

Дисциплина «Имитационное моделирование экономических процессов»

Специальность №08080165 «Прикладная информатика (в экономике)»

Институт информатики, инноваций и бизнес систем

Кафедра информатики, инженерной и компьютерной графики

Старший преподаватель Кийкова Е.В.

Тема 7. Язык моделирования GPSS

СОДЕРЖАНИЕ

1. Ключевые понятия
2. Учебный материал
3. Вопросы для самопроверки
4. Рекомендуемая литература

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

- ◆ Язык GPSS
- ◆ Объекты языка GPSS
- ◆ Категории и типы
- ◆ Транзакт
- ◆ Стандартные числовые атрибуты
- ◆ Сохраняемые величины
- ◆ Списки пользователей

Основные задачи лекции

- ◆ Раскрыть основные понятия, связанные с языком имитационного моделирования GPSS.
- ◆ Ознакомить со средой моделирования GPSS/W.
- ◆ Рассмотреть основные блоки GPSS.
- ◆ Ознакомить с моделированием вероятностных функций распределения в GPSS/W.

Принципы построения имитационных программ

Объекты языка GPSS подразделяют на категории и типы.

Наименование категорий:

- ◆ операционная,
- ◆ аппаратная,
- ◆ динамическая,
- ◆ вычислительная,
- ◆ статистическая,
- ◆ запоминающая,
- ◆ группирующая.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Наименование типов объекта:

- ◆ блоки,
- ◆ сообщения,
- ◆ устройства памяти,
- ◆ логические ключи,
- ◆ арифметические и булевские переменные,
- ◆ функции,
- ◆ очереди,
- ◆ таблицы,
- ◆ ячейки,
- ◆ матрицы ячеек,
- ◆ группы,
- ◆ списки.

Блоки

С объектами связаны определенные совокупности блоков, описываемых функционирование самой моделируемой системы либо содержащих дополнительную информацию о порядке моделирования.

Операционная категория

Блоки и сообщения - два основных типа объектов языка GPSS. Практически все изменения состояния модели происходят в результате входа сообщений в блоки и выполнения ими своих функций. С блоками связаны операторы, управляющие процессом моделирования.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Оператор SIMULATE укладывает на необходимость проведения моделирования. При его отсутствии производится только трансляция программы.

Оператор START указывает на получение исходных данных и начало моделирования. Окончание моделирование производится при обнулении счетчика количества вводимых сообщений, задаваемого в поле А, Поле С определяет интервал выдачи промежуточной статистики.

Аппаратная категория

Язык GPSS оперирует тремя группами оборудования:

- ◆ устройствами;
- ◆ памятью;
- ◆ логическими ключами.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

К группе устройств относятся блоки:

- ◆ SEIZE,
- ◆ RELEASE,
- ◆ PREEMPT,
- ◆ RETURN.

Введение в моделирующую программу описания устройства позволяет автоматически регистрировать статистическую информацию.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Группу памятей образуют блоки:

- ◆ ENTER,
- ◆ LEAVE,
- ◆ карта описания памяти STORAGE.

Введение в моделирующую программу памяти позволяет автоматически регистрировать статистическую информацию.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для управления *ключами* используется оператор LOGIG.

Предусмотрено три режима изменения ключа:

- ◆ сброс в «0»;
- ◆ установка в «1»;
- ◆ инвертирование изменения состояния ключа на противоположное.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Динамическая категория

Динамические объекты - это сообщения (транзакты). В процессе моделирования они создаются и уничтожаются.

Каждому сообщению соответствует набор параметров, количество которых может быть удовлетворено до 100. Если количество параметров не называется, то оно принимается равным 12.

