

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.

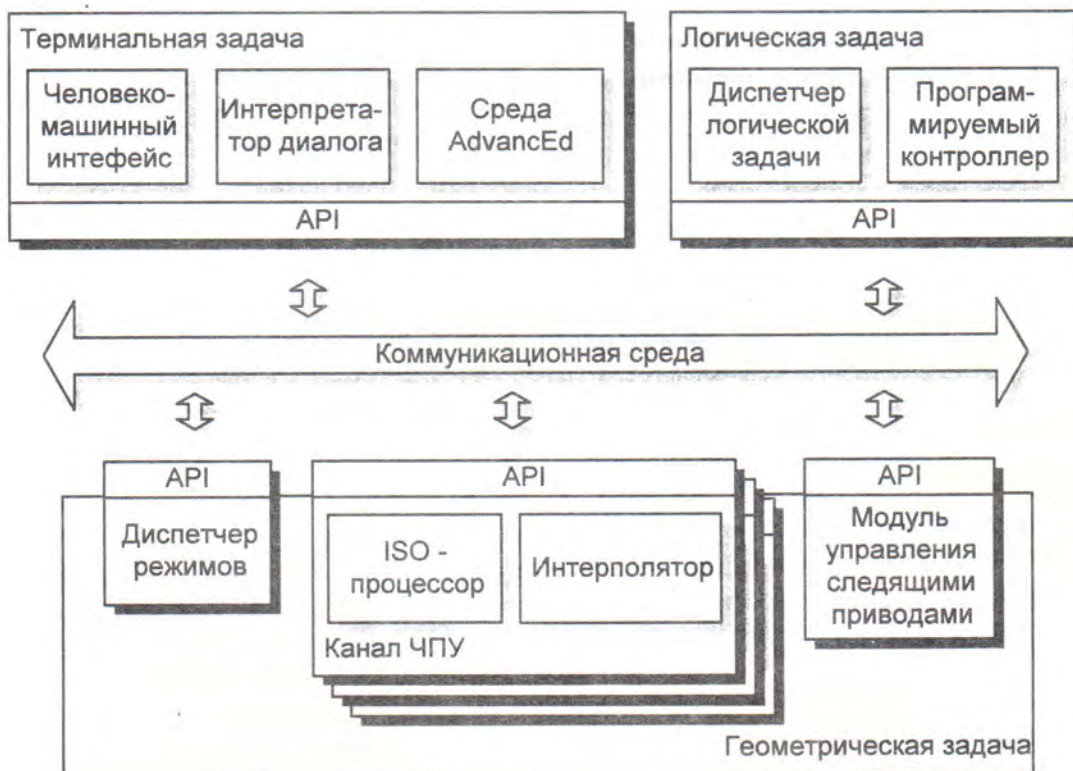


Рис.1. Организация открытой архитектуры системы PCNC на базе общей магистрали (API - Application Program Interface, интерфейс прикладной программы)

Недостатки существующих редакторов управляющих программ

Функциональное назначение редактора состоит, во-первых, в создании небольших и средних управляющих программ одновременно с процессом обработки 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 СТАНКИН 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	1	22	200
	Сохранение файла	4	10	58	192
	Переход на конец файла	4	25	1	20
	Поиск строки	6	46	4	108
	Копирование блока	4	8	5	168
Операции с кодом ISO-7bit	Вставка блока	5	14	55	252
	Масштабирование кадров	335	455	2840	1280
	Перенумерация кадров	300	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.

