

Практическая работа № 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS WORLD

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Целью работы является закрепление лекционного материала и приобретение практических навыков составления имитационных моделей и проведения экспериментов на имитационных моделях.

Задачи работы:

1. Усвоение основных блоков системы имитационного моделирования GPSS World (GPSSW).
2. Изучение последовательности разработки имитационных моделей.
3. Усвоение методики подготовки эксперимента с разработанной имитационной моделью.
4. Практическое осуществление имитационного моделирования.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Система GPSSW предназначена для имитационного моделирования сложных дискретных систем. Имитационное моделирование обеспечивает возможность испытания, оценки и проведения экспериментов с предлагаемой системой без каких-либо непосредственных воздействий на нее. При имитационном моделировании проводится эксперимент с программой, которая является моделью системы. В большинстве случаев модель является не точным аналогом системы, а скорее ее символическим изображением. Однако такая модель позволяет производить измерения, которые невозможно произвести каким-либо другим способом.

Первым шагом при анализе любой конкретной системы является выделение элементов системы и формулирование логических правил, управляющих взаимодействием этих элементов. Полученное в результате описание называется моделью системы. Модель обычно включает в себя те аспекты системы, которые представляют интерес или нуждаются в исследовании.

Для общих задач система моделирования должна предоставлять пользователю достаточно краткий и в то же время применимый к широкому классу систем язык моделирования. Исследование разнообразных дискретных систем показало, что любая система может быть описана при помощи необходимого набора абстрактных элементов, называемых объектами. Логические правила поведения таких систем описываются аналогичным в каждом случае набором операций.

В системе GPSSW языком моделирования является язык GPSSW. В данной практической работе приводятся общие сведения о GPSSW.

2.1. Объекты GPSSW

Объекты в моделируемой системе предназначены для различных целей. Выбор объектов в конкретной моделируемой системе зависит от характеристик модели и, в некоторых случаях, от специалиста, составляющего модель. Совершенно не обязательно, чтобы в одной модели участвовали все типы объектов. Обязательным является лишь то, что в каждой модели должны быть блоки и сообщения, иначе просчитать ее будет невозможно. Какие объекты, помимо сообщений и блоков, будут включены в модель, будет зависеть от того, какие именно используются блоки и операнды блоков (которые могут повлечь появление операторов описания других объектов).

2.1.1. Сообщения

Сообщения (транзакты) – это динамические объекты GPSSW. Они создаются в определенных точках модели, продвигаются интерпретатором через блоки, а затем уничтожаются. Сообщения являются аналогами единиц-потоков в реальной системе. Сообщения могут представлять собой различные элементы даже в одной системе. Например, в модели металлорежущего станка одни сообщения могут являться прообразами заготовок, обрабатываемых на данном станке, а другие представляют поток отказов в различных узлах станка. С каждым сообщением в GPSSW связаны параметры. Параметры могут использоваться для связи конкретных числовых данных с этим сообщением. В приведенном выше примере параметрами сообщений первого типа могут быть: время обработки заготовки на станке; число переходов при обработке; точностные и качественные характеристики и т.д.

Сообщения движутся от блока к блоку так, как движутся элементы, которые они представляют.

Каждое продвижение считается событием, которое должно происходить в конкретный момент времени. Интерпретатор GPSSW автоматически определяет моменты наступления событий. В тех случаях, когда событие не может произойти, хотя момент его наступления подошел (например, при попытке занять устройство, когда оно уже занято), сообщение прекращает продвижение до снятия блокирующего условия.

Сообщения нумеруются последовательно, начиная с номера 1. Параметры сообщений принимают значения из множества целых чисел. Каждое сообщение имеет один или более параметров. Параметры нумеруются. Номера параметров используются для ссылок на значения, присвоенные параметрам. Сообщениям может присваиваться приоритет, используемый системой в ходе моделирования.

2.1.2. Блоки

После того, как система описана, исходя из операций, которые она выполняет, ее нужно описать на языке GPSSW, используя блоки, которые выпол-

няют соответствующие операции в модели. Ниже перечислены некоторые свойства этих блоков. В последующих разделах подробно обсуждаются выполняемые ими операции.

В блоках могут происходить события четырех основных типов:

- 1) создание или уничтожение сообщений;
- 2) изменение числового атрибута объекта;
- 3) задержка сообщения на определенный период времени;
- 4) изменение маршрута сообщения в модели.

