

## НОВЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ РЕДАКТОРОВ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ: УНИВЕРСАЛЬНАЯ СРЕДА «ADVANCED»

В.Л. Сосонкин, д-р техн. наук; Г.М. Мартинов, канд. техн. наук; И.И. Зоненштейн

*Рассмотрен инструмент разработки управляющих программ систем ЧПУ. Сформированы требования, которым должен отвечать данный инструмент и предложена его структура. Рассмотрены практические аспекты построения и сформирована методика формализации языка ISO-7bit при настройке инструмента. Предложен алгоритм работы с файлами большого объема и оптимизированный алгоритм работы с буфером обмена.*

### Введение в PCNC-архитектуру

В системах ЧПУ типа PCNC (Personal Computer Numerical Control) используют открытую архитектуру, которая сохраняет гибкость во всех фазах своего жизненного цикла. Для PCNC-архитектуры существуют возможности: компоновать систему ЧПУ у производителя (OEM, Own Equipment Manufacturer) с использованием лучших модулей от независимых поставщиков; адаптировать систему ЧПУ к объекту любого типа у станкостроителя; настраивать систему ЧПУ соответственно специальным запросам и потребностям конечного пользова-

теля [1], [2]. Ядром открытой архитектуры на прикладном уровне служит общая магистраль [3]; остальная же часть системы представляет собой совокупность базовых и дополнительных модулей, каждый из которых закреплен за определенной «задачей управления»: геометрической, логической, технологической, терминальной и задачей диспетчеризации (см. рис.1). Общая магистраль служит единым механизмом предоставления модулям информационных услуг и имеет объектно-ориентированную реализацию. Редактор управляющих программ в коде ISO-7bit является необходимым (и повторяющимся в любых реализациях) компонентом терминальной задачи.

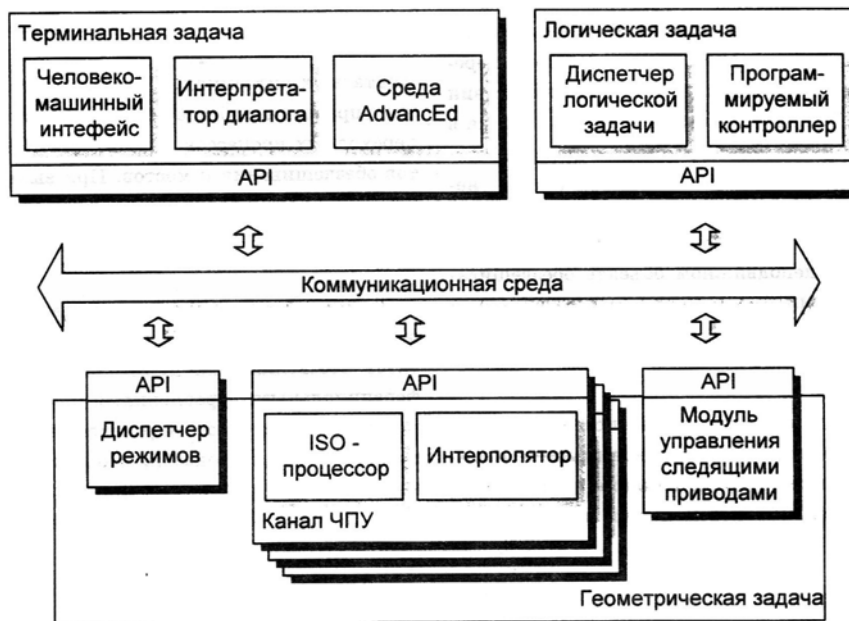


Рис.1. Организация открытой архитектуры системы PCNC на базе общей магистрали (API - Application Program Interface, интерфейс прикладной программы)

