

Министерство образования Российской Федерации  
Уральский государственный технический университет - УПИ

**Изучение работы генератора постпроцессоров  
CAD/CAM-системы ADEM**

Методические указания к лабораторной работе  
по курсу «CAD/CAM-системы» для студентов дневной формы  
обучения специальности 210200 - Автоматизация технологических  
процессов и производств (машиностроение)

Екатеринбург  
2003

УДК 621.9.06:658.527

Составитель: С.С.Кугаевский

Научный редактор доц., канд. техн. наук В.В.Алыбин

**ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА ПОСТПРОЦЕССОРОВ CAD/CAM-СИСТЕМЫ ADEM:** Методические указания к лабораторной работе по курсу “CAD/CAM-системы”/С.С.Кугаевский. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001.23 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по курсу “CAD/CAM-системы” для студентов дневной формы обучения специальности 210200 – Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение). Они содержат сведения о структуре современных САПР разработки управляющих программ (УП), методах преобразования информации о траектории инструмента и технологических командах в формат команд конкретного станка с ЧПУ. На примере работы генератора постпроцессоров CAD/CAM-системы ADEM показана методология описания алгоритмического соответствия команд CLDATA кодам УЧПУ станка и формирования управляющей программы.

Рис. 3. Табл. 3.

Подготовлено кафедрой “Электронное машиностроение”.

# 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ И ПОРЯДОК ЕЁ ВЫПОЛНЕНИЯ

## 1.1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

- ознакомить студентов с организацией современных САПР разработки управляющих программ (САПР УП);
- показать методы преобразования информации о траектории инструмента и технологических команд в формат команд конкретного станка с ЧПУ;
- на примере работы генератора постпроцессоров CAD/CAM-системы ADEM научить методологии описания алгоритмического соответствия команд CLDATA кодам УЧПУ станка и формирования управляющей программы.

## 1.2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Изучить содержание данных методических указаний.
2. Изучить общую организацию работы генератора постпроцессоров CAD/CAM-системы ADEM.
3. Ознакомиться с примерами разработки постпроцессоров для устройств ЧПУ станков.
4. Пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы.
5. Разработать алгоритм преобразования одной из команд CLDATA в формат УП для конкретного УЧПУ станка по заданию преподавателя.
6. Составить отчет.

# 2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Современное машиностроительное производство имеет ярко выраженную тенденцию к интеграции всех работ, связанных с подготовкой производства новых изделий на основе применения компьютерной технологии. Эта тенденция привела к возникновению так называемых CAD/CAE/CAM-систем. В состав CAD/CAE/CAM-систем входят:

- компьютерное проектирование изделий (Computer Aided Designing-CAM);
- автоматизированный инженерный анализ (Computer Aided Engineering-CAE);
- производство изделий с применением компьютерных методов (Computer Aided Manufacturing-CAM). Под этим чаще всего понимается применение станков с ЧПУ для обработки изделий или формообразующего инструмента. В части подготовки производства основным звеном является система автоматизированного проектирования и расчета управляющих программ – САПР УП.

На рисунке 1 представлена структурная схема работы САПР УП.