2.1.3. Одноканальные устройства

Аналогами обслуживающих приборов и реальных систем в GPSSW являются объекты типа "оборудование". К объектам этого типа относятся одноканальные устройства, многоканальные устройства и логические ключи. Одноканальные устройства, в дальнейшем их будем называть устройствами, представляют собой оборудование, которое в любой момент времени может быть занято только одним сообщением. Интерпретатор записывает информацию о том, какое сообщение в настоящий момент занимает устройство. Если другое сообщение попытается захватить устройство, то это сообщение задерживается до тех пор, пока устройство не освободится. Программа также автоматически подсчитывает общее время занятости устройства. Это значение позволяет определить коэффициент использования каждого устройства. Подсчитывается также общее число сообщений, занимавших устройство, что позволяет вычислить среднее время занятости устройства одним сообщением. В реальных системах объекты типа "устройство" могут иногда прерывать обслуживание одних элементов и начинать обслуживание других.

Например, в цех может прибыть партия деталей высокого приоритета и потребовать немедленной обработки на одном из станков. Прибывшая партия деталей прервет, таким образом, обработку любой другой партии, находящейся на станке, впоследствии обработка этой партии возобновится. Такое прерывание можно легко представить средствами GPSSW, поскольку устройство в GPSSW тоже может быть временно прервано другим сообщением. Само устройство в логических и статистических целях продолжает считаться занятым. После окончания прерывания автоматически возобновляется обслуживание прерванного сообщения.

2.1.4. Многоканальные устройства

В GPSSW многоканальные устройства представляют объекты типа "оборудование" для параллельной обработки, они могут быть использованы несколькими сообщениями одновременно. Многоканальные устройства используются для представления физического оборудования, например, участка однотипных станков, многошпиндельных станков. Пользователь определяет емкость каждого многоканального устройства, используемого в модели, а интерпретатор ведет учет числа единиц многоканальных устройств, занятых в каждый мо-

мент времени. Если сообщение пытается занять больше единиц многоканального устройства, чем свободно в данный момент, обработка этого сообщения задерживается до того момента, пока в многоканальном устройстве освободится достаточный объем.

Программа автоматически ведет подсчет числа сообщений, входящих в многоканальное устройство. Определяется также среднее число единиц многоканальных устройств, занятых одним сообщением, и среднее время пребывания сообщения в многоканальном устройстве. Эти статистические данные выдаются в конце счета и позволяют определить, насколько эффективно используются в системе объекты параллельной обработки и достаточна ли их емкость.

2.1.5. Очереди

В любой системе движение потока сообщений может быть задержано из-за недоступности оборудования. Например, требуемые устройства могут быть уже заняты или многоканальные устройства, в которые нужно войти, уже заполнены. В этом случае задержанные сообщения ставятся в "очередь" - еще один тип объектов GPSSW. Учет этих очередей составляет одну из основных функций интерпретатора GPSSW.

Пользователь может определить специальные точки в модели, в которых нужно собирать статистику об очередях. Тогда интерпретатор GPSSW автоматически будет собирать статистику об очередях (длину очереди, среднее время пребывания в очереди и т.д.). Число задержанных сообщений и продолжительность этих задержек определяется только в этих заданных точках. Интерпретатор также автоматически подсчитывает в этих точках общее число сообщений, поступающих в очередь. Это делается примерно также, как для устройств и памяти. В определенных счетчиках подсчитывается число сообщений, задерживающихся в каждой очереди, так как может представлять интерес число сообщений, прошедших какую-либо точку модели без задержки. Интерпретатор подсчитывает среднее время пребывания сообщения в очереди (для каждой очереди), а также максимальное число сообщений в очереди.

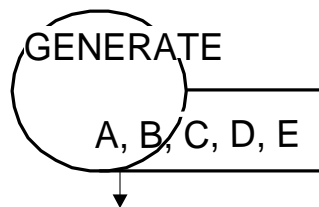
2.2. Основные блоки GPSSW

2.2.1. 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 следующие формат записи и условное обозначение:

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



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

В поле В задается модификатор, который изменяет значения интервала генерации сообщений по сравнению с интервалом, указанным в поле А. Операнд В 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 A и B пусты, 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.

