

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра интеллектуальных информационных технологий

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «**Моделирование систем**»
для студентов специальностей 53 01 02 и 40 02 01

Часть I

Брест 2006

УДК 681.3

Методические указания являются первой частью лабораторного курса по изучению имитационного моделирования на основе системы моделирования GPSS. Методические указания предназначены для использования студентами специальностей 53 01 02 «Автоматизированные системы обработки информации» и 40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети» при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Моделирование систем».

Методические указания издаются в двух частях, содержат руководство для выполнения лабораторных работ и могут использоваться при выполнении курсовой работы.

Составитель: Т.Н. Гирель, ассистент

Рецензент: Муравьев Г.Л., к.т.н., доцент директор БФ ЧУО «ИСЗ им. А.М.Широкова»

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общая характеристика системы моделирования GPSS	4
Основные этапы моделирования в GPSSW	4
Представление времени в процессе имитации	5
2. Объекты GPSS	5
Генерация и удаление транзактов	6
Элементы, отображающие обслуживающие устройства	7
Сбор статистики об ожидании	7
Многоканальные устройства	7
3. Процесс моделирования	8
Примеры моделирования	9
Лабораторная работа №1	12
Основы моделирования в GPSSWorld. Моделирование простейших СМО.	
Лабораторная работа №2	13
Моделирование многоканальных СМО.	
Литература	14
Приложение 1	
Приложение 2	

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS

GPSS World основан на языке компьютерного моделирования GPSS, что означает General Purpose Simulation System – общецелевая система моделирования. GPSS World – это прямое развитие языка моделирования GPSS/PC, одной из первых реализаций GPSS для персональных компьютеров. В настоящее время версия GPSS World для ОС Windows имеет расширенные возможности, включая пользовательскую среду с интегрированными функциями работы с Интернет. GPSS World сочетает в себе функции дискретного и непрерывного моделирования, обладает высочайшим уровнем интерактивности и визуального представления информации. В GPSS World входит встроенный низкоуровневый язык программирования PLUS. Это небольшой, но эффективный процедурный язык программирования, имеющий большую библиотеку процедур с математическими функциями и функциями манипуляции со строками, и большой набор вероятностных распределений.

В GPSS/World входит полноэкранный текстовый редактор, встроенный справочник, доступ к которому можно осуществить несколькими способами: 1) с помощью функциональной клавиши [F1]; 2) через командное меню Help/Help Topics; 3) выделив слово в окне Модели и нажав клавишу [F1] (будут перечислены все разделы вхождения данного слова в справочник).

Основные этапы моделирования в GPSSW

1. *Постановка задачи* – это этап содержательного описания процесса моделирования с указанием числовых значений работы тех или иных составляющих исследуемого процесса. Определяются происходящие в системе события. Целесообразно первоначально графически изобразить процесс функционирования системы и выделить в нём характерные события.

2. *Выявление основных особенностей*. На этом этапе определяют характер функционирования системы (дискретная или непрерывная), число обслуживающих каналов (одноканальная или многоканальная система), число фаз обслуживания (однофазная или многофазная система), связь входных и выходных потоков (замкнутая или разомкнутая система), поступление потоков в систему (регулярные, случайные или смешанные), число требований, поступающих в один момент времени (ординарный или неординарный поток), взаимодействие смежных требований в системе (с последствием или нет), поведения требований, поступающих в систему на обслуживание (с отказами, с ограниченным ожиданием или с ожиданием без ограничения), однородность требований, поступающих на обслуживание (однородные и неоднородные), дисциплина обслуживания, или способ выбора требований на обслуживание (с приоритетом, FIFO, LIFO, случайно), время обслуживания требований (детерминированное или случайное).

На этом этапе определяется продолжительность моделирования системы, выбираются способы представления тех или иных данных. Здесь же выполняется декомпозиция сложного моделируемого процесса на ряд простых сегментов.

3. *Создание имитационной модели процесса* проходит в два этапа: 1) создание исходной модели, 2) трансляция исходной модели. Исходная модель – это определённая последовательность операторов. Основой для создания новой модели может служить старая, например типовая модель из папки Samples Models, входящая в комплект поставки ПО.