Сообщениям можно присваивать приоритет от 0 до 127; если приоритет не назван, то он принимается равным 0.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

С динамической категорией объектов связаны блоки, основные из которых можно подразделять на пять групп:

1. *Группа задержки* состоит из единственного блока ADVANCE;
2. *Группа создания* - из блоков GENERATE, SPLIT, ASSEMBLE;
3. *Группа уничтожения сообщений* состоит из единственного блока TERMINATE;

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

4. *Группа изменения маршрутов сообщений* - из блоков TRANSFER, LOOP, GATE, TEST. Блок TRANSFER имеет шесть основных режимов использования;
5. *Группа синхронизации сообщений* включает в себя блоки MATCH и GATHER. Сопряженные блоки MATCH не допускают продвижения сообщения, поступившего первым, пока не поступило второе сообщение.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Вычислительная категория

В вычислительной категории используются объекты трех видов:

- ◆ арифметические переменные,
- ◆ логические (булевские) переменные,
- ◆ функции.

Арифметические переменные описываются блоком `VARIABLE` в режиме целых чисел и `FVARIABLE` в режиме с плавающей точкой.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

При вычислении используется пять алгебраических операций:

- ◆ "+" (сложение);
- ◆ "-" (вычитание);
- ◆ "*" (умножение);
- ◆ "/" (деление с отбрасыванием остатка);
- ◆ "_" (деление на модуль, при котором частное отбрасывается и сохраняется остаток, который считается положительным).

Функции описываются с помощью блока FUNCTION. Основные типы функций - *кусочно-линейная* и *кусочно-постоянная*.

Статистическая категория

В языке GPSS используется 2 типа статистических объектов:

- ♦ очереди;
- ♦ таблицы.

Очередь выделяется блоками QUEUE и DEPART. Частоты попадания заданного СЧА регистрируются блоком TABULATE. Характеристики таблиц вводятся блоком TABLE.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Запоминающая категория

Для сохранения в модели числовой информации отводятся специальные ячейки основной памяти SAVEVALUE. Совокупности ячеек можно организовать в матрицы.

Для записи информации в ячейки служит блок SAVEVALUE, в матрицы – MSAVEVALUE. Матрица описывается с помощью оператора MATRIX.

Присвоение начальных значений ячейкам и матрицам осуществляется блоком INITIAL, с помощью которого можно устанавливать также логические ключи в состояние «1».

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Группирующая категория

Из объектов группирующей категории рассмотрим блоки LINK и UNLINK, позволяющие переводить сообщения из списка текущих активных событий в *списки пользователя неактивных событий* и обратно.

Использование списков пользователя позволяет моделировать различные дисциплины обслуживания сообщений.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Синтаксис элементов языка

Алфавит. Алфавит языка GPSS состоит из латинских букв от A до Z; цифр от 0 до 9 и специальных символов.

Русские буквы могут использоваться только в комментариях.

Числа. В языке GPSS различают два типа чисел *полные* и *действительные*. Признаком действительного числа является десятичная точка. Числа могут занимать в памяти ЭВМ два байта (полусловные) и четыре байта (полнословные).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Идентификаторы. Они должны содержать не более пяти алфавитно-цифровых символов, причем первые три символа должны быть буквами.

Идентификаторы используются для формирования имен объектов и блоков.

Именованние объектов в GPSS может выполняться двумя способами в виде числового имени, и в виде символического имени.

Стандартные числовые атрибуты

В процесс моделирования GPSS автоматически регулирует и корректирует определенную информацию различных объектов, используемых в модели. Доступ к этой части информации осуществляется с помощью стандартного числового атрибута (СЧА).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Имя СЧА состоит из двух частей.

Первая часть указывает групповое имя. Оно идентифицирует одновременно и тип элемента (т. е. прибор, многоканальное устройство, очередь) и тип информации (например, счетчик занятий прибора, нагрузку многоканального устройства).

Вторая часть идентифицирует конкретного члена группы (т. е. какой прибор, какое многоканальное устройство).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Правила записи программы

Формат GPSS-блоков такой:

[Номер строки] [Метка] <Операция> <Операнды> <;Комментарии>

При описании формата квадратные скобки [] указывают на необязательность поля.

