

9 СОСТАВЛЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА GPSS-3

9.1 Управляющие карты GPSS

9.1.1 Оператор START

Оператор START имеет следующий формат записи:

```
START <A>, [<B>], <C>, [<D>]
```

Оператор START используется для инициирования начала моделирования.

В поле А задается значение счетчика завершений, определяющего момент окончания прогона модели. В процессе счета сообщения будут входить в блоки TERMINATE. В поле А блока TERMINATE может задаваться число единиц, вычитаемое из счетчика завершений, заданного в поле А оператора START, при входе сообщения в блок TERMINATE. Операнд А может быть положительным целым.

В – операнд вывода статистики. Операнд может быть "NP" либо опущен. Задание "NP" в поле В приводит к блокировке вывода статистики. По умолчанию выводится стандартная статистика.

Поле С не используется. Сохраняется по аналогии с описаниями других версий GPSS.

Поле D определяет необходимость вывода содержимого списков текущих и будущих событий. Операнд D может быть положительным целым.

Моделирование идет до тех пор, пока счетчик завершения моделирования, определенный операндом А, не достигнет 0. Для уменьшения счетчика используется блок TERMINATE.

Моделирование может закончиться раньше, если достигнута граница времени, определенная оператором SIMULATE, или если нажаты клавиши

[Esc] или [Home], или если обнаружены ошибочные условия.

Операнды В и D используются для контроля неформатированной статистики.

Если не используется операнд В, то выводится неформатированная статистика. Если операнд D не равен 0, то выводятся списки текущих и будущих событий. В других случаях они не выводятся.

Стандартный числовой атрибут, связанный с описываемым оператором TG1, – счетчик завершения.

9.1.2 Оператор INITIAL

Оператор INITIAL имеет следующий формат:

INITIAL <A>, []

Оператор INITIAL позволяет задавать начальные значения ячеек, элементов матриц и логических переключателей.

A – логические переключатели, ячейки или элементы матриц, определяются как СЧА. В поле A могут стоять следующие СЧА: LS, X, MX. Операнд может быть LS<положительное целое>, LS\$<имя>, X<положительное целое>, X\$<имя>, MX<положительное целое()> или MX\$<имя()>.

B – величина, которая определяется. По умолчанию равна 1. Операнд может быть целым или именем.

При выполнении оператора INITIAL значение, определяемое операндом B, назначается логическому переключателю, ячейке или элементу матрицы, определенным в операнде A.

Если операнд A определен как логический переключатель, то операнд B может быть только 0 или 1.

Стандартные числовые атрибуты, связанные с описываемым оператором, следующие:

– LS<номер логического переключателя> – значение логического переключателя;

- $MX<\text{номер матрицы}>(m,n)$ – элемент матрицы из ряда m и столбца n ;
- $X<\text{номер ячейки}>$ – содержимое ячейки.

Блоки, связанные с описываемым оператором, LOGIC, MSAVEVALUE, SAVEVALUE.

Пример:

```
INITIAL X88,12000
```

Величина 12000 записывается в ячейку с номером 88.

```
INITIAL MX3(2,4),-33
```

Величина 33 записывается в строку 2, столбец 4 матрицы 3.

9.1.3 Оператор RESET

Оператор RESET имеет следующий формат:

```
RESET
```

Оператор RESET сбрасывает в ноль статистику и атрибуты системы.

Действие оператора RESET можно описать следующим образом:

- значение относительного условного времени ($C1$) устанавливается в ноль;
- значение абсолютного условного времени ($AC1$) остается неизменным;
- все датчики псевдослучайных чисел остаются неизменными;
- значения ячеек и матриц, а также состояния логических ключей не изменяются.

Счетчики блоков (Nj) сбрасываются в ноль. Временные интегралы устройств сбрасываются в ноль.

Временные интегралы содержимого многоканальных устройств сбрасываются в ноль. Счетчики числа входов в многоканальное устройство (SCj) и максимальное содержимое многоканального устройства (SMj) остаются в соответствии с их содержимым в текущий момент времени. Временные интегралы всех очередей сбрасываются в ноль.

Счетчики входов в очередь (QCj) и максимальное содержимое очередей

(QMj) полагаются равными текущей длине очереди. В таблицах стираются накопленные статистические данные. Временные интегралы списков пользователя сбрасываются в ноль. Счетчик числа входов в список (CCj) и максимальное содержимое (CMj) устанавливаются равным текущей длине списка.