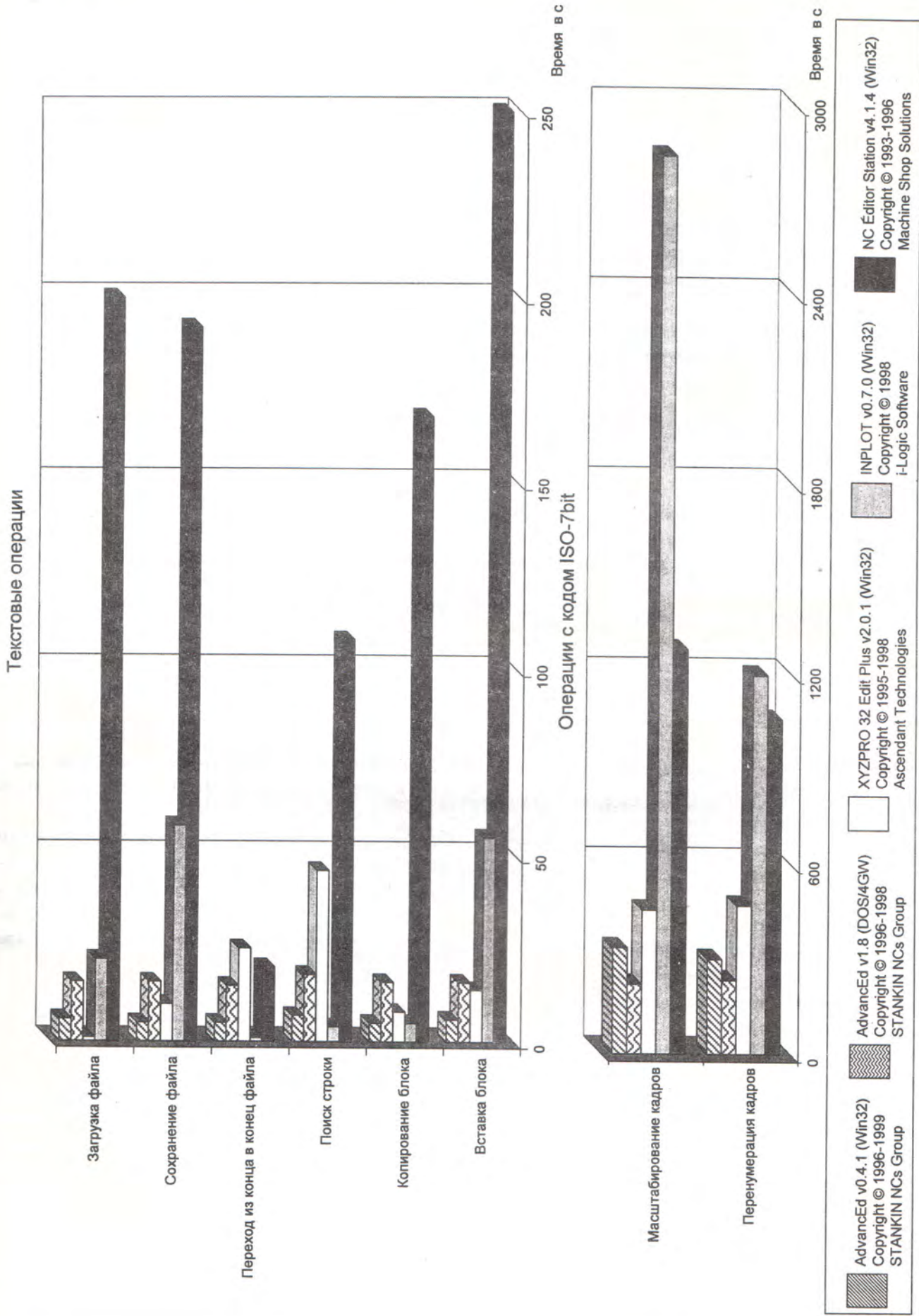


Рис.2. Сравнительные характеристики среды AdvancEd

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-

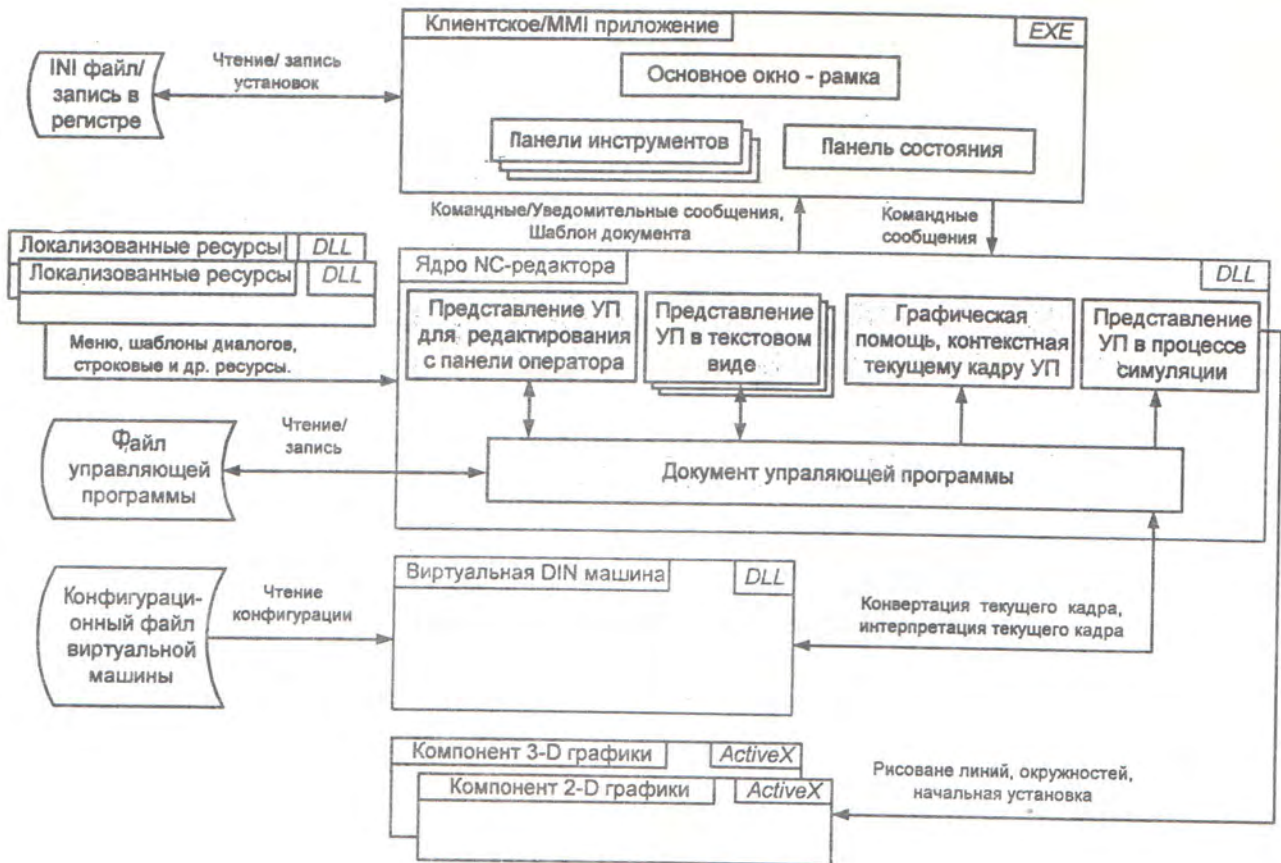


