

СИСТЕМА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ GPSS/1С7

В. Ф. Мацула (Калининград)

Использовать имитационные модели на языке GPSS для проведения экспериментов можно с помощью различных программ: GPSS/H, GPSS/PC, GPSS World, MicroGPSS, WebGPSS, GPSS A95, Object GPSS [1]. Однако все перечисленные системы моделирования не лишены недостатков [2], что является причиной все еще довольно слабого применения метода имитационного моделирования в повседневной деятельности организаций. Повысить популярность имитационного моделирования и сделать его эффективным средством исследования для решения реальных задач управления можно, внедрив имитаторы GPSS в среду существующих и уже активно используемых в работе предприятий пакетов программ. Возможность создать актуальную имитационную модель и выполнить имитационные эксперименты в оболочке привычной программы автоматизации управления, без сомнения, может стать демонстрацией достоинств имитационного моделирования.

В нашей стране наиболее массовым программным средством, используемым для автоматизации управленческой деятельности, являются программы фирмы 1С [3]. Это популярные продукты семейства “1С:Предприятие 7.7” и “1С:Предприятие 8”. Эти программы содержат средства программирования (встроенный язык программирования (язык 1С) и *конфигуратор* для создания *конфигурации*) и средства исполнения конфигурации. Язык 1С является объектно-ориентированным и имеет широкий набор готовых объектов, функций и модулей. Встроенные средства работы с файловой системой, Интернет-технологиями, возможность подключения внешних модулей, написанных на других языках, делают его эффективным инструментом для разработки различных приложений, как традиционно учетно-управленческих, так и любых других, в том числе и средств моделирования.

Как показал подробный анализ алгоритма функционирования системы GPSS в целом и отдельных блоков [4,5], в системе “1С:Предприятие 7.7” вполне достаточно средств для разработки пакета имитационного моделирования. Это становится возможным за счет использования динамических структур *СписокЗначений* и *ТаблицаЗначений*, с помощью которых реализуются всевозможные списки и массивы для хранения данных. Большой набор встроенных функций обработки строк и различных структурных конструкций позволяет описать любые алгоритмы. Элементы *Процедура* и *Функция*, допускающие рекурсивные вызовы, позволяют легко разработать общий алгоритм имитации и алгоритмы отдельных блоков. Встроенные средства формирования отчетов, использующие механизмы запросов, обеспечивают вывод результатов в текстовой и табличной форме. Штатные механизмы работы с DBF, XML и текстовыми файлами позволяют организовать хранение исходных данных и результатов в стандартных форматах. Существенным достоинством является механизм выгрузки любых отчетов в форматы табличных процессоров (MS Office или Open Office), что делает возможной обработку результатов моделирования с помощью этих пакетов.

В докладе рассматривается реализация системы моделирования, основанной на языке GPSS, в среде “1С:Предприятие 7.7”. Такую систему будем называть GPSS/1С7.

В системе GPSS-1С7 используется версия языка GPSS, аналогичная языку GPSS/PC [5]. Модель на языке GPSS/1С7 хранится в текстовом файле с расширением .gp1 в кодировке Windows. Одна строка файла – это блок или карта языка GPSS. Каждая строка может содержать более 80 символов. Формат строки:

<номер> <имя блока> <блок> <доп. Операнд> <операнды>;<комментарий>

<Номер> определяет местоположение объекта в модели (хотя и не является обязательным), начинается в первой позиции строки, может быть целым или дробным десятичным числом.

<Имя блока> используется для пометки блока с целью последующей ссылки на него, начинается с символа, может содержать до 20 символов и цифр без пробела. Не допускается в качестве имени задавать строки, идентичные обозначениям стандартных числовых атрибутов (СЧА).

<Блок> описывает название операции, выполняемой над транзактом (заранее определенный перечень слов).

<доп. Операнд> используется для уточнения действия отдельных блоков (заранее определенный перечень слов).

<операнды> от **A** до **F** задают режим работы блока, состав операндов определяется назначением блока.

Между элементами строки должен быть как минимум один пробел. Если какого-либо элемента нет (например, доп. Операнда), пробел должен быть все равно. Поле <комментарий> может содержать любой произвольный текст, поясняющий назначение объекта, отделяется от поля операндов символом “;”. Если вместо имени блока введены символы “;” или “*” то вся строка воспринимается как строка-комментарий.

Обозначения объектов (блоков, устройств, памятей, ключей, функции, переменных, матриц, очередей и т.п.) могут задаваться числами или символьными именами. Имена, а также комментарии к модели могут записываться как латинскими, так и кириллическими символами. Это позволяет использовать в модели слова и выражения русского языка, сделать текст модели более понятным пользователю. Модельное время может быть не целым. Количество объектов, используемых в конкретной модели, не ограничено.