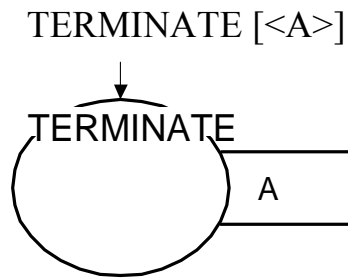
Поле E определяет приоритет сообщений. Операнд E может быть именем, положительным целым числом или непосредственно СЧА. Нельзя использовать в качестве операнда параметры сообщения. Если поле E не задано, приоритет по умолчанию равен 0.

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.

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

2.2.2. Блок TERMINATE

Блок TERMINATE имеет следующие формат записи и условное обозначение:



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.

Рассмотрим пример, в котором показывается возможность управления временем моделирования.

```

GENERATE 1000
TERMINATE 1
START 5
.
.
.
START 20

```

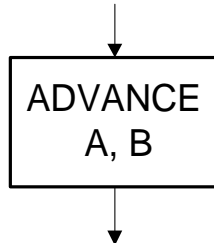
В этом примере отсутствует сама модель, а приведен только сегмент управления временем моделирования.

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.

2.2.3. Блок ADVANCE

Блок ADVANCE имеет следующие формат записи и условное обозначение:

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.

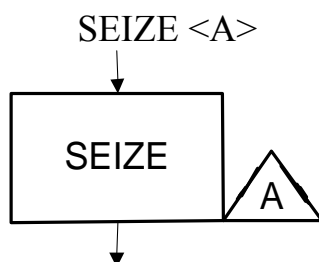
Интервал изменения среднего времени задержки может быть задан константой, значение которой не должно превосходить среднего времени задержки, вычисленного для данного сообщения. Эта константа определяет интервал, в котором времена задержки распределены равномерно. Все времена задержки выражаются целыми 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.

2.2.4. Блок SEIZE

Блок SEIZE имеет следующий формат :



Операнд А 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 А задается номер занимаемого устройства.

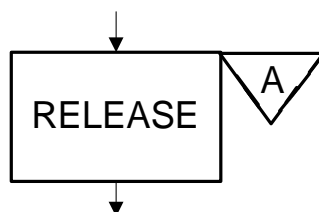
Сообщение не может занять устройство, которое уже было занято и (или) прервано другим сообщением. При попытке сообщения войти в блок SEIZE всегда проверяется, занято ли устройство. Если устройство свободно, его можно занимать. Сообщение, занявшее устройство, затем пытается перейти к следующему по номеру 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/PC 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.

2.2.5. Блок RELEASE

Блок RELEASE имеет следующие формат записи и условное обозначение:

RELEASE <A>



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

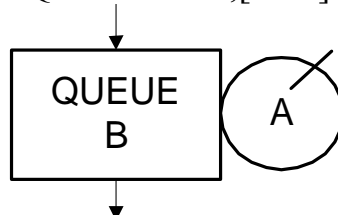
Если сообщение обрабатывается устройством, то с помощью блока RELEASE оно освобождает устройство и переходит к следующему последовательному блоку. Если сообщение обрабатывалось устройством, но не было прервано, то блоком RELEASE сообщение удаляется из списка прерывания устройства и пытается вновь занять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

2.2.6. Блок QUEUE

Формат записи блока QUEUE:

QUEUE <A>,[]



Блок QUEUE увеличивает длину очереди. В поле A задается номер или имя очереди, к длине которой добавляются единицы. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

Поле B определяет число единиц, на которое увеличивается текущая длина очереди. Если поле B пусто, то прибавляется единица. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

Когда сообщение входит в блок QUEUE, то ищется очередь с именем, определенным операндом A. Если необходимо, очередь создается.

Поскольку к очереди добавляются единицы, а не сами сообщения, не составляется список членов очереди. Сообщения в этот же момент условного времени пытаются перейти к следующему блоку.

Поскольку очередь обычно используется для измерения времени ожидания, за блоком QUEUE обычно следуют такие блоки как SEIZE, PREEMPT или ENTER, которые могут задержать сообщение. К таким блокам относятся также блоки GATE и TEST, работающие в режиме условного входа.

