

Система интерактивного контроля и корректировки  
управляющих программ для технологических автоматов  
Масалович А.И. Вопросы радиоэлектроники, N 11, 1988

ВОПРОСЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Выпуск II

Серия

1988

Электронная вычислительная техника

УДК 681.327.02

Масалович А.И.

СИСТЕМА ИНТЕРАКТИВНОГО КОНТРОЛЯ И КОРРЕКТИРОВКИ  
УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АВТОМАТОВ

Рассматривается комплекс программных средств контроля и корректировки управляющих программ для технологических автоматов штипа производства многослойных печатных плат. В основе комплекса лежит программа моделирования хода работы технологических автоматов средствами машинной графики. Предложен язык графического представления команд технологического оборудования для их непосредственной интерпретации. Использование указанного комплекса позволяет выявлять ошибки в технологической документации до изготовления опытных образцов печатных плат, что существенно снижает сроки и стоимость проектирования.

Заключительным этапом работы системы автоматизированного проектирования печатных плат (ПП) является выпуск управляющих программ (УП) для технологических автоматов (ТА). Своевременное обнаружение ошибок в УП имеет существенное значение, поскольку позволяет корректировать технологическую документацию до поступления ее в производство. В качестве средства контроля УП на этапе проектирования была предложена система моделирования средствами машинной графики основных стадий производства ПП [1]. Компонентами системы моделирования являются программные модели технологических автоматов, с достаточной точностью имитирующие работу этих устройств.

Набор программных моделей охватывает широкий спектр технологических автоматов по производству ПП — координатографов, сверлильных станков, устройств контроля монтажа.

Работу системы моделирования можно представить следующим образом. Комплект УП, подготовленный для передачи в производство, повторно вводится в ЭВМ и проходит перекодировку и синтаксический контроль. Затем на экране графического дисплея имитируется процесс работы соответствующего станка. Визуальный контроль процесса сопровождается программным контролем. Последовательно моделируя работу технологических автоматов, система формирует в оперативной памяти структурную модель ПП для последующего контроля взаимного соответствия УП. Проектировщик, наблюдающий за процессом моделирования, может в любой момент вмешаться в работу системы для исправления ошибок или оптимизации процесса обработки. Однако непосред-

венная корректировка УП не является главной задачей комплекса. Ошибки в УП, как правило, вызваны некорректностью программного обеспечения систем автоматизации проектирования (САПР) и несогласованностью его с конкретным технологическим оборудованием. Поэтому главный эффект от использования комплекса моделирования заключается в достижении взаимного соответствия программ САПР и парка ТА без изготовления опытных образцов изделий. Принимая во внимание территориальную разобщенность средств проектирования и производства, это дает ощутимый выигрыш во времени и затратах на проектирование.

Используемые в производстве технологические автоматы отличаются широким диапазоном командных языков. Включать в состав системы отдельный интерпретатор для каждого из этих языков было бы нерационально. Кроме того, это затруднило бы расширение системы при введении в парк ТА новых станков. Поэтому при построении интерпретатора был использован другой подход. Анализ особенностей работы широкого круга станков показал, что их действие сводится к выполнению элементарных операций двух типов:

перемещение рабочего органа станка по двухкоординатному полю (в зависимости от типа станка ограничения на разрешенные направления движения могут быть более или менее жесткими);

изменение состояния рабочего органа. (Число параметров, описывающих состояние рабочего органа, для разных станков различно, но на практике не превышает 6-7). Под рабочим органом сверлильного станка понимается шпиндель с закрепленным сверлом, рабочий орган координатографа - экспонирующая головка. Изменение состояния рабочего органа сопровождается выполнением характерного для станка действия - сверления отверстия либо экспонирования контактной площадки.

Для отображения хода работы технологических автоматов на экране графического дисплея был разработан набор базисных графических команд, состоящий из 10 однооперандных команд:

1. Задать значение координаты  $X$  для очередного перемещения.
2. Задать значение координаты  $Y$  для очередного перемещения.
3. Перейти в точку с заданными координатами.
4. Включить (выключить) проекционную лампу.
5. Изменить яркость проекционной лампы.
6. Изменить текущую диафрагму.
7. Экспонировать контактную площадку.
8. Задать номер обрабатываемого тракта.
9. Задать номер обрабатываемой цепи.
10. Выполнить сверление в данной точке.

Поскольку данные в командах станков могут быть представлены

как абсолютными величинами, так и смещениями, все указанные графические команды допускают два режима использования – в абсолютных и относительных координатах.

Каждая из базовых графических команд интерпретируется определенным действием на экране графического дисплея. Например, экспонирование проводника (перемещение в заданную точку при включенной проекционной лампе) отображается перемещением по экрану графического курсора, оставляющего за собой светящийся след.

Указанный набор базовых графических команд был выбран таким образом, чтобы любая команда любого из доступных технологических автоматов представлялась последовательностью базовых команд. Однако не исключено, что попытка использовать предложенный язык для некоторого нового станка приведет к необходимости расширения базового набора.

Следует отметить, что выбранный набор элементарных команд допускает интерпретацию как в прямом, так и в обратном направлении, т.е. позволяет как бы "возвращать" образ обрабатываемой ШП в предшествующее состояние, например, при обнаружении ошибки в УП.

Успешное использование интерактивных программ невозможно без реализации всякого рода сервисных функций, обеспечивающих "дружественный" интерфейс с пользователем. Поэтому при разработке моделирующего комплекса особое внимание было уделено обеспечению удобства работы с ним. Пользователь общается с системой через набор иерархически организованных меню. Он выбирает интересующий его участок рабочего поля, запрашивает текущие значения параметров рабочего органа станка, распределяет цвета текущей палитры. Графические возможности современных дисплеев таковы, что позволяют одновременно анализировать на экране до 8 управляющих лент, рассматривая их как по отдельности, так и в произвольных сочетаниях.

Лингвистический интерфейс системы выполняет преобразование входной управляющей программы в язык графических команд, а после успешного окончания моделирования и контроля – обратное преобразование. Поскольку внутреннее представление УП одинаково для всех типов моделируемых станков, систему можно использовать также для перевода УП с языка одного станка на другой. Например, ленты ручного кодировщика можно переводить непосредственно в УП координатографа.

Моделирующий комплекс ориентирован на технологическое оборудование для изготовления и контроля монтажа элементов радиоаппаратуры. Комплекс позволяет моделировать работу 10 технологических автоматов четырех различных типов – координатографов, сверлильных станков, устройств контроля монтажа и кодировщика. Описанный под-

код к моделированию ГА легко может быть применен на новых типах станков. Так класс моделируемых двухкоординатных станков может быть расширен путем дополнения набора базисных графических команд. Соответствующим образом изменив графический интерфейс системы, ее можно адаптировать для отображения процесса работы манипуляторов и некоторых типов используемых в машиностроении станков с числовым программным управлением.

Помимо контроля и корректировки технологической документации, комплекс используется для отладки и апробации новых программных средств САПР, относящихся к этапу технического проектирования, а также при настройке программ САПР на новые типы проектируемых конструкций. Использование комплекса моделирующих программ повышает бездефектность проектирования, способствует снижению сроков разработки новых видов радиоэлектронной аппаратуры.

#### Л и т е р а т у р а

1. Масалович А.И. Моделирование средствами машинной графики основных стадий производства печатных плат. //Материалы Московской городской конференции "САПР-85". - М., 1985. - С.207

Статья поступила 17 августа 1987 г.