Номер строки – обязательное поле для GPSS/PC (в GPSS/W – игнорируется). Начинается с первой позиции строки. Представляет собой десятичное число.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Метка (имя блока) – содержимым поля является имя – последовательность символов, начинающаяся с буквы.

Операция - содержит названия блоков или команд GPSS/W.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Операнды – блоки могут иметь операнды.

Операнды блоков задают информацию, специфичную для действия данного блока. В блоках не может использоваться больше семи операндов. Операнды в общем случае обозначаются символами: **A, B, C, D, E, F, G**. Значения операндов определяются типом блока. Операнды следуют один за другим и отделяются запятыми или одним пробелом. Если операнд опущен, то вместо него ставится запятая. Между операндами не должно быть больше одного пробела, так как это будет означать, что операнды закончились и интерпретатор прекращает чтение строки.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Комментарии – необязательное поле. Комментарии располагаются после описания операндов и отделяются от них символом «;». Если комментарии занимают всю строку, то в первой колонке должен стоять символ "*" или «;».

Строка описания блока может содержать до 79 символов в GPSS/PC и до 250 символов в GPSS/W.

Стандартная статистика

В процессе выполнения программы модели интерпретатор собирает стандартную статистическую информацию, которая автоматически распечатывается по окончании моделирования.

Стандартную статистику можно наблюдать в окне REPORT (WINDOW/REPORT).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Основные разделы отчета:

Титул — включает ссылку на систему моделирования, содержащий описание модели файл и дату.

Общая информация указывает начало и конец системного времени, число блоков, устройств и памятей.

Имена — это список назначенных программистом имен и их числовые эквиваленты.

Блоки — сведения о месте в модели, типе блока и числе транзактов (общее, к концу моделирования, в цепи RETRY повторных попыток).

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

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

| FACILITY | | ENTRIES | | UTIL. | AVE. TIME | |
|----------|-----|---------|------|-------|-----------|-------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | | | |
| AVAIL. | | OWNER | PEND | INTER | RETRY | DELAY |
| (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | |

1 – номер или имя устройства;

2 – количество входов;

3 – коэффициент использования;

4 – среднее время пребывания транзакта в устройстве;

5 – состояние готовности;

6 – номер последнего транзакта, занявшего устройство;

7 – количество прерванных в устройстве транзактов;

8 – количество прерывающих устройство транзактов;

9 – количество транзактов, ожидающих специальных условий;

10 – количество транзактов, ожидающих занятия устройства.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Если в модели используются объекты типа «очередь», то в файле стандартной статистики будет представлена информация об этих объектах.

| QUEUE | MAX | CONT. | ENTRY | ENTRY(0) | AVE.CONT. |
|----------|----------|-------|-------|----------|-----------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| AVE.TIME | AVE.(-0) | RETRY | | | |
| (7) | (8) | (9) | | | |

1 – номер или имя очереди;

2 – максимальная длина очереди;

3 – текущая длина очереди;

4 – общее количество входов;

5 – количество «нулевых» входов;

6 – средняя длина очереди;

7 - среднее время пребывания транзактов в очереди;

8 - среднее время пребывания транзактов в очереди без учёта «нулевых» входов;

9 – количество транзактов, ожидающих специальных условий.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Если в модели используются объекты типа «многоканальное устройство», то в файле стандартной статистики будет представлена информация об этих объектах.

| STORAGE | CAP. | REMAIN | MIN | MAX | ENTRIES |
|---------|--------|--------|-------|-------|---------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| AVL. | AVE.C. | UTIL. | RETRY | DELAY | |
| (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | |

1 – имя или номер многоканального устройства (МКУ);

2 – емкость МКУ;

3 – количество единиц свободной ёмкости МКУ в конце периода моделирования;

4 – минимальное количество используемой ёмкости МКУ за период моделирования;

5 – максимальное количество используемой ёмкости МКУ за период моделирования;

6 – количество входов в МКУ;

7 – состояние готовности МКУ в конце периода моделирования (1 – готово, 0 – не готово);

8 – среднее значение занятой ёмкости за период моделирования;

9 – средний коэффициент использования всех устройств МКУ;

10 – количество транзактов, ожидающих специальных условий, зависящих от состояния МКУ;

11 – количество транзактов, ожидающих возможности входа в блок ENTER..

