

**ПРИМЕНЕНИЕ GPSS-PC ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ****В. Ф. Мацула (Калининград)**

При разработке вычислительных систем (ВС), призванных управлять специализированной аппаратурой в реальном масштабе времени (РВ), существенную помощь может оказать имитационная модель, воспроизводящая процесс функционирования проектируемой системы. Исследование такой модели позволяет оценивать принимаемые проектные решения, выбирая наиболее удовлетворительные. При этом исследование можно выполнять на различных уровнях детализации в зависимости от решаемых задач.

При использовании GPSS-PC можно построить модель достаточно сложной ВС. Однако предоставление пользователю исходных данных и результатов моделирования в наглядной и понятной форме в ходе модельного эксперимента с программой на GPSS-PC представляется сложной задачей. В докладе рассматривается имитационная модель реальной ВС РВ, при разработке которой решалась такая проблема.

Эта ВС РВ предназначена для цифровой обработки сигналов. В ее состав входят каналы быстрого обмена данными и медленные магистрали ввода командной информации с управляющей ЦВМ высшего уровня. ВС имеет несколько режимов работы: ожидание, загрузка задачи на решение, работа и периодический контроль. Кроме режима «работа», все остальные являются «паразитными». Поэтому задача системы управления – обеспечить максимальную скорость выполнения полезных задач не только путем сокращения времени реализации неглавных режимов, но и возможным параллельным их выполнением с рабочими программами за счет эффективной организации вычислительного процесса.

Формально ВС РВ задается в виде сложной системы массового обслуживания (СМО), в которой представлены в виде «устройств»: ВПр – векторный процессор, МО1 – первый модуль обработки ВПр, МО2 – второй модуль обработки ВПр, БОИ – блок обмена информацией, СПр – скалярный процессор, УЦВМ – управляющая ЦВМ, ПрОб – процессор обмена, ПрУп – процессор управления, ЛУУ1 – локальное устройство управления 1, ЛУУ2 – локальное устройство управления 2, ЛУУ3 – локальное устройство управления 3, и в виде «памятей»: СОЗУ1 – первый буфер СОЗУ, СОЗУ2 – второй буфер СОЗУ, СОЗУ3 – третий буфер СОЗУ, СОЗУ4 – четвертый буфер СОЗУ, ОЗУР – ОЗУ результатов, БЗУ1 – буферное ОЗУ1, БЗУ2 – буферное ОЗУ2.

В СМО имеются потоки заявок:

- «задания» – заявки, моделирующие процесс функционирования ВС РВ по настройке СА для обработки потока данных в соответствии с заданным алгоритмом работы;
- «данные» – заявки, моделирующие процесс ввода исходных данных, их обработку и выдачу полученного результата.

Задания моделируются заявками разных типов, определяемых режимами работы СА. Задания поступают в систему через промежутки времени, распределенные по равномерному закону. Появление заданий любого типа равновероятно. Данные моделируются также заявками разных типов (в соответствии с типом задания).

Устройства, входящие в состав ВС РВ, взаимодействуют между собой в соответствии со сложным алгоритмом, выполняя 19 различных этапов обработки информации.

С точки зрения СМО устройство СОЗУ является объектом, из-за ресурсов которого конфликтуют потоки заданий. Каждый буфер СОЗУ представляется памятью с заданной емкостью, которая используется для записи или считывания информации. В любой момент времени два буфера СОЗУ используются для записи, а два других – для

считывания. Запись может осуществляться из БОИ и МО2, а считывание в МО1 и СПр. Буфера СОЗУ, выделенные для записи из МО2 и считывания в МО1, взаимно переключаются в течение всего периода обработки задания в ВПр. Переключение и переназначение происходит в том случае, если запись из МО2 закончена, а вычисления не закончены.

МО1 и МО2 представляются одним прибором. Время использования этого прибора соответствует времени обработки в нем данных, которое определяется типом задания. Каждому типу задания соответствует определенный алгоритм обработки сигналов, представляемый в модели количеством «прогонов». Каждый прогон заключается в считывании из буфера МО1 (в начальный момент из буфера БОИ), непосредственной обработке данных и записи в буфер МО2.