### Недостатки существующих редакторов управляющих программ

Функциональное назначение редактора состоит, во-первых, в создании небольших и средних управляющих программ одновременно с процессом отладки других управляющих программ; во-вторых, в редактировании больших программ непосредственно перед их выполнением. Однако любой оператор, работающий с файлами кода ISO-7bit в любом из существующих редакторов, испытывает, как правило, определенные трудности, такие как низкий уровень сервиса; отсутствие контекстной помощи и синтаксического-семантического контроля в силу бесконечного разнообразия версий кода ISO-7bit; необходимость использования бумажных документов (руководств по программированию) при разработке управляющей программы и параметризации стандартных циклов; исключительно низкая скорость работы с длинными (порядка десятков мегабайт) файлами, невозможность слежения за текущим состоянием G-вектора; отсутствие встроенных средств графического моделирования траектории инструмента. Ни один из существующих редакторов не располагает средствами отладки управляющих программ.

### Среда AdvancEd для редактирования, моделирования и отладки управляющих программ ЧПУ

В силу недостатков существующих редакторов, в NCs-лаборатории кафедры компьютерных систем управления Московского Университета СТАНКИИ была разработана универсальная среда AdvancEd (Advanced Editor, «продвинутый» редактор) для редактирования, отладки и моделирования программ ЧПУ в коде ISO-7bit (ISO-6893, DIN-66025). К настоящему времени имеются: DOS-версия DOS\_AdvancEd и Windows-версия Win\_AdvancEd, которые разрабатывались под неотступным вниманием квалифицированных технологов - программистов, прошли широкое beta-тестирование (в том числе в странах Европы) и готовы к промышленному использованию. К числу основных особенностей и достоинств среды AdvancEd относятся следующие:

- Среда AdvancEd допускает работу с любой версией кода ISO-7bit при предварительной конфигурации на эту версию. Синтаксис кода ISO-7bit полностью формализован, и версия кода ISO-7bit отображается по определенным правилам в конфигурационном файле;

- Настройке поддаются размеры окон экрана

(вплоть до изменения их назначения) и любые другие характеристики: цвета, шрифты, возможность использования системных цветов и шрифтов; параметры графического изображения и др. Размеры окон и их текущая комбинация могут быть динамически изменены. Все компоненты экрана соблюдают Windows-стиль;

- Возможно одновременно открыть два окна с разными файлами управляющих программ и выполнять операции копирования;

- Доступны все функции полномасштабного текстового редактора: ввод и редактирование текста; скроллинг и перелистывание страниц; операции перехода, контекстного поиска и замены; любые блочные операции (маркировка, удаление, копирование, перемещение, загрузка, удаление); Управление функциями осуществляется с панели контекстно-зависимой функциональной клавиатуры;

- Предусмотрен ввод данных как с панели компьютера, так и с панели оператора системы ЧПУ. В этой связи среда AdvancEd может быть установлена в компьютере технолога-программиста или непосредственно встроена в систему ЧПУ. В любой ситуации можно работать с мышью или без нее;

- Имеются специализированные функции редактирования программ ЧПУ: автоматическая перенумерация кадров после изъятия старых или включения новых: изменение масштаба и размерности; вывод всех активных G-функций (G-вектора) на основе анализа предыстории текущего кадра; синтаксический и семантический контроль кадров; диалоговый ввод самого кадра и параметров стандартных циклов с графической помощью (файлы графической помощи включаются в конфигурационный файл);

- Специальные алгоритмы позволяют быстро и эффективно выполнять функции редактирования для очень больших файлов управляющих программ (измеряемых сотнями мегабайт): определение G-вектора, перенумерация кадров; удаление, загрузка, сохранение блока; контекстный поиск строки; сохранение редактируемого файла, переход к концу файла. Анализ показал, что среда AdvancEd находится в этом плане вне всякой конкуренции (см. табл. и рис.2);

- Среда AdvancEd располагает средствами отладки управляющих программ: графическое (2D или 3D) моделирование траектории инструмента на плоскости или в пространстве любой комбинации координатных осей, в том числе для многокоординатной обработки (более 5 координат) с различением (по цвету, типу и толщине линий) быстрых и рабочих перемещений; активное использование точек останова (breakpoints), расставляемых по усмотрению

