

агрегатных измерительных средств, подключаемых к магистрали интерфейса в стандарте МЭК при компоновке АСНИ,

Л и т е р а т у р а

1. Ц в е т к о в Э.И. Развитие работ по созданию измерительно-вычислительных комплексов. Приборы и системы управления, 1980, № 1, с. 17.
2. Г о р е л и к о в Н.И., Д о м а р а ц к и й А.Н. и др. Универсальный интерфейс к приборной магистрали по стандарту МЭК. Приборы и системы управления, 1978, № 4, с. 18.
3. Г о р е л и к о в Н.И., Д о м а р а ц к и й А.Н. и др. Требования к системным функциям измерительных приборов по стандарту МЭК. Приборы и системы управления, 1980, № 6, с. 26.
4. Е р а ш к и н Г.Д., К а м е н е ц к и й И.Л. и др. Реализация приборного интерфейса в средствах АСЭТ. Труды ВНИИЭП "Измерительно-вычислительные системы и измерительно-вычислительные комплексы", 1978, с. 12.
5. Л о п а т и н В.И., Р е з н и к Ю.О. Стандартный интерфейс для измерительно-вычислительных систем. Зарубежная радиоэлектроника, 1979, № 4, с. 3.

УДК 681.3.06:51

Е.Ю.Ш а х т а р и н

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ АСНИ

Бурное развитие средств автоматизации научного исследования привело к необходимости создания инструментальной системы для проектирования программных комплексов. Программный комплекс в АСНИ это, с одной стороны - конкретное математическое обеспечение, которым наполняется автоматизированная установка с целью проведения эксперимента, с другой стороны - это программное обеспечение, позволяющее проектировать новые установки. Сложность

разработки комплекса подразумевает наличие языка программирования. В связи с общностью объекта можно предположить, что единый комплекс инструментальных средств программирования, объединенный одной идеологией, окажется более эффективным. Очевидно, что для этой цели должен быть использован язык высокого уровня.

Проблема выбора такого языка сводится к решению ряда вопросов обеспечения эффективности программы и удобства использования языка.

Сформулируем требования к выбору базового инструментального языка программирования.

Программное обеспечение для создания и эксплуатации АСНИ представляет собой большие комплексы взаимодействующих программ. Общее число операторов в таких комплексах измеряется десятками тысяч, причем вычисления, в основном, имеют логико-комбинаторный характер. Поэтому разработчики АСНИ вынуждены преодолевать помимо трудностей по исследованию и построению алгоритмов, также значительные трудности при программной реализации АСНИ. В связи с этим сроки внедрения могут оказаться практически неприемлемыми, что вынудит разработчиков сузить возможности системы, уменьшив тем самым время разработки.

Казадось бы, что переход к использованию алгоритмических языков высокого уровня (в том числе специализированных) и модульному построению АСНИ спасет положение. Однако это не решает полностью задачу повышения производительности труда программиста, поскольку принципы программирования на языках мало отличаются от используемых при программировании на автокодах.

Развившийся за последние годы структурный подход является принципиально новым и эффективным средством преодоления трудностей программирования. Основой этого подхода является метод структурного построения программ [1] (конструирование сверху-вниз) и языковые средства, позволяющие описывать структурные программы. В настоящее время созданы структурные языки [2], структурные расширения существующих алгоритмических языков [3, 4].

Очевидно, методология создания АСНИ должна базироваться на структурном подходе, а в качестве инструмента должен быть выбран структурный язык.

Важным этапом проектирования АСНИ является моделирование создаваемой системы. При построении достаточно сложных систем этап моделирования не может быть опущен, так как моделирование позволя-

ет проверить реализуемость системы и провести оптимизацию по множеству рассматриваемых вариантов проекта. Так как АСНИ представляет собой комплекс одновременно функционирующих и взаимодействующих элементов, используемый для построения адекватной модели язык должен содержать средства описания параллельных процессов.

Многообразие разнотипных систем АСНИ требует построения соответствующих проблемных расширений инструментального языка. Проще всего расширение инструментального языка обеспечивается наличием макросредств. Макросредства являются также неотъемлемой частью развитого структурного языка, обеспечивают процесс генерации конкретных вариантов программного обеспечения.

В связи с тем, что в процессе проектирования и эксплуатации АСНИ используются разнотипные ЭВМ (как правило, ЕС и СМ), инструментальный язык должен способствовать мобильности программ, т.е. возможности переноса программ между разнотипными вычислительными установками. Наконец, важное требование, предъявляемое к инструментальному языку, - эффективность получаемых рабочих программ. Эффективность имеет особое значение в характерных для АСНИ задачах моделирования и реального времени.

