

## Лабораторная работа №2

Моделирование с ограничением по времени.

сбор статистики при ожидании

Когда при моделировании СМО ставится условие ограничения по времени, в модель добавляется сегмент, моделирующий таймер.

Пример. Разработчик выбрал в качестве единицы измерения 1 мин., его интересует поведение системы в течение 8 часов одного дня. Затем моделирование должно быть закончено. Тогда параметр START будет иметь значение 1, а одним из сегментов блок-схемы будут два блока GENERATE и TERMINATE.

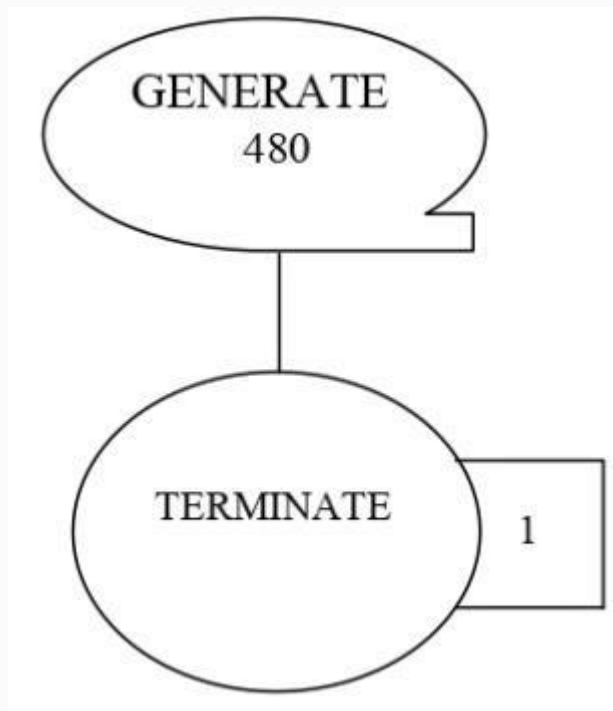


Рис.1. Сегмент-таймер

Когда модельное время достигнет 480, сегмент GENERATE генерирует транзакт-таймер, который переходит в блок TERMINATE и выводится из системы, при этом из счетчика завершений вычитается (параметр A блока TERMINATE), значение счетчика будет нулевым (параметр A карты START тоже равен 1), это означает завершение моделирования.

Время от времени в различных точках модели может происходить вынужденное ожидание, т.е. возникает очередь из

Автоматический сбор статистических данных об очереди осуществляет средство GPSS, называемое регистратором очередей.

Рассмотрим события, которые происходят, когда транзакт вынужденно не может использовать ограниченный ресурс (например, прибор).

1. Транзакт присоединяется к очереди, т.е. образует с другими требованиями группу «ожидающих обслуживания». Присоединение к очереди происходит в некоторый момент времени.

2. Транзакт ждет своей очереди. Ожидание происходит в течение некоторого интервала времени.

3. Транзакт покидает очередь. Уход из очереди происходит в некоторый момент времени.

Часто бывает необходимо собрать статистику, описывающую особенности протекания процесса. Эта статистика должна дать ответ на следующие вопросы:

1. Сколько раз требования приходили в очередь?»?
2. Сколько пришедших требований фактически присоединилось к очереди и сколько сразу заняли прибор?
3. Каково было максимальное ожидание длины очереди?
4. Каково было среднее число ожидающих требований?
5. Каково среднее время ожидания тех требований, которым пришлось ждать?

Ответы на такие вопросы может дать регистратор очередей.

Регистраторы очередей различают заданием имен. Условия назначения имен те же, что и условия назначения имен приборов. Регистратор очереди вносится в модель с помощью пары взаимодополняющих блоков QUEUE (СТАТЬ В ОЧЕРЕДЬ) и DEPART (ПОКИНУТЬ ОЧЕРЕДЬ).