Рис. 3. Блочная структура среды AdvanсEd

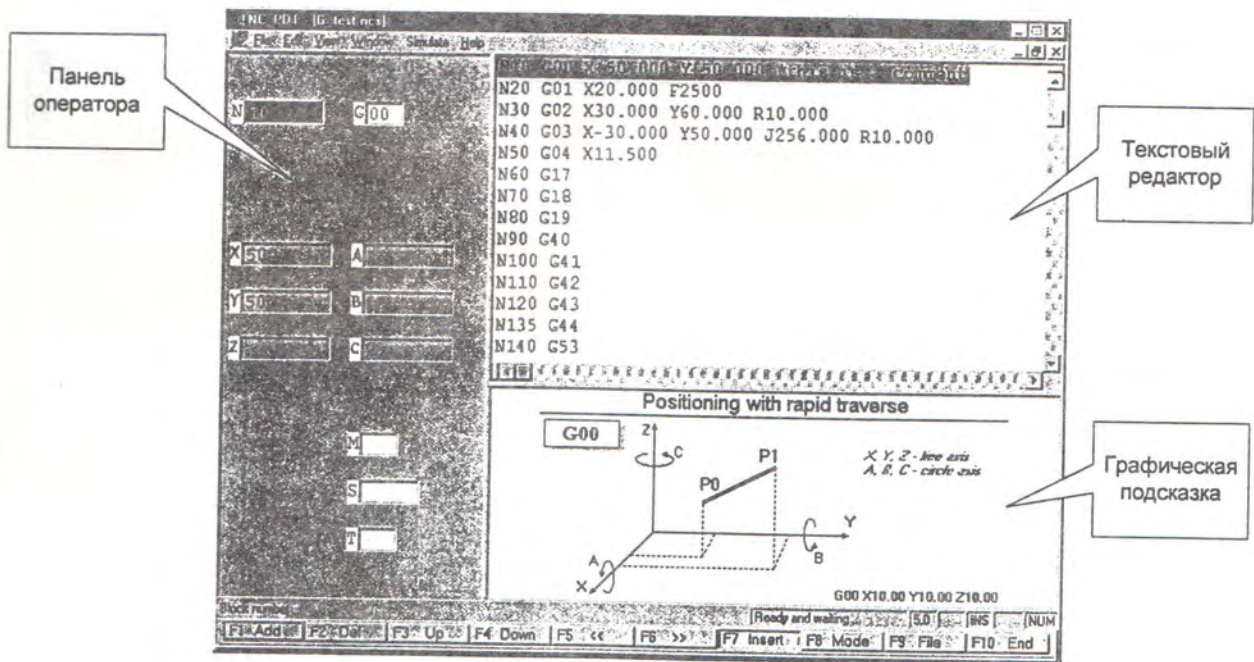


Рис.4. Визуализация данных в различных представлениях

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, человек-