В состав языка с некоторыми исключениями включены основные элементы, встречающиеся в большинстве известных версий GPSS. В текущей версии системы GPSS/IC7 реализованы:

- карты: CLEAR, EQU, FUNCTION, INITIAL, MATRIX, RESET, RMULT, SIMULATE, STORAGE, VARIABLE, BVARIABLE, TABLE, QTABLE.

- блоки: GENERATE, TERMINATE, SEIZE, RELEASE, QUEUE, DEPART, PREEMPT, RETURN, ENTER, LEAVE, LINK, UNLINK, LOOP, ADVANCE, SELECT, PRIORITY, BUFFER, SAVEVALUE, MSAVEVALUE, TABULATE, ASSIGN, MARK, LOGIC, GATE, TEST, TRANSFER, SPLIT, ASSEMBLE, MATCH, SCAN, GATHER, JOIN, REMOVE, ALTER.

В рассматриваемой версии GPSS/IC7 можно использовать стандартные числовые атрибуты: C1, AC1, M1, MP, TG1, XN1, PR, RN, P, N, W, F, FI, FR, FC, FT, S, R, SR, SA, SM, SC, ST, SE, SF, Q, QA, QM, QC, QZ, QT, QX, TB, TC, TD, X, MX, FN, V, BV, LS. При обращении к этим СЧА можно указывать номер объекта или его символьное имя (с разделителем \$).

Некоторые элементы GPSS/PC не вошли в предлагаемую версию языка, так как необходимость в них отпадает из-за реализации аналогичных действий другими средствами (RESULT, SAVE, REPORT, RESULT и т.п.) или же они будут реализованы в последующих версиях системы (FAVAIL, FUNAVABLE, SAVAIL, SUNAVAIL, TRACE, UNTRACE, COUNT, EXAMIN, EXECUTE и т.п.). Кроме этого в язык добавлены ранее не встречавшиеся блоки (RECEIVE и SEND) [2], позволяющие использовать параметры не только текущего, но и любого транзакта, присутствующего в модели. На рис. 1 представлен пример модели на языке GPSS/IC7.

```

10 ; Тестовая модель GPSS/1С7 для
11 ; проверки генераторов случайных чисел
12 ;
13 ; Описание матриц и таблиц
14 1      MATRIX      ,1000,2; матрица для хранения случайных чисел
15 ТАБ_СЛЧ1 TABLE   P$СЛ_ЧИСЛО1,0,0.1,12; 1-я последовательность случайных чисел
16 ТАБ_СЛЧ2 TABLE   P$СЛ_ЧИСЛО2,0,0.1,12; 2-я последовательность случайных чисел
17 ; Основные блоки
18      GENERATE     1
19      ASSIGN       1,1000
20 ГЕН_СЛЧ ASSIGN    СЛ_ЧИСЛО1,RN1
21      MSAVEVALUE   1,P1,1,P$СЛ_ЧИСЛО1
22      ASSIGN       СЛ_ЧИСЛО2,RN2
23      MSAVEVALUE   1,P1,2,P$СЛ_ЧИСЛО2
24      TABULATE     ТАБ_СЛЧ1
25      TABULATE     ТАБ_СЛЧ2
26      LOOP         1,ГЕН_СЛЧ
27      TERMINATE    1
28      START        1

```

Рис. 1. Пример текста на языке GPSS/1С7

Система GPSS\1С7 разработана в виде объекта «отчет» (самостоятельный модуль на встроенном языке 1С) системы «1С:Предприятие 7.7» и может использоваться как в составе какой-либо *конфигурации* (внутренний отчет), так и отдельно в виде загружаемого файла (внешний отчет) с расширением .erf. Основные возможности GPSS/1С7 обеспечивают:

- процедуры *ЗагрузитьМодель*, *СохранитьМодель*, *ПроверитьМодель*, *ЗаписатьБлокВТекст*, *ЗаписатьКартуВТекст* (чтение, сохранение и проверка корректности модели);

- процедуры *Выполнить*, *ПервыйПроход*, *Продолжить*, *Имитация*, *СоздатьТранзакт*, *ДвижениеТранзакта*, *УдалитьТранзакт*, *ЗаписьВЦБС*, *ЗаписьВЦТС*, *СоздатьУстройство*, *СоздатьКлюч* и ряд других (осуществление процесса имитации);

- функции *ГенераторСлЧ*, *ВычислитьИнтервал*, *ЗначениеСЧА*, *МожноВойти*, *ПроверкаУсловия*, *БлокGENERATE*, *БлокTERMINATE*, *БлокSEIZE*, *БлокRELEASE* и т.п. (выполнение алгоритмов работы блоков);

- процедуры *РезультатыБлоки*, *РезультатыУстройства*, *РезультатыПамяти*, *РезультатыТаблицыГист* и т.п. (выдача результатов моделирования);

- процедуры *ВставитьБлок*, *ВставитьКарту*, *ИзменитьОбъект*, *УдалитьОбъект*, *ПриВыбореЗакладки*, *ПриВыбореБлокаКарты* и др. (организация интерфейса пользователя).