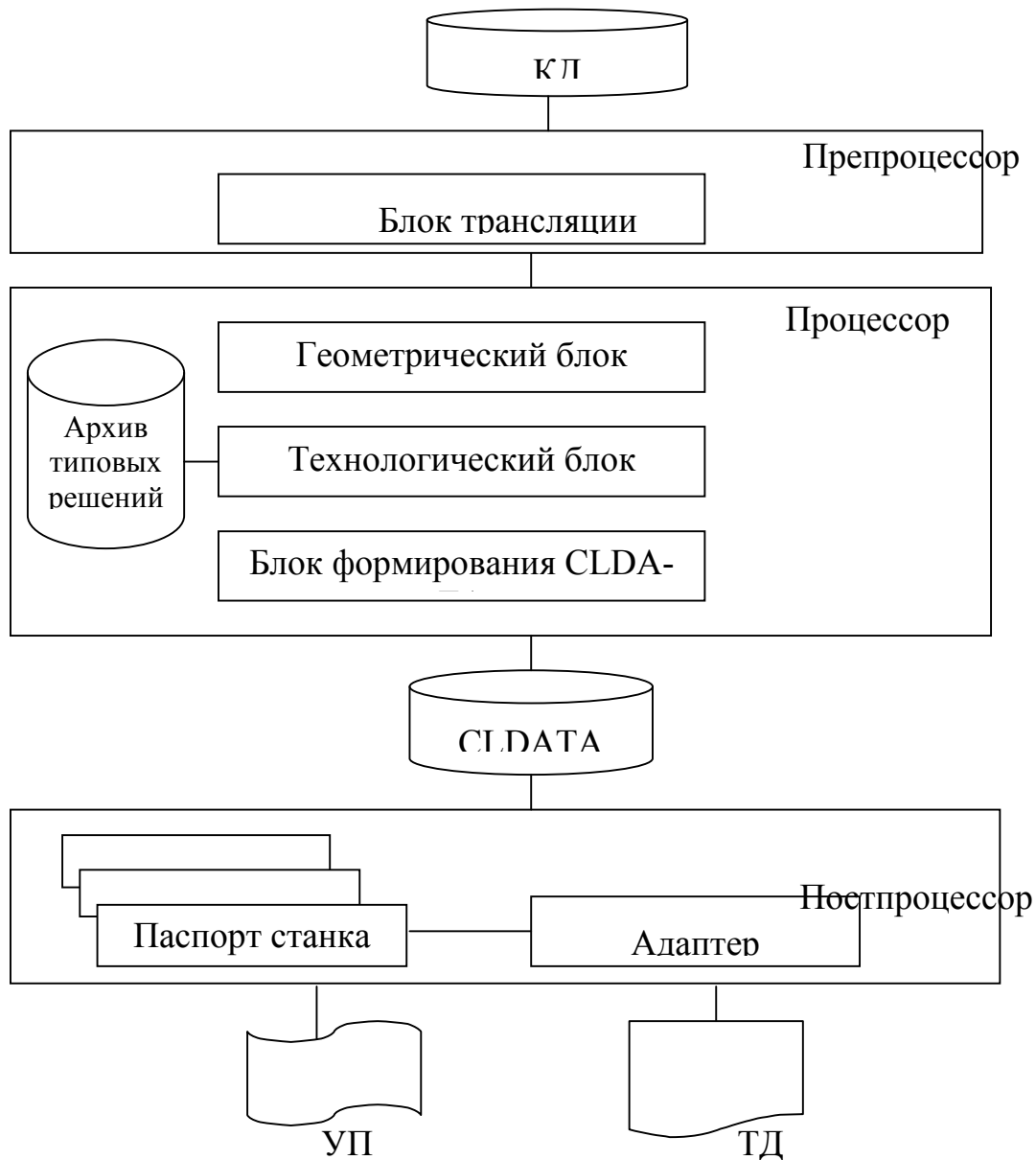


Рис.1 Структурная схема работы САПР УП

В результате работы модуля САД-системы (этот модуль обычно называется графическим моделировщиком) моделируется компьютерный образ изделия. В современных САПР УП полученная информация передается в модуль разработки программ (САМ) в векторных форматах .dxf, .dwg, .adm и др. Прежде чем приступить к формированию траектории инструмента информация поступает в блок трансляции (препроцессор), где она декодируется в удобный для системы вид.

Функции блока трансляции:

- 1) Считывание исходной информации с внешнего носителя (перфолента, перфокарта, ручной ввод, внутренний машинный код и др.).
- 2) Вывод полученной информации о детали на монитор или на печать.
- 3) Синтаксический анализ входных данных и вывод на печать информации о возможных ошибках.
- 4) Преобразование исходных данных из символьной формы в форму, удобную для внутреннего представления ЭВМ. Числа переводятся из символьной формы в целую и действительную, ключевые слова заменяются командами, данные о геометрических элементах детали заменяются соответствующими массивами.

После дешифрации исходной информации в работу включается процессор, который обычно состоит из трех блоков: геометрического, технологического и блока формирования промежуточной информации в формате CLDATA.

Функции геометрического блока:

- 1) Приведение описания заданных геометрических элементов в канонический вид.
- 2) Нахождение точек и линий пересечения геометрических элементов.
- 3) Аппроксимация кривых с заданным допуском.
- 4) Диагностика ошибок (разрыв контура, непересечение прямых и окружностей и др.).
- 5) Построение эквидистанты к заданному контуру с учетом радиуса и направления движения инструмента.

Технологический блок зависит от области применения и уровня автоматизации САПР. В общем случае технологический блок автоматически разделяет область обработки на рабочие ходы, определяет последовательность работы инструментов, рассчитывает оптимальные режимы резания и др. При этом учитывается ряд ограничений, связанных со стойкостью инструмента, характеристиками обрабатываемого материала, мощностью главного движения станка и др. На основании накопленного опыта в этом направлении формируются базы данных типовых решений, рациональных режимов резания, перечни применяемых режущих и вспомогательных инструментов. Результатами вычислений являются применяемые значения глубин резания, рабочих подач инструмента и скоростей резания.

Блок формирования CLDATA использует информацию, подготовленную в геометрическом и технологическом блоках, и формирует данные в формате CLDATA (Cutter Location Data). Логическая и физическая структура данных после работы процессора может быть различна, однако в соответствии с рекомендациями ИСО принято представление промежуточных данных в формате CLDATA.

## 2.2. РАБОТА ПОСТПРОЦЕССОРА

Результаты работы процессора обрабатываются постпроцессором, целью которого является преобразование промежуточных данных о технологических командах и траектории инструмента в формат представления конкретного устройства ЧПУ станка. К типовым функциям постпроцессора относятся:

- 1) считывание данных, подготовленных процессором в формате CLDATA;
- 2) перевод данных в систему координат станка. Например, для представления рассчитанной траектории инструмента для токарной обработки требуется замена координатных осей чертежа X и Y соответственно на Z и X, применяемые на токарных станках с ЧПУ;
- 3) проверка по ограничениям рабочих ходов станка;
- 4) формирование команд на перемещение с учетом цены импульса УЧПУ;
- 5) формирование команд, обеспечивающих смену инструмента;
- 6) кодирование и выдача в кадр значений подач, скорости вращения шпинделя, команд на включение/выключение охлаждения, зажима/разжима стола и др.;
- 7) назначение подач с учетом разгона/торможения привода подач и допустимого диапазона работы станка;
- 8) формирование команд осепараллельной и радиусной коррекции;
- 9) развертывание операторов типа «цикл» и формирование подпрограмм обработки;
- 10) выдача УП в виде текстового файла на монитор или на печать;
- 11) преобразование информации в специальный формат для выдачи на перфоратор;
- 12) диагностика ошибок;
- 13) выполнение сервисных функций (анимация на мониторе процесса обработки, расчет времени обработки и длины программносителя, расчет периода работы отдельных инструментов).

В некоторых случаях совместно с постпроцессором организуется работа с программным блоком «редактор», позволяющим корректировать полученную УП в ручном режиме или по заданному алгоритму. Например – расчет и регистрация ведущей координаты в кадре перемещения при трехкоординатной обработке.