Сравнительные характеристики AdvancEd

	AdvancEd v0.4.1 (Win32) Copyright © 1996-1999 STANKIN NCs Group	AdvancEd v1.8 (DOS/4GW) Copyright © 1996-1998 STANKIN NCs Group	XYZPRO 32 Edit Plus v2.0.1 (Win32) Copyright © 1995-1998 Ascendant Technologies	INPLOT v0.7.0 (Win32) Copyright © 1998 i-Logic Software	NC Editor Station v4.1.4 (Win32) Copyright © 1993-1996 Machine Shop Solutions	
Общие операции	Загрузка файла	5	16	1	22	200
	Сохранение файла	4	16	10	58	192
	Переход на конец файла	4	15	25	1	20
	Поиск строки	6	18	46	4	108
	Копирование блока	4	16	8	5	168
	Вставка блока	5	16	14	55	252
	Масштабирование кадров	335	220	455	2840	1280
Операции с кодом ISO-7bit	300	234	470	1200	1060	

*Примечание.* Тестирование производилось на компьютере с процессором Pentium II 266, объемом оперативной памяти 96 Мб, винчестером ST34572W и SCSI-контроллером Adaptec 7880 для файлов управляющих программ объемом 20 Мб ( 745 000 строк ), время в с.

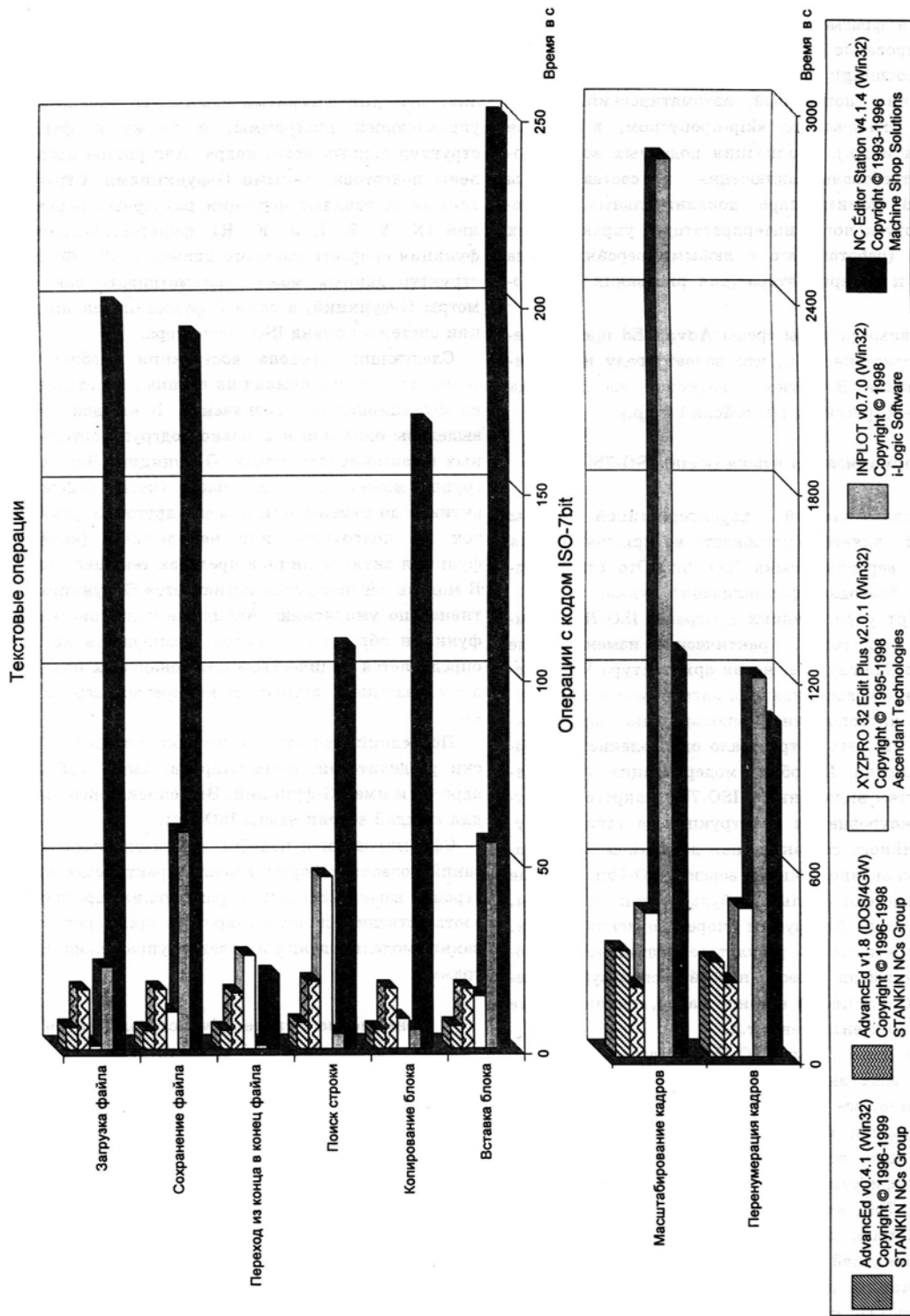


Рис.2. Сравнительные характеристики среды AdvancEd

нию технолога и используемых, в том числе для выделения фрагментов графического изображения; масштабирование фрагментов графического изображения (zooming); поддержка различных режимов изображения (пошаговый, автоматический, между точками останова, со skip-пропуском, в режиме анимации и др.). Реализация подобных возможностей потребовала включения в состав среды **AdvancEd**, помимо ядра, дополнительных подсистем: виртуального интерпретатора управляющих программ (работающего с любыми версиями кода ISO-7bit) и интерполятора (для рисования траекторий);

- Основные ресурсы среды **AdvancEd** представлены в библиотеке DLL, что делает среду исключительно гибкой. В частности возможна настройка на любой язык (русский, английский и др.).

#### Формализация языка (кода) ISO-7bit

Наиболее важной характеристикой среды **AdvancEd** является способность ее приспособления к любым версиям языка ISO-7bit. Это стало возможным, благодаря формализации языка.

