Использование систем CAD/CAM для получения управляющих программ в автоматическом режиме.

# О системах управления процессами программирования автоматизации управления технологическими процессами

**Пакеты прикладных программ автоматизированных систем**, в отличие от языков реального времени, предназначенных для облегчения программирования, используются для замены программирования конструированием ПО систем управления технологическими процессами из готовых элементов, ППП классифицируют по входному языку и принципу производства про­грамм. Языки делят на четыре типа: фиксированных позиций; разделителей; ключевых слов; повествовательные.

С точки зрения принципа генерации программ ППП разделяют на сле­дующие:

* генераторы программ, составляющие текст программного комплекса на языке, допускаемом операционной системой УВК;
* интерпретаторы, служащие для выполнения исходных программ путем сканирования исходных текстов в реальном времени;
* параметрические системы, сочетающие предварительную компиляцию исходного текста с последующей интерпретацией результата компиляции.

В общем случае пакет модулей состоит из набора модулей и управляю­щей программы (монитора пакета) — специальной программы, которая по формулировке задачи на входном языке пакета автоматически организует вызов нужных модулей в нужной последовательности и обеспечивает обмен информацией между ними.

Существуют два типа мониторов пакетов — специализированный и уни­версальный.

Специализированный монитор пакетов автоматизированных систем в зависимости от исходных дан­ных реализует одну из заранее определенных последовательностей модулей.

Такие пакеты подобны программным комплексам, но отличаются от них мо­дульностью своих программ и стандартизацией информационных связей между ними. .

Универсальный монитор пакетов автоматизированных систем сам строит последовательность модулей, реализующую вычислительный процесс, на основе общих сведений о связях между модулями, их аргументами и результатами. В универсаль­ный монитор можно вводить любой набор модулей, образуя тем самым пакеты для решения любого класса задач. В системе со специализированным мони­тором смена пакета требует замены самого монитора.

Предметная область систем автоматизации — множество задач, решаемых системой — определяется в основном одним программным и двумя информационными масси­вами: набором модулей, перечнем стандартных величин и графом предметной области, задающим связи между стандартными величинами и модулями системы.

Модуль систем автоматизации — программа, аргументами и результатами которой являются стандартные величины.

Стандартные величины предметной области систем автоматизации — аргументы и результаты.

Граф предметной области систем автоматизации — ориентированный граф с вершинами, соот­ветствующими стандартным величинам, и вершинами, соответствующими модулям. Ребра связывают только вершины разных типов.

Модель предметной области и системы служит базой для оперативной части системы (монитора), выполняющей основные функции системы; запись, чтение и вычисление значений стандартных величин.

Важными составляющими ППП являются блоки ввода, вывода, памяти и процессор.

Блок ввода систем автоматизации осуществляет ввод в специальные области блока памяти текста, содержащего формулировку задачи (программного задания) и значений стандартных величин, необходимых по ходу работы.

Блок вывода систем автоматизации выводит результаты.

Блок памяти систем автоматизации предназначен для хранения программного задания модулей системы, их аргументов, результатов и промежуточных величин.

Процессор систем автоматизации модульной системы представляет группу программ, про­изводящих выполнение требуемого модуля.

**Автоматизированная система программирования реального времени автоматизированных систем** является диалоговой системой параметрического типа и позволяет генерировать ПО систем управления технологическими процессами в реальном времени. АСП-РВ обладает как характерными чертами инструментальной системы программи­рования (возможность генерации новых ППП), так и чертами, присущими ППП, реализующим традиционный способ разработки ПО (компоновка из готовых функциональных модулей путем редактирования связей).

Ядро системы АСП-РВ систем управления технологическими процессами составляет исполнительный программный ком­плекс, в котором отдельные функциональные модули увязаны по взаимодей­ствию в единую систему в соответствии с имеющейся математической мо­делью АСУ ТП. Настройку программного комплекса на конкретные алго­ритмы осуществляют по параметрам, задаваемым пользователем на входном языке системы. Сгенерированное ПО конкретной АСУ ТП — совокупность программного комплекса и таблиц настроек. Система обеспечивает возмож­ность коррекции и автоматического документирования алгоритмов в процес­се эксплуатации, существенно облегчает работу пользователя, освобождая его от необходимости комплексной увязки модулей.