## 3. РАБОТА ГЕНЕРАТОРА ПОСТПРОЦЕССОРОВ

Рассмотрим работу генератора постпроцессоров на примере модуля ADEM.gpp CAD/CAM-системы ADEM (версия 6.3) фирмы Omega Technology (Россия). Проектирующая часть процессора ADEM NC преобразует введенную геометрическую и технологическую информацию в последовательность команд CLDATA (см. прил. 1). После этого блок «Адаптер» запускает программу постпроцессор для перевода информации из формата CLDATA в

текстовый формат ASCII. При этом учитываются особенности программирования для конкретного УЧПУ, записанные в четырех разделах (паспорт станка, макет кадра, алгоритмический заполнитель, макрокоманды). Именно оформление этих разделов является объектом проектирования при разработке постпроцессора для нового станка с ЧПУ.

### 3.1. СТРУКТУРА ПОСТПРОЦЕССОРА

Постпроцессор состоит из четырех частей:

1. Паспорт станка («вопросник»)– это набор вопросов и возможные варианты ответов о станке и правилах программирования для него, например тип оборудования, возможность программного управления охлаждением; наличие кругового интерполятора, точность аппроксимации и др.

2. Макет кадра – это структура кадра управляющей программы. При этом определяется последовательность вывода адресов команд в кадр УП; размерность числовой информации, следующей за каждым адресом; специальные свойства команд, определяющие условия отмены одних команд другими и необходимость обязательного вывода в кадр УП.

3. Алгоритмический заполнитель – это набор алгоритмов преобразования каждой использованной команды CLDATA в последовательность команд в формате ASCII для данного устройства ЧПУ.

4. Макрокоманды – набор укрупненных команд CLDATA, заменяющих действие нескольких отдельных команд CLDATA.

Таблица 1

Наименование части	Имя файла, в котором находится информация	Общая характеристика информации
Паспорт станка	FANKXXXX.ank	Общие данные по станку и правилам программирования
Макет кадра	KADRXXXX.ank	Структура кадра управляющей программы: взаимное расположение технологических команд и информации о перемещениях рабочих органов станка
Алгоритмический заполнитель	FTRPXXXX.ank	Алгоритмы преобразования команд CLDATA в виде кадров и слов управляющей программы в текстовом виде
Макрокоманды	MCOMXXXX.ank	Информация об объединении нескольких команд CLDATA в одну укрупненную команду, соответствующую законченному действию в работе станка

В таблице символам XXXX соответствуют порядковые номера для постпроцессоров конкретных устройств ЧПУ станками (например – FANK0806.ank – данные по станку КФПЭ-250 с УЧПУ 2С42-65).

### 3.2. ФОРМИРОВАНИЕ ПАСПОРТА СТАНКА

Заполнение паспорта происходит в диалоговом режиме: система задает вопросы и выдает на монитор возможные варианты ответов или просит ввести определенные величины. Необходимая информация для заполнения паспорта станка должна быть взята из сопроводительной информации на станок. Перечень задаваемых вопросов имеет следующий вид:

1. **Тип оборудования:** токарное, фрезерное, сверлильное, многоцелевое, кузнечно-штамповочное.

2. **Соответствие осей систем координат станка и детали.** Например, для токарных станков с ЧПУ направление осей X и Y на технологическом эскизе (и в командах CLDATA) соответствует осям Z и X в системе координат станка.

3. **Управление охлаждением:** возможность управления, место выдачи команды в тексте УП и др.

4. **Линейный интерполятор:** наличие линейного интерполятора в УЧПУ станка и значения максимальных перемещений по координатным осям.

5. **Круговой интерполятор:** наличие кругового интерполятора в УЧПУ станка, значение максимального радиуса интерполяции и необходимость разбивки кадра для обработки по квадрантам.

6. **Управление шпинделем:** возможность управления от программы, способ кодирования частоты вращения и место выдачи команды в тексте УП.

7. **Управление подачей:** возможность управления от программы и место выдачи команды в тексте УП.

8. **Стандартная величина аппроксимации.**

9. **Загрузка инструмента:** возможность управления от программы и место выдачи команды в тексте УП.

10. **Включение осепараллельного и радиусного корректоров:** возможность ввода от программы и место выдачи команды в тексте УП.

11. **Выключение осепараллельного и радиусного корректоров:** возможность ввода от программы и место выдачи команды в тексте УП.

12. **Позиция смены инструментов:** координаты точки смены инструмента и траектория отвода инструмента в позицию смены.

13. **Разрешенные холостые ходы:** возможность ускоренных ходов инструмента совместно по нескольким координатным осям.

14. **Сверлильно-расточные постоянные циклы:** перечень постоянных циклов в формате ISO-7 бит, которые поддерживаются УЧПУ станка.

15. **Станочные подпрограммы:** возможность применения подпрограмм и место расположения подпрограмм при выводе перфоленты.

**16. Кодирование информации для станка:** необходимость перекодировки информации из формата ASCII в формат ISO или другой специальный формат. Для вывода нестандартных символов для специальных форматов заполняется таблица перекодировки.

**17. Правила оформления УП и перфоленты:** указание длины запроваочной части перфоленты и количества пропусков между кадрами, последовательность символов, соответствующих началу и концу УП (% , : , LF , %% и др.).

### 3.3. ФОРМИРОВАНИЕ МАКЕТА КАДРА

В системе АДЕМ применяется понятие «окно кадра», которое описывает кадр управляющей программы и состоит из двух частей: символьная часть (адрес команды) и формат вывода (вид числовой информации для данного адреса). Адрес команды выбирается в соответствии с международным форматом ИСО по ГОСТ20999-83, причем в одном кадре могут присутствовать несколько команд одного адреса, но различного назначения (например, G90, G00, G17, G40). Для этого формируются модальные группы.


Для определения формата окна кадра необходимо ввести его свойства в диалоговом режиме, отвечая на вопросы:

1. **Тип окна:** номер кадра; подготовительная функция; вспомогательная функция; числовая информация; синхродорожка; текст; набор символов; конец кадра.