Итак, инструментальный язык должен быть мобильным языком высокого уровня, ориентированным на применение методологии структурного программирования, обеспечивающим высокую эффективность программ, содержащих средства макрогенерации и моделирования.

В 1975 г. в Уральском политехническом институте (УПИ) и институте математики и механики УНЦ АН СССР разработан структурный вариант языка ФОРТРАН.

Первоначальный вариант структурного ФОРТРАНА (СФ) содержал макроязык и классические структурные операторы типа условного цикла. Вследствие наличия макросредств СФ является расширяемым языком. Вторая версия языка [4], полученная расширением исходной, содержала дополнительный набор структурных операторов: операторы выбора, управления циклом, средства структурной сегментации. В последующее время на вычислительном центре УПИ выполнен ряд расширений СФ, в частности, до системы моделирования [5]. В настоящее время в состав языка входят: макроязык *СРМ* [6], средства структурного программирования, язык обработки строк символов, подсистема формирования документов произвольной структуры, язык двусвязных списков, подсистема моделирования дискретных процессов, средства иерархического доступа к библиотечным наборам данных.

Важным аспектом технологии формирования является документирование программы. Система СФ содержит средства подготовки и тиражирования программного проекта.

С помощью этих средств подготовлены описания и инструкции по эксплуатации системы. Специальные средства позволяют создавать дистрибутивные магнитные ленты, содержащие лобу (или все) подсистемы СФ вместе с эксплуатационной документацией.

В настоящее время система СФ работает под управлением ОС и ДОС ЕС ЭВМ и мониторной системы "Дубна" БЭСМ-6, производится перевод системы на СМ ЭВМ.

Систему СФ характеризуют качества, необходимые для инструментального языка: богатство изобразительных средств, расширяемость, структурность, эффективность, мобильность как самой системы, так и написанных на СФ программ.

К недостатку языка, характерному для ФОРТРАН-идеологии, следует отнести отсутствие единой концептуальной основы построения изобразительных средств языка. Аппарат расширения языка не сглаживает полностью этот недостаток. Расширение языка, особенно в части структурных данных, иногда приводит к искусственным конструкциям.

Пятилетний опыт эксплуатации системы в ряде организаций позволяет дать высокую оценку языку. Опыт подтверждает значительное повышение качества как процесса программирования, так и программного продукта.

В применении к задачам АСНИ простой и удобный аппарат расширения языка, в совокупности с подсистемой моделирования, может быть использован для построения кросс-систем, предназначенных для наполнения математическим обеспечением как реальных установок АСНИ, так и их моделей (эмуляторов) при проектировании новых средств автоматизации.

Л и т е р а т у р а .

1. С и т н и к о в И.О., Ш а х т а р и н Е.Ю. Система структурного программирования на ФОРТРАНЕ. - В кн.: Тезисы докладов Всесоюзного семинара "Моделирование дискретных управляющих и вычислительных систем" 30 мая - 1 июня 1978г. Челябинск, с.51-53.

2. Шахтарин Е.Ю. Система моделирования дискретных процессов. - В кн.: Автоматизация проектирования радио-электронной аппаратуры и средств вычислительной техники. Межвузовский сборник, вып. I. Свердловск (в печати).
3. Миллс Х. Программирование больших систем по принципу сверху-вниз. - В кн.: Средства отладки больших систем. - М.: Статистика, 1977, с. 41-56.
4. Вирт Н. Систематическое программирование. - М.: Мир, 1977, 183 с.
5. *Hozowitz E. FORTRAN: Can it be structured - should it be? Computer (USA), 1975, 8, №6, p.479-484.*
6. *Stauchey C.A. general purpose macrogenerator, The Computer J. N3, 1965, p.225-241.*

УДК 001.89:001.5

А.А.Немоляев

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСОВ АСНИ

Системой обучения (СО) в составе АСНИ называется система, состоящая из программно-аппаратного комплекса, предназначенного для обучения, во-первых, методике эксперимента, во-вторых, непосредственно процессу проведения эксперимента на экспериментальной установке.

С точки зрения обучения, СО может выполнять следующие функции: предъявление теоретического материала, скомпонованного в информационные кадры, выдача контрольных вопросов и заданий и проверка правильности ответов на них с выдачей информации об ошибках, анализ и подготовка управляющих воздействий на объект исследования, анализ результатов эксперимента с выдачей рекомендаций и комментариев, ведение архива обучаемых.

Функционирование СО в составе АСНИ (рис. I) можно условно разделить на две стадии: подготовительную и стадию обучения проведению эксперимента.