Одно и то же сообщение может одновременно увеличить длину нескольких очередей, т.е. сообщение может войти в несколько блоков QUEUE перед тем, как войти в соответствующие блоки DEPART.

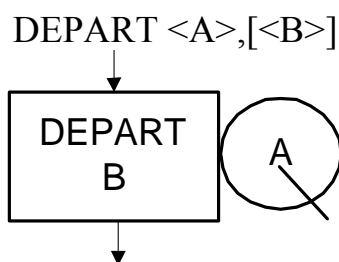
Рассмотрим несколько примеров блока QUEUE.

QUEUE 3 – увеличивает длину очереди 3 на единицы.

QUEUE P10, P1 – увеличивает длину очереди, номер которой задан в параметре P10 транзакта, на число единиц, заданное в P1.

2.2.7. Блок DEPART

Блок DEPART имеет следующие формат записи и условное обозначение:



Блок DEPART служит для уменьшения длины очереди. В поле A задается номер или имя очереди, длину которой нужно уменьшить. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

В поле B задается число единиц, на которое уменьшается длина очереди. Это число не должно превышать текущую длину очереди. Если поле B пусто, длина очереди уменьшается на единицу. Операнд может быть именем, положительным целым, СЧА или СЧА*<параметр>.

Примеры записи блока DEPART:

DEPART 5 – уменьшает длину очереди 5 на единиц.

DEPART 1,Q1 – удаляет из очереди все сообщения.

DEPART V3,V4 – уменьшает длину очереди, номер которой задан в переменной V3, на величину, заданную в переменной V4.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

После изучения теоретической части методических указаний каждый студент приступает к разработке блок-схем имитационных моделей к описанным ниже задачам. К каждой из задач даны соответствующие пояснения для облегчения процесса разработки моделей.

Разработанные блок-схемы вычерчиваются на бумаге и после проверки их преподавателем соответствующие блок-схемам имитационные модели заносятся в компьютер и выполняется их прогон с данными по варианту, заданному преподавателем из таблиц 1-3.

Далее выполняется процедура анализа полученных результатов и получения распечаток результатов моделирования.

После оформления отчета и подготовки к защите практической работы в соответствии с перечнем контрольных вопросов студент защищает свою работу перед преподавателем и сдает отчет.

Объекты исследования, оборудование, материалы и наглядные пособия

Для выполнения практических работ необходим персональный компьютер класса Pentium, система имитационного моделирования GPSSW.

4. ЗАДАЧИ НА РАЗРАБОТКУ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

4.1. Задача 1.

Интервалы поступления заявок на мостовой кран распределены равномерно в интервале $X_1 \pm Y_1$ мин. Время обслуживания заявки $X_2 \pm Y_2$ мин. Заявки выполняются в порядке “первый пришел - первый обслужен” и выдаются на следующую позицию. Модель на GPSS должна обеспечить сбор статистических данных об очереди. Результаты, полученные на модели необходимо трактовать в терминах работы подъемно-транспортного оборудования. Разработать два варианта модели:

- а) для моделирования работы в течении 8 ч. модельного времени;
- б) для определения временного интервала, необходимого для выполнения 50 заявок.

Таблица 1

№№ п/п	X_1	Y_1	X_2	Y_2
1	16	4	15	3
2	18	4	17	3
3	20	4	19	3
4	16	5	15	4
5	18	5	17	4
6	20	5	19	4
7	16	6	15	5
8	18	6	17	5
9	20	6	19	5
10	22	5	21	4

Рекомендации к решению.

В первом сегменте модели следует использовать следующие блоки:

Блок “GENERATE” – является источником потока сообщений (заявок) в модели, с операндом: X_1 – время, которое определяет интервал между моментами генерации сообщений; Y_1 – модификатор интервал (моделирует равномерное распределение).

Блок “QUEUE” – отмечает момент входа в очередь сообщений (заявок), с операндом XXX – имя очереди, к которой будет добавляться 1 (по умолчанию).

Блок “SEIZE” – моделирует занятие прибора (крана) сообщением (заявкой), с операндом YYY – имя занимаемого прибора (крана).

Блок “DEPART” – отмечает момент выхода из очереди сообщения (заявки), с операндом XXX - имя очереди, от которой будет отниматься 1 (по умолчанию).