На рис. 2 представлен фрагмент процедуры *Имитация* на языке 1С.

После запуска системы на экране появляется окно с несколькими закладками (*Заставка*, *Модель*, *БлокиКарты*, *План*, *Результаты*, *Объекты*, *Цены*). При выборе закладки происходит переход в соответствующий названию режим работы:

- *Заставка* содержит общее описание системы и вызов справки;

- *Модель* обеспечивает загрузку, сохранение и редактирования модели с помощью встроенного текстового редактора 1С;

- *БлокиКарты* позволяет создавать и корректировать модель в режиме интерактивного формирования объектов;

- *План* позволяет составить план эксперимента, выбрав изменяемые блоки и карты для очередного этапа, и инициировать имитацию (до полного окончания или по шагам);

- *Результаты* выдает сведения о результатах имитации (общих или отдельных по объектам и СЧА);

– *Объекты* и *Цепи* позволяет просмотреть состояние объектов модели (блоков, устройств, очередей, памяти и т.п.) и цепей (цепь текущих событий, цепь будущих событий, цепь задержки и т.д.) в момент остановки моделирования.

```

Процедура Имитация ()
Пока СчетчикЧислаЗавершений>0 Цикл
    Движений=1;
    Пока Движений>0 Цикл
        Движений=0; ПерИм=1;
        Пока ПерИм<=ЦТС.КоличествоСтрок () Цикл
            ЦТС.ПолучитьСтрокуПоНомеру (ПерИм) ;
            НомерТранзакта=ЦТС.Транзакт; ДвижениеТранзакта (НомерТранзакта) ;
            Если СчетчикЧислаЗавершений<=0 Тогда
                Сообщить ("Моделирование завершено");
                Сообщить ("Время моделирования = ",Таймер); Возврат;
            КонецЕсли;
            ПерИм=ПерИм+1;
        КонецЦикла;
    КонецЦикла;
    Если ЦБС.КоличествоСтрок ()>0 Тогда
        ЦБС.Сортировать ("ВремяВыхода");
        Таймер=ЦБС.ПолучитьЗначение (1, "ВремяВыхода");
        Состояние (Таймер); Форма.Обновить (1); ЗаписьВЦТС ();
    Иначе
        АбсТаймер=АбсТаймер+Таймер;
        Сообщить ("Моделирование завершено");
        Сообщить ("Время моделирования = ",Таймер);
        Сообщить ("Абсолютное время моделирования = ",АбсТаймер);Возврат;
    Конецесли;
КонецЦикла;
КонецПроцедуры
    
```

Рис. 2. Процедура *Имитация* на языке 1С

Результаты моделирования могут быть показаны на экране в любой момент в текстовом, табличном или графическом виде. При этом все описания и пояснения выводятся на русском языке. Сформированные отчеты могут быть сохранены в формате .XLS для последующей обработки в электронной таблице.

На рис. 3 представлен фрагмент внешнего вида окна, содержащего данные, накопленные в объекте TABLE после прогона модели, приведенной на рис. 1. На рис. 4 показан фрагмент внешнего вида окна, где эти же данные представлены в виде гистограммы. На рис. 5 показан внешний вид системы GPSS/1С7 в режиме *БлокиКарты*.

Число элементов таблицы	Среднее значение аргумента	Стандартное отклонение	Сумма аргументов
1000	0.480	0.009	479.98

№ инт.	Верхняя границы	Наблюдаемая частота	Процент от всех	Суммарный процент	Суммар остат
1	0	120	12.00	12.00	
2	0.1	111	11.10	23.10	
3	0.2	93	9.30	32.40	
4	0.3	106	10.60	43.00	

Рис. 3. Фрагмент значений таблицы

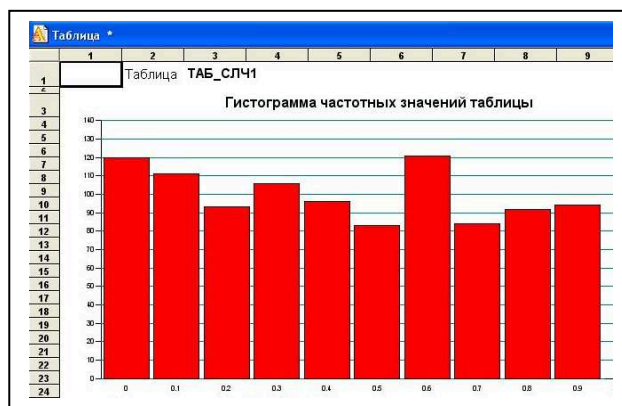


Рис. 4. Гистограмма по значениям таблицы

При необходимости окончательный текст имитационной модели, разработанной в среде GPSS/1С7, может быть вместе с оболочкой GPSS/1С7 оформлен в виде отдель-

ного файла, защищенного от редактирования. Такой файл можно передавать и использовать на любом компьютере, имеющем платформу “1С:Предприятие 7.7”.