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Если в модели используется блок **TABLE** то в файле стандартной статистики будет представлена информация об этих объектах.

| TABLE | MEAN | STD. DEV. | RANGE | RETRY | | |
|------------------|-------------|------------------|--------------|--------------|--|--|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | | |
| FREQUENCY | | CUM,% | | | | |
| (6) | | (7) | | | | |

- 1 - имя или номер таблицы;
- 2 – среднее значение;
- 3 – среднеквадратическое отклонение измеряемого значения;
- 4 – границы интервалов;
- 5 – ждут условий;
- 6 – количество попаданий;
- 7 – накопленная частота.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Кроме того, в отчет включаются данные:

- ◆ о цепях (пользователя, текущих и будущих событий),
- ◆ группах транзактов,
- ◆ числовых группах,
- ◆ логических ключах,
- ◆ матрицах,
- ◆ сохраняемых значениях.

Для нулевых значений матриц указываются диапазоны индексов.

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Среда моделирования GPSS/W

Главное окно системы включает в себя:

- ◆ Заголовок,
- ◆ Меню,
- ◆ Панель инструментов
- ◆ Поле клиента для набора текста модели.

```
GPSS World - [Assembly]
File Edit Search View Command Window Help

: GPSS World Sample File - ASSEMBLY.GPS, by Gerard F. Cummings
*****
*   Assembly of Motor Pump and Baseplate   *
*****
Transit  TABLE      M1,200,200,20
*****
GENERATE (Exponential(1,0,300)) ;New order arrives
SPLIT   2,Factory,1 ;Make 2 copies of order
*****
*   Purchase Motor   Original Transaction Goes Here, P1=1
  QUEUE Motor ;Queue for motor
  SEIZE Motor ;Get a Facility
  DEPART Motor ;Depart the queue
  ADVANCE 200,100 ;Take motor from stock
  RELEASE Motor ;Free the Facility
  TRANSFER ,Tryout ;Send to trial assembly
*****
Factory TEST E P1,2,Baseplate ;Is P1=2 ?
  QUEUE Pumps ;Join the Queue (P1=2)
  SEIZE Pumps ;Get a Facility
  DEPART Pumps ;Depart the Queue
  ADVANCE 180,120 ;Prepare the Pump
Pump MATCH Plate ;Wait for baseplate
  ADVANCE 50,10 ;Check pump on baseplate
  RELEASE Pumps ;Free the Facility
  TRANSFER ,Tryout ;Send for a tryout
*****
Baseplate QUEUE Base ;Join Queue P1 must=3
  SEIZE Base ;Get a Facility
  DEPART Base ;Depart the Queue
  ADVANCE 80,20 ;Make the baseplate
*****
For Help, press F1 Results Clock
```

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Используя меню главного окна, можно создавать объекты GPSS/W:

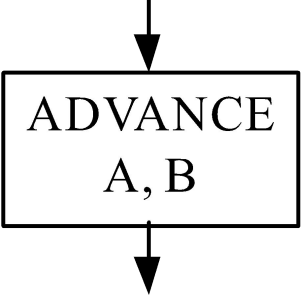
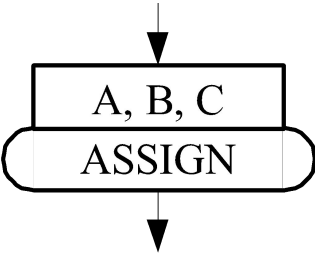
- ◆ модели,
- ◆ имитации,
- ◆ отчеты,
- ◆ тексты.

