

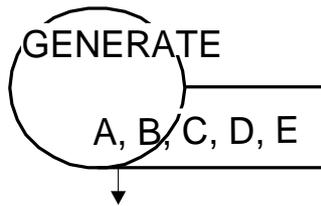
7 СОСТАВЛЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА GPSS

7.1 Внесение транзактов в модель. Блок GENERATE

Блок GENERATE является источником потока сообщений в модели. В данном блоке производится подготовка сообщений и запуск их в модель через интервалы времени, заданные пользователем. Кроме задания правильной временной последовательности, пользователь может в блоке GENERATE задать некоторую информацию об атрибутах сообщений.

Блок GENERATE имеет следующий формат записи:

```
GENERATE [ <A> ], [ <B> ], [ <C> ], [ <D> ], [ <E> ]
```



В поле A указывается время, которое определяет интервал между моментами генерации сообщений блоком GENERATE. Операнд A может быть именем, положительным целым числом или непосредственно СЧА. Нельзя использовать в качестве операнда параметры сообщения.

В поле B задается модификатор, который изменяет значения интервала генерации сообщений по сравнению с интервалом, указанным в поле A. Операнд B может быть именем, положительным целым числом или непосредственно СЧА. Нельзя использовать в качестве операнда параметры сообщения.

Может быть два типа модификаторов:

- модификатор-интервал;
- модификатор-функция.

С помощью модификатора-интервала задается равномерный закон распределения времени между генерацией сообщений. При вычислении разницы

значений, заданных в полях А и В, получается нижняя граница интервала, а при вычислении суммы – верхняя граница. После генерации очередного сообщения выбирается число из полученного интервала, и это будет значение времени, через которое следующее сообщение выйдет из блока GENERATE.

Например:

```
GENERATE 25, 10
```

В этом случае генерация сообщений производится по равномерному закону из интервала (15,35).

Более сложные распределения могут быть представлены при использовании модификатора-функции, под действием которого вычисленное значение аргумента поля А умножается на значение функции, заданной в поле В. От значения функции целая часть не берется; отбрасывание дробной части производится только после умножения его на среднее значение.

Следует обратить внимание на то, что сообщения генерируются с заданными интервалами только в том случае, если у блоков, следующих за блоком GENERATE (например, GATE, TEST, SEIZE, PREEMPT или ENTER), не выставлены блокирующие условия. Каждое последующее сообщение формируется только тогда, когда сообщение из блока GENERATE входит в следующий блок. Формирование последующих сообщений включает вычисление интервала времени, в течение которого подготовленное сообщение остается в блоке GENERATE. Вычисленное значение при сложении со значением абсолютного условного времени дает значение времени, при котором сообщение войдет в модель.

Из-за возможных воздействий на модель при изменении заданного интервала генерации сообщений нежелательно, чтобы после блока GENERATE следовал блок, создающий блокирующее условие.

Если первый из вычисленных интервалов между моментами генерации сообщений равен 0, то этот интервал принимается равным 1. Если поля А и В пустые, что указывает на нулевой интервал между моментами генерации сообщений, то блок GENERATE будет генерировать сообщения до тех пор, пока не

использует все сообщения, которые могут быть активными в какой-то определенный момент времени. Чтобы предупредить это, следует либо задать предел генерации (поле D), либо за блоком GENERATE должен следовать блок, который вызывает блокирующее условие.

В поле C задается начальная задержка. Начальная задержка относится к моменту формирования первого сообщения в блоке GENERATE как при первом просчете модели, так и после выполнения операции CLEAR. Начальная задержка – это момент времени, в который первое сгенерированное сообщение должно выйти из блока GENERATE; поля A и B на задержку сообщения влияния не имеют. Начальная задержка может быть меньше, равна или больше среднего времени, заданного в поле A. Операнд C может быть именем, положительным целым числом или непосредственно СЧА. Нельзя использовать в качестве операнда параметры сообщения.