Создание имитационной модели осуществляется с помощью транслятора системы GPSSW. Трансляцию исходной модели можно выполнить двумя способами: 1) через командное меню Command / Create Simulation (Command / Retranslate - для перетрансляции); 2) нажатием комбинации клавиш Ctrl+Alt+S (Ctrl+Alt+R - для перетрансляции). Результатом трансляции программы является объект моделирования блочной структуры.

4. Завершающий этап – *моделирование системы*. Оттранслированную модель можно послать на выполнение. Команды управления моделированием могут быть вставлены в имитационную модель, или их можно интерактивно ввести в процессе моделирования.

Представление времени в процессе имитации

Система моделирования GPSSW основана на переходе требований (транзактов) из одного блока к другому блоку (от оператора к оператору) в определённые моменты времени, что называется событием. Событие представляет собой мгновенное изменение некоторого элемента системы или состояния системы в целом. События соответствуют конкретным изменениям в реальной системе: требование появилось, требование вошло в очередь, требование обслуживается и т.д. При этом прослеживается процесс моделирования с использованием как абсолютного (текущего), так и относительного (с начала прогона модели, с момента последней модификации или последнего сброса и т.д.).

При имитационном моделировании выделяют три представления времени: *реальное* – время, в котором происходит функционирование моделируемой системы в реальной жизни – час, неделя, месяц и т.д.; *модельное* (системное) – время, в котором происходит функционирование моделируемой системы при проведении имитационного моделирования на ЭВМ; *машинное* время – это время, отражающее затраты времени ЭВМ на проведение имитационного моделирования.

В модельном времени выполняются следующие действия: осуществляется переход моделируемой системы из одного состояния в другое, обеспечивается управление ходом имитационных экспериментов, выполняется синхронизация работы всех компонент имитационной модели, обеспечивается параллельная реализация событий в моделируемой системе.

Отличительной особенностью моделирования в GPSSW является то, что продолжительность моделирования определяется не длительностью интервалов между событиями, а числом событий, возникающих в системе. Поэтому переход на более мелкие единицы времени не увеличивает время моделирования.

2. ОБЪЕКТЫ GPSS

Каждая GPSS-модель формируется из ограниченного набора сущностей, определяемых предметной областью. Она должна обязательно содержать основные элементы – транзакты (динамические объекты) и блоки (статические объекты). Последовательность блоков GPSS-модели показывает направления, в которых перемещаются транзакты.

Блоки GPSS-модели представляют собой подпрограммы, написанные на макроассемблере или на языке Си, и содержит набор параметров (операндов) для обращения к ним.

С точки зрения программы, транзакт – это структура данных, которая содержит такие поля, как: имя (номер) транзакта, время появления транзакта, текущее модельное время, номер блока, в котором находится транзакт, номер блока, куда он продвигается, параметры транзакта: P1,P2,...(например: при моделировании движения автомобиля на участке дороги для транзакта АВТО-МОБИЛЬ параметрами будут: скорость, тормозной путь, габариты...), приоритет транзакта и другие. Динамика продвижения транзактов основана на упорядоченных списках событий (список текущих событий (СЕС), список будущих событий (FEC), индивидуальных транзакций, числовых групп, групп транзактов).

Каждый объект имеет некоторое число свойств, названных стандартными числовыми атрибутами (СЧА). Часть СЧА доступна пользователю только для чтения, а на значение других он может влиять, используя соответствующие блоки. На вопрос, где находится транзакт, можно ответить двояко: в каком блоке и в каком списке. Каждый транзакт может входить в любое число списков, однако некоторые списки являются взаимно исключающими (список прерывания и список будущих событий).

Блоки можно вставлять через меню команд Edit/Insert GPSS Blocks или написать его в Окне Модели. Окно Блоков (Blocks) имеет два режима: детальный и обзорный. Переключаться можно по команде View/Entity Details.

GPSS/W позволяет просматривать состояние модели различными способами. Оно может отслеживаться как в числовой, так и в графической форме с помощью динамических окон разных типов в зависимости от класса (типа) отображаемых сущностей: блоки (Blocks), устройства (Facilities), логические ключи (Logicswitches), снимки мгновенного состояния списков событий (Snapshots) и т.д.

Многие сущности создаются автоматически при обнаружении ссылок на них в программе модели. Перечисленные ниже объекты должны быть обязательно описаны перед их использованием: памяти – операторами STORAGE, арифметические переменные – операторами VARIABLE, булевы переменные – операторами BVARIABLE, матрицы – операторами MATRIX, таблицы общего назначения – операторами TABLE, Q-таблицы ожидания в очередях – операторами QTABLE, табличные функции – операторами FUNCTION и наборами координат.

