

Моделирование в GPSS Studio

GPSS World предназначена для имитационного моделирования систем с дискретными и непрерывными процессами.

Язык GPSS построен в предположении, что модель сложной системы можно представить совокупностью элементов и логических правил их взаимодействия в процессе функционирования моделируемой системы.

Набор логических правил ограничен и может быть описан стандартными операциями.

Комплекс модулей, описывающих функционирование объектов и выполняющих логические операции, является основой для создания программной модели.

В GPSS представлен набор абстрактных элементов - объектов.

Среда моделирования GPSS World

Объекты подразделяются на 7 категорий и 15 типов.

-Категории-

-Типы объектов-

Динамическая

Транзакты

Операционная

Блоки

Аппаратная

Одноканальные устройства,
многоканальные устройства (памяти),
логические ключи (переключатели)

Вычислительная

Переменные, функции, датчики случайных чисел

Статистическая

Очереди, таблицы

Запоминающая

Ячейки, матрицы ячеек

Группирующая

группы транзактов, списки, числовые группы

Базовые типы объектов GPSS

Транзакты - динамические объекты

Блоки - составляют трек движения транзактов по модели.

Операторы – (декларации) описывают параметры (переменные)

Приборы - в любой момент времени прибор может быть занят только одним транзактом

Памяти (МКУ) - в любой момент времени память может быть занята несколькими транзактами

Очереди – массивы для сбора статистической информации

Таблицы – массивы для гистограммы распределения значений

Основные стандартные числовые атрибуты (СЧА) объектов

<i>Типы объектов</i>	<i>СЧА</i>	<i>Назначение</i>
Транзакты (XN)	P	Значение параметра активного транзакта
	PR	Приоритет транзакта
	M1	Время пребывания в модели транзакта
Блоки	N	Общее число транзактов, прошедших через блок
	W	Текущее число транзактов в блоке
Прибор, одно- канальный сервер (Facility)	F	Состояние прибора: =0 если прибор свободен, =1 в остальных случаях
	FR	Коэффициент использования прибора
	FC	Общее число занятий прибора
	FT	Среднее время использования прибора одним транзактом
Память, много- канальное устройство МКУ (Storage)	S	Текущее число занятых единиц памяти
	R	Число свободных единиц памяти
	SR	Коэффициент использования памяти
	SA	Взвешенное по времени среднее число занятых единиц памяти
	SM	Максимальное число занятых единиц памяти
	ST	Среднее время пребывания транзактов в МКУ
Очередь, буфер (Queue)	Q	Текущая длина очереди
	QA	Взвешенная по времени средняя длина очереди
	QM	Максимальная длина очереди
	QC	Общее число входов в очередь
	QZ	Число входов в очередь с нулевым временем
	QT	Среднее время пребывания транзактов в очереди (включая нулевые)
	QX	Среднее время пребывания транзактов в очереди (без нулевых)

Атомарные СЧА

C1 - текущее значение условного времени. Автоматически изменяется средой и устанавливается в 0 управляющими операторами CLEAR или RESET;

AC1 - текущее значение абсолютного времени. Автоматически изменяется средой. Эта величина не меняется под действием управляющего оператора RESET и устанавливается в 0 под действием оператора CLEAR;

TG1 - число, равное текущему значению счетчика завершений. Транзакты, вошедшие в блоки TERMINATE с ненулевым операндом A, уменьшают значение этого счетчика на число, равное значению операнда A;

Z1 – свободная системная память (из операционной системы)

Именованние объектов и атрибутов

Числовое имя - целое положительное число

Символическое имя – последовательность латинских символов, цифр и _ (желательно более 3-х символов)

1. < имя СЧА типа объекта><j> – где j – положительное целое число

Q3 - текущая длина очереди с именем 3

P1 - значение параметра с именем 1 активного транзакта

2. <имя СЧА типа объекта >\$ <имя > – где имя – символическое имя объекта

Q\$SERVER – текущая длина очереди с именем SERVER

P\$CHANNEL – значение параметра активного транзакта с именем CHANNEL

3. <имя СЧА типа объекта a >*<j> – где j – положительное целое число, определяющее числовое имя параметра транзакта, который содержит числовое имя объекта (косвенная адресация)

