

**Учебно-исследовательская работа М2****"ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА МАРКОВСКИХ МОДЕЛЯХ"**

1. Цель работы	1
2. Содержание работы	1
3. Этапы работы	1
4. Порядок выполнения работы	1
5. Параметры исследуемых систем	2
6. Программные средства	3
7. Содержание отчета	3
8. Варианты заданий	3
9. Рекомендуемые формы таблиц	5
9. Литература	7

**1. Цель работы**

Изучение метода марковских случайных процессов и его применение для исследования приоритетных моделей - систем массового обслуживания (СМО) с неоднородным потоком заявок.

**2. Содержание работы**

Разработка марковских моделей одно- и двухканальных СМО с неоднородным потоком заявок и приоритетным обслуживанием и исследование характеристик их функционирования. Выбор наилучшего варианта построения СМО в соответствии с заданным критерием эффективности.

В процессе исследований для расчета характеристик функционирования СМО используется программа MARK.

**3. Этапы работы**

- 3.1. Построение и описание исследуемой системы массового обслуживания.
- 3.2. Разработка марковской модели исследуемой системы.
- 3.3. Проведение расчетов по разработанной модели с использованием программы MARK и получение результатов.
- 3.4. Анализ полученных результатов.
- 3.5. Детальный анализ зависимостей характеристик системы при изменении нагрузки.

**4. Порядок выполнения работы**

- 4.1. Получить задание на работу.
- 4.2. Построить и описать модель исследуемой системы с учетом заданных в каждом варианте и описанных в пункте 5 параметров.
- 4.3. Построить граф переходов для заданной модели.
- 4.4. С использованием программы MARK рассчитать характеристики системы для заданной дисциплины обслуживания.
- 4.5. Проанализировать характеристики функционирования системы для рассмотренной ДО.
- 4.6. Выполнить детальный анализ зависимостей характеристик системы от *нагрузки* путем пропорционального изменения для всех классов заявок:
  - а) интенсивностей поступления заявок в систему и
  - б) длительности обслуживания заявок в приборе,

подбирая их начальные и конечные значения так, чтобы **суммарная нагрузка системы** находилась в интервале 0,2 - 0,9.

### 5. Параметры исследуемых систем

Для каждого конкретного варианта в пункте 8 представлены:

- параметры структурной и функциональной организации (табл.1);
- параметры нагрузки (табл.2).

В табл.1 используются следующие обозначения:

5.1. Количество классов заявок (К).

5.2. Число обслуживающих приборов (П).

5.3. Емкости накопителей (ЕН) в виде  $E_1/E_2/E_3$ , где  $E_1$ ,  $E_2$  и  $E_3$  - емкости накопителей для заявок классов 1, 2 и 3 соответственно; емкость общего для всех классов заявок накопителя задается в виде одного числа.

5.4. Варианты занятия прибора (ВЗП) в случае многоканальной СМО:

а) поступившая заявка занимает любой свободный прибор с равной вероятностью;

б) поступившая заявка занимает свободный прибор с меньшим номером;

в) поступившая заявка занимает свободный прибор с большим номером.

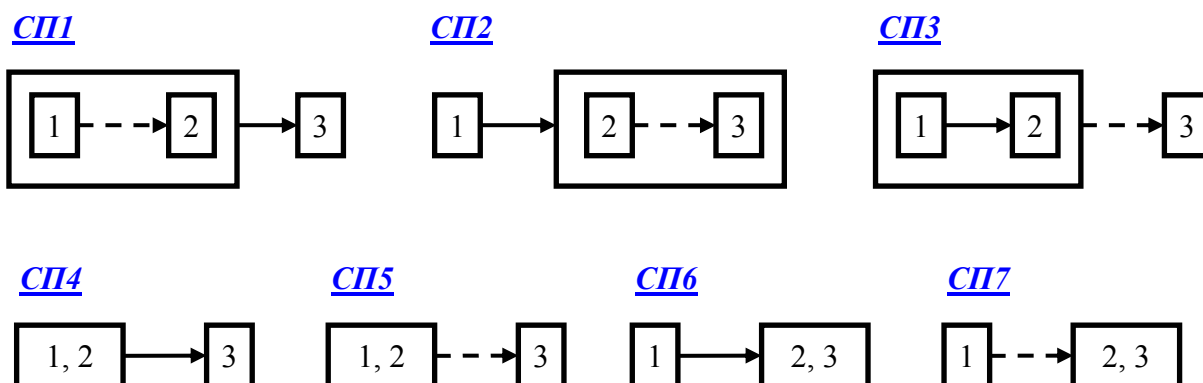
5.5. Дисциплина обслуживания (ДО):

1) беспriorитетная (БП);

2) с относительными приоритетами (ОП);

3) с абсолютными приоритетами (АП);

4) со смешанными приоритетами (в случае трех классов заявок):



5.6. Порядок назначения приоритетов (ПНП) задается в виде последовательности номеров классов заявок в соответствии с убыванием приоритетов, например: 3-1-2 означает, что заявки класса 3 имеют приоритет по отношению к заявкам класса 1 и 2, а заявки класса 1 имеют приоритет по отношению к заявкам класса 2.