9.1.4 Оператор CLEAR

Формат записи оператора CLEAR:

CLEAR

Оператор CLEAR сбрасывает всю накопленную статистику, удаляет все сообщения из модели и устанавливает отсчет сгенерированных сообщений для блока GENERATE, начиная с 1.

Когда выполняется оператор CLEAR:

- содержимое всех блоков становится равным 0;
- все сообщения удаляются из модели;
- текущие счетчики устанавливаются в 0;
- системное время устанавливается в 0;
- устройства незаняты и доступны;
- содержимое всех ячеек, матриц, таблиц устанавливается в 0;
- логические переключатели сбрасываются;
- многоканальные устройства становятся свободными и доступными;
- общие счетчики устанавливаются равными 0;
- временные интегралы устройств, многоканальных устройств, очередей и списков пользователя устанавливаются в ноль;
- минимальные и максимальные значения устанавливаются равными текущему содержимому очередей, списков пользователя и многоканальных устройств;
- состояние датчиков псевдослучайных чисел не изменяется;
- внутренний счетчик генерируемых сообщений в блоке GENERATE устанавливается в 0;

– из всех числовых групп удаляются их члены.

После выполнения всех перечисленных выше операций оператора CLEAR модель просматривается в поисках блока GENERATE. В каждом обнаруженном блоке GENERATE образуется новое сообщение точно так же, как при первом чтении оператора описания блока GENERATE. Заново вычисляется время начальной задержки и максимальное число сообщений, создаваемых в блоке GENERATE.

9.1.5 Оператор END

Оператор предназначен для завершения работы с системой GPSS. Оператор имеет следующий формат:

```
END
```

В результате обработки оператора END система завершает работу. Если в буфере Редактора GPSS проводились корректировки и не было сохранения содержимого буфера, то при обработке оператора END система выдает соответствующее предупреждающее сообщение с рекомендацией подумать, не стоит ли сохранить в файле содержимое буфера, прежде чем завершить работу с системой.

9.1.6 Оператор EQU

Оператор предназначен для присвоения числовых значений именам, используемым в модели.

Оператор имеет следующий формат:

```
<NAME> EQU <X>
```

где NAME – имя в поле метки оператора; X – выражение.

Примеры использования оператора:

```
PRICE EQU 1995
```

```
PRICE EQU 9.50
```

Во втором примере в результате вычисления выражения имени PRICE будет присвоено значение 9.

Выражение, стоящее в поле операндов оператора EQU вычисляется с двойной точностью, результат вычисления преобразуется к целому виду.

Имена удаляются из тела программы, находящейся в буфере, после присвоения им числовых значений. Операторы EQU также не включаются в тело модели в буфере Редактора GPSS. Однако повторным определением и вводом новых операторов EQU, имена могут быть переопределены.

В поле метки операторов EQU не могут использоваться метки блоков.

9.1.7 Оператор SIMULATE

Оператор предназначен для задания верхней временной границы моделирования. Время реальное, измеряется в минутах.

Оператор имеет следующий формат:

```
SIMULATE <A>
```

где A – предел времени моделирования в минутах.

Пример:

```
SIMULATE 120
```

В примере задается лимит времени, равный двум часам. Если реальное время прогона модели достигает предельного значения, то моделирование завершается.

9.2 Моделирование многоканальных устройств

При моделировании систем объекты GPSS типа "многоканальные устройства" используются для имитации работы объектов реальных систем, параллельно обрабатывающих поступающие заявки. (Например, участок параллельно работающих станков, ЭВМ, работающая в мультипрограммном режиме, автоматическая телефонная станция, трамвай или автобус и т.д.). Объекты та-

кого типа характеризуются определенным объемом и могут одновременно обрабатывать несколько сообщений. Число таких сообщений определяется емкостью многоканального устройства.

9.2.1 Оператор описания многоканального устройства

Оператор описания многоканального устройства имеет следующий формат:

```
<NAME> STORAGE <A>
```

Оператор STORAGE определяет емкость многоканального устройства в текущей модели.

Поле метки определяет имя многоканального устройства. Поле может быть именем. Операнд A определяет объем многоканального устройства. Операнд A может быть положительным целым.