Q*1 – текущая длина очереди, числовое имя которой содержится в параметре 1 транзакта

4. <имя СЧА типа объекта >*< имя> (или <имя СЧА типа объекта >*\$< имя >) – где имя – символическое имя параметра транзакта, который содержит числовое имя объекта (косвенная адресация)

Q*CHANNEL – текущая длина очереди, числовое имя которой содержится в параметре транзакта с именем CHANNEL

Базовые блоки работы с транзактами

- GENERATE** генерирует последовательность транзактов
- GENERATE 25,10** интервал времени генерация транзактов будет равен случайному числу, равномерно распределенному в интервале от 15 до 35 ед.мод.вр.
- GENERATE (uniform(2,2,22))** интервал времени генерации транзактов будет равен случайному числу, равномерно распределенному в интервале от 2 до 22 ед.мод.вр.
- GENERATE ,,25** генерируются 25 транзактов в момент времени, равный 0, и генератор выключается
-
- ADVANCE** задерживает продвижение активного транзакта на заданное время
- ADVANCE 10** продвижение активного транзакта будет задержано на 10 ед.мод.вр.
- ADVANCE 15,5** время задержки будет равно случайному числу, равномерно распределенному в интервале от 10 до 20 ед.мод.вр.
- ADVANCE 10, FN\$TOBR** время задержки будет равно произведению числа 10 и текущего значения функции с именем TOBR

Базовые блоки работы с транзактами

ASSIGN создает параметр и/или изменяет значение параметра активного транзакта

ASSIGN 1,10 Параметру с именем 1 активного транзакта присваивается значение 10

ASSIGN КАНАЛ, FN\$CHANNEL Параметру с именем КАНАЛ активного транзакта присваивается текущее значение функции CHANNEL

ASSIGN 2+,-3 Значение, равное -3, добавляется к значению параметра с именем 2 активного транзакта(если такой параметр транзакта отсутствует, то он сначала создается со значением, равным 0 и затем значение параметра становится равным -3)

ASSIGN TYPE_PC, «workstation» Параметру транзакта с именем TYPE_PC присваивается строка символов workstation

Примеры косвенной адресации

SEIZE P*X1 Занять устройство, номер которого содержится в параметре транзакта, а номер параметра определяется значением переменной X1.

SAVEVALUE 1,X*P2 Поместить в переменную с номером 1 значение, содержащееся в переменной, номер которой определяется локальным параметром 2.

Базовые блоки работы с прибором

SEIZE - активный транзакт занимает прибор или встает к нему в очередь

1. При попытке транзакта войти в блок SEIZE всегда проверяется, свободен ли прибор и находится ли в состоянии «готов к использованию»
2. Если прибор свободен и готов, он занимает. Транзакт, занявший прибор, пытается перейти к следующему по номеру блоку. Прибор остается занятым до тех пор, пока занимающий его транзакт не войдет в соответствующий блок RELEASE
3. Блок SEIZE отказывает во входе транзакту, если прибор занят или находится в состоянии «не готов к использованию». При этом устанавливается его индикатор задержки и транзакт помещается в список задержки прибора в конец своего приоритетного класса

SEIZE Server Активный транзакт пытается занять прибор с именем Server

RELEASE - активный транзакт освобождает занятый прибор

1. Транзакт освобождает прибор и пытается войти в следующий по порядку блок
2. Следующий транзакт выбирается из очереди к данному прибору. Если в очереди транзакты отсутствуют, прибор становится не занятым
3. Выбранный из очереди транзакт входит в блок SEIZE

RELEASE WorkStation Освобождается прибор с именем WorkStation, а следующий транзакт из очереди в тот же момент входит в блок SEIZE WorkStation

Базовые блоки работы с МКУ

ENTER A[,B] активный транзакт либо занимает определенное число B элементов памяти, либо встает в очередь к данной МКУ