Стандарт управляющих программ ISO-7bit, принятый в 70-х годах, практических изменений не претерпел. Между тем, новая архитектура ЧПУ, использование новых сложных алгоритмов многокоординатной интерполяции, использование новых технологий - все это потребовало определенной модернизации языка. Подобная модернизация осуществляется путем включения в ISO-7bit макросов и других высокоуровневых конструкций, а также и путем стихийного создания (под давлением пользователей) бесконечного числа версий ISO-7bit. Многие версии не имеют сколько-нибудь четкой структуры, а их синтаксис базируется скорее на исключениях, чем на правилах. В результате возникают повторяющиеся имена адресов и осей, используются нестандартные символы в конце кадра, нестандартные форматы комментариев и т.д.

Тем не менее, язык ISO-7bit остается действующим для всех выпускаемых в мире систем ЧПУ. Как правило, все CAD-CAM системы также генерируют выходной файл в формате языка ISO-7bit. Следовательно, возникает потребность в некоторой среде, конфигурируемой под конкретную версию языка ISO-7bit, которая позволяла бы осуществлять интерпретацию, конвертацию и интерполяцию кадров управляющей программы. Такая среда использует принципы построения так называемого ISO-процессора [4], когда используются традиционные операторы ISO-7bit управляющей программы ЧПУ;

однако информация управляющей программы трактуется иначе и с использованием нескольких уровней абстракции.

Базовый уровень абстракции формально определяет функции алгоритмического наполнения кадра управляющей программы, а также и функции структур данных этого кадра. Алгоритмы представлены подготовительными G-функциями. Структуру данных составляют функции размерных перемещений (X, Y, Z, I, J, K, R), функция подачи (F), функция скорости главного движения (S). Функции структур данных можно рассматривать как параметры G-функций, а сами G-функции как инструкции системы команд ISO-процессора.