Одновременно может быть открыто несколько окон рядом (Window/Tile) или каскадом (Window/Cascade). Статус, размер и положение активного окна изменяется стандартными средствами Windows. В окна можно выводить СЧА и накопленную статистику. Однако, открытые окна (даже свёрнутые) многократно замедляют моделирование, поэтому необходимо закрывать неиспользуемые в данный момент окна. После закрытия окон моделирование заметно ускоряется и быстро завершается.

Генерация и удаление транзактов

Через блок GENERATE транзакты входят в модель. Формат блока:
GENERATE [A],[B],[C],[D],[E]

Операнд А - среднее значение интервала поступления, В - половина поля допуска равномерно распределённого интервала, С - смещение интервалов, D - ограничитель транзактов, Е - уровень приоритета транзакта (0-127 – возможные значения). Операнды в квадратных скобках являются необязательными. Операндами не могут быть отрицательные числа. Не существует ограничений на количество разных блоков GENERATE в одной модели.

Транзакты удаляются из модели, попадая в блок TERMINATE.

Формат блока: TERMINATE [A],

где A – величина уменьшения счётчика завершения. Эта величина вычитается из счётчика каждый раз, когда транзакт входит в блок TERMINATE.

В модели может быть много счётчиков TERMINATE, но счётчик завершения должен быть лишь один, его начальное значение указано в команде START.

Элементы, отображающие обслуживающие устройства

Устройство в GPSS используют для моделирования одиночного устройства обслуживания. Два и более обслуживающих устройства, работающих параллельно, могут моделироваться двумя или более одноканальными устройствами. Обычно это необходимо, когда отдельные устройства являются разнородными (например, с разными интенсивностями обслуживания). Предварительного объявления устройства в модели не требуется.

Блок SEIZE – занять устройство. После этого блока может следовать другой блок SEIZE, если транзакт должен одновременно занять два и более устройства (например, рабочего и инструмент).

Формат блока: SEIZE A,

где A – имя занимаемого устройства.

Блок RELEASE – освободить устройство. Этот блок предназначен для изменения состояния ранее занятого устройства с "занятого" на "свободное". Он никогда не запрещает вход транзакта.

Формат блока: RELEASE A,

A – имя освобождаемого устройства.

Блок ADVANCE осуществляет задержку продвижения транзакта в течение некоторого интервала времени (продвигает на некоторое время часы модельного времени).

Формат блока: ADVANCE A, [B]

A – среднее время задержки на обслуживание, B – половина поля допуска равномерно распределённого времени задержки. Обычно этот интервал задаётся некоторой случайной величиной.

Сбор статистики об ожидании

Пара блоков QUEUE – DEPART (регистраторы очереди) обеспечивает возможность автоматического сбора статистических данных. В модели этих пар может быть несколько, различаются они именами.

Формат блоков:

QUEUE A, [B]

DEPART A, [B]

A – имя очереди, в которую необходимо стать (покинуть) транзакту, B – число единиц, на которое увеличивается (уменьшается) длина очереди.

QUEUE и DEPART определяют только необходимость сбора статистики по данной очереди, их отсутствие не влияет на реальное существование и динамику очередей. Если регистратор не используется, то статистика не собирается, но везде, где необходима очередь, она возникает.

Многоканальные устройства

Объекты типа МНОГОКАНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА (МКУ) используются для имитации работы элементов реальных систем, параллельно обрабатывающих поступающие заявки (например, ЭВМ в мультипрограммном режиме,

телефонная станция и т.д.). Использование для моделирования одного из устройств (физического оборудования) аналогично использованию одиночного устройства, которое в любой момент времени может обрабатывать только одно сообщение. Разработчик использует MKU в модели вводом пары дополняющих друг друга блоков ENTER (войти) и LEAVE (выйти).

Формат блоков:

ENTER A, [B]

LEAVE A, [B]

A – имя MKU, B – количество занимаемых одновременно устройств.

Все используемые в модели однотипные устройства, входящие в MKU, должны быть заранее описаны оператором STORAGE. Этим оператором задаётся ёмкость MKU.