2. **Группа окна:** принадлежность окна к группе альтернативных функций. Например, по формату ISO группа функций G00, G01, G02, G03 являются альтернативными и не могут присутствовать в кадре УП совместно. Функции, относящиеся к различным группам, могут выдаваться в кадр УП одновременно.

3. **Модальность окна:** необходимость вывода команды в каждый кадр УП. Если данная функция модальна, то система запоминает последнее ее значение и не повторяет его в последующих кадрах до прихода другой функции той же группы.

Кроме этого указываются информация о количестве разрядов числовой части окна и необходимость в употреблении десятичной точки и знака «+» в числе, в подавлении незначащих нулей; указания и др.

Для оформления макета кадра нажмите кнопку **Параметры**  Появится диалог «Постпроцессор». Выберите закладку **Структура кадра**.

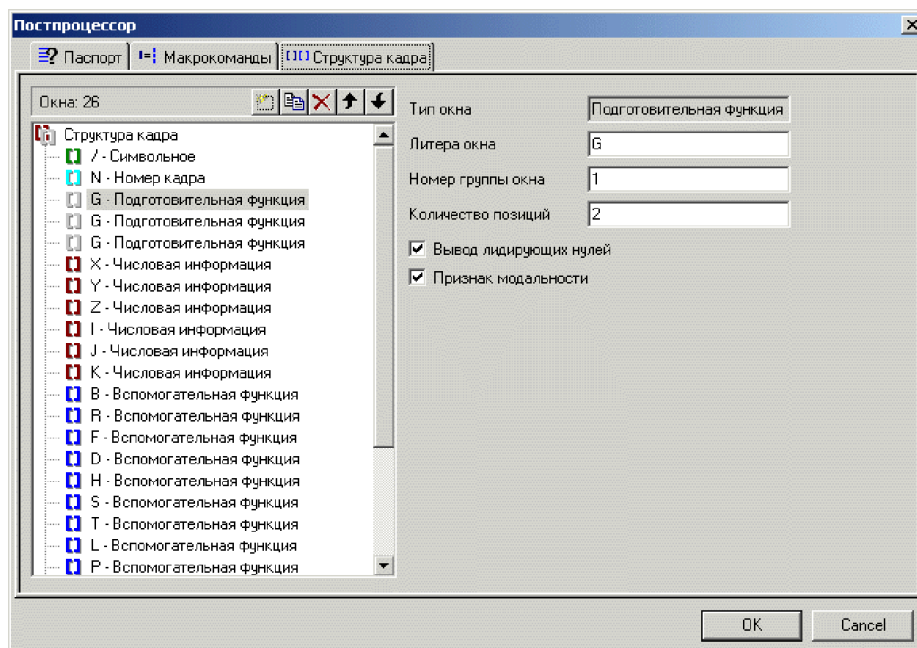


Рис.2 Формирование макета кадра.

### 3.4. ФОРМИРОВАНИЕ ФАЙЛА АЛГОРИТМОВ

После того как определен макет кадра и введены данные об основных характеристиках станка, можно приступить к формированию файла алгоритмов. Алгоритм представляет собой логическое решение задачи и оформлен в виде блок-схемы, указывающей содержание и порядок тех вычислительных и логических операций, которые должен выполнить данный модуль. Алгоритм представляет собой последовательность строк следующего формата:

*[<метка>:][ELSE][IF<условие выполнения>]<команда алгоритма>;*

*IF* - указывает на то, что команда может быть выполнена только при соблюдении условия, следующего после *IF*. Только строки с *IF* могут иметь альтернативные задания.

*ELSE* - указывает на то, что данная строка является альтернативной.

*<метка>* - идентификатор строки при ссылках (целое положительное число).

*<команда алгоритма>* - определяет действие по формированию УП или изменению значения системной или пользовательской переменной.

При составлении алгоритма допускаются следующие алгебраические действия, приведенные в табл. 2.

Разработка алгоритма является творческим процессом и может иметь несколько решений. В то же время для эффективного использования алгоритмов при описании работы различных команд CLDATA, рекомендуется придерживаться единой методологии. Рассмотрим методику разработки файла алгоритмов ADEM применительно к созданию постпроцессора для УЧПУ Fanuc-6M.

Таблица 2

+	Сложение	**	Возведение в степень
-	Вычитание	&	Логическое умножение (и)
*	Умножение		Логическое сложение (или)
:	Деление	ABS	Абсолютная величина
SIN	Синус угла	ASIN	Арксинус угла
COS	Косинус угла	ACOS	Арккосинус угла
TAN	Тангенс угла	ATAN	Арктангенс угла
CTAN	Котангенс угла	ACTN	Арккотангенс угла
SQRT	Квадр. корень	EXP	Экспонента
<	Меньше	LOGD	Десятичный логарифм
>	Больше	LOGE	Натуральный логарифм
=	Равенство	COKN	Величина, выведенная в окно
!=	Неравенство	NTC	Номер точки цикла в таблице
<=	Меньше и равно	NNC	Номер начала цикла в таблице
>=	Больше и равно	DEV	Вычисление целой части с округлением

CAD/CAM-система ADEM версии 6.3 использует при создании алгоритмов системные и пользовательские переменные, перечисленные в приложении 2. В более поздних версиях список переменных расширен. Кроме того, необходимо пояснить некоторые команды описания алгоритмов:

1) присвоение значения (команда изменяет значение системной или пользовательской переменной). Например:

$$P1=10;$$

$$P3=P1+P2+15;$$

2) занесение информации в окно макета кадра. Например:  $4->XT$ ; где  $4$  – номер окна в макете кадра, а  $XT$  – команда алгоритма.

