

Московский государственный технический университет
им. Н. Э. Баумана

Труды МГТУ № 548

**ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
СИСТЕМЫ**

Издательство МГТУ
1992

ББК 32.965
И 73
УДК 658.512

Рецензенты: *В.А.Алексеев, Г.Б.Евгенов*

И 73 Интегрированные производственные системы: Сб. статей /
Под ред. А.М.Савинова - М.: Изд-во МГТУ, 1992 - 84 с.

ISBN 5-7038-0802-2

Рассматриваются вопросы создания, структуры, обеспечения интегрированных
производственных систем, ГПС механической обработки.

Сборник предназначен для научных работников, инженеров, аспирантов, студентов
старших курсов, специализирующихся в области автоматизированных систем механиче-
ской обработки.

Табл.5. Илл.32. Библиогр. 40 назв.

ББК 32.965

Редакция заказной литературы

**Павел Михайлович Субарев
Александр Борисович Евсиков
Вадим Геннадьевич Коваленко и др.**

Интегрированные производственные системы

Заведующая редакцией *Е.С.Ивашкина*
Редактор *Ю.Н.Хлебинский*
Корректор *О.В.Калашникова*

ISBN 5-7038-0802-2

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1992 г.

Подписано в печать 30.10.91. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 2.
Печ. л. 5,25. Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 4,82. Тираж 500 экз.
Изд. № 265. Заказ *229*. Цена 50 к.

Издательство МГТУ, типография МГТУ.
107005, Москва, 2-я Бауманская, 5.

К ВОПРОСУ АДАПТАЦИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ К УЧПУ КЛАССА CNC

Построенные на базе высокопроизводительных микропроцессоров УЧПУ класса CNC создают широкие возможности в сфере обслуживания и программирования технологического оборудования.

Важным шагом в этом направлении является оснащение систем CNC библиотеками подпрограмм циклов обработки, открывающими возможность реализации метода макропрограммирования*. Данный метод подразумевает получение свернутых в макрокоманды структур управляющих программ, где под макрокомандой понимается запись (на принятом языке программирования) совокупности инструкции вызова подпрограммы и входных параметров.

Использование подпрограмм циклов обработки, а также наличие у некоторых CNC-систем встроенных функций автоматизированного программирования облегчают процесс подготовки управляющих программ. Вследствие этого появляется возможность реализации метода программирования непосредственно у станка. Однако динамика развития разных методов подготовки УП [1] показывает, что к концу 1990 г. наибольшую долю составит автоматизированный метод подготовки УП (рис.1). Причины этого [3] – наличие интегрированных систем проектирования CAD/NC и увеличение числа станков с ЧПУ, для которых необходимо программирование.

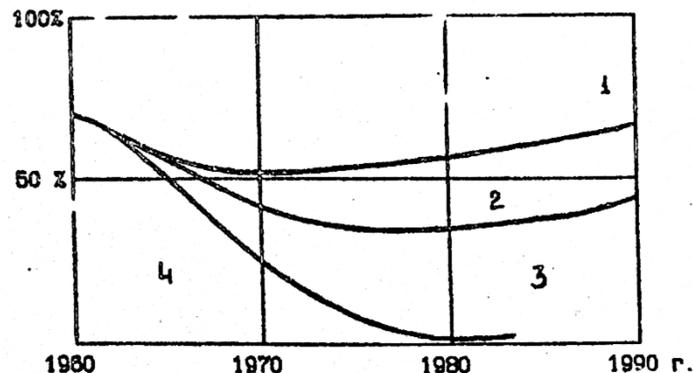


Рис. 1. Доля разных методов подготовки УП:
1 – автономные САП; 2 – интегрированные системы проектирования;
3 – программирование в цехе у станка; 4 – ручное программирование

* См. предыдущую статью настоящего сборника.

При выборе же метода цехового программирования целесообразно лишь при наличии [4]:

- мелких предприятий, которым не выгодно покупать дорогостоящие пакеты САП, создавать бюро программного обеспечения;
- высококвалифицированных рабочих-операторов.

Данное обстоятельство, а также приоритетность для CNC-систем свернутых в макрокоманды УП обуславливают использование в САП библиотеки подпрограмм УЧПУ класса CNC.

В зависимости от возможностей организации библиотек подпрограмм из всего множества можно выделить следующие два типа CNC-систем:

- 1) с жестко определенной библиотекой подпрограмм;
- 2) с гибкой, перестраиваемой на нужды пользователя библиотекой подпрограмм.

Если в первом случае набор подпрограмм в библиотеке жестко определен, то во втором, используя имеющуюся в системе свободно программируемую область, можно создавать пользовательские библиотеки подпрограмм, либо модифицировать уже имеющиеся.

В результате этого большое разнообразие и постоянное изменение архива подпрограмм в библиотеке создают проблему адаптации САП к УЧПУ класса CNC, так как методы построения существующих ныне САП, рассчитаны лишь на системы CNC с жестко определенной библиотекой подпрограмм и не обеспечивают настройку на модифицируемую библиотеку подпрограмм.