Формат оператора:

Символьное_имя_MKU STORAGE Ёмкость_MKU

Например: пять операторов обслуживают 15 ЭВМ

OPER STORAGE 5

EVM STORAGE 15

Чтобы периодически переопределять ёмкость MKU при выполнении нескольких прогонов за один этап моделирования, необходимо ввести между операторами START предыдущего прогона и оператором START последующего прогона новое определение ёмкости.

3. ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ

Прежде чем начать процесс моделирования, необходимо создать объект Имитации (Command \ Create Simulation). Если компиляция прошла успешно, то будет создан отдельный объект – Имитация. С этого момента активизируются интерактивные команды и становятся доступными окна имитации, а все взаимодействия заносятся в Окно Журнала (JOURNAL) или в окна других сущностей. После этого к модели можно добавить любые предложения: блоки (кроме GENERATE) и описания PLUS-процедур, можно переопределить STORAGE, TABLE, QTABLE, MATRIX, VARIABLE.

Команда START используется для инициации начала моделирования.

Формат команды: START A, [B],[C],[D]

Операнд A – задаёт значение счётчика завершения, B – отвечает за вывод статистики (NP – блокировка статистики, если операнд пропущен – вывод по умолчанию стандартной статистики), C – обычно не используется, сохранён для совместимости с предыдущими версиями GPSS, D – задаёт необходимость вывода содержания списка текущих событий (СТС) и списка будущих событий (СБС), если равен нулю – списки не выводятся.

Моделирование продолжается до тех пор, пока счётчик завершения не достигнет нулевого значения. По завершении моделирования автоматически формируется стандартный отчёт, содержание которого зависит от включённых в модель блоков (см. Приложение 1). Прервать моделирование можно по клавише [F4], продолжить – [F9].

В GPSS можно управлять продолжительностью моделирования двумя способами: 1) задав интервал времени, по истечении которого моделирование завершится (см. пример 1); 2) завершить процесс после того, как модель покинет заданное число транзактов определённого типа (см. пример 2).

Для завершения сеанса работы с GPSS нужно выбрать команду File/Exit.

ПРИМЕРЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Одноканальные устройства

Пример 1

Выберем в качестве текста модели файл Sample1.gps из папки Sample Model.

```
; GPSS World Sample File - SAMPLE1.GPS
*****
*           Barber Shop Simulation           *
*****
GENERATE 300,100      ;Create next customer.
QUEUE    Barber      ;Begin queue time.
SEIZE    Barber      ;Own or wait for barber.
DEPART   Barber      ;End queue time.
ADVANCE  400,200     ;Haircut takes a few minutes.
RELEASE  Barber      ;Haircut done. Give up the barber.
TERMINATE 1          ;Customer leaves.
```

Формально этот пример относится к моделированию одноканальной системы обслуживания с ограниченной очередью, а содержательно – к классической задаче моделирования работы парикмахерской (могут быть и другие интерпретации): клиенты прибывают примерно каждые 5 минут (300с модельного времени), парикмахер тратит на стрижку в среднем больше 6 минут (400с). Промоделировать работу парикмахера в течение рабочего дня.

Чтобы начать процесс моделирования, необходимо открыть диалог Command/Start, заменить 1 на расчетное число ($28800 = 60 \cdot 60 \cdot 8$) транзактов и нажать Ok. При завершении моделирования стандартный отчет формируется автоматически.

Для построения графика перед началом моделирования необходимо задать исследуемую характеристику модели (Q\$Barber - длина очереди). Для этого заполняются поля шаблона в Окне Графиков, как показано на рис.1. Закончив ввод, нажать на кнопки Plot и Ok.

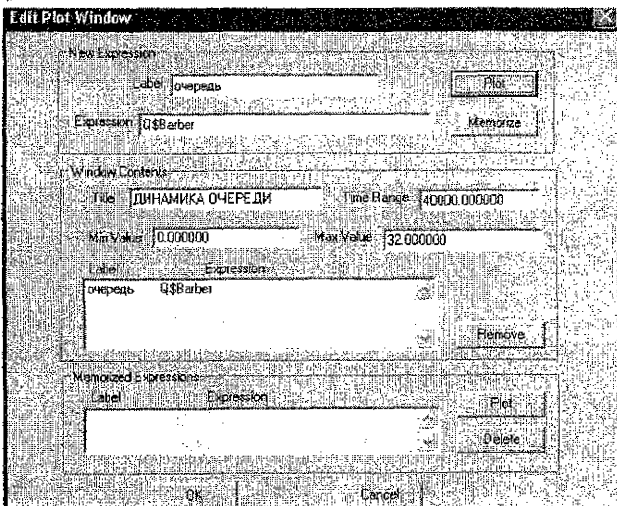


Рис.1 Диалог настройки графика.