Для того чтобы избежать смещения номеров окон при корректировке макета кадра, рекомендуется присваивать номера окон пользовательским переменным (это делается при описании алгоритма работы самой первой команды CLDATA – *Программа*.) В этом случае, если задан макет кадра  $N[G[X[Y[Z]]\dots]$ , алгоритм команды №1 (*Программа*) будет выглядеть так:

$$G=2;$$

$$G2=3;$$

$$X=4;$$

$$Y=5;$$

$$Z=6;$$

Тогда приведенный выше пример занесения информации в окно кадра можно преобразовать в вид  $X->XT; Y->YT; Z->ZT$ .

3) вывод в УП символьной части окна. Команда имеет формат:

АОКНО<номер окна>;

4) переход на метку. Команда имеет формат: *ГОТО*<номер метки>;

- 5) формирование конца кадра. При выводе в текст алгоритма слова *КАДР* (*BLOCK*) автоматически формируется номер кадра и конец кадра;
- 6) подавление номера кадра. При выводе в текст алгоритма слова *ПНКАДР* отменяется автоматическое формирование номера в текущем кадре, но порядок нумерации сохраняется; Например, удобно начинать блок работы нового инструмента с применением символа « : » - главный кадр. т.е. началу инструмента с номером 3 должен соответствовать сдвоенный кадр  
:903  
N187T03M06.

Такой вывод номера кадра можно организовать следующим образом:

Присвоить какому-нибудь окну макета кадра значение символьной переменной « : » (например, окну № 19). После этого ввести в алгоритм, описывающий смену инструмента строчки:

```
КАДР
С=19
С->900+ТИНСТР
ПНКАДР
КАДР
Т->ТИНСТР
М->06
КАДР
```

В этом примере пользовательская переменная С будет принимать значения номера устанавливаемого инструмента + 900 .

- 7) инициализация номера кадра. Команда *ИНКАДР*<число>; устанавливает значение, с которого дальше пойдет нумерация кадров;
- 8) подавление модальности окна. Игнорирование признака модальности окна в текущем кадре производится вводом команды *МОДОФФ*<номер окна>; после чего признак модальности окна восстанавливается со следующего кадра;
- 9) вызов алгоритма. Команда *CALL*<номер алгоритма> используется для выполнения какого-либо алгоритма в качестве подпрограммы;
- 10) операторские скобки *DO* и *ENDDO* используются для выделения строк алгоритма, которые должны быть выполнены при общем условии.

#### Работа отладчика алгоритмов

Существует возможность построчной отладки алгоритмов команд *CLDATA* (это также способ проверки постпроцессора).

Отрабатываются команда за командой, при этом Вы имеете возможность следить за значениями всех переменных, формируемым кадром и сформированной управляющей программой, оперативно изменить алгоритм. Для отладки необходимо:

В модуле *ADEM CAM* установите имя станка, соответствующее отлаживаемому постпроцессору и подготовьте *CLDATA*.

Войдите в *ADEM GPP* и откройте отлаживаемый постпроцессор.

Нажмите кнопку **Отладка** .. Запустится отладчик алгоритма (см. рис.3).

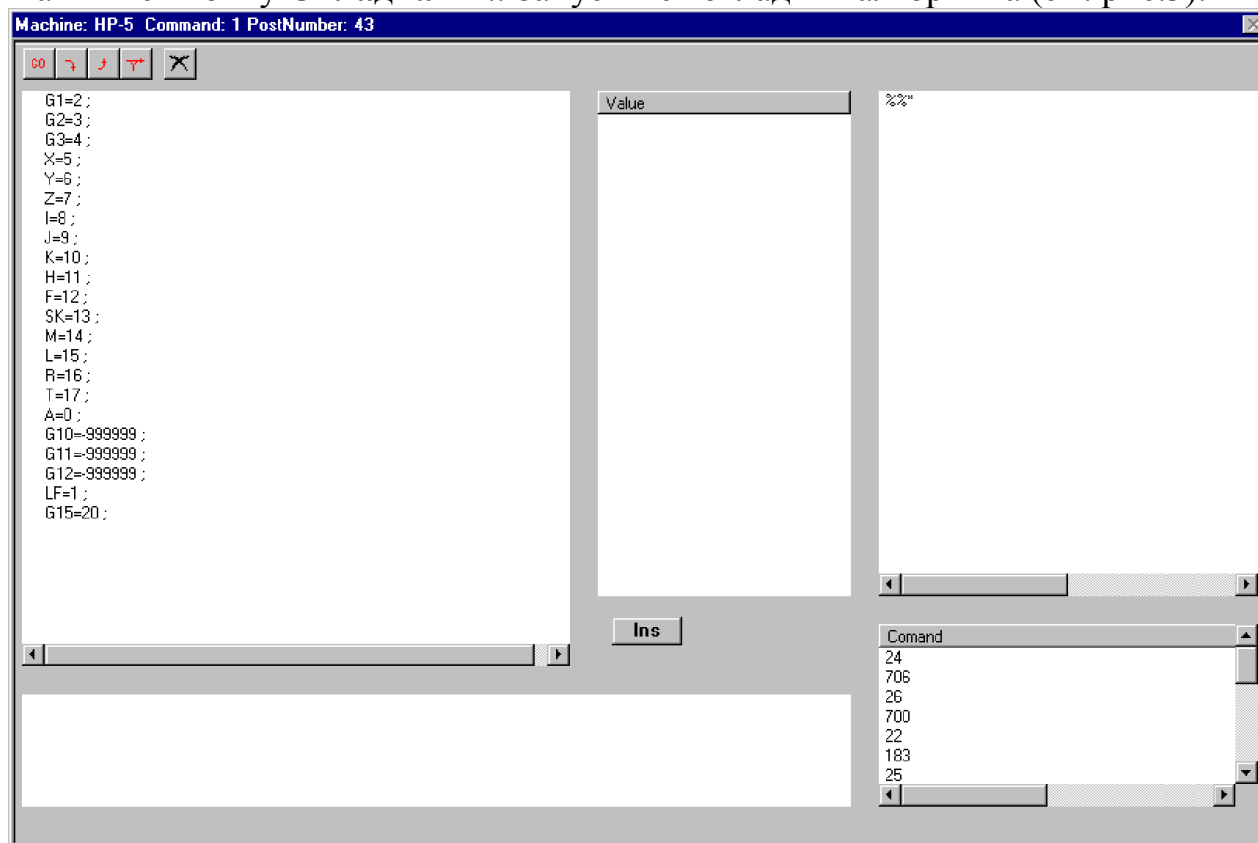


Рис. 3.Отладчик. алгоритмов

**В заголовке окна находится следующая информация:** имя станка; код обрабатываемой команды CLDATA; номер постпроцессора

**Левый верхний раздел окна:** алгоритм на текущую команду CLDATA (подсвечивается текущая строка алгоритма)

**Центральный раздел окна:** область задания системных и пользовательских переменных, используемых в алгоритмах для контроля их значений