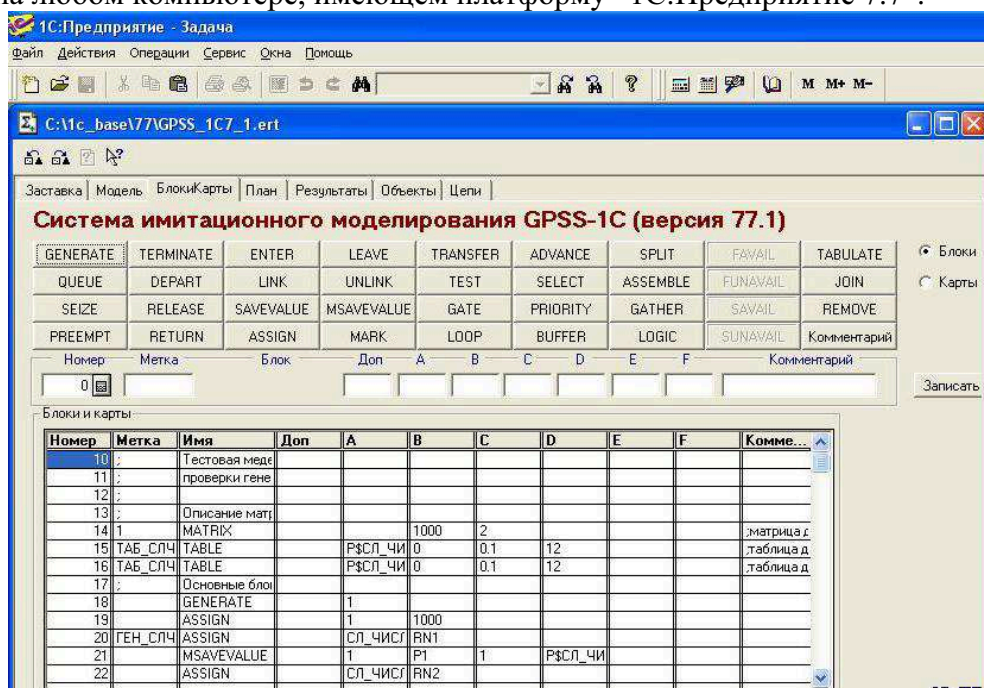


Рис. 5. Внешний вид системы GPSS/1C7 в режиме БлокиКарты

Результаты имитационных экспериментов на тестовых моделях, полученные в GPSS/1C7, сравнивались с результатами, полученными на этих же моделях в GPSS/PC. Наблюдалось некоторое расхождение, что обусловлено не совсем совершенным алгоритмом генерации случайных чисел, реализованным в GPSS/1C7.

В настоящее время продолжается доработка и тестирование текущей версии GPSS/1C7 (модификация генератора случайных чисел, включение недостающих блоков и возможность использовать тексты моделей с синтаксисом GPSS WORLD), ведутся работы над системой GPSS/1C8 для использования в среде “1С: Предприятие 8”. После этого будет выпущена окончательная версия, которая будет привлекательной как по коммерческим, так и функциональным показателям и позволит более широко использовать язык GPSS.

Литература

1. **Конюх В. Л., Игнатьев Я. Б., Зиновьев В. В.** Методы имитационного моделирования дискретных систем. Обзор программных продуктов. Кемеровский научный центр СО РАН, 2003.
2. **Мацула В. Ф., Мацула П. В.** Транслятор языка GPSS в кроссплатформенной системе имитационного моделирования // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «ИММОД 2009». Санкт-Петербург, 21–23 октября 2009 г. Том II. С. 314–318.
3. **Постовалов С. Н., Постовалова А. Ю.** 1С:Предприятие 7.7. Уроки программирования. Самоучитель. СПб: БХВ-Петербург, 2006. 320 с.
4. **Шрайбер Т. Дж.** Моделирование на GPSS. – М.: Машиностроение, 1980. 593 с.
5. Система программного обеспечения для имитационного моделирования на GPSS/PC. Версия 2. Калинин: Центрпрограммсистем, 1989. 200 с.