Исполнительный программный комплекс автоматизированных систем базируется на наборах функцио­нальных и организующих (системных) программных модулей. Он состоит из трех частей: стандартной ОС, специально разработанной ОС и двух сис­темных программ (интерпретатора и диспетчера задач). Таблицы настроек раз­делены на базу данных и библиотеку операционных модулей, содержащих соответственно настройки функциональных и организующих модулей. Теку­щая информация о состоянии объекта управления представляется численными значениями переменных, помещаемых в базу данных, а также событиями, накапливаемыми по мере их поступления в специальном буфере событий. Факт появления события устанавливается либо программным путем при проверке заранее определенного соотношения между переменными, либо задается извне.

Функционирование ЛСП-РВ систем управления технологическими процессами начинается с запуска диспетчера задач, который инициирует запуск системы. Далее работает интерпретатор, отыскивающий в базе данных таблицу настроек, соответствующих задаче назначена на выполнение, и последовательно запускает указанные в ней функцио­нальные модули, сообщая им параметры. В процессе работы опрашиваются датчики, вычисляются технико-экономические показатели и управляющие воздействия, проверяются условия и фиксируются соответствующие события. Диспетчер задач анализирует содержимое буфера событий и изменяет статус отдельных задач в таблице задач в соответствии с настройками, занесенными в библиотеку операционных модулей и т. д.

Отладка осуществляется с помощью ретрансляции созданной системы специального ПО систем управления технологическими процессами на язык, близкий естественному. Реализация такого под­хода облегчается тем, что оба раздела, на которые делятся законченные про­граммы — операционный и раздел задач, разрабатываются и отлаживаются самостоятельно, а объединяются лишь на завершающем этапе.

В функции ретранслятора входит также документирование эксплуати­руемых алгоритмов в их текущем состоянии.

**Система управления процессами автоматизированных систем** PMS (Process Management System.) разработана фирмой Ферранти и предназначена для управления процессами в реальном времени. PMS представляет собой скоординированную систему взаимосвязанных пакетов и обеспечивает следующие функции: не­прерывное управление, дискретное управление, протоколирование, управле­ние данными, управление при сбоях, визуальную связь.

Первоначальные идентификаторы, используемые при проектировании системы, сохраняются для прямых ссылок, что значительно облегчает на­стройки и регулировки системы соотношения между переменными.

Кроме информационных и управля­ющих функций PMS обеспечивает вы­полнение различных оптимизацион­ных процедур, используя методы регрессионного анализа, линейного программирования и т. п. Система позволяет создавать и отлаживать новые задачи в процессе нормальной работы, для чего введены основная и фоновая области. Передача данных в отлаживаемые задачи фоновой об­ласти происходит по идентификаторам, использованным при проектировании основной системы.

Структуру PMS определяют две особенности: различные функции сис­темы реализуются посредством установления взаимосвязей между стандарт­ными конструктивными блоками или алгоритмами; программы PMS выпол­няются в режиме интерпретации.