Клавиша **INS** – позволяет ввести в поле имя переменной для контроля ее значения

**Правый верхний раздел окна:** – формируемые кадры УП.

**Левый нижний раздел окна:** – формируемый кадр УП.

**Правый нижний раздел окна:** – список алгоритмов на команды CLDATA задействованный в постпроцессоре (двойной щелчок мыши на номере алгоритма выводит его содержимое на экран).

Отладчик может работать в двух режимах:  полная отладка до точки останова (если задана) и пошаговая отладка.

**Дополнительные режимы отладки** выполняются при нажатии клавиш-



Первая клавиша дает возможность выйти из текущего алгоритма с выполнением его.

### 3.5. ФОРМИРОВАНИЕ ТАБЛИЦЫ СООТВЕТСТВИЙ

В процессе преобразования последовательности команд CLDATA в последовательность кадров УП необходимо учитывать состояние станка в различных фазах его работы. В зависимости от этого изменяется состав и последовательность вывода технологических команд в кадр УП.

Для учета этих различий целесообразно использовать таблицы соответствия, по которым определяются условия выполнения технологических команд. Эти условия регистрируются параметрами работы постпроцессора в виде соответствующих значений пользовательских переменных.

В табл. 3 приведены рекомендуемые значения пользовательских переменных в зависимости от текущего состояния обработки применительно к обработке корпусных деталей на многоцелевом станке с системой ЧПУ Fanuc 6M.

В левой колонке указаны номера команд CLDATA в соответствии с приложением 1. В колонках пользовательских переменных приведены значения параметров в различные моменты работы станка. Содержание переменных можно сформулировать следующим образом:

- P1 – характер перемещений х.ход/раб.ход (0/1);
- P2 – состояние коррекции по оси Z выкл./вкл. (0/1);
- P3 – нахождение инструмента на плоскости безопасности да/нет (0/1);
- P4 - состояние коррекции по радиусу R выкл./вкл. (0/1);
- P5 – резерв;
- P6 – резерв;
- P7 – работа в абс.системе/приращениях (0/1). Имеется в виду, что работа станка в режиме подпрограммы эффективнее при применении способа кодирования в приращениях;
- P8 – работа в режиме постоянного технологического цикла да/нет (0/1);
- P9 – работа в режиме подпрограммы да/нет (0/1).

Кроме приведенных переменных P1-P9, которые могут рассматриваться как триггеры типа да/нет, могут применяться пользовательские переменные для указания числовых значений. Например, для определения характера траектории в следующем кадре удобно пользоваться переменной НК, принимающей значения:

НК=180 - режим перемещения на холостом ходу;

НК=181 - режим прямолинейного перемещения на рабочей подаче;

НК=183 - режим перемещения по окружности на рабочей подаче.

Таблица 3

№ коман- ман- ды CLD ATA	Фаза обработки	Значения переменных									
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
1	Начало программы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Номер программы										
401	Установка системы координат станка										
25	Позиционирование										
24	Вкл. шпинделя										
705	Ввод коррекции Z		1								
25	Опускание на х.ходу										
26	Вкл. охлаждения										
223, 252	Вызов подпрограммы (по необходимости)							1	1		
36	Отработка цикла									1	
	Завершение работы цикла									0	
23	Опускание на пониженной подаче			1							
181, 183	Черновая обработка на рабочих ходах	1									
706	Ввод корректора R				1						
181, 183	Чистовая обработка на рабочих ходах										
710	Вывод коррекции R				0						
700	Выкл. охлаждения										
713	Выход из подпрограммы (по необходимости)							0	0		
709	Вывод коррекции Z		0								
28,25	Отвод на х.ходу	0		0							
701	Выкл. шпинделя										
25, 451	Позиционирование в точку смены инструмента										
35	Смена инструмента										
4	Конец УП										

3.6. В приложении 4 приведен пример оформления файла алгоритмов для станка мод. VP-5A с устройством ЧПУ типа Fanuc-6M.

#### **4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

В соответствии с предложенным преподавателем заданием студенты выполняют следующие работы:

- 1) Разрабатывают алгоритм преобразования одной или нескольких команд CLDATA для получения соответствующего формата кадра УП.
- 2) Выполняют в режиме отладки корректировку настроек постпроцессора в модуле ADEM.gpp.
- 3) Оформляют отчет.

#### **5. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЕТА**

В отчете должно быть отражено следующее:

- название работы, Ф.И.О. студентов, выполнивших работу, номер академической группы;
- описание полученного задания;
- разработанный алгоритм (алгоритмы) преобразования команд CLDATA и другие изменения в макете кадра, паспорте станка и в файле макрокоманд;
- выводы.