В поле D задается предел генерации. Эта величина представляет собой максимальное число сообщений, которое будет создано в блоке GENERATE. Операнд D может быть именем, положительным целым числом или непосредственно СЧА. Нельзя использовать в качестве операнда параметры сообщения. Если поле D пусто, блок генерирует неограниченное число сообщений. Предел генерации инициализируется повторно операцией CLEAR.

Поле E определяет приоритет сообщений. Операнд E может быть именем, положительным целым числом или непосредственно СЧА. Нельзя использовать в качестве операнда параметры сообщения. Если поле E не задано, приоритет по умолчанию равен 0.

В начальный момент времени в каждом блоке GENERATE производится подготовка к выходу одного сообщения. На этой стадии модель еще полностью не инициализирована для выполнения. По этой причине все СЧА, описанные в блоке GENERATE, должны быть уже определены. В модели блоку GENERATE должны предшествовать операторы описания INITIAL, FUNCTION и VARIABLE. Это делается для того, чтобы СЧА в блоке GENERATE, который ссылается на них, давали желаемые результаты.

Когда сообщение покидает блок GENERATE, счетчик общего числа прошедших через блок сообщений (N_j) увеличивается на единицу. Так как последующее сообщение не генерируется до тех пор, пока предыдущее сообщение не покидает блок GENERATE, то содержимое счетчика текущего числа находящихся в блоке сообщений (W_j) никогда не превышает 1.

При повторном описании блока GENERATE при помощи нового оператора описания блока интерпретатор GPSS просматривает все находящиеся в данный момент модели сообщения и проверяет, есть ли среди них сообщения, связанные с повторно описываемым блоком GENERATE (таких сообщений может и не быть, если данный блок уже создал заданное число сообщений). Эти сообщения, если они есть, уничтожаются. Операнды нового блока GENERATE заменяют операнды предыдущего блока GENERATE и затем создается новое сообщение, используя спецификации нового блока.

При использовании блока GENERATE необходимо помнить, что сообщение не должно входить в блок GENERATE. Если сообщение пытается это сделать, возникает ошибка выполнения.

Оператор CLEAR удаляет из модели GPSS все сообщения, в том числе и те, которые связаны с блоками GENERATE. После завершения действия оператора CLEAR сообщения генерируются в каждом блоке GENERATE, как если бы команда GENERATE встретилась в первый раз. Всем СЧА придаются новые значения, и начальная задержка снова воздействует на первое генерируемое сообщение. Предел генерации вновь устанавливается равным значению, полученному при повторном задании значений СЧА.

Если в операторе описания блока GENERATE в поле D было задано максимальное число генерируемых блоком сообщений, и заданное число сообщений уже вышло из этого блока, т.е. блок уже закончил работу, то в процессе моделирования этот блок может быть снова запущен только в одном из двух случаев:

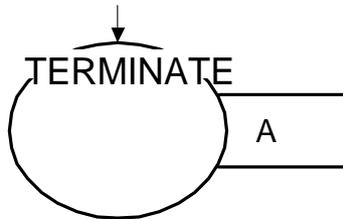
- 1) выполнены операции, заданные оператором CLEAR, и производится повторный запуск всех блоков GENERATE;

2) блок GENERATE описан повторно.

7.2 Удаление транзактов из модели. Блок TERMINATE

Блок TERMINATE имеет следующий формат записи:

```
TERMINATE [ <A> ]
```



Блок TERMINATE удаляет из модели входящие сообщения.

В поле A задается число единиц, на которое этот блок изменяет содержимое счетчика завершений, определяющего момент окончания моделирования. Операнд A может быть именем, положительным целым числом, СЧА или СЧА*<параметр>. По умолчанию значение, определяемое полем A, равно 0. Если поле A пусто, то сообщение уничтожается, а содержимое счетчика не изменяется.

Когда пользователь подготавливает модель, он задает время счета, указывая в операторе START значение счетчика завершений. Поскольку различные пути сообщений в модели имеют различные смысловые значения, каждый блок TERMINATE может либо уменьшать, либо не уменьшать содержимое счетчика завершений. Если содержимое счетчика уменьшилось до 0, счет завершается.