Каждый из них можно рассматривать в соответствующих дочерних окнах. Типичный проект начинается с создания или модификации модели.

Следует иметь ввиду, что модель – не просто текстовый файл: она содержит также установки Settings, закладки Bookmarks и результаты, которые не могут читаться внешним редактором.

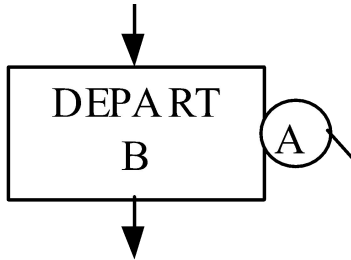
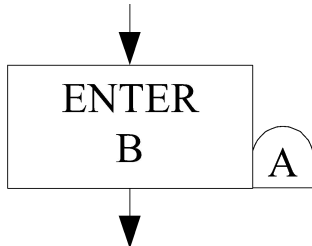
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|-----------|---|--|
| ADVANCE |  | Задерживает транзакт на среднее время А, В – модификатор разброса или модификатор функции. |
| ASSIGN |  | Присваивает параметру А входящего транзакта значение В, модифицированное значением С. |

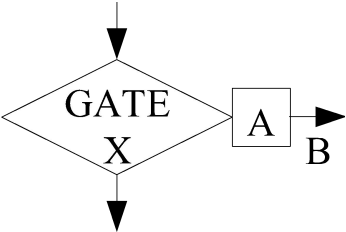
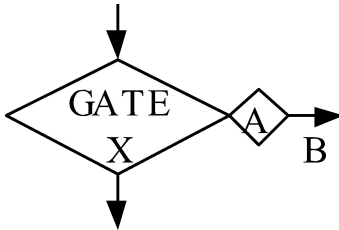
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|-----------|---|--|
| DEPART |  | Обеспечивает в очереди А освобождение В единиц. Обеспечивает вхождение транзакта в накопитель А с занятием В единиц памяти. |
| ENTER |  | Обеспечивает в очереди А освобождение В единиц. Обеспечивает вхождение транзакта в накопитель А с занятием В единиц памяти. |

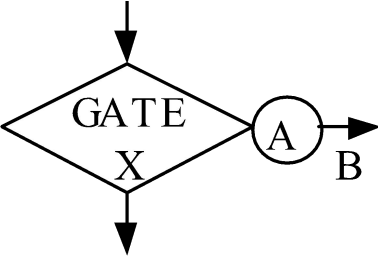
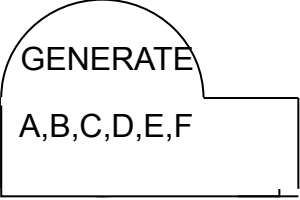
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|---|--|---|
| GATEGATE $\left\{ \begin{array}{l} LS \\ LR \end{array} \right\}$ |  | Проверяет условие нахождения логического ключа А в состоянии X. Проверяет условие нахождения устройства А в состоянии X. |
| GATEGATE $\left\{ \begin{array}{l} NI \\ I \\ NU \\ U \end{array} \right\}$ |  | Проверяет условие нахождения логического ключа А в состоянии X. Проверяет условие нахождения устройства А в состоянии X. |

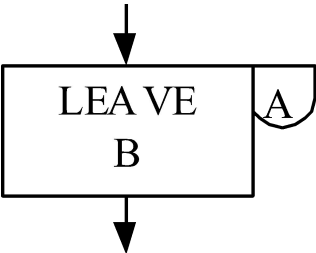
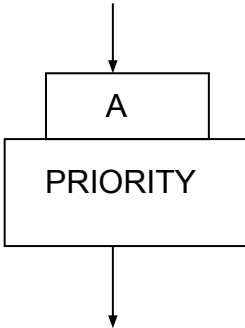
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|--|---|--|
| GATEGATE $\left\{ \begin{array}{l} SE \\ SF \\ SNE \\ SNF \end{array} \right\}$ |  | Проверяет условие нахождения накопителя А в состоянии X. |
| GENERATE |  | Блок генерации транзактов через А единиц времени с модификатором В и задержкой С, D транзактов, с приоритетом Е, форматом F. |