1. Операнд A должен указывать на заранее определенную оператором STORAGE МКУ.
2. При попытке транзакта войти в блок ENTER всегда проверяется, существует ли необходимое число свободных элементов данной МКУ. Для определения необходимого числа свободных элементов памяти используется операнд B.
3. Если необходимое число свободных элементов есть, она занимает. Число свободных элементов памяти уменьшается на заданное число.
4. Транзакт, занявший МКУ, пытается перейти к следующему блоку.
5. Элементы памяти остаются занятыми до тех пор, пока занимающий их транзакт не войдет в соответствующий блок LEAVE.
6. Блок ENTER отказывает во входе транзакту, если нет необходимого числа свободных элементов данной МКУ, при этом транзакт помещается в список задержки памяти в конец своего приоритетного класса

ENTER RAM Транзакт пытается занять один элемент в МКУ с именем RAM

ENTER RAM, P\$V_RAM Транзакт пытается занять несколько элементов в МКУ с именем RAM. Необходимое число элементов памяти содержится в параметре транзакта с именем V_RAM

Базовые блоки работы с МКУ

LEAVE A[,B] активный транзакт освобождает требуемое число элементов памяти.

1. Для определения числа освобождаемых элементов памяти используется операнд B . Число свободных элементов памяти увеличивается на заданное число
2. Транзакт, освободивший элементы памяти, пытается перейти к следующему по номеру блоку
3. После освобождения памяти определяются транзакты, потребность в памяти которых может быть удовлетворена и транзакты входят в блок ENTER

LEAVE RAM Транзакт освобождает один элемент памяти с именем RAM

LEAVE RAM, P\$V_RAM Транзакт освобождает элементы памяти с именем RAM.

Освобождаемое число элементов памяти содержится в параметре транзакта с именем V_RAM.

Навигационные блоки

TEST x A,B [,C] Блок передает транзакт в зависимости от результатов сравнения условия

X – условие сравнения E, NE, GE, LE, G, L

Если операнд C (это метка) используется, блок TEST функционирует в режиме перенаправления.

Если операнд C не используется, блок TEST функционирует в режиме отказа (ждать выполнения условия).

TEST G Q\$SERVER,100 транзакт войдет в блок TEST_в_режиме_отказа и перейдет к следующему блоку, если текущее содержимое очереди SERVER больше 100.

TEST L R\$SCANNER,X\$MAX_UTIL,MET1

SEIZE SCANNER

Если прибор SCANNER имеет коэффициент загрузки меньше, чем значение сохраняемой величины MAX_UTIL, то транзакт идет на обслуживание в этот прибор, иначе – переходит к блоку с меткой MET1

Навигационные блоки

TRANSFER [A],[B],[C],[D]

Блок TRANSFER может функционировать в 9 режимах. Операнд А используется для определения режима, в котором функционирует блок. Значение операндов В и С зависит от режима.

1) Если А – число(м.б. 0), это вероятность выбора пути С, т.е. «Статистический режим»

TRANSFER 0.75,,KANAL2

с вероятностью 0,25 транзакты переходят в блок под Transfer, и с вероятностью 0,75 в блок с меткой KANAL2

TRANSFER 0.333, LPRIB1, LPRIB12

с вероятностью 0,667 транзакты переходят в блок с меткой LPRIB1, и с вероятностью 0,333 – в блок с меткой LPRIB2.

TRANSFER ,LPRIB1

все транзакты переходят в блок с меткой LPRIB1

Навигационные блоки

TRANSFER [A],[B],[C],[D]

Блок TRANSFER может функционировать в 9 режимах. Операнд А используется для определения режима, в котором функционирует блок. Значение операндов В и С зависит от режима.

2) Если А = FN, то это функциональный режим с использованием переключающей функции.

PEREKL FUNCTION P4,L5

1,LBL1/2,LBL2/3,LBL3/4,LBL4/5,LBL5

.....