7.3 Управление временем моделирования

Рассмотрим пример, в котором показывается возможность управления временем моделирования.

```
GENERATE 1000
TERMINATE 1
START 5
```

```
.....
START      20
```

В этом примере отсутствует сама модель, а приведен только сегмент управления временем моделирования.

Каждое сообщение, входящее в блок TERMINATE, будет уменьшать содержимое счетчика на единицу. Предположим, что все остальные блоки TERMINATE в модели имеют пустые поля A, что означает, что содержимое счетчика не уменьшается. Тогда программа будет считать до тех пор, пока условное время не станет равным 5000, поскольку в первой карте START начальное содержимое счетчика задано равным 5. Поскольку блок GENERATE генерирует по одному сообщению через каждые 1000 единиц условного времени, пятое сообщение войдет в блок TERMINATE в момент, когда условное время будет равно 5000. Во второй команде START начальное значение счетчика задано равным 20, поэтому второй прогон будет продолжаться в течение 20000 единиц условного времени.

Каждый раз, когда сообщение входит в блок TERMINATE, общее число сообщений, вошедших в блок TERMINATE (N_j), увеличивается на единицу. Число сообщений, находящихся в данный момент времени в блоке TERMINATE, всегда равно нулю, т.е. $W_j = 0$.

Стандартным числовым атрибутом, связанным с описываемым оператором, является TG1 – число, равное текущему значению счетчика завершений. TG1 возвращает содержимое счетчика завершений, которое уменьшается блоком TERMINATE при заданном операнде A. Эта величина первоначально задается оператором START и указывает на завершение моделирования, когда становится равной 0.

7.4 Моделирование одноканальных обслуживающих устройств

7.4.1 Элементы, символизирующие обслуживающие устройства

Устройства (приборы) используются при моделировании систем для

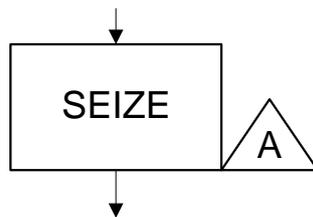
имитации работы оборудования единичной емкости, например, процессора, каналов передачи данных, устройств ввода-вывода, линии связи и т.д. Такое оборудование в любой момент времени может обрабатывать только одно сообщение.

С устройствами связаны шесть типов блоков: SEIZE, RELEASE, PREEMPT, RETURN, FAVAIL, FUNAVAIL. Кроме них с устройствами связаны шесть типов блоков GATE: GATE U, GATE NU, GATE I, GATE NI, GATE FV, GATE FNV.

7.4.2 Занятие свободных приборов. Блок SEIZE

Блок SEIZE имеет следующий формат:

SEIZE <A>



Операнд A может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

Свободный блок SEIZE позволяет вошедшему в него сообщению занять указанное устройство. Блок SEIZE задерживает сообщение, если устройство занято или находится в состоянии недоступности.

В поле A задается номер занимаемого устройства.

Стандартными числовыми атрибутами, связанными с оператором SEIZE, являются:

F<номер устройства> – возвращает 1, если устройство занято; 0, если свободно.

FC<номер устройства> – общее число входов в устройство.

FI<номер устройства> – возвращает 1, если устройство обслуживает прерывание, 0 в противном случае.

FR<номер устройства> – коэффициент использования устройства, выражается в тысячных долях и возвращает целое число от 0 до 1000.

FT<номер устройства> – среднее время занятости устройства одним сообщением.

FV<имя устройства> – возвращает 1, если устройство доступно и 0, если недоступно.

Рассмотрим операции, которые выполняет блок SEIZE.

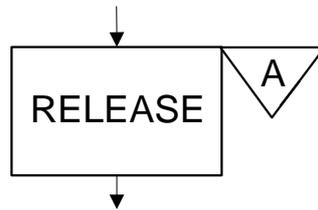
Сообщение не может занять устройство, которое уже было занято и (или) прервано другим сообщением. При попытке сообщения войти в блок SEIZE всегда проверяется, занято ли устройство. Если устройство свободно, его можно занимать. Сообщение, занявшее устройство, затем пытается перейти к следующему по номеру блоку. Устройство остается занятым до тех пор, пока занимающее его сообщение не войдет в соответствующий блок RELEASE. Прежде чем освободить устройство, сообщение может пройти через неограниченное число блоков.