Список команд CLDATA, применяемых в программе ADEMGPP		
Наименование	Обозначение	Код
Программа	ПРОГРАММ	1
Деталь	ДЕТАЛЬ	2
Станок	СТАНОК	3
Конец УП	КОНЕЦ	4
Стоп программы	СТОП	22
Включить рабочую подачу	ПОДАЧА	23
Включить шпиндель	ШПИНД	24
Включить ускоренную подачу	ХХОД	25
Включить СОЖ	СОЖ	26
Включить выстой	ВЫСТОЙ	27
Отвести инструмент	ОТВОД	28
Перезахват (листоштамповка)	ПЕРЕХВАТ	29
Вспомогательная функция	ФУНВ	30
Подготовительная функция	ФУНП	31
Пропуск кадра	ПРОПУСК	32
Условный останов программы	ОСТАНОВ	33
Смена стола	СТОЛ	34
Загрузка инструмента	ИНСТР	35
Цикл	ЦИКЛ	36
Поворот стола	ПОВОРОТ	40
Совместное перемещение	МУЛЬТИ	41
Резьба	РЕЗЬБА	90
Линейная интерполяция	ИДИТОЧ	181
Круговая интерполяция	ИДИОКР	183
Вызов подпрограммы	ВЫЗОВ	223
Начало подпрограммы	ПОДПРОГ	252
Фиксация начала цикла	НЦ	401
Позиция смены инструмента	БЕЗПОЗ	451
Вставка в УП	ВСТАВКА	458
Проверка условия	ЕСЛИ	526
Передача управления на метку	ИДИМЕТ	527
Метка	МЕТКА	528
Комментарий программы	КОММЕНТ	582
Выключить СОЖ	СОЖ/ВЫКЛ	700
Выключить шпиндель	ШП/ВЫКЛ	701
Завершить пропуск кадров	ПР/ВЫКЛ	702
Включить корректор по оси X	КХ/ВКЛ	703
Включить корректор по оси Y	КУ/ВКЛ	704
Включить корректор по оси Z	КZ/ВКЛ	705
Включить радиусный корректор	KR/ВКЛ	706

Выключить корректор по оси X	KX/ВЫКЛ	707
Выключить корректор по оси Y	KY/ВЫКЛ	708
Выключить корректор по оси Z	KZ/ВЫКЛ	709
Выключить радиусный корректор	KR/ВЫКЛ	710
Ориентированный останов шпинделя	ШП/ОР	711
Конец подпрограммы		713
Зарезервированная команда		799

Приложение 2

СИСТЕМНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ	
Обозначение	Наименование
Координаты инструмента	
XT ; XCURPOS	Координата X формируемая
YT ; YCURPOS	Координата Y формируемая
ZT ; ZCURPOS	Координата Z формируемая
XC ; XBEG	Координата X предыдущая
YC ; YBEG	Координата Y предыдущая
ZC ; ZBEG	Координата Z предыдущая
DX	Приращение по X
DY	Приращение по Y
DZ	Приращение по Z
AT ; ACURPOS	Формируемое угловое положение по оси A
BT ; BCURPOS	Формируемое угловое положение по оси B
CT ; CCURPOS	Формируемое угловое положение по оси C
AC ; ABEG	Предыдущее угловое положение по оси A
BC ; BBEG	Предыдущее угловое положение по оси B
CC ; CBEG	Предыдущее угловое положение по оси C
Круговая интерполяция	
XЦОКР ; X/CENTER	Координата центра окружности X
YЦОКР ; Y/CENTER	Координата центра окружности Y
ZЦОКР ; Z/CENTER	Координата центра окружности Z
ROКР ; R/CIRC	Радиус окружности
НАПРОКР ; DIR/CIRC	Направление движения по окружности
ЧС ; CW	По часовой стрелке
ПЧС ; CWW	Против часовой стрелки
Последующие движения инструмента	
VXСЛ ; V/XNEXT	Вектор следующего движения по оси X

ВУСЛ ; V/YNEXT	Вектор следующего движения по оси Y
ВZСЛ ; V/ZNEXT	Вектор следующего движения по оси Z
К/ПЕРЕЛ ; C/BREAK	Код перелома траектории
Геометрия и номер позиции инструмента	
ТИНСТР ; N/TOOL	Номер загружаемого инструмента
ИНСТР1 ; FIRSTOOL	Первый инструмент программы
СЛИНСТР ; NEXTOOL	Следующий инструмент
РИНСТР ; RAD/TOOL	Радиус загружаемого инструмента
Включение/выключение корректоров	
ВКЛКОРХ ; XCOMPON	Включаемый корректор по оси X
ВКЛКОРУ ; YCOMPON	Включаемый корректор по оси Y
ВКЛКОРZ ; ZCOMPON	Включаемый корректор по оси Z
ВКЛКОРR ; RCOMPON	Включаемый корректор по R
ВЫКЛКОРХ ; XCOMPOFF	Выключаемый корректор по оси X
ВЫКЛКОРУ ; YCOMPOFF	Выключаемый корректор по оси Y
ВЫКЛКОРZ ; ZCOMPOFF	Выключаемый корректор по оси Z
ВЫКЛКОРR ; RCOMPOFF	Выключаемый корректор по R
Положение металла	
ПЛМ METLOCAT	Положение металла
СПР ; RIGHT	Справа
СЛВ ; LEFT	Слева
Управление шпинделем	
N ; SPIN	Обороты шпинделя
НВШП ; DIR/SPIN	Направление вращения шпинделя
СЛНОБ ; NEXTSPIN	Следующие обороты шпинделя
Управление подачей	
S ; FEED	Подача в мм/мин
СЛПОДМИН ; NEXT/F/T	Следующая подача в мм/мин
Учетные данные программы, детали и станка	
НПРОГ ; N/PROG	Номер программы
ИПРОГ ; NAMEPROG	Имя программы
ИДЕТ ; NAMEPART	Имя детали
НДЕТ ; N/PART	Номер детали
Постоянные циклы	
НЦИКЛ	Номер цикла
ПАРЦ1	Подача цикла
ПАРЦ2	Плоскость отвода инструмента
ПАРЦ3	Глубина отверстия
ПАРЦ4	Пауза