На экране появятся координатные оси, а сам график - после начала моделирования (рис.2).

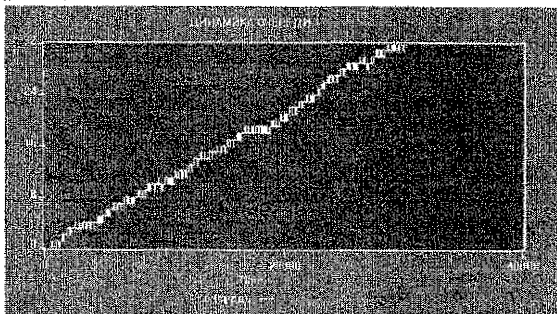


Рис.2 График изменения очереди.

Пример 2

В СМО с одним устройством и очередью поступает пуассоновский поток заявок с интенсивностью 12 приходив за 1 час. Обслуживание имеет экспоненциальное распределение, но среднее время обслуживания зависит от числа заявок, которые находятся в очереди к устройству.

Промоделировать обслуживание 500 заявок.

Программа

```

MEAN      FUNCTION Q$WAIT, D4
0, 330/2, 300/5, 270/6, 240
XPDIS     FUNCTION RN1, C24
0, 0/.100, .104/.200, .222/.300, .355/.400, .509/
.500, .690/.600, .915/.700, 1.200/.750, 1.380/
.800, 1.600/.840, 1.830/.880, 2.120/.900, 2.300/
.920, 2.520/.940, 2.810/.950, 2.990/.960, 3.200/
.970, 3.500/.980, 3.900/.990, 4.600/.995, 5.300/
.998, 6.200/.999, 7/0.9998, 8
GENERATE  300, FN$XPDIS
QUEUE     WAIT
SEIZE     SURVR
DEPART    WAIT
ADVANCE   FN$MEAN, FN$XPDIS
RELEASE   SURVR
TERMINATE 1
START     500
    
```

Многоканальные устройства

Пример 3

Морские суда двух типов (1-малотоннажные, 2-крупногабаритные) прибывают в порт, где происходит их разгрузка. В порту есть два буксира, обслуживающих ввод и вывод кораблей из порта. Для судов 1-го типа требуется один буксир, для 2-го типа – два. У кораблей разного типа разные причалы и различное время погрузки-разгрузки.

Построить модель системы, в которой можно оценить время ожидания кораблями каждого типа входа в порт. Время ожидания входа в порт включает время ожидания освобождения причала и буксира.

Значение	Тип корабля	
	1	2
Количество доступных причалов	6	3
Интервал прибытия, мин.	130±30	390±60
Время входа в порт, мин.	30±7	45±12
Время погрузки-разгрузки, час	12±2	18±4
Время выхода из порта, мин	20±5	35±10

ПРОГРАММА

```

PRICH1 STORAGE 6
PRICH2 STORAGE 3
BUKS STORAGE 2
; SHIPS OF TYPE 1
GENERATE 130,30
QUEUE TYPE1
ENTER PRICH1
ENTER BUKS
DEPART TYPE1
ADVANCE 30,7
LEAVE BUKS
ADVANCE 720,120
ENTER BUKS
LEAVE PRICH1
ADVANCE 20,5
LEAVE BUKS
TERMINATE
SHIPS OF TYPE 2
GENERATE 390,60
QUEUE TYPE2
ENTER PRICH2
ENTER BUKS,2
DEPART TYPE2
ADVANCE 45,12
LEAVE BUKS,2
ADVANCE 1080,240
ENTER BUKS,2
LEAVE PRICH2
ADVANCE 35,10
LEAVE BUKS,2
TERMINATE
GENERATE 48000
TERMINATE 1
START 1

```

Из стандартного отчета (приложение 1) находим среднее время ожидания входа в порт кораблей 1-го типа – около 37 минут (37.176), 2-го типа – более трёх часов (183.493).