Следующий уровень абстракции разбивает G-функции системы команд на группы, определяющие их функциональное назначение. В каждой из них выделены одна или несколько подгрупп ортогональных (взаимо-исключаемых) G-функций. Любая подгруппа может быть модальной (когда G-функция активна до отмены или замены другой G-функцией той же подгруппы) или немодальной (когда G-функция активна лишь в пределах текущего кадра). В модальной подгруппе назначается G-функция, активная по умолчанию. Активные подготовительные функции образуют G-вектор, размерность которого определяется количеством ортогональных подгрупп, а следовательно, зависит от конкретной версии языка.

Последний уровень абстракции определяет списки разделителей, комментариев, имен осей, имен адресов и имен G-функций. Эти списки специфичны для каждой версии языка ISO-7bit.

Сформированная подобным образом система описаний позволяет формализовать практически любую версию языка ISO-7bit управляющих программ и соответственно сконфигурировать среду редактирования, моделирования и отладки управляющих программ.

#### Применение в среде **AdvancEd** элементов компонентной архитектуры

Компонентная модель (COM, Component Object Model) фирмы Microsoft, являясь основой такого мощного механизма как OLE, утвердилась сегодня в качестве нового подхода в технологии создания высокоэффективных программных продуктов. Этот подход был использован при создании среды **AdvancEd**.

- Блочная структура среды **AdvancEd** как «многодокументного приложения» (терминология Microsoft) представлена на рис.3. Данные управ-