Блок “ADVANCE” – моделирует задержку времени, в течение которого происходит обработка заявки на станке, с операндами: X_2 – задержка на время обслуживания; Y_2 – модификатор интервал.

Блок “RELEASE” – моделирует освобождение прибора (крана) сообщением (заявкой), с операндом YYY – имя занимаемого прибора (крана).

Блок “TERMINATE” – удаляет из модели входящие в него сообщения.

Второй сегмент модели имитирует таймер или задает время работы модели.

Блок “GENERATE” задает один единственный параметр – время моделирования (ZZZ минут).

Блок “TERMINATE” задает число единиц (в нашем случае – 1) на которое изменяется содержимое счетчика времени моделирования.

Отличие второго варианта задачи от первого состоит в том, что в блоке GENERATE сегмента 1 модели появляется еще один операнд – D, который задает максимальное число сообщений, которые могут быть сгенерированы этим блоком. Максимальное число проходимых через модель транзактов должно быть указано в операторе START.

Необходимость в сегменте таймера отпадает, так как ограничивающий параметр моделирования не время, а количество обрабатываемых деталей.

4.2. Задача 2.

Мостовой кран перемещает детали 2-х типов. Интервалы поступления заявок на перемещение деталей 1-го типа на кран распределены равномерно в интервале $X_1 \pm Y_1$ мин. Время их перемещения тоже распределены равномерно $X_2 \pm Y_2$ мин. Интервалы поступления заявок на перемещение деталей 2-го типа на кран распределены в интервале $X_3 \pm Y_3$ мин. Время их перемещения тоже распределены равномерно в интервале $X_2 \pm Y_2$ мин.

Детали перемещаются в том же порядке как и в первой задаче и подаются на следующую позицию. Модель на GPSS должна обеспечить сбор статистики об очередях:

- а) деталей 1-го типа;
- б) деталей 2-го типа;
- в) общей очереди.

Разработать 2 варианта модели:

- а) для моделирования работы в течение 8 часов модельного времени;
- б) для определения временного интервала, необходимого для перемещения 40 деталей 1-го типа и 25 деталей 2-го типа.

Таблица 2

№№ п/п	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_3	Y_3

1	33	8	16	4	58	18
2	35	10	18	4	60	20
3	37	12	20	4	62	22
4	33	8	16	5	58	18
5	35	10	18	5	60	20
6	37	12	20	5	62	22
7	33	8	16	6	58	18
8	35	10	18	6	60	20
9	37	12	20	6	62	22
10	39	11	22	5	57	21

Рекомендации к решению.

Отличие задачи 1 от задачи 2 состоит в том, что в первом случае детали были одного типа, а во втором случае детали двух типов. В связи с этим нам следует ввести три очереди: первая – будет отслеживать прохождение деталей и первого и второго типа (очередь – 111) в течение всего модельного времени; вторая – будет отслеживать прохождение деталей только первого типа (очередь – 222) также в течение всего модельного времени; третья – будет отслеживать прохождение деталей только второго типа (очередь – 333) в течение всего модельного времени. Для этого мы вводим помимо уже используемых в задаче 1 блоков новые: два блока QUEUE с операндами 222 и 333, которые будут отмечать моменты входа в очередь сообщений (деталей типа 1 и деталей типа 2 соответственно), и два блока DEPART с операндами 222 и 333, которые будут отмечать моменты выхода из очереди сообщений (деталей типа 1 и деталей типа 2 соответственно).

В остальном же решение этих задач аналогично.

4.3. Задача 3.

Система из 2-ух станков обслуживается промышленным роботом. Время обслуживания станка роботом распределено равномерно в интервале $X_1 \pm Y_1$ мин. Время взятия детали из входного накопителя, помещение ее в буферный накопитель емкостью 1 и в выходной накопитель составляет $X_2 \pm Y_2$ мин. Интервал поступления деталей во входной накопитель роботизированного технологического комплекса неограниченной емкости равномерно распределен в интервале $X_3 \pm Y_3$ мин. Время обработки $X_4 \pm Y_4$ мин. на первой операции и $X_5 \pm Y_5$ мин. на второй. Детали обрабатываются “первый пришел – первый обслуживается” и выдаются в выходной накопитель неограниченной емкости. Модель на GPSS должна обеспечить сбор статистических данных об очередях возникающих в модели и получить данные об использовании емкостей входного выходного накопителей. Разработать вариант модели для моделирования работы в течение 8-ми часов модельного времени.