Набор отдельных функций известен в системе как активность, которая, в свою очередь, состоит из ряда алгоритмов. Активность начинается с заго­ловка (Header), содержащего ее характеристики (например, имя н т. п.). Заголовки всех активностей сгруппированы в список (INDEX). К каждому заголовку в свою очередь присоединена соответствующая цепочка алгоритмов (ADG), занимающая часть области памяти (ADA). Запоминаются только имена алгоритмов. Коды программы хранятся в центральной библио­теке. Данные, необходимые для выполнения алгоритма, запоминаются за именем алгоритма в специальном блоке (ALG DATA). Условия выполнения активности (выбранная частота включения, выполнение заданной комбинации внешних условий) расположены в первом блоке ALQ DATA в цепочке, называемой входным списком (Input DaTa List). Проверку этих условий и реализацию последовательного выполнения алгоритмов осуществляет программа EXECUTOR. Она проверяет каждый заголовок в индексе определяет, должен ли он быть введен. После завершения проверки по каждому заголовку начинается выполнение активностей согласно сход приоритетов. Выбрав первую активность на выполнение, EXECUTOR проверяет цепочку алгоритмов» идентифицирует 1-й алгоритм, располагает в определенном порядке необходимые данные» выполняет алгоритм и продолжает просмотр цепочки. Этот процесс ведется непрерывно либо до конца (активности), либо, в зависимости от функции, которую эта активность представляет, до достижения некоторой естественной точки прерывание, например, ожидания внешнего события. В этом случае вводится следующая активность. В процессе вычислений активность использует данные, снимаемые с реального объекта. Кроме того, активности могут сами генерировать данные. EXECUTOR обрабатывает два вида списков данных: список входных данных IDL (Input Data List) и список выходных данных ODL. Обслуживание аппаратуры (PROCESS INTERFACE) осущест­вляют соответствующие драйверы (Input — Output Drivers).

Проверку и модификацию данных систем управления технологическими процессами осуществляет INSPECTOR, служащей интерфейсом между аппаратурой оператора (OPERATOR INTERFACE) я сис­темными данными.

Большинство данных в P.MS систем управления технологическими процессами идентифицируется ссылками на активность, а затем, с помощью параметров, внутри активности. Исключением являются данные, запоминаемые в фиксированных списках IDL и ODL. Точно опреде­лив элемент данных, достаточно просто расширить свойства системы, изменяя системные параметры н другие данные в процессе функционирования. Изме­нение структуры системы посредством создания новых активностей (либо мо­дификации существующих) реализуется программой CONSTRUCTOR. Эта программа получает ряд инструкций от оператора или с некоторого носителя [(Construction Incstructions), идентифицирует тип создаваемой активности, 'ее алгоритм, взаимосвязи и данные я выдает заголовок активности я цепочку алгоритмов. Инструкции для CONSTRUCTOR пишутся на языке PML.

**Генератор программного обеспечения автоматизированных систем, автономный** (ГПО-А) является генератором программ с табличным входным языком, формирующим про­граммы на языке ФОРТРАН М-6000 из набора унифицированных програм­мных модулей. В качестве модулей можно использовать программы на языке ФОРТРАН (версии I и IV) и подпрограммы на мнемокоде и АЛГОЛе, допускающие обращение из программ, написанных на Фортране. Технологи­ческие функции, охватываемые системой, определяются составом библиотеки программных модулей. Процесс генерации протекает в три этапа. Вначале задачи, заданные пользователем на уровне модулей, преобразуются в задачи для операционной системы. Затем распределяется общая область памяти. На заключительном этапе осуществляется компоновка задач в соответствии с требованиями языка ФОРТРАН и операционной системы реального времени. Сгенерированный текст выводится на перфоленту в символьном формате, Концепция системы предполагает, что библиотека унифицированных програм­мных модулей готовится пользователями. При этом каждый из них должен быть параметризован, т. е. должны быть выделены все константы и перемен­ные, с помощью которых модуль можно настроить на конкретные входные и выходные данные, вариант алгоритма и операционную систему. Параметры описываются в паспорте модуля, в котором также указывается язык програм­мирования, затраты времени на однократное исполнение, описание формаль­ных параметров, внутренних переменных и пр.

Конкретная программа пользователя компонуется в виде нескольких подсистем, каждая из которых содержит одну или несколько задач. Отдель­ная задача представляется в виде совокупности модулей. Взаимодействие мо­дулей внутри задачи и связи между задачами и подсистемами описываются с помощью таблиц, заполняемых пользователем.

