

Л и т е р а т у р а

1. Prits'kez A. *The GASP-IV simulation language*. J. Wiley, New York, 1974.
2. Schizbeiz T.J. *Simulation using GPSS*. J. Wiley, New York, 1974.
3. Общецелевая система моделирования GPSS/360. Вводные руководящие материалы для пользователей. М., НИИТЭХИМ, 1974.

И.В. Максимей, А.И. Полежаев

МОДЕЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС КАК ИНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

(Г о м е л ь)

При проектировании систем автоматизации экспериментов (САЭ) все чаще в качестве инструмента разработки используются имитационные модели САЭ. В ряде случаев САЭ обладают рядом особенностей, предъявляющих повышенные требования к процессу их создания, испытания и использования: большие размеры программ, рассредоточенные иногда на разных вычислительных средствах; разработка частей САЭ ведется различными коллективами и требует многократной информационной стыковки ее компонент в ходе программирования; необходимость создания алгоритмов управления вычислительным процессом с учетом ограничений на ресурсы памяти и времени счета. Программные имитационные модели (ПИМ) существенно сокращают сроки разработки САЭ. В настоящее время разработка ПИМ представляет трудоемкий процесс, сравнимый с созданием самих САЭ. Объясняется такое положение прежде всего тем, что существующие языки моделирования являются алгоритмическими и имеют низкий уровень технологии построения моделей больших систем. Кроме того, системы моделирования, реализующие эти языки, представляют мало средств для автоматизации этапа постановки экспериментов на моделях. Поэтому разработка средств автоматизации моделирования больших САЭ является актуальной.

Повышение уровня технологии моделирования САЭ означает, что должна быть обеспечена:

возможность наглядной записи алгоритмов ПИМ на равных уровнях детализации;

простота создания и модификации моделей;

развитые средства проведения имитационного эксперимента;

мощные средства сбора, обработки и анализа статистики;

возможность накопления и использования стандартных моделей.

Ниже описан комплекс для моделирования программных систем (КМП), обеспечивающий требуемый уровень технологии разработки ПИМ и использование моделей при конструировании САЭ.

1. Структура комплекса. КМП представляет собой сочетание средств описания ПИМ, средств описания обработки и анализа результатов моделирования, средств описания проведения экспериментов на моделях и программных подсистем, реализующих эти средства описания. В состав КМП входят:

язык описания моделей и транслятор;

управляющая программа моделирования (УПМ);

подсистема обработки результатов моделирования (ПОРМ);

подсистема планирования экспериментов на моделях (ППЭ);

подсистема архивов (ПА).

КМП конструирует ПИМ в соответствии с языком описания моделей. Блок является базовой единицей модели и состоит из кодовой части и базы локальных данных. Кодовая часть блока описывает алгоритмы работы с помощью алгоритмических операторов, обрабатывающих вычислительные аспекты блока "мгновенно" в модельном времени. Временные аспекты поведения блоков ПИМ отображаются операторами синхронизации. Статическая структура ПИМ описывается с помощью операторов структуры и описания данных. В качестве операторов управления счетом введены операторы структурного программирования выбор и повторение. Состав операторов синхронизации - традиционный для всех систем моделирования типа СИМУЛА. Набор системных функций языка обеспечивает доступ пользователя к информации УПМ. Операторы отладки обеспечивают возможность обращения ПИМ и блоков в процессе счета, прерывания и возобновления моделирования. Транслятор обеспечивает трансляцию компонент модели в объектный код. В качестве базового языка КМП выбран макроассемблер ЕС ЭВМ.

2. Функции основных подсистем. УПМ управляет процессом моделирования и состоит из набора подпрограмм, реализующих различные операторы моделирования и системных функций; набора та

лиц, отображающих текущее состояние модели, и ведущей программы, обеспечивающей выбор, активизацию блоков и изменение модельного времени. В функции УПМ входит также организация виртуальной памяти ИМ.

ПОРМ обладает языком обработки результатов моделирования и работает в режиме интерпретации директив обработки. ПОРМ обеспечивает: идентификацию обрабатываемой информации, задание способа обработки, статистическую обработку результатов моделирования, подготовку информации для других подсистем комплекса и передачу результатов работы другим подсистемам.

ППЭ позволяет формировать план эксперимента при поиске линейного приближения неизвестной функции показателя качества, а также реализовать парный регрессионный анализ результатов пассивного эксперимента. ППЭ также работает в режиме интерпретации. Подпрограммы ППЭ готовят управляющую информацию для блока задания начальных условий ИМ и записывают ее в архив комплекса.

ПА организует хранение, выборку и запоминание информации на всех этапах моделирования. Функционально ПА делится на системный архив (набор макрооператоров, модули блоков ИМ, библиотеки, подсистемы КМП) и информационный архив (результаты моделирования, обработки и анализа). В ПА имеется четыре типа библиотек:

библиотека стандартных блоков-имитаторов типовых устройств и программных компонент вычислительных систем (ВС);

библиотека стандартных моделей поведения внешней среды ВС;

библиотека специальных процедур моделирования псевдослучайных величин, аппроксимации эмпирических данных аналитическими распределениями, корреляционного и дисперсионного анализа;

библиотека сервисных процедур контакта КМП с пользователями.

3. Реализация комплекса. КМП реализован на ЭВМ М-4030 в рамках ДЭС ЕС. ПА использует стандартные средства управления данными ДЭС ЕС. КМП представляет собой открытую систему. Пользователь может пополнять библиотеки комплекса по результатам работы частных ИМ. Это позволяет специализировать КМП по областям применения. Существующие библиотеки блоков и моделей ориентируют КМП на использование его при разработке архитектуры ВС. Подсистемы КМП могут работать автономно, что дает возможность использовать соответствующие подсистемы и как составные части САЭ, обеспечивающие хранение и обработку результатов эксперимента. Реализация ПОРМ и

ППЭ на ФОРТРАНЕ и возможность пополнения директив этих подсистем позволяют адаптировать их для работы в составе математического обеспечения САЭ. КМП обеспечивает пользователя виртуальной графикой. Это позволяет конструировать ПИМ из библиотечных модулей последовательно увеличивать уровень детализации блоков ПИМ постепенно переходить к реальной САЭ, используя части ПИМ для САЭ.

4. Дальнейшее развитие комплекса. Для дальнейшего повышения уровня технологии разработки ПИМ нужно продолжить пополнение библиотек КМП по следующим направлениям:

стандартизация классов моделей внешней среды по областям применения; механизмы, заложенные в основу КМП, позволяют пополнять библиотеку стандартных моделей поведения внешней среды самим разработчикам САЭ;

стандартизация средств моделирования; пока в этом направлении удалось выделить ряд блоков-имитаторов оборудования и компонент ОС; пользователи могут пополнять библиотеку стандартных процессов новыми блоками на основе собственных разработок, специализируя КМП по областям применения;

расширение специальных функций КМП за счет включения в библиотеку специальных процедур; программ оптимизации, проверки целостности моделей объекту и программам, реализующих алгоритмы планирования машинного эксперимента.

Существенным для повышения уровня технологии создания и пользования ПИМ является введение в КМП средств обеспечения организации моделирования в режиме диалога. Сочетание пакетного диалогового режимов моделирования САЭ существенно облегчит проработку архитектуры и состава САЭ. Эти функции в КМП предполагается реализовать на основе расширения подсистемы ППЭ.