5.7. Дисциплина буферизации (ДБ) (занесения заявок в накопитель):

а) поступающая заявка любого класса при отсутствии свободного места в *общем* накопителе теряется;

б) заявка высокого приоритета, поступающая в систему при заполненном *общем* накопителе, вытесняет из него заявку низшего приоритета, которая теряется;

в) поступающая заявка любого класса при отсутствии свободного места в накопителе *данного класса* теряется;

г) заявка высокого приоритета, поступающая в систему при заполненном накопителе *данного класса* и свободном накопителе *низкоприоритетных* заявок, занимает место в этом накопителе, в противном случае (если все накопители заняты) - теряется;

д) заявка высокого приоритета, поступающая в систему при заполненном накопителе *данного класса* и свободном накопителе *низкоприоритетных* заявок, занимает место в этом накопителе, в противном случае (если накопители низкоприоритетных заявок заняты) - вытесняет заявку самого низкого приоритета.

#### 5.8. Дисциплина прерывания (ДП):

- а) прерванная заявка теряется;
- б) прерванная заявка возвращается в общий накопитель при наличии в нем свободных мест;
- в) при отсутствии в общем накопителе свободных мест прерванная заявка вытесняет более низкоприоритетную заявку;
- г) при отсутствии в общем накопителе свободных мест прерванная заявка вытесняет из общего накопителя заявку такого же приоритета;
- д) прерванная заявка возвращается в накопитель *данного класса* при наличии в нем свободных мест, в противном случае - теряется;
- е) прерванная заявка при отсутствии свободных мест в накопителе *данного класса* заносится в свободный накопитель *другого класса*;
- ж) прерванная заявка при отсутствии свободных мест во всех накопителях вытесняет низкоприоритетную заявку из накопителя;
- з) прерванная заявка при отсутствии свободных мест во всех накопителях вытесняет из накопителя заявку такого же приоритета.

### 6. Программные средства

Для расчета характеристик марковских процессов с непрерывным временем можно воспользоваться программой MARK.

### 7. Содержание отчета

7.1. Постановка задачи и исходные данные.

7.2. Описание исследуемой системы.

7.3. Перечень состояний марковского процесса для исследуемой системы.

7.4. Результаты работы:

- размеченный граф переходов марковского процесса;
- матрица интенсивностей переходов;
- значения стационарных вероятностей, сведенные в таблицу (форма 1);
- формулы, используемые для расчета характеристик системы и значения характеристик системы, сведенные в таблицу (форма 2);
- результаты варьирования параметров, сведенные в таблицу (форма 2);
- графики и выводы о качестве функционирования и свойствах системы, полученных на основе детального анализа в соответствии с п.3.6;
- заключение по работе.

**Указание:** результаты расчетов (вместо рекомендуемых форм) и графики могут быть представлены в виде распечаток, полученных с помощью программы MARK.

### 8. Варианты заданий

Вариант каждого конкретного задания выдается преподавателем в виде пары чисел А/В, где А - номер варианта, по которому выбираются параметры структурной и функциональной организации исследуемой системы из табл.1 и В - номер варианта, по которому выбираются параметры нагрузки из табл.2.

Таблица 1

**Параметры структурной и функциональной организации  
исследуемых систем**

Вари- ант	Организация СИСТЕМЫ в соответствии с пунктом 4							
	К 4.1	П 4.2	ЕН 4.3	ВЗП 4.4	ДО 4.5	ПНП 4.6	ДБ 4.7	ДП 4.8
1	2	1	2/1	-	ОП	1-2	(в)	-
2	2	1	2/1	-	АП	2-1	(г)	(е)
3	2	1	2	-	ОП	1-2	(а)	-
4	2	1	2	-	АП	2-1	(а)	(а)
5	2	1	2	-	АП	1-2	(б)	(б)
6	2	1	3	-	АП	2-1	(а)	(в)
7	2	1	3	-	АП	1-2	(б)	(г)
8	2	1	2/2	-	ОП	1-2	(в)	-
9	2	1	2/2	-	АП	1-2	(в)	(д)
10	2	2	1/1	(а)	ОП	1-2	(в)	-
11	2	2	1/1	(б)	АП	1-2	(в)	(д)
12	2	2	1	(в)	ОП	1-2	(а)	-
13	2	2	1	(а)	АП	2-1	(б)	(а)
14	2	2	2	(б)	АП	1-2	(а)	(а)
15	2	2	2	(в)	АП	2-1	(б)	(б)
16	2	1	3	-	ОП	1-2	(а)	-
17	2	1	4	-	АП	1-2	(б)	(а)
18	2	1	4	-	АП	2-1	(а)	(б)
19	2	2	2	(а)	ОП	1-2	(б)	-
20	2	1	4	-	ОП	2-1	(а)	-
21	3	1	1/1/0	-	ОП	1-2-3	(в)	-
22	3	1	1/1/1	-	АП	2-3-1	(г)	(а)
23	3	1	1/1/1	-	СП1	1-2-3	(в)	(а)
24	3	1	1/1/1	-	СП2	2-1-3	(г)	(а)
25	3	1	1/1/1	-	СП3	1-3-2	(в)	(б)
26	3	1	1/1/1	-	СП4	3-2-1	(г)	(б)
27	3	1	1/1/1	-	СП5	1-2-3	(в)	-
28	3	1	1/1/1	-	СП6	3-1-2	(г)	(б)
29	3	1	1/1/1	-	СП7	1-2-3	(в)	-
30	3	1	1/1/1	-	АП	3-2-1	(г)	(б)
31	3	1	2/1/0	-	ОП	1-2-3	(г)	-
32	3	1	1/2/0	-	АП	3-2-1	(в)	(б)
33	3	1	2/1/0	-	СП1	1-2-3	(г)	(а)
34	3	1	2/0/1	-	СП3	2-1-3	(в)	(б)
35	3	1	2/1/0	-	СП4	1-2-3	(г)	(а)
36	3	1	0/2/1	-	СП2	3-2-1	(в)	(б)
37	3	1	0/1/2	-	СП6	3-2-1	(г)	(б)
38	3	1	2/1/1	-	АП	1-2-3	(в)	(а)
39	3	1	2	-	СП1	3-2-1	(б)	(а)
40	3	1	2	-	СП2	1-2-3	(а)	(б)