В Приложении 2 дан список наиболее распространённых СЧА.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.

Основы работы в GPSS/World. Моделирование простейших СМО.

Цель: знакомство с интерфейсом системы имитационного моделирования GPSS/W; получение практических навыков по созданию модели системы и работе с ней.

Порядок выполнения работы

1. Изучить основные теоретические сведения.
2. Найти и исправить ошибки в модели Ergo.gps, сохранить под своим именем.
3. Объясните работу предложенной имитационной системы. Допишите комментарии:
GENERATE 10,4
SEIZE FET
ADVANCE 7,4
RELEASE FET
TERMINATE 1
4. Смоделировать работу системы в течение определённого времени (согласно варианта, выданного преподавателем - таблица 1).
5. Получить стандартный статистический отчёт, содержащий данные об очереди заявок, устройстве и списках (СТС и СБС).
6. Построить график изменения очереди заявок.
7. Выполнить анализ результатов.
8. Подготовить отчёт о выполненной работе, содержащий пункты 4-7.

Таблица 1

Вариант	Поступление	Обслуживание	Период работы системы
1	30±15 мин	18±12 мин	3 дня (рабочих)
2	40±10 мин	25±23 мин	2 дня (рабочих)
3	45±5 мин	25±20 мин	1 рабочий день
4	20±15 мин	25±20 мин	10 часов
5	20±10 мин	35±5 мин	8 часов
6	15±10 мин	15±5 мин	8 часов
7	15±7 мин	25±3 мин	12 часов
8	15±10 мин	30±5 мин	8 часов
9	25±15 мин	30±5 мин	2 дня (рабочих)
10	10±5 мин	45±5 мин	1 неделя (5 рабочих дней)

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой модель в GPSSW ?
2. Назовите основные этапы моделирования в GPSSW.
3. Из каких основных элементов состоит система моделирования GPSSW?
4. Как называются основные динамические элементы GPSS? Статические?
5. Какое время используется при проведении имитационного моделирования?
6. Как «проследить» за изменением состояния модели? Какие способы Вы знаете?
7. Как получить стандартный статистический отчёт? Как изменить его содержимое?
8. Существует ли возможность получить немедленно статистический отчёт?
9. Для чего предназначены стандартные числовые атрибуты? Назовите известные СЧА.
10. От чего зависит продолжительность моделирования?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

Моделирование многоканальных систем

Цель: изучение средств GPSS для моделирования и исследования характеристик многоканальных и многомерных систем.

Порядок выполнения работы

1. Изучите теоретические сведения и пример моделирования многоканальных устройств.
2. Исследовать характеристики (коэффициент использования оборудования, средняя и максимальная длина очереди) модели из примера 1 при разном числе источников заявок на входе (согласно выданному преподавателем заданию).
3. Изменить модель примера 1, включив в нее ограничение длины очереди и удаление заявки из системы при превышении данного ограничения. Организовать в модели подсчет покинувших необработанных заявок. Исследовать модель (число покинувших заявок) при различной ограничивающей длине очереди (5, 10, 15) и при разном числе (2, 3, 4) источников заявок.
4. Исследовать характеристики (время ожидания, средняя и максимальная длина очереди) модели примера 2 при разном числе (2, 3, 4, 5) обслуживающих аппаратов.
5. Исследовать многоканальную систему обслуживания с потерями, изменить модель примера 2. Работа системы с потерями характеризуется удалением заявки из системы, если все обслуживающие аппараты (накопитель, память) заняты. Организовать подсчет покинувших заявок. Исследовать зависимость числа покинувших заявок от числа (2, 3, 4, 5) обслуживающих аппаратов.
6. Оформить отчет.

Пример 1 решения задачи при двух потоках на входе, одном обслуживающем аппарате и очереди к нему:

```
GENERATE      30, 5
TRANSFER     , GEN2
GENERATE      20, 5
GEN2  QUEUE   QOA
        SEIZE  OA
        DEPART QOA
ADVANCE      10, 5
RELEASE      OA
TERMINATE    1
```

Пример 2 решения задачи при трех идентичных каналах обслуживания с общей очередью к ним:

```
SYST STORAGE  3
GENERATE      10, 5
QUEUE        QSYST
ENTER        SYST
DEPART      QSYST
ADVANCE      15, 5
LEAVE       SYST
TERMINATE    1
```

Контрольные вопросы:

1. Что такое многоканальное устройство?
2. Как задать имя МКУ?
3. Как в GPSS/W-модели представить многоканальное устройство?
4. Как задать количество одновременно занимаемых устройств?
5. Как определить ёмкость МКУ?
6. Как переопределить ёмкость МКУ нескольких прогонов за один этап моделирования?
7. Сколько уровней приоритета можно установить транзакту в GPSS/W?
8. Как задать приоритет транзакта?
9. Как осуществить задержку продвижения транзакта на определённое время?
10. Какую роль выполняет блок LEAVE?