TRANSFER FN,PEREKL

LBL1 QUEUE BUFF1

LBL2 QUEUE BUFF2

LBL3 QUEUE BUFF3

LBL4 QUEUE BUFF4

LBL5 QUEUE BUFF5

Навигационные блоки

GATE x A[,B]

Блок передает транзакт в зависимости от состояния X объекта A

X – условие из стандартных логических атрибутов (СЛА)

- NU – устройство, заданное в операнде A, свободно;
- U – устройство, заданное в операнде A, занято;
- NI – устройство, заданное в операнде A, не прервано;
- I – устройство, заданное в операнде A, обслуживает прерывания;
- FV – устройство, заданное в операнде A, доступно;
- FNV – устройство, заданное в операнде A, не доступно.
- SE – МКУ, заданное в операнде A, пустое;
- SNE – МКУ, заданное в операнде A, не пустое;
- SF – МКУ, заданное в операнде A, заполнено;
- SNF – МКУ, заданное в операнде A, не заполнено;
- SV – МКУ, заданное в операнде A, доступно;
- SNV – МКУ, заданное в операнде A, не доступно

GATE SE RAM,NO_RAM

если память с именем RAM пуста, то транзакт проходит блок GATE и переходит к следующему блоку, иначе транзакт переходит к блоку с меткой NO_RAM.

Массивы значений

оператор MATRIX имеет формат:

NAME MATRIX A,B,C [,D][,E][,F][,G]

Метка NAME определяет имя матрицы.

Операнд A не используется, т.к. оставлен для совместимости с предыдущими версиями GPSS.
Все остальные операнды должны быть положительными целыми числами и задают размерность матрицы по соответствующему измерению:

B – задает максимальное значение индекса для первой размерности;

C – задает максимальное значение элементов для второй размерности:

D – задает максимальное значение элементов для третьей размерности;

E – задает максимальное значение элементов для четвертой размерности:

F – задает максимальное значение элементов для пятой размерности;

G – задает максимальное значение элементов для шестой размерности.

Только к первым двум размерностям матрицы можно обращаться в блоке **MSAVEVALUE**.

MSAVEVALUE Values,X\$Rownum,X\$Colnum,P\$Excel

MSAVEVALUE Transit+,X\$Ind1,X\$Ind2,1

Оператор значений

Оператор INITIAL позволяет задавать начальные значения сохраняемых величин (Savevalue), элементов матриц (Matrix) и логических ключей (Logicswitch).

INITIAL A [,B]

Значения операндов:

A – СЧА сохраняемых величин, элементов матриц или логических ключей. В операнде могут стоять:

LS<положительное целое>, LS\$<имя> – имя логического ключа;

X<положительное целое>, X\$<имя> – имя сохраняемой величины;

MX<положительное целое>() или MX\$<имя>() имя элемента матрицы.

B – устанавливаемое значение. Операнд может быть числом, строкой, именем или UNSPECIFIED.

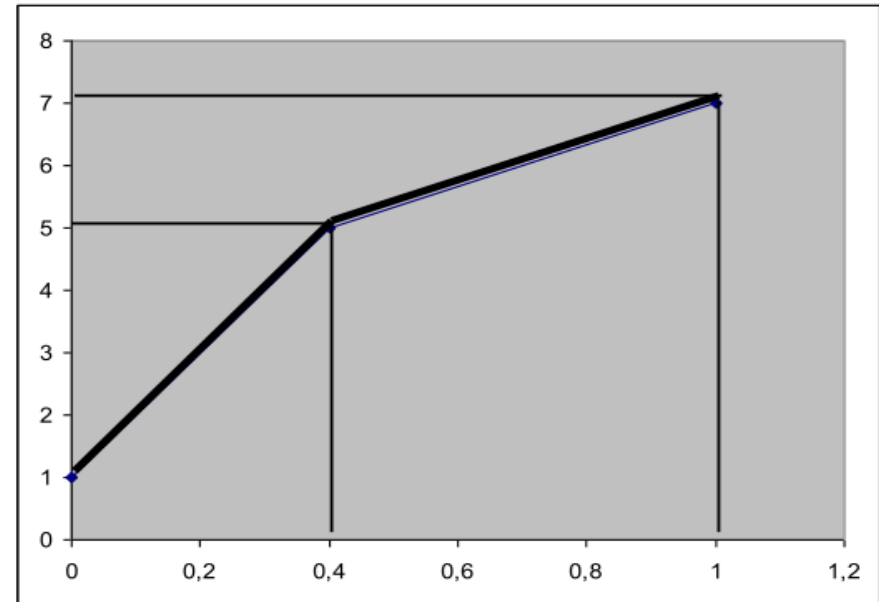
При выполнении оператора INITIAL значение, заданное операндом B, назначается логическому ключу, сохраняемой величине или элементу матрицы, определенному в операнде A. Если операнд A определен как логический ключ, то операнд B может быть только нулем или единицей.