Эти два блока вместе с операндом A показаны на рис 2

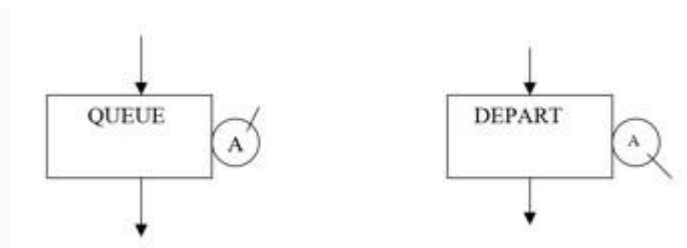


рис. 2

Операнд А используют в блоках QUEUE - DEPART для указания имени соответствующей очереди. При входе транзакта в блок QUEUE выполняется обработка соответствующей подпрограммы, включающей следующие четыре действия.

- 1.«Счетчик входов» для данной очереди увеличивается на единицу.
- 2.Запись «счетчика текущего содержимого» для данной очереди также увеличивается на единицу.
- 3.Транзакт «привязывается» к очереди указанием ее имени.
- 4.Транзакт «привязывается» к очереди с запоминанием значения текущего модельного времени.

Транзакт перестает быть элементом очереди, если он переходит в блок DEPART соответствующей очереди. Когда это происходит, интерпретатор выполняет подпрограмму обработки блока, включающую следующее.

- 1.Запись «счетчика текущего содержимого» соответствующей очереди уменьшается на единицу.
- 2.Используя привязку к значению времени, интерпретатор определяет, является ли время, проведенное транзактом в очереди, нулевым. Если да, то такой транзакт по определению является транзактом с «нулевым преобразованием» в очереди; соответствующим образом изменяется счетчик «нулевых вхождений».
- 3.Ликвидируется привязка транзакта, указывающая на принадлежность транзакта соответствующей очереди.

Если в модели необходимо собрать статистику по очереди перед некоторым прибором, блок QUEUE ставится перед блоком SEIZE, а блок

DEPART - после блока SEIZE (т.е. если транзакт проходит на обслуживание, он автоматически покидает очередь).

Необходимо отметить, что регистратор очередей никак не влияет на поведение модели и его отсутствие не изменяет процесс моделирования; очередь из транзактов накапливается в блоке, непосредственно предшествующем блоку, моделирующему ограниченный ресурс.

#### Пример

Построить модель производственного модуля, работающего следующим образом. Заготовки с предыдущей операции поступают с интервалами времени  $60 \pm 50$  с. Загрузка модуля осуществляется специальным роботом, время загрузки составляет  $10 \pm 5$  с. Время обработки на станке  $60 \pm 10$  с. Удаление готовой детали происходит автоматически по окончании обработки, без участия робота.

Необходимо промоделировать работу производственного модуля в течение 8 часов модельного времени, оценить коэффициенты загрузки оборудования, определить число обработанных за это время деталей, исследовать возможность возникновения очереди на входе модуля.