Когда сообщение пытается войти в блок ENTER, то запрос на емкость многоканального устройства сравнивается с доступной емкостью многоканального устройства. Если запрос может быть выполнен, то сообщение входит в блок ENTER, и емкость доступной памяти многоканального устройства уменьшается. Если запрос сообщения не может быть удовлетворен, то сообщение входит в список задержки многоканального устройства.

Многоканальное устройство никогда не может быть удалено из текущей модели, даже если оператор STORAGE удаляется из рабочей программы.

Многоканальное устройство можно переопределить другим оператором STORAGE с тем же самым именем.

Стандартными числовыми атрибутами, связанными с многоканальными устройствами, являются:

– S<номер многоканального устройства> – текущее содержимое. Возвращает емкость заполненной части устройства;

– SA<номер многоканального устройства> – среднее содержимое. Возвращает целую часть среднего заполнения устройства;

– SC<номер многоканального устройства> – счетчик числа входов в многоканальное устройство;

– SE<номер многоканального устройства> – незаполненность устройства. Возвращает 1, если устройство использовалось не полностью и 0 – в противном случае;

– SF<номер многоканального устройства> – заполненность устройства. Возвращает 1, если устройство используется полностью, 0 – в противном случае;

– SR<номер многоканального устройства> – коэффициент использования многоканального устройства, выраженный в долях тысячи. Возвращает целое в интервале от 0 до 1000;

– SM<номер многоканального устройства> – максимально занятая емкость устройства;

– ST<номер многоканального устройства> – среднее время пребывания сообщения в устройстве;

– SV<номер многоканального устройства> – доступность устройства. Возвращает 1, если устройство доступно, 0 – в противном случае.

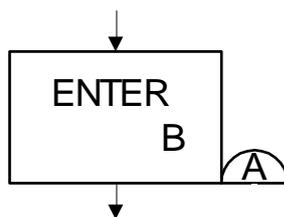
– R<имя многоканального устройства> – емкость незаполненной части устройства;

С многоканальным устройством связаны блоки ENTER и LEAVE.

9.2.2 Блок ENTER

Блок ENTER имеет следующий формат записи:

ENTER <A>, []



Блок ENTER позволяет вошедшему сообщению использовать многока-

нальное устройство. Сообщение может быть задержано на входе в блок:

- 1) если многоканальное устройство заполнено;
- 2) имеющейся емкости недостаточно;
- 3) устройство в данный момент недоступно.

В поле А указывается номер или имя многоканального устройства, куда входит сообщение. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

В поле В содержится число занимаемых единиц многоканального устройства. Если поле В пусто, то предполагается, что занимает одна единица. Если это значение равно нулю, то сообщение никогда не задерживается на входе, а блок рассматривается как нерабочий. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

Активное сообщение не может войти в блок ENTER, если запрос на многоканальное устройство не может быть удовлетворен.

Активное сообщение не может войти в блок ENTER, если многоканальное устройство находится в недоступном состоянии.

Когда сообщение входит в блок ENTER, то операнд А используется для нахождения многоканального устройства с указанным именем. Если такое многоканальное устройство не существует, то возникает ошибка выполнения. В противном случае используется операнд В для оценки емкости многоканального устройства.

Сообщение может войти в блок ENTER, если многоканальное устройство находится в доступном состоянии и достаточно емкости для выполнения запроса. В противном случае сообщение помещается в список задержки устройства в соответствии с приоритетом.

Одно и то же сообщение может входить в неограниченное число многоканальных устройств, а впоследствии освобождать их (или часть из них).

В зависимости от того, может войти сообщение в блок или нет, выполняются следующие операции:

- Сообщение, которое не может войти в блок ENTER, будет задержано в

блоке, предшествующем блоку ENTER, и помещено в список задержки. Однако, если данный блок ENTER является одним из возможных следующих блоков для сообщения, находящегося в блоке TRANSFER BOTH или TRANSFER ALL, то сообщение может быть направлено к другому блоку, определяемому блоком TRANSFER, и в список задержки не помещается.

В случае, когда в одно многоканальное устройство пытаются войти несколько сообщений, требующих различный объем устройства, может получиться так, что первым пройдет сообщение, поступившее позже других. Это произойдет, если свободный объем многоканального устройства R_j недостаточен для ранее прибывших сообщений и достаточен для какого-либо сообщения, поступившего позже. Отметим, что если аргумент поля В блока ENTER равен единице, то соответствующее сообщение не сможет войти в многоканальное устройство только в случае, когда оно полностью заполнено.