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).

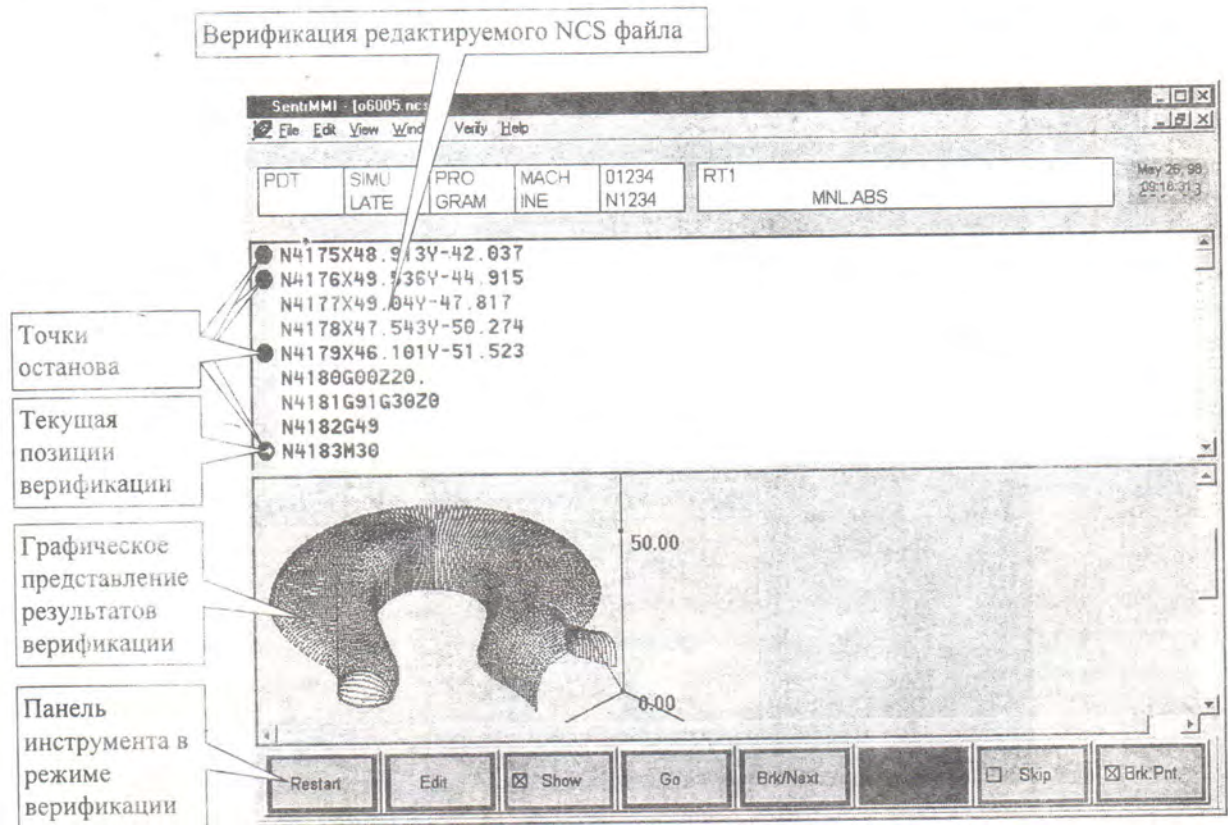


Рис. 5. Режим моделирования и отладки управляющей программы

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.