Обработка потока данных в ВПр состоит из четырех различных этапов. СПр предназначен для обработки информации, подготовленной ВПр. СПр осуществляет выдачу информации через БЗУ1 и в ОЗУР для последующей его доработки и дальнейшей перекачки в БЗУ2 и БФТИ.

Имитационная модель ВС РВ реализована в системе GPSS-PC и состоит из 950 блоков и карт.

Для анализа результатов могут использоваться как стандартные характеристики (непосредственно показываемые системой GPSS/PC), так и нестандартные (рассчитываемые по результатам имитации).

К нестандартным характеристикам относятся:

- количество заявок, потерянных при попытке занять прибор или память (количество отказов);
- вероятность возникновения отказов;
- характеристики времени (минимальное, максимальное, среднее, функция распределения) выполнения заданий и отдельных этапов заданий, времени обработки потоков данных;
- вероятность потерь данных.

Для возможности визуального контроля процесса имитации в модели используются средства анимации. В файле POSITION.GPS описаны формы фонового изображения, соответствующего различным фрагментам модели, окна встроенной помощи, внешний вид динамических элементов, отображаемых на экране при анимации. Движение реализуется в режиме прямого отображения при помощи транзактов, приписываемых к группе POSITION в GPSS-модели, и блоков MOVE. Анимационная картинка состоит из нескольких окон:

- первое окно – главный экран, в котором дается краткая информация о модели и указан перечень и назначение функциональных клавиш;
- во втором окне отображаются устройства, связанные с обработкой информации, и показывается состояние выполнения этапов обработки;
- в третьем окне отображается процесс заполнения буферов информацией, ее движение в ходе обработки и смена функций буферов;
- дополнительные окна играют роль справки о содержимом предыдущих окон и диалоговом управлении моделью.

К сожалению, GPSS-PC не позволяет показывать в окнах анимации символы кириллицы. Эта проблема устранена за счет формирования набора букв русского алфавита как элементов SHAPE в файле POSITION.GPS. При таком подходе первоначально файл POSITION.GPS готовится с использованием обычных символов кириллицы, а для непосредственного использования в модели перекодируется в соответствии с номерами разработанных кодов символов кириллицы (элементов SHAPE). Для перекодировки файла POSITION.GPS разработана специальная программа.

Кроме анимации и стандартных результатов моделирования, предоставляемых системой GPSS-PC, в модели предусмотрена возможность получения дополнительных таблиц с результатами и графиков, формируемых как в процессе моделирования, так и по его завершении и выводимых на экран, печатающее устройство или записываемых в текстовый файл. В таблицах содержатся исходные данные, стандартные и нестандартные результаты моделирования. Графики отображают время работы устройств в ходе выполнения этапов обработки информации. Модули формирования таблиц и графиков разработаны на языке Фортран и подключены к GPSS-модели посредством команды HELP.

Управление моделью осуществляется в Интерактивном режиме с помощью функциональных клавиш (F1, ..., F10), за каждой из которых закреплено некоторое действие. К сожалению, недопустимость перепрограммирования этих клавиш в пакете GPSS-PC после его запуска ограничивает число функций до десяти. В имитационной модели с помощью функциональных клавиш реализуется следующее:

- переход к окну справочной информации о модели, режимах ее работы, получаемых характеристиках и видах их представления, способах управления моделированием;
- повторный запуск имитационной модели с обнулением или без обнуления накопленных характеристик;
- вывод на экран таблиц с исходными данными моделирования;
- изменение исходных данных, их загрузка и запуск модели;
- сохранение полученных к данному моменту характеристик моделирования;
- формирование таблиц результатов и графиков, вывод их на экран, печать или в файл.

Модель разрабатывалась по заказу проектировщиков ВС, не являющихся специалистами в области имитационного моделирования. Эксперименты, проводимые ими с моделью, показали, что включение в модель на GPSS-PC средств анимации, русификации, дополнительных таблиц, графиков и интерактивных средств управления ускоряет процесс проведения экспериментов и повышает степень доверия пользователя к результатам, получаемым в ходе имитации.

Представляется целесообразным использовать предложенный подход и при разработке других моделей в системе GPSS-PC.