ПАРЦ5	Число заглублений минус единица
ПАРЦ8	Приращение при глубоком сверлении
Координаты безопасной позиции	
ХБЕЗПОЗ ; XGONOME	Координата X БЕЗПОЗ
УБЕЗПОЗ ; YGONOME	Координата Y БЕЗПОЗ
ZБЕЗПОЗ ; ZGONOME	Координата Z БЕЗПОЗ
Начало цикла	
ХНЦ жXНОМЕ	Координата X начала программы
УНЦ ; УНОМЕ	Координата Y начала программы
ZНЦ ; ZНОМЕ	Координата Z начала программы
Вспомогательные переменные	
НОМКДР ; N/BLOCK	Номер кадра
ТКОМ ; REM	Комментарий
КСЛКОМ ; NEXT/COD	Код следующей команды CLDATA
КОТВОД ; C/GONOME	Код отвода
<b>ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ПЕРЕМЕННЫЕ</b>	
P1...P10	
NK	
G(G1)...G20	
E	
X(X1)...X2	
Y(Y1)...Y2	
Z9Z1)...Z2	
D(D1)...D3	
I,J,K,T,F,SK	
A,B,C,R,Q,LF	
H(H1)...H3	
M(M1)...M3	

**Пример оформления файла алгоритмов для станка КФПЭ-250**

**Код 1 Программа**

G1=2;  
G2=3;  
G3=4;  
X=5;  
Y=6;  
Z=7;  
I=8;  
J=9;  
K=10;  
H=11;  
F=12;  
SK=13;  
T=14 ;  
L=15;  
M=16 ;  
Q=17 ;  
P=18 ;  
A=0;  
LF=1;  
C=19 ;

**Код 4. Конец УП**

M->2;  
BLOCK;  
M->30;  
BLOCK;

**Код 22. Стоп программы**

BLOCK;  
M->0;

**Код 23. Включить рабочую подачу**

P1=1;  
F->FEED ;

**Код 24. Включить шпиндель**

SK->NEXTSPIN ;  
IF DIR/SPIN=CW M->3;  
ELSE M->4;  
BLOCK ;  
FIRSTOOL=T ;  
IF CURTOOL=T DO ;

**Код 35. Загрузка инструмента**

КАДР ;  
C->ТИНСТР+900 ;  
ПНКАДР ;  
КАДР ;  
T->ТИНСТР ;  
M->66 ;  
КАДР ;  
G1->90 ;  
G2->17 ;  
G3->20 ;  
КАДР ;  
LF=1;

**Код 181. Линейная интерполяция**

IF DX!=0 X->XCURPOS;  
IF DY!=0 Y->YCURPOS;  
IF DZ!=0 Z->ZCURPOS ;  
IF A=0 DO ;  
IF B=1 DO ;  
IF DZ!=0 BLOCK ;  
G3->1 ;  
G2->40 ;  
X->XCURPOS ;  
Y->YCURPOS ;  
B=0 ;  
BLOCK ;  
ENDDO ;  
ELSE IF P1=1 G1->1 ;  
ELSE IF (NK!=180)&(P1=0) G1->0 ;  
BLOCK;  
ENDDO ;  
ELSE DO ;  
IF METLOCAT=RIGHT G1->41 ;  
ELSE G1->42 ;  
A=0 ;  
IF NEXT/COD=183 DO ;  
IF ABS(V/XNEXT)>0.001 I->V/XNEXT ;  
IF ABS(V/YNEXT)>0.001 Q->V/YNEXT ;  
ENDDO ;  
ELSE DO ;

<pre> ENDDO ; ELSE DO ; X-&gt;XCURPOS ; Y-&gt;YCURPOS ; BLOCK ; ENDDO ;        <b>Код 26. Включить СОЖ</b>  M-&gt;8; BLOCK;        <b>Код 25. Включить ускоренную подачу</b> P1=0; D2=0; IF NK=183 DO; G1-&gt;1; F-&gt;3600; ENDDO; ELSE G1-&gt;0; NK=180;        <b>Код 28. Отвести инструмент</b> IF CURTOOL!=FIRSTOOL DO ; Z-&gt;Z/GOHOME ; BLOCK ; X-&gt;X/GOHOME ; Y-&gt;Y/GOHOME ; BLOCK ; G2-&gt;5 ; ENDDO ; </pre>	<pre> IF ABS(V/XNEXT-XCURPOS)&gt;0.001 Q-&gt;V/XNEXT ; IF ABS(V/YNEXT-YCURPOS)&gt;0.001 Q-&gt;V/YNEXT ; ENDDO ; ENDDO ; LF=0; NK=181;        <b>Код 700. Выключить СОЖ</b> M-&gt;9; BLOCK;        <b>Код 183. Круговая интерполя- ция</b> IF DIR/CIRC=CW G1-&gt;2; ELSE G1-&gt;3; X-&gt;XCURPOS; Y-&gt;YCURPOS; I-&gt;X/CENTER ; J-&gt;Y/CENTER ; BLOCK; NK=183;        <b>Код 701. выключить шпиндель</b> M-&gt;5 ; BLOCK ; <b>Код 706. Включить радиусный кор- ректор</b> A=RCOMPON;  <b>Код 710. Выключить радиусный корректор</b> B=1; BLOCK; </pre>
--	--

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА ПОСТПРОЦЕССОРОВ  
САД/САМСИСТЕМЫ АДЕМ

Составитель Кугаевский Сергей Семенович

Редактор И.В.Коршунова

---

Подписано в печать 01.03.2001		Формат 60x84	1/16
Бумага типографская	Офсетная печать	Усл.печ.л.	0,93
Уч.-изд.л. 0,78	Тираж	Заказ 56	Цена "С"

---

Издательство УГТУ-УПИ  
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19