Определение табличных функций

Оператор описания непрерывной функции

DISK FUNCTION RN1,C3

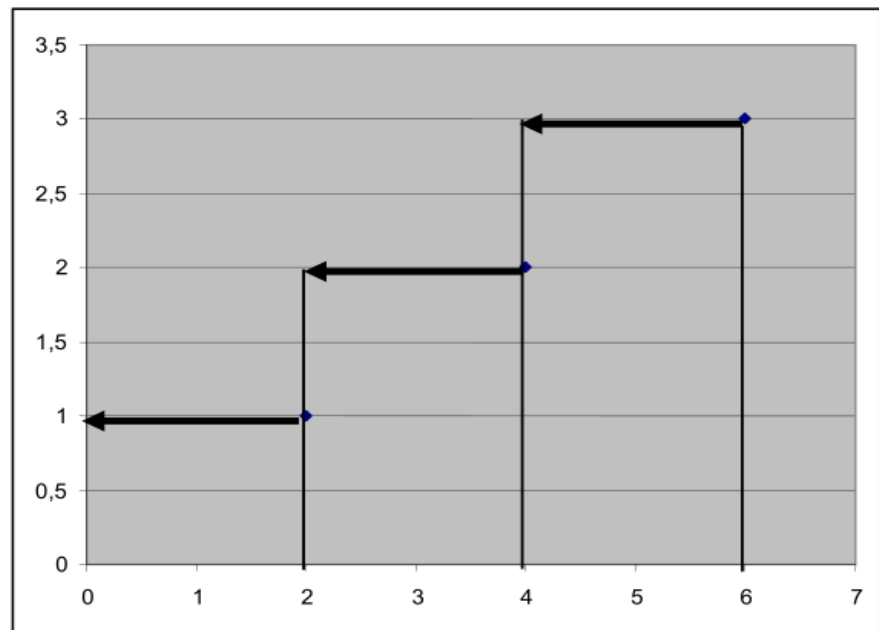
0,1/0.4,5/1,7



Оператор описания дискретной функции

CHANNEL FUNCTION P1,D3

2,1/4,2/6,3



ASSIGN DISK,(INT(FN\$DISK))

ASSIGN CHANNEL,FN\$CHANNEL

Определение табличных функций

Оператор описания дискретной атрибутивной функции

EDISK FUNCTION X\$Round,E5

1,\$\$STOR1/ 3,\$\$STOR2/ 5,\$\$STOR3/ 7,\$\$STOR4/ 9,\$\$STOR5

Оператор описания списковой атрибутивной функции

Mlist FUNCTION P1,M3

1,FN\$Funk1/2,FN\$Funk2/3,FN\$Funk3

Funk1 FUNCTION RN1,C3

0,1/0.4,5/1,7

Funk2 FUNCTION RN1,C2

0,3/1,8

Funk3 FUNCTION RN1,D3

0,1/0.4,5/1,7

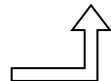
пример модели

```
DISK FUNCTION RN1,C3
0,1/0.75,2/1,4
CHANNEL FUNCTION P$DISK,D2
2,CHANNEL1/4,CHANNEL2

TimeF TABLE M1,0,20,30
Time_S QTABLE SYST,0,20,30

GENERATE (exponential(3,0,10))
QUEUE SYST
ASSIGN DISK,(int(FN$DISK))
ASSIGN KANAL, FN$CHANNEL
ASSIGN TSERV,(uniform(7,2,8))
QUEUE P$KANAL ; занять канал
SEIZE P$KANAL
DEPART P$KANAL
ADVANCE 2 ;передать данные
RELEASE P$KANAL
```

.....