Таблица 2

Параметры нагрузки (в секундах)

Номер варианта	Интенсивность потока			Ср.длит.обслуживания		
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$b_1$	$b_2$	$b_3$
1	0,1	0,2	0,2	4,0	2,0	1,0
2	0,1	0,2	0,3	5,0	2,0	2,0
3	0,1	0,3	0,2	4,0	2,0	4,0
4	0,1	0,3	0,3	4,0	4,0	2,0
5	0,2	0,1	0,1	2,0	2,0	5,0
6	0,2	0,1	0,2	2,0	4,0	5,0
7	0,2	0,1	0,3	1,0	2,0	5,0
8	0,1	0,4	1,0	2,0	1,0	0,5
9	0,2	0,5	1,0	2,0	2,0	0,2
10	0,5	0,1	1,0	1,0	2,0	0,5
11	0,5	1,0	0,4	0,5	0,1	0,2
12	0,2	1,0	0,5	0,5	0,2	0,1
13	0,2	0,4	0,6	0,2	0,2	0,1
14	1,0	0,4	0,5	0,1	0,1	0,05
15	1,0	0,2	0,5	0,05	0,1	0,1
16	1,0	0,5	0,1	0,05	0,2	0,5
17	1,0	2,0	0,1	0,05	0,1	1,0
18	1,0	0,5	0,1	0,05	0,5	1,0
19	1,0	1,5	0,5	0,1	0,2	0,5
20	1,0	0,5	1,5	0,1	0,5	0,2

**9. Рекомендуемые формы таблиц**

Форма 1

**Стационарные вероятности состояний**

Номер сост.	0	1	2	3	4	5	6	7	...	
Код сост.										
Вер-ть сост.										

**Указание:** в графе "Код" указывается обозначение соответствующего состояния в соответствии с принятой в работе кодировкой.

## Форма 2

## Результаты расчета характеристик функционирования СИСТЕМЫ

Характеристика	Класс заявок	Расчетная формула	Значение хар-ки
Нагрузка	1		
	2		
	3		
	Сум.		
Загрузка	1		
	2		
	3		
	Сум.		
Длина очереди	1		
	2		
	3		
	Сум.		
Число заявок	1		
	2		
	3		
	Сум.		
Ср. время ожидания	1		
	2		
	3		
	Сум.		
Ср. время пребывания	1		
	2		
	3		
	Сум.		
Вер-ть потери	1		
	2		
	3		
	Сум.		
Пропускн. способн.	1		
	2		
	3		
	Сум.		
	1		
	2		
	3		
	Сум.		

**Результаты варьирования параметров**

Характеристика	Класс заявок	Интенсивности потоков заявок					Средности обслуживания				
Нагрузка	1										
	2										
	3										
	Сум.										
Загрузка	1										
	2										
	3										
	Сум.										
Длина очереди	1										
	2										
	3										
	Сум.										
Число заявок	1										
	2										
	3										
	Сум.										
Ср. время ожидания	1										
	2										
	3										
	Сум.										
Ср. время пребывания	1										
	2										
	3										
	Сум.										
Вер-ть потери	1										
	2										
	3										
	Сум.										
Пропуск. способн.	1										
	2										
	3										
	Сум.										
	1										
	2										
	3										
	Сум.										

**9. Литература**

1. Алиев Т.И. Конспект лекций по дисциплине "Моделирование".
2. Алиев Т.И. Математические методы теории вычислительных систем/ Учебное пособие.- Л.: ЛИТМО, 1979. - Раздел 3 и 4.
3. Алиев Т.И., Довгий П.С. Сборник задач по курсам "Теория вычислительных систем" и "Системы обработки данных". - Л.: ЛИТМО, 1985. - Раздел 2.
4. Венцель Е.С. Исследование операций. - М.: Сов.радио, 1972. - Разделы 4 и 5.