Когда устройство занято, сообщение задерживается на входе в блок SEIZE. В этом случае оно помещается в список задержки, связанный с этим устройством. Сообщения в этом списке задержки процедурой просмотра GPSS не обрабатываются. Сообщение может занять произвольное число устройств и может генерировать прерывание произвольного числа устройств, занятых другими сообщениями. Сообщение, которое заняло устройство, может быть прервано на этом устройстве другим сообщением. Эти операции рассмотрены при описании блока PREEMPT.

7.4.3 Освобождение приборов. Блок RELEASE

Блок RELEASE имеет следующий формат:

```
RELEASE <A>
```



Блок RELEASE предназначен для освобождения устройства тем сообщением, которым оно было занято.

Если сообщение обрабатывается устройством, то с помощью блока RELEASE оно освобождает устройство и переходит к следующему последовательному блоку. Если сообщение обрабатывалось устройством, но не было прервано, то блоком RELEASE сообщение удаляется из списка прерывания устройства и пытается вновь занять устройство.

Операция освобождения выполняется немедленно после входа сообщения в блок RELEASE. В поле A задается номер освобождаемого устройства. Операнд A может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

Стандартные числовые атрибуты, связанные с описываемым оператором, те же, что были рассмотрены в предыдущем разделе.

Если при входе сообщения в блок RELEASE уже сформирован список задержки сообщений, задержанных блоком SEIZE и ожидающих освобождения устройства, то все сообщения из этого списка задержки активизируются. Каждый раз, когда сообщение входит в блок RELEASE, устанавливается флаг изменения состояния. Следовательно, как только прекратится продвижение сообщения, вошедшего в блок RELEASE, процедура просмотра возвратится к началу списка текущих событий. Таким образом гарантируется обработка всех активных сообщений в момент их выхода из списка задержки блока SEIZE.

7.4.4 Временной интеграл использования устройства

В общем случае, при освобождении устройства сообщением, происходит изменение состояния, т.е. устройство из состояния "занято" переходит в состо-

яние "свободно".

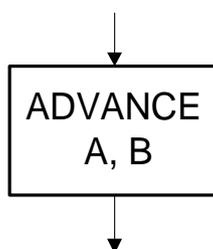
При таком изменении состояния к временному интегралу прибавляется следующее значение:

| | | | | |
|------------|---|----------------|---|------------------|
| Приращение | | Текущее | | Время последнего |
| временного | = | абсолютное | + | изменения |
| интеграла | | условное время | | состояния |

7.4.5 Реализация задержки во времени. Блок ADVANCE

Блок ADVANCE имеет следующий формат записи:

ADVANCE <A> , []



Блок ADVANCE задерживает продвижение сообщения на заданный период времени. В поле A задается среднее время пребывания сообщения в блоке ADVANCE. Содержимое поля A может быть именем, любым целым числом, в том числе и 0, СЧА или СЧА*<параметр>. Если время задержки равно 0, сообщение помещается в список текущих событий перед сообщениями с таким же приоритетом. Сообщения с положительным временем задержки помещаются в список будущих событий.

В поле B указывается способ модификации среднего значения, заданного в поле A. Операнд B может быть именем, положительным целым числом, СЧА или СЧА*<параметр>.

Может быть два типа модификаторов:

- модификатор-интервал;
- модификатор-функция.

Интервал изменения среднего времени задержки может быть задан константой, значение которой не должно превосходить среднего времени задерж-

ки, вычисленного для данного сообщения. Эта константа определяет интервал, в котором времена задержки распределены равномерно. Все времена задержки выражаются целыми числами. Любое из $(2B+1)$ целых чисел, заключенных в интервале $(A-B, A+B)$, будет выбираться с вероятностью $1/(2B+1)$.