Список литературы

1. Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS.- М.: Бестселлер, 2003. – 413 с.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем.- М.Высшая школа, - 1998г. – 320 с.

Стандартный отчёт

GPSS World Simulation Report - mnogokanal.1.1

Friday, January 28, 2005 14:48:44

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	48000.000	28	0	3

NAME	VALUE
BUKS	10002.000
PRICH1	10000.000
PRICH2	10001.000
TYPE1	10003.000
TYPE2	10004.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	366	0	0
	2	QUEUE	366	2	0
	3	ENTER	364	0	0
	4	ENTER	364	0	0
	5	DEPART	364	0	0
	6	ADVANCE	364	0	0
	7	LEAVE	364	0	0
	8	ADVANCE	364	6	0
	9	ENTER	358	0	0
	10	LEAVE	358	0	0
	11	ADVANCE	358	0	0
	12	LEAVE	358	0	0
	13	TERMINATE	358	0	0
	14	GENERATE	122	0	0
	15	QUEUE	122	1	0
	16	ENTER	121	0	0
	17	ENTER	121	0	0
	18	DEPART	121	0	0
	19	ADVANCE	121	1	0
	20	LEAVE	120	0	0
	21	ADVANCE	120	2	0
	22	ENTER	118	0	0
	23	LEAVE	118	0	0
	24	ADVANCE	118	0	0
	25	LEAVE	118	0	0
	26	TERMINATE	118	0	0
	27	GENERATE	1	0	0
	28	TERMINATE	1	0	0

QUEUE		MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME
AVE. (-0)	RETRY						
TYPE1		2	2	366	143	0.283	37.176
61.016	0						
TYPE2		2	1	122	21	0.466	183.493
221.646	0						

STORAGE		CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.
RETRY DELAY									
PRICH1		6	0	0	6	364	1	5.724	0.954
0 2									
PRICH2		3	0	0	3	121	1	2.855	0.952
0 1									
BUKS		2	0	0	2	1200	1	0.770	0.385
0 1									

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
481	0	48010.243	481	19	20		
482	0	48087.115	482	8	9		
483	0	48100.109	483	8	9		
491	0	48117.048	491	0	1		
474	0	48195.091	474	21	22		
490	0	48345.685	490	0	14		
484	0	48377.726	484	8	9		
487	0	48457.166	487	8	9		
486	0	48583.918	486	8	9		
478	0	48939.346	478	21	22		
492	0	96000.000	492	0	27		

Если в модели используются объекты типа «устройство», то в файле стандартной статистики будет информация об использованных устройствах:

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.
номер или имя устройства	количество входов	коэффициент использования	среднее время пребывания транзакта в устройстве	состояние готовности
BARBER	26	0.863	15.926	1

OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
номер последнего транзакта, занявшего устройство	количество прерванных в устройстве транзактов	количество прерывающих в устройстве транзактов	количество транзактов, ожидающих специальных условий	количество транзактов, ожидающих занятия устройства
27	0	0	0	0

Если в модели используются объекты типа «очередь», то в файле стандартной статистики будет информация об ожидании:

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)
номер или имя очереди	максимальная длина очереди	текущая длина очереди	общее количество входов	количество нулевых входов
BARBERQ	1	0	26	15

AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
средняя длина очереди	среднее время пребывания транзакта в очереди	Среднее время пребывания без учета 0-х входов	количество транзактов, ожидающих специальных условий
0.078	1.441	3.407	0

Если в модели используются объекты типа «многоканальные устройства», то в файле стандартной статистики будет информация об МКУ:

STORAGE	CAP.	REMAIN	MIN	MAX	ENTRIES
имя МКУ или номер	ёмкость МКУ, заданную STORAGE	количество единиц свободной ёмкости МКУ в конце периода моделирования	минимальное количество используемой ёмкости МКУ за период моделирования	максимальное количество используемой ёмкости МКУ за период моделирования	количество входов в МКУ за период моделирования
RPOOL	3	3	0	1	50

AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
определяет состояние готовности МКУ за период моделирования (1-г,0-н/г)	среднее значение занятой ёмкости за период моделирования	средний коэффициент использования всех устройств МКУ	кол-во транзактов, ожидающих слец. усл., зависящих от сост. МКУ	количество транзактов, ожидающих возможности входа в блок ENTER
1	0,99	0,33	0	0

В файле стандартной статистики отображается содержимое списка **будущих событий**. В нём – транзакты с содержимым их параметров в порядке их расположения в таблице модельных событий.

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM
список будущих событий	номер транзакта	приоритет транзакта	таблица модельных событий	номер семейства событий
	27	0	482.664	27
	28	0	482.707	28
	29	0	960.000	29

CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
номер блока, где находится транзакт (0-если не вошёл ни в один)	номер блока, в который должен войти транзакт	номер или имя параметра транзакта	значение параметра
5	6		
0	1		
0	8		

Таблица модельных событий – абсолютное модельное время выхода транзакта из списка будущих событий (СБС) и перехода транзакта в список текущих событий (СТС).

Список текущих событий (СТС) – Current Events Chain (CEC)

Списка будущих событий (СБС) – Future Events Chain (FEC): (Window \ Simulation Snapshot\FEC Snapshot)

Если в модели используется блок TABLE или QTABLE, то в файле стандартной статистики информация о **таблице** будет представлена в таком виде:

TABLE	MEAN	STD.DEV	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
имя таблицы	среднее значение	средне-квадр. отклонение	Границы интервалов	Ждут условий	Количество попаданий	Накопленная частотность
5	1432.75	475.42	700-800	0	1	12.50

В этой таблице фиксировалось время нахождения транзакта в модели.

Стандартные числовые атрибуты
(наиболее употребляемые)

- A1 – группа принадлежности активного транзакта
 AC1 – абсолютное системное время (таймер)
 C1 – относительное системное время (с последнего RESET)
 Fj – показатель занятости устройства (1-занято, 0-нет)
 FCj – число занятий устройства
 FRj – нагрузка устройства выраженная в долях тысячи
 FTj – целая часть значения среднего времени задержки транзакта в устройстве
 FVj – флаг готовности устройства к использованию (1-готово, 0-в противном случае)
 Qj – текущее значение длины очереди (текущее содержимое)
 QAj – целая часть среднего значения длины очереди
 QCj – число входов в очередь.
 QMj – максимальное значение длины очереди (максимальное значение Qj(Q\$имя))
 QTj – целая часть среднего времени пребывания в очереди всех транзактов, которые входили в очередь (включая и те, которые не ждали – нулевые входы)
 QXj – целая часть среднего времени пребывания в очереди для транзактов, которые ждали в очереди (ненулевые входы)
 QZj – число нулевых входов в очередь
 Rj – ёмкость незаполненной части МКУ
 Sj – ёмкость заполненной части МКУ
 SAj – целая часть среднего заполнения МКУ
 SCj – счётчик числа входов в МКУ. (При каждом выполнении блока ENTER значение счётчика увеличивается на значение операнда В этого блока)
 SRj – нагрузка МКУ, выраженная в долях тысячи
 SMj – максимально занятая ёмкость МКУ. Запоминает максимальное значение Sj (S\$имя)
 STj – целая часть среднего времени пребывания транзакта в МКУ
 SVj – флаг готовности МКУ к использованию (1- готово, 0- не готово)
 TG1 – остаток счётчика завершений

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составитель: Гирель Татьяна Николаевна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Моделирование систем»
для студентов специальностей 530102 и 400201

Часть I

Ответственный за выпуск: *Гирель Т.Н.*

Редактор: *Строкач Т.В.*

Компьютерная верстка: *Кармаш Е.Л.*

Корректор: *Никитчик Е.В.*

Подписано к печати 19.12.2006 г.

Формат 60x84^{1/16}.

Усл. п.л. 1,5. Уч. изд. л. 1,395. Тираж 150 экз. Заказ № 1152.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, Брест, ул. Московская, 267.