.....

```
QUEUE P$DISK
SEIZE P$DISK ;занять диск
DEPART P$DISK
ADVANCE P$TSERV ;начать запись
PRIORITY 1 ;занять_диск_и_канал
QUEUE P$KANAL
SEIZE P$KANAL ; передать данные
DEPART P$KANAL
ADVANCE (exponential(5,0,5))
RELEASE P$KANAL ; закончили
RELEASE P$DISK ; обработку
TABULATE TimeF
DEPART SYST
TERMINATE

GENERATE 100000
TERMINATE 1
```

ещё пример модели

```
Mat1 MATRIX ,3,3
INITIAL MX$Mat1(1,1),6
INITIAL MX$Mat1(1,2),2
INITIAL MX$Mat1(1,3),5
INITIAL MX$Mat1(2,1),2
INITIAL MX$Mat1(2,2),4
INITIAL MX$Mat1(2,3),5
INITIAL MX$Mat1(3,1),6
INITIAL MX$Mat1(3,2),3
INITIAL MX$Mat1(3,3),1
```

```
Mat2 MATRIX ,3,3
INITIAL MX$Mat2(1,1),60
INITIAL MX$Mat2(1,2),20
INITIAL MX$Mat2(1,3),35
INITIAL MX$Mat2(2,1),65
INITIAL MX$Mat2(2,2),90
INITIAL MX$Mat2(2,3),10
INITIAL MX$Mat2(3,1),25
INITIAL MX$Mat2(3,2),30
INITIAL MX$Mat2(3,3),50
```

```
Fazas FUNCTION P1,D3
1,2/2,3/3,3
TypeR FUNCTION RN1,D3
.2,1/.6,2/1,3
```

```
GENERATE (Exponential(1,0,33))
ASSIGN 1, FN$TypeR
;в P1 = тип детали
Aaa ASSIGN 2, FN$Fazas
;в P2 = кол-во фаз обработки
Next SEIZE MX$Mat1(P1,P2)
;занять станок в этой фазе
Bbb ADVANCE MX$Mat2(P1,P2),5
;выполнить обработку
RELEASE MX$Mat1(P1,P2)
;освободить станок
Ccc LOOP 2,Next
;если не закончено - повторить

TERMINATE 1
```



В GPSS имеются блоки, обеспечивающие работу с семействами транзактов. Блок **SPLIT** создаёт копии (клоны) вошедшего в него транзакта.

SPLIT A,B,C

В поле **A** задается число создаваемых копий. После создания копий транзакт пытается перейти к следующему по номеру блоку.

Поле **B** задаёт имя блока, к которому переходят копии, но не родитель.

В поле **C** может быть задано имя Р-параметра, используемого для присвоения копиям последовательных номеров (для различения клонов).

Каждая копия становится членом семейства транзактов, порожденного исходным транзактом, который был создан в блоке GENERATE. Сам транзакт-родитель также входит в семейство.

Если копия транзакта входит в блок **SPLIT**, то и его вторичная копия становится членом того же семейства, что и первичная копия.

В модели одновременно может существовать произвольное число семейств, оно все время меняется, поскольку каждый генерируемый блоком GENERATE транзакт создает новое семейство из одного транзакта.

Номер семейства активного транзакта – в стандартном числовом атрибуте **A1**.

Понятие семейства используется блоками **ASSEMBLE, GATHER, MATCH, ADOPT**.

При имитационном моделировании обычно решаются два вида исследовательских задач -- прямая и обратная.

Прямая задача заключается в нахождении оценки математического ожидания какого-либо параметра моделируемой системы при заданном времени ее функционирования.

Обратная задача состоит в определении оценки математического ожидания времени функционирования моделируемой системы, за которое какой-либо ее показатель достигает заданного значения.