– При входе сообщения в блок ENTER текущее содержимое многоканального устройства увеличивается на число единиц, заданное в поле В. Число свободных единиц R_j уменьшается на ту же величину. Новое значение содержимого S_j сравнивается с максимальным содержимым. Если новое значение больше, то это новое значение записывается в качестве нового максимального содержимого. Счетчик числа входов в многоканальное устройство увеличивается на число единиц, заданное в поле В блока ENTER. Следовательно, число входивших в устройство сообщений всегда будет меньше или равно числу входов.

Никаких записей о входящих в многоканальное устройство сообщениях, в отличие от устройств, не делается. Поэтому многоканальное устройство может быть освобождено сообщением, ранее его не занимавшим. Сообщение не обязательно освобождает столько же единиц памяти, сколько им было занято. Но в конечном счете изменения содержимого многоканального устройства должны быть сбалансированы, а попытка занять единиц больше, чем содержится в многоканальном устройстве, приводит к ошибке выполнения.

Примечание. В тех случаях, когда нельзя обеспечить освобождение

устройства именно тем сообщением, которым оно было занято, можно использовать вместо устройства многоканальное устройство единичного объема. Это многоканальное устройство может быть занято и освобождено разными сообщениями.

Кроме операций по обработке входящих сообщений, блок ENTER выполняет операции сбора статистической информации об использовании многоканального устройства. В частности, подпрограмма блока ENTER вычисляет величину интервала времени, в течение которого содержимое многоканального устройства оставалось неизменным, по следующей формуле:

$$t[1]=t[2]-t[3],$$

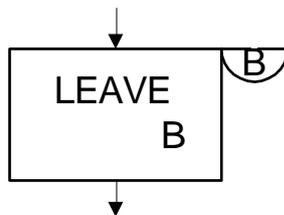
где $t[1]$ – интервал времени, в течение которого содержимое многоканального устройства оставалось неизменным; $t[2]$ – текущее абсолютное условное время; $t[3]$ – абсолютное условное время в момент последнего изменения содержимого многоканального устройства.

Произведение полученной величины интервала на содержимое многоканального устройства в течение этого интервала добавляется к значению временного интеграла.

9.2.3 Блок LEAVE

Блок LEAVE имеет следующий формат:

LEAVE <A>, []



Блок LEAVE освобождает определенное число единиц многоканального устройства.

Занятый объем многоканального устройства уменьшается на число

освобождаемых единиц. Оставшаяся емкость многоканального устройства увеличивается на ту же величину. Счетчик числа входов не изменяется. Недоступность многоканального устройства не влияет на блок LEAVE.

Поле А блока LEAVE определяет номер или имя многоканального устройства. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

Поле В – число освобождаемых единиц многоканального устройства. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>. Если это поле пусто, предполагается 1. Число освобождаемых единиц не должно превышать текущее содержимое многоканального устройства.

Когда сообщение входит в блок LEAVE, то ищется многоканальное устройство, заданное в поле А. Если такое многоканальное устройство не существует, то возникает ошибка выполнения. Число освобождаемых единиц многоканального устройства берется из операнда В.

Когда многоканальное устройство становится доступным, проверяется список задержки многоканального устройства в порядке уменьшения приоритета с целью нахождения сообщений, запросы которых могут быть удовлетворены в данный момент. Если такие сообщения найдены, то они входят в блок ENTER, который отказал им и далее помещаются в список будущих событий за сообщениями с таким же приоритетом. Попытка освободить больше единиц емкости, чем было определено, приводит к ошибке.

Примеры:

LEAVE 5 Освободить многоканальное устройство 5.

LEAVE V3, V4 Освободить число единиц, заданное переменной 4 многоканального устройства, номер которого определен переменной 3.

Подпрограмма блока LEAVE, так же как и подпрограмма блока ENTER, определяет величину интервала времени, в течение которого содержимое многоканального устройства оставалось неизменным. Вычисление этого интервала производится аналогично приведенному в блоке ENTER.

9.3 Контрольные вопросы

1. Для чего используется оператор START?
2. Для чего используется оператор INITIAL?
3. Для чего используется оператор RESET?
4. Для чего используется оператор CLEAR?
5. Для чего используется оператор END?
6. Для чего используется оператор EQU?
7. Для чего используется оператор SIMULATE?
8. Для чего используется оператор STORAGE?
9. Какие блоки связаны с многоканальным устройством?