Таблица 3

№№ п/п	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	X ₃	Y ₃	X ₄	Y ₄	X ₅	Y ₅
1	3	1	2	1	15	3	16	4	17	4
2	4	1	3	1	17	3	18	4	19	4
3	5	1	4	1	19	3	20	4	21	4
4	3	1	2	1	15	4	16	5	17	5
5	4	1	3	1	17	4	18	5	19	5
6	5	1	4	1	19	4	20	5	21	5
7	3	1	2	1	15	5	16	6	17	6
8	4	1	3	1	17	5	18	6	19	6
9	5	1	4	1	19	5	20	6	21	6
10	4	1	3	1	21	4	22	5	20	5

Рекомендации к решению.

Отличие данной задачи от предыдущих состоит в том, что мы имеем уже не один станок (прибор), а два, причем оба обслуживаются одним роботом. В связи с этим придется организовывать не одну, а три очереди:

- первая очередь - к роботу;
- вторая очередь - к первому станку;
- третья очередь - ко второму станку.

В каждую очередь деталь (транзакт) будет входить в следующем порядке:

- деталь приходит на участок и попадает сразу же во входной накопитель;
- деталь встает в очередь к станку 1;
- деталь занимает станок 1;
- деталь покидает очередь к станку 1;
- деталь встает в очередь к роботу;
- деталь занимает робот;
- деталь покидает очередь к роботу;
- деталь обслуживается роботом;
- деталь освобождает робот;
- деталь обслуживается станком 1;
- деталь встает в очередь к роботу;
- деталь занимает робот;
- деталь покидает очередь к роботу;
- деталь обслуживается роботом;
- деталь освобождает робот (деталь в буферном накопителе);
- деталь встает в очередь к станку 2;
- деталь занимает станок 2;
- деталь покидает очередь к станку 2;
- деталь встает в очередь к роботу;
- деталь занимает робот;
- деталь освобождает станок 1;
- деталь покидает очередь к роботу;

- деталь обслуживается роботом;
- деталь освобождает робот;
- деталь обслуживается станком 2;
- деталь встает в очередь к роботу;
- деталь занимает робот;
- деталь освобождает станок 2;
- деталь покидает очередь к роботу;
- деталь обслуживается роботом;
- деталь попадает в выходной накопитель;
- деталь освобождает робот.

В остальном же задача 3 схожа с задачами 1 и 2 и в ней используются те же блоки.

5. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Отчет по практической работе состоит из следующих разделов:

- титульного листа;
- блок-схемы имитационных моделей;
- распечатки текстов имитационных моделей;
- распечатки результатов моделирования;
- трактовки результатов, полученных на моделях в терминах работы подъемно-транспортного оборудования.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение системы имитационного моделирования GPSSW.
2. Объекты системы имитационного моделирования GPSSW.
3. Основные блоки системы имитационного моделирования GPSSW.
4. Организация таймера в системе имитационного моделирования GPSSW.
5. Ввод транзактов в имитационную модель.
6. Моделирование устройств массового обслуживания.
7. Сбор статистических данных об очередях при имитационном моделировании.
8. Организация задержек транзактов во времени в системе имитационного моделирования GPSSW.
9. Вывод транзактов из модели.

Библиографический список

Основной

1. Павловский Ю. Н. Имитационное моделирование: учеб. пособие для вузов / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский. – М.: Академия, 2008. – 236 с.

2. Кознов Д.В. Основы визуального моделирования: учеб. пособие для вузов / Д.В. Кознов. – М.: Интернет-Ун-т информ. технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 246 с.

3. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения: учеб. пособие для вузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – 4-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007. – 491 с.

Дополнительный

1. Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2005. – 342 с.

2. Кудрявцев Е.М. Основы работы с универсальной системой моделирования GPSS World: учеб. пособие для вузов / Е.М. Кудрявцев, А.В. Добровольский. – М.: АСВ, 2005. – 256 с.

3. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.

4. Кудрявцев Е.М. Комплексная механизация строительства. – 2-е изд. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2005. – 424 с.

5. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В.Е. Гмурман. – 12-е изд., перераб. – М.: Высш. образование, 2008. – 479 с.