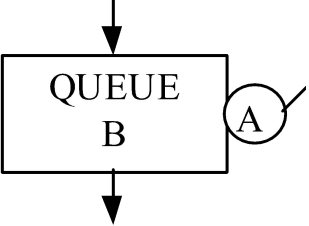
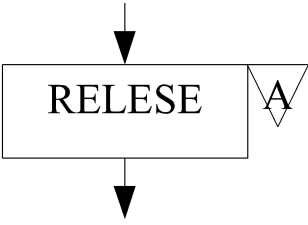
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|-----------|---|---|
| LEAVE |  | Освобождает в накопителе А В единиц памяти |
| PRIORITY |  | Присваивает входящему транзакту приоритет А |

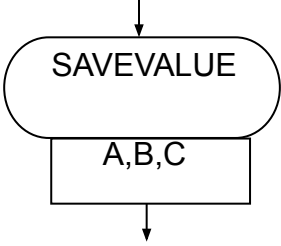
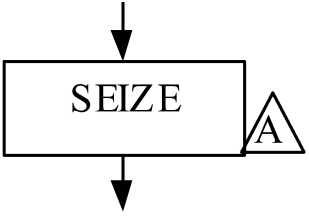
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|-----------|---|--|
| QUEUE |  | Обеспечивает занятие в очереди А В единиц. |
| RELEASE |  | Освобождает устройство с номером А. |

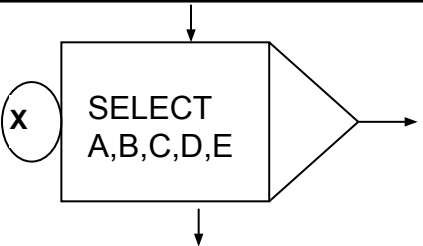
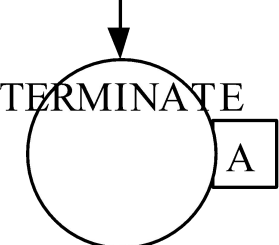
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|-----------|---|--|
| SAVEVALUE |  | Сохраняет заданное значение В в ячейке А |
| SEIZE |  | Занимает устройство с номером А. |

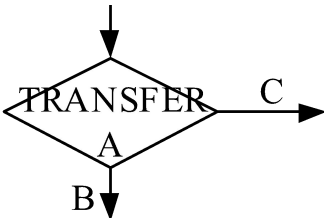
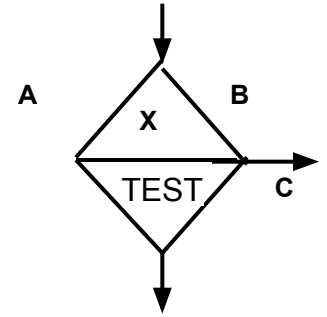
УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|-----------|---|--------------------------|
| SELECT |  | Блок выбора элементов. |
| TERMINATE |  | Уничтожает A транзактов. |

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Условные обозначения на блок-схемах

| Имя блока | Обозначение блока | Назначение блока |
|---------------------------------------|---|---|
| TRANSFER |  | Изменяет направление движения транзактов согласно режиму А. |
| TEST E NE GE LE G L |  | Проверяет соотношение X между А и В и направляет входящий транзакт в следующий блок при выполнении или по адресу С при невыполнении соотношения . |

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

Задание потоков с различными законами распределения

В GPSS/W в библиотеку процедур включено 24 вероятностных распределений. Вызов каждой функции оформлен как оператор присваивания с указанием в его левой части типа возвращаемого значения.