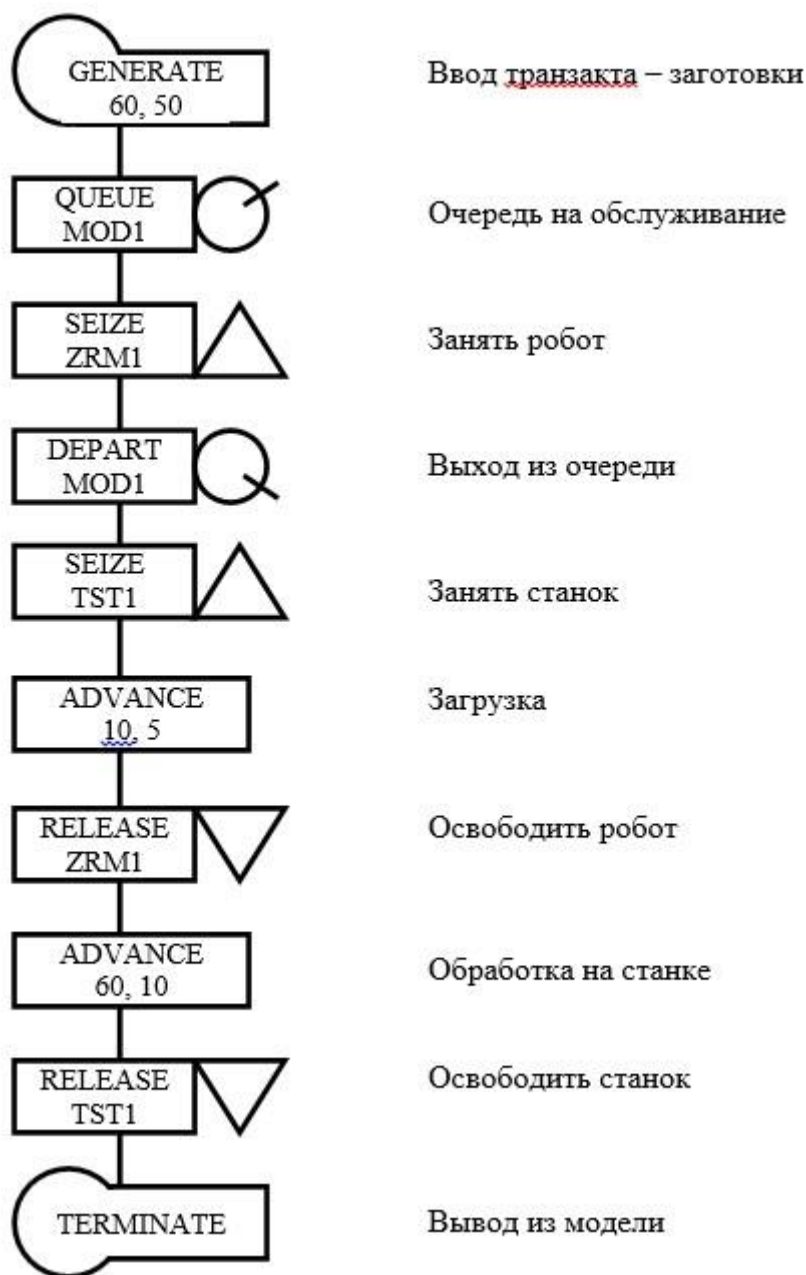
Блок-схема моделирующей программы представлена на рис. 3.

Транзакты-заготовки вводятся в модель блоком GENERATE с параметрами 60, 50. Поскольку необходимо исследовать возникновение очереди на входе обрабатывающего модуля, используем блок QUEUE с именем MOD1. Занятие транзактами загрузочного робота моделируется использованием блока SEIZE ZRM1. После занятия робота транзакт покидает очередь (блок DEPART) и задерживается на время операции загрузки в блоке ADVANCE 10, 5. Событие занятия станка опережает событие освобождения загрузочного робота. Этим реализуется следующая дисциплина обслуживания – загрузка очередной заготовки не должна начинаться раньше, чем предыдущая деталь покинет станок. Время обработки на станке моделируется

блоком ADVANCE 60, 10. После этого моделируется событие освобождения станка и транзакт-деталь выводится из модели блоком TERMINATE .

Для задания времени моделирования используется второй сегмент модели – таймер. Он состоит из блока GENERATE, создающего транзакттаймер в момент времени 28800 с и блока TERMINATE с операндом «А» = 1. Счетчик завершений задается равным «1» картой START. Распечатка текста моделирующей программы приведена на рис. 4.