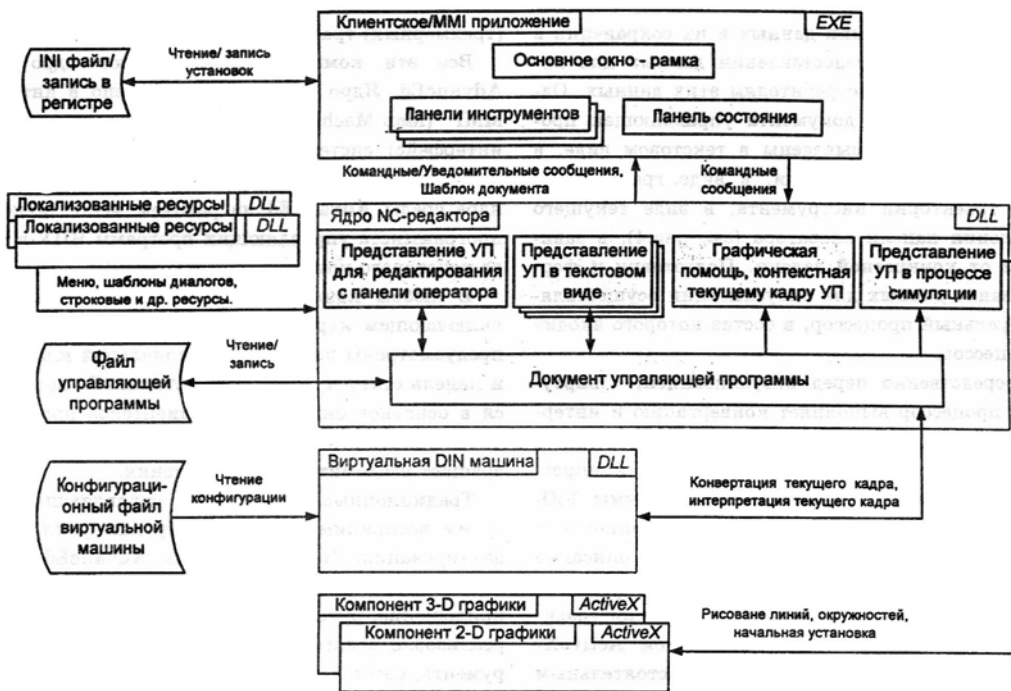


Рис. 3. Блочная структура среды AdvantEd

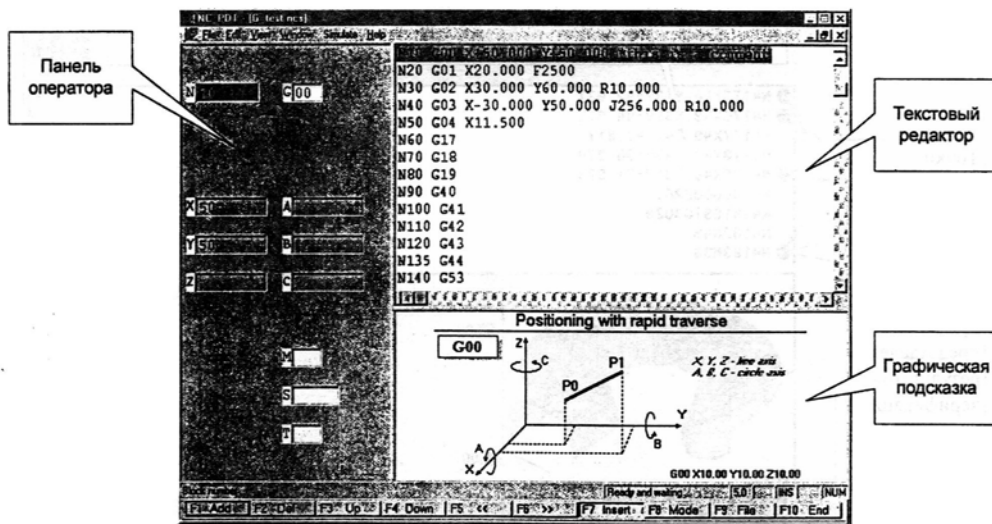


Рис.4. Визуализация данных в различных представлениях

ляющей программы хранятся в «документе управляющей программы»; причем задача документа заключается в считывании данных и их сохранении в файле, а также в предоставлении данных для визуализации разным потребителям этих данных. Одни и те же данные документа управляющей программы могут быть выведены в текстовом виде, в виде графической подсказки, в виде графической модели траектории инструмента, в виде текущего изображения панели оператора (см. рис.4), в зависимости от конкретной задачи. Подготовку и форматирование данных для визуализации осуществляет виртуальный процессор, в состав которого входит ISO-процессор.

Непосредственно перед визуализацией, виртуальный процессор выполняет конвертацию и интерпретацию текущего кадра.

Настройка виртуального процессора на конкретную версию языка управляющей программы ISO-7bit осуществляется с помощью конфигурационного файла, где представлено формализованное описание соответствующей версии. Непосредственное отображение пути инструмента при моделировании траектории осуществляется в так называемом ActiveX-компоненте, который является самостоятельным приложением разработанным в соответствии с принципами построения Microsoft ActiveX элементов управления. Среда AdvancEd, по желанию поль-

зователя, может быть оснащена ActiveX компонентом для отображения 2D (двухмерных) или 3D (трехмерных) траекторий.

Все эти компоненты составляют ядро среды AdvancEd. Ядро может быть встроено в интерфейс MMI (Man-Machine-Interface, человеко-машинный интерфейс) системы ЧПУ. Другая, очень важная, возможность состоит в независимом использовании ядра среды AdvancEd на рабочем месте технолога-программиста управляющих программ ЧПУ в составе некоторого клиентского приложения.

В любом конкретном клиентском приложении, включающем ядро среды AdvancEd, должны быть предусмотрены панель функциональной клавиатуры и панель статуса. Ядро среды AdvancEd встраивается в основное окно-рамку. Клиентское приложение формирует командные сообщения, а ядро среды возвращает уведомительные сообщения.