Встроенная библиотека процедур содержит следующие вероятностные распределения:

Бета $\text{Real}=\text{BETA}(\text{RNj}, \text{min}, \text{max}, \text{a}, \text{b})$

Биномиальное $\text{Integer}=\text{Binomial}(\text{RNj}, \text{t}, \text{p})$

Дискретноравномерное $\text{Integer}=\text{DUNIFORM}(\text{RNj}, \text{min}, \text{max})$

Показательное $\text{Real}=\text{Exponential}(\text{RNj}, \text{m}, \text{s})$

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| Обратное гауссово | Real=INVGAUSS (RNj, m, s, a) |
| Обратное Вейбулла | Real=INVWEIBULL (RNj, m, s, a) |
| Лапласа | Real=LAPLACE(RNj, m, s) |
| Логистическое | Real=LOGISTIC(RNj, m, s) |
| Нормальное | Real=NORMAL (RNj, m, s) |
| Парето | Real=PARETO(RNj, m, s) |
| Пирсона V типа | Real=PEARSON5 (RNj, m, s, a) |
| Пирсона VI типа | Real=PEARSON6 (RNj, m, s, a, b) |
| Крайних значений А | Real=EXTVALA (RNj, m, s) |
| Крайних значений Б | Real=EXTVALB (RNj, m, s) |
| Гамма | Real=GAMMA(RNj, m, s, a) |
| Геометрическое | Integer=GEOMETRIC (RNj, p) |
| Логарифм. Лапласа | Real=LOGLAPLACE(RNj, m, s, a) |
| Логарифм. логистическое | Real=LOGLOGIS(RNj, m, s, a) |

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Логарифм. нормальное | Real=LOGNORMAL (RNj, m, s, a) |
| Отрицат. биномиальное | Integer=NEGBINOM (RNj, c, p) |
| Пуассона | Integer=POISSON (RNj, v) |
| Треугольное | Real=TRIANGULAR(RNj,min, max, mode) |
| Равномерное | Real=UNIFORM(a,b) |
| Вейбулла | Real=Weibull (RNj, m, s, a) |

Все процедуры вызываются по их указателю. Если требуется задать исходный датчик случайных чисел, подставляется только номер последнего – без предшествующего RN. Во всех случаях через Min и Max обозначены соответственно наименьшее и наибольшее значение генерируемой случайной величины, m – смещение, s – масштабный параметр (оба положительные), a и b - параметры формы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- ◆ Дайте определение понятию транзакт.
- ◆ Перечислите категории объектов GPSS.
- ◆ Перечислите типы объектов GPSS.
- ◆ Как на блок-схеме изображаются блоки символизирующие занятие и освобождение приборов, многоканальных устройств?
- ◆ Перечислите блоки используемые для изменения пути движения транзакта.
- ◆ Какие блоки используются для сбора статистики?
- ◆ Какая информация выводится в отчёте по результатам моделирования?
- ◆ Принципы задания потоков с различными законами распределения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ◆ Кийкова Е.В., Лаврушина Е.Г. Имитационное моделирование. Практикум.- Владивосток: ВГУЭС, 2005. -100 с.
- ◆ Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.
- ◆ Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 2001.-344 с.
- ◆ Шрайбер Т.Дж. Моделирование на GPSS. - М.: Машиностроение, 1980.- 592 с.

Использование материалов презентации

Использование данной презентации, может осуществляться только при условии соблюдения требований законов РФ об авторском праве и интеллектуальной собственности, а также с учетом требований настоящего Заявления.

Презентация является собственностью авторов. Разрешается распечатывать копию любой части презентации для личного некоммерческого использования, однако не допускается распечатывать какую-либо часть презентации с любой иной целью или по каким-либо причинам вносить изменения в любую часть презентации. Использование любой части презентации в другом произведении, как в печатной, электронной, так и иной форме, а также использование любой части презентации в другой презентации посредством ссылки или иным образом допускается только после получения письменного согласия авторов.