**Пакеты программных модулей автоматизированных систем АСПО**. Кроме основного пакета-модулей, предназначенного для создания операционных систем, в АСПО входят также другие пакеты модулей. Пакеты можно условно разделить на четыре группы: пакеты для компоновки специализированных програм­мных систем; библиотеки общего назначения; проблемно-ориентированные пакеты программных модулей; пакет системы подготовки программ. В основе пакетов лежит использование библиотек макроопределений и стандартных подпрограмм. Генерацию осуществляет макрогенератор.

Пакеты для компоновки специализированных программных систем. Из разрабатываемых в рамках АСПО паке­тов модулей этой группы необходимо выделить пакеты программных модулей для выполнения следующих функций: компоновки систем управления фай­лами; работы с графической информацией; работы с линиями связи; компо­новки систем пакетной обработки; компоновки много пультовых систем; по­строения распределенных систем; контроля и диагностики вычислительного комплекса.

Библиотеки общего назначения. В этот пакет входят следующие библиотеки:

* системных макроопределений, содержащая макроопределения связи с операционными системами и макроопределения часто встречающихся макро- операций;
* программ для работы в реальном масштабе времени, которые обеспечи­вают ввод-вывод и обработку аналоговой и дискретной технологической ин­формации;
* стандартных математических подпрограмм, состоящая из подпрограмм вычисления значений элементарных функций других вспомогательных подпрограмм;
* программ численного анализа, содержащая программы решения систем линейных алгебраических уравнений, систем дифференциальных уравнений, матричных вычислений и т. д.;
* программ обработки статистической информации;
* программ сортировки-слияния массивов информации.

Проблемно-ориентированные пакеты програм­мных модулей систем управления технологическими процессами. В соответствии с основными областями использова­ния вычислительных комплексов М-7000 АСВТ-М в первую очередь разраба­тываются пакеты программ для систем управления технологическими про­цессами, автоматизации научного эксперимента, информационно-поисковых систем, систем обработки и коммутации сообщений.

Пакет программных модулей для компоновки систем управления технологическими процессами позволяет автоматизировать подготовку программ сбора, первичной обработки информации и управления технологическими процессами. Содержащийся в пакете набор макроопределений позволяет на языке макрокоманд описывать источники аналоговой и дискретной информации и задавать об­работку для каждой точки или группы точек. Для аналоговых датчиков можно указать расчет действительных значений, линеаризацию, согласование, вве­дение поправок по температуре и давлению, требуемый контроль за ходом технологического процесса и т. д.

Дальнейшее развитие автоматизации проектирования ПО АСУ ТП долж­но обеспечить решение следующих открытых задач:

1. Деление системы программ на части, обеспечивающие технологичность ее изготовления, документирования и эксплуатации систем управления технологическими процессами.
2. Организация изготовления системы программ коллективом програм­мистов, выработка принципов распараллеливания работ и окончательной сборки программного продукта.
3. Прием результатов работы каждого программиста, группы (бригады) и всего коллектива.
4. Оформление документации на составные части систем управления технологическими процессами и весь проект в целом. Связь документации на программный продукт с единой системой конструк­торской документации.
5. Изготовление избыточных программных систем, устойчивых (некри­тичных) к ошибкам, не выявленным на этапе проектирования, и допускаю­щих их нейтрализацию в процессе эксплуатации.
6. Принципы погружения разрабатываемой системы программ в сущест­вующее ПО на аппаратуру ЦВМ.
7. Отладка программ систем управления технологическими процессами, средства и техника ее автоматизации. Доказа­тельство правильности программ. Тестовая проверка программ. Построение диагностирующих тестов, определяющих место и характер ошибок в отла­живаемой программе.
8. Совершенствование технической базы систем управления технологическими процессами, в том числе разработка архи­тектуры ЦВМ, для которой существенно упрощается производство систем программ. Специализированные средства (технологическая оснастка) для по­вышения производительности труда программистов.
9. Разработка системы документооборота систем управления технологическими процессами, обеспечивающей формализа­цию отношений между исполнителями, заказчиком и пользователем. Сбор и обработка статистического материала для промышленных программных систем. Разработка системы нормирования труда программистов.
10. Социальные аспекты: оплата труда, обучение, патентно-лицензион­ное право и т. д.