Традиционные редакторы управляющих программ воспринимают программу как файл для редактирования. Напротив, среда AdvancEd воспринимает управляющую программу как полноценное приложение, нуждающееся в отладке. С этой целью реализован режим моделирования траектории инструмента; расставляются и снимаются точки останова (breakpoints); возможны перезапуск управляющей программы, пропуск кадров, стирание фрагментов графического изображения и др. (см. рис.5).

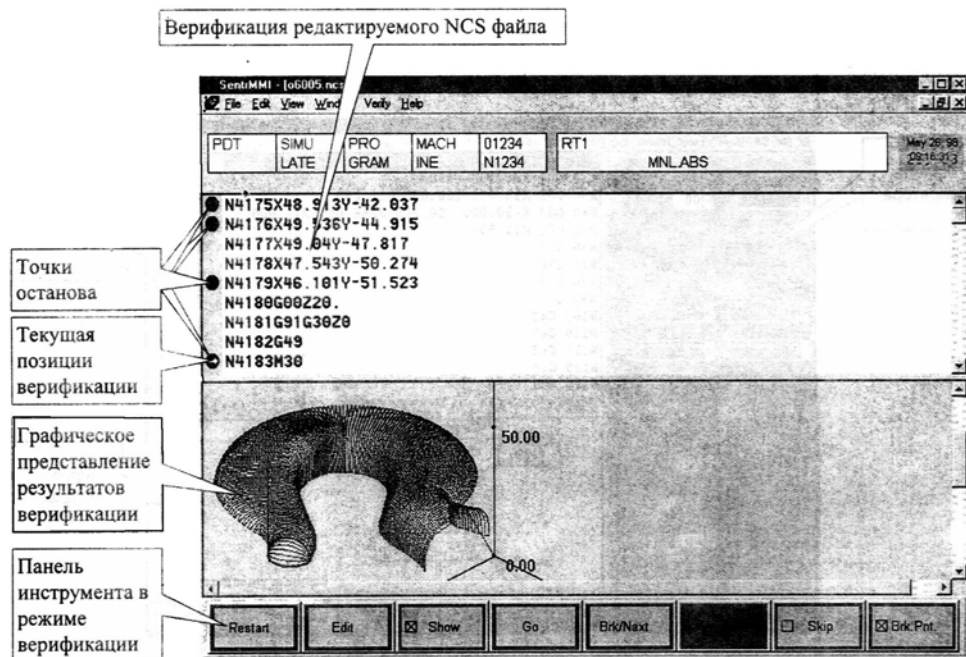


Рис. 5. Режим моделирования и отладки управляющей программы

**Выводы**

Среда **AdvancEd** является качественно новым (в своей области) инструментальным средством, не имеющим прецедента. Важнейшими особенностями среды являются способность работать с файлами управляющих программ в любой версии кода ISO-7bit; работать с очень длинными файлами, полученными, например, на CAD-CAM рабочих станциях; предоставлять услуги по отладке управляющих программ. Последнее означает, что среда выполняет как «Editor»-функции, так и «Debugger»-функции. Компонентная архитектура среды **AdvancEd** позволяет непосредственно встраивать ее в саму систему ЧПУ, но также использовать ее в качестве самостоятельного приложения в технологическом отделе для подготовки управляющих программ на рабочих местах технологов-программистов. Наличие встроенного виртуального процессора позволяет формали-

зовать практически любую версию языка ISO-7bit управляющих программ на этапе конфигурации среды. Подобная процедура может быть выполнена либо квалифицированными пользователями, либо авторами разработки.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Соломенцев Ю.М., Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Построение персональных систем ЧПУ (PCNC) по типу открытых систем управления // Информационные технологии и вычислительные системы. 1997. №3. С.68-76.
2. Junghans G.: «OSACA - Eine Europäische Initiative»//Technische Rundschau. 37/1993, S. 38 ff.
3. Мартинов Г.М. Открытая система ЧПУ на базе общей магистрали // Автомобильная промышленность, 1997. №4, с.31-34.
4. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Концепция геометрического ISO-процессора для систем ЧПУ // СТИН, 1994. №7, с.17-20.