1 Сегмент модели



## 2 Сегмент модели



рис. 3.

```

10 *
20 *      МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ
30 *
40 *      ПЕРВЫЙ СЕГМЕНТ МОДЕЛИ
50 *      ДВИЖЕНИЕ ЗАГОТОВОК
60 *
70      GENERATE      60,50      :ВВОД ЗАГОТОВКИ
80      QUEUE         MOD1      :ОЧЕРЕДЬ
90      SEIZE         ZRM1      :ЗАНЯТЬ РОБОТ
100     DEPART        MOD1      :ВЫХОД ИЗ ОЧЕРЕДИ
110     SEIZE         TST1      :ЗАНЯТЬ СТАНОК
120     ADVANCE       10,5      :ЗАГРУЗКА
130     RELEASE       ZRM1      :ОСВОБОДИТЬ РОБОТ
140     ADVANCE       60,10     :ОБРАБОТКА ЗАГОТОВКИ
150     RELEASE       TST1      :ОСВОБОДИТЬ СТАНОК
160     TERMINATE
170 *
180 *      ВТОРОЙ СЕГМЕНТ МОДЕЛИ
190 *      ТАЙМЕР
200 *
210     GENERATE      28800     :ВРЕМЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
220     TERMINATE      1       :8 ЧАСОВ
230 *
240 *      CONTROL CARDS
250 *
260     START         1
  
```

Рис 4

Результаты моделирования представлены на рис.5. Выходные данные начинаются результатами модельного времени и накопленной статистикой по списку блоков модели. Так, например, в блок №8 на момент окончания моделирования вошло 477 транзактов, причем один из них находился в это время на обработке, о чем свидетельствует текущее содержимое блока №8 равное 1. По статистике списка блоков можно определить количество изготовленных деталей, оно составило 476 штук. Всего за время моделирования было введено 485 заготовок. Одна из них находится в очереди

на обслуживание, одна на обработке и одна – в схвате робота ожидает установки на станок.

Статистика по обслуживающим аппаратам содержит имя аппарата, количество обработанных деталей, среднее время обслуживания транзакта и коэффициенты использования. Так для загрузочного робота (ZRM1) число обслуженных транзактов-деталей составило 478 штук, среднее время обслуживания 57,12 с, коэффициент загрузки 94,7%. Аналогично для станка: 477, 59,63 и 98,7%. Выходная статистика об очередях содержит имя очереди MOD1; максимальное содержимое – 12 деталей; среднее содержимое – 4,77 штуки; число входов в очередь – 485 раз; из них с нулевым временем ожидания – 36 штук. Среднее время нахождения в очереди (время пролеживания заготовок) составило 283,53 с. То же без учета нулевых входов в очередь – 306,26 с. Текущее содержимое очереди – 7 заготовок.

START_TIME	END_TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	FREE_MEMORY
0	28800	11	2	0	278400

LINE	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUNT	RETRY
70	1	GENERATE	485	0	0
80	2	QUEUE	485	7	0
90	3	SEIZE	478	0	0
100	4	DEPART	478	0	0
110	5	ADVANCE	478	1	0
120	6	SEIZE	477	0	0
130	7	RELEASE	477	0	0
140	8	ADVANCE	477	1	0
150	9	RELEASE	476	0	0
160	10	TERMINATE	476	0	0
210	11	GENERATE	1	0	0
220	12	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE._TIME	AVAILABLE	OWNER	PEND	INTER	RETRY
DELAY								
ZRM1	478	0.947	57.12	1	479	0	0	7
TST1	477	0.987	59.63	1	478	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRIES	ENTRIES(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)
RETRY							
MOD1	12	7	485	36	4.77	283.53	306.26

0
---

Рис 5

Полученная статистика позволяет сделать следующие выводы о работе модуля.

При данных интервалах обработки модуль справляется с поступающим потоком заготовок. Величина очереди за 8 часов работы не превысила 12 заготовок, следовательно емкость промежуточного накопителя может быть выбрана равной 12–13 штук заготовок. Коэффициенты загрузки оборудования достаточно высоки, однако увеличение времени обслуживания загрузочным роботом говорит о задержках заготовок на этой стадии.

Задание: Модифицируйте задачи из первой: 1-4 лабораторной работы, добавив очереди, сделайте текстовые выводы. 5-8 добавив очереди, сделайте текстовые выводы, заменив количество объектов в очереди на 8ми часовой период