Например, если среднее время задано равным 10, а константа, определяющая интервал изменения, равна 5, то время задержки сообщения в блоке изменяется от 5 до 15. Для каждого из входящих в блок ADVANCE сообщений выбирается только одно из возможных значений времени задержки. Любое целое число из интервала $(5-15)$, включая границы 5 и 15, будет выбираться с вероятностью $1/11$. Дробные значения времени задержки не допускаются, поскольку условное время интерпретатора принимает только целые значения. Константа, определяющая интервал времени задержки, не должна превосходить среднего времени задержки, в противном случае может быть получено отрицательное время задержки в блоке ADVANCE. Отрицательное значение задержки всегда считается ошибкой.

Если в поле В записан модификатор-функция, то вычисленное значение атрибута, заданного в поле А, умножается на значение функции, заданной в поле В. Результат округляется до целого значения и используется как время задержки.

Блок ADVANCE выполняет следующие операции.

После того, как сообщение вошло в блок ADVANCE и было включено в список будущих событий, другое сообщение может войти в блок PREEMPT и генерировать прерывание на устройстве, занятом сообщением, находящимся в блоке ADVANCE. Для сообщения, находящегося в блоке ADVANCE, возможны два варианта:

- 1) генерированное другим сообщением прерывание является для данного сообщения первым;
- 2) данное сообщение уже было прервано на каком-либо из занятых им устройств.

В первом случае происходит следующее:

1) остаток времени, в течение которого сообщение должно было находиться в блоке ADVANCE, равен разнице вычисленного времени выхода сообщения из блока ADVANCE и текущего значения абсолютного условного времени;

2) сообщение удаляется из списка будущих событий;

3) сообщение рассматривается как находящееся в состоянии прерывания;

4) указывается, что сообщение находится в списке прерывания;

5) счетчик прерываний устанавливается в единицу.

Находящееся в блоке ADVANCE сообщение, которое уже было прервано на одном из устройств и переведено в состояние прерывания, может быть прервано еще на 255 занятых им устройствах. Счетчик прерывания увеличивается на единицу при каждом новом прерывании.

Сообщение, занимающее блок ADVANCE и некоторое устройство, может находиться в списке текущих событий (например, когда блок ADVANCE имеет нулевую задержку). Обслуживание этого сообщения также может быть прервано другим сообщением. В этом случае удаление занимающего устройство сообщения из списка текущих событий и перевод его в состояние прерывания производится не сразу. Сначала устанавливается индикатор состояния прерывания. Сообщение, занимающее устройство, будет обрабатываться интерпретатором как обычно и перейдет в состояние прерывания только тогда, когда оно войдет в блок ADVANCE с ненулевой задержкой.

Когда прерываемое сообщение входит в блок ADVANCE, выполняются следующие операции:

1) записывается отличное от нуля время задержки в блоке ADVANCE. Время пребывания сообщения в блоке ADVANCE будет отсчитываться с момента, когда значение счетчика прерываний этого сообщения станет равным нулю. В этот момент сообщение будет включено в список будущих событий;

2) индикатор состояния прерывания устанавливается в единицу;

3) сообщение удаляется из списка текущих событий;

4) сообщение помещается в список прерываний. Когда вычисленное значение времени задержки сообщения в блоке ADVANCE отлично от нуля, значения счетчика текущего числа сообщений в блоке (W_j) и счетчик общего числа входов (N_j) увеличиваются на единицу. Если вычисленное время задержки равно нулю и сообщение может перейти к следующему блоку, то увеличивается только счетчик N_j . Если же сообщение не может войти в следующий блок, то увеличивается и счетчик W_j .

7.5 Контрольные вопросы

1. Какой блок генерирует сообщения в модели на GPSS?
2. Как задается равномерный закон распределения времени между генерацией сообщений?
3. Как задается начальная задержка генерации сообщений?
4. Как удалить из модели GPSS все сообщения?
5. Какие блоки связаны с моделированием устройств?
6. Какой блок предназначен для занятия устройства?
7. Какой блок предназначен для освобождения устройства?
8. Какой блок реализует задержку во времени?