В этой связи в статье рассматривается принцип автоматизированной подготовки свернутых в макрокоманды структур УП, предоставляющий возможность создания механизма адаптации САП к модифицируемой библиотеке подпрограмм CNC-систем.

Как известно, функционально САП состоит из процессора и постпроцессора. Традиционно текст УП формируется следующим образом: процессор обрабатывает входные данные САП и вырабатывает стандартизированный файл *CLDATA*; постпроцессор в результате переработки данных на языке *CLDATA* генерирует текст УП.

Указанный принцип формирования текста УП для свернутых в макрокоманды структур не обеспечивает эффективную адаптацию САП к модифицируемой библиотеке подпрограмм УЧПУ класса CNC, так как при этом допустимы лишь следующие варианты:

- 1) создание новой версии постпроцессора при каждой новой модификации архива подпрограмм в библиотеке;
- 2) модификация языка *CLDATA* и добавление соответствующих постпроцессорных процедур в инвариантном постпроцессоре.

При генерации текста полностью свернутой в макрокоманды управляющей программы нет необходимости функционирования процессора и выработки им данных на языке *CLDATA*, поскольку УП не содержит рассчитанную траекторию движения инструмента. Траектория, как известно, определяется автоматически УЧПУ класса CNC по заданным в макрокоманде значениям входных параметров,

т.е. происходит перераспределение функции между САП и СУ станка.

Поэтому рассматриваемый метод автоматизированной подготовки свернутых в макрокоманды УП подразумевает переработку постпроцессором входной информации САП и получение текста УП в виде промежуточного файла *CLDATA* непосредственно на языке CNC-систем. В основе метода лежит принцип подготовки УП из постоянных массивов кадров, для которых формируются маски, представляющие собой незаполненные численными значениями части УП заданного функционального назначения. При этом УП формируется путем последовательного выбора из библиотеки и заполнения масок.

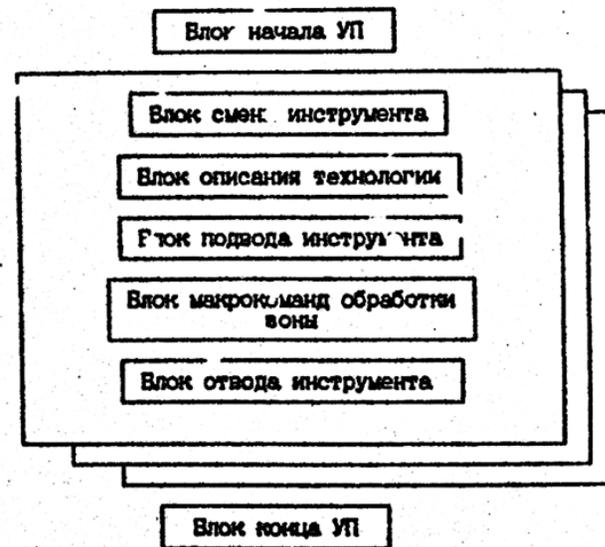


Рис. 2. Формальная схема структуры свернутых в макрокоманды УП

Чтобы определить состав масок и сформировать соответствующую библиотеку, разработана формальная схема структуры свернутых в макрокоманды УП (рис. 2). В ней выделены универсальные блоки (модули), имеющие в УП завершённые функциональные назначения. Каждому блоку соответствует маска (или набор масок) в библиотеке. Например, модулям "Подвод инструмента" и "Отвод инструмента" соответствуют три маски, реализующие три схемы подвода - отвода инструмента (рис.3).

```

N... G00 G90 X... M... G00 G90 Z... N... G00 G90 X... Z...
M...           Z... N...           X...
a                б.                в

```

Рис. 3. Маски, реализующие схемы подвода и отвода инструмента (для *Sinumerik Sprint 8T*) поочередно по осям X и Z (а), Z и X (б) и одновременно по X, Z (в)

Аналогично модулю "Обработка зоны" в библиотеке масок соответствуют маски макрокоманд, члемеющихся в библиотеке подпрограмм циклов обработки CNC-системы. Так, маска макрокоманды вызова подпрограммы L94, реализующая цикл многопроходной выборки зоны, имеет вид (для *Sinumerik 8T Sprint*):

```

N... R10... R11... R12... R13...
N... R14... R15... R16... R17...
N... R18... R20... R21...
N... L94 F...

```

а маска макрокоманды вызова подпрограммы L97, реализующая цикл нарезания резьбы:

```

N... R21... R22... R23... R24...
N... R25... R26... R27... R28...
N... R29... R31... R32...
N... L97 F...

```

и т.д.

Текст управляющей программы пост-процессор формирует посредством программ "Диспетчер" и "Компоновщик". Программа "Диспетчер" путем последовательного обращения к соответствующим блокам осуществляет поочередный выбор и заполнение масок из библиотеки, после чего они объединяются в общий текст УП.

Далее программа "Компоновщик" добавляет признак конца УП, производится сквозная нумерация кадров, из текста удаляются ненужные пробелы - формируется окончательный вариант УП (рис.4).

```

Z1
N... M71
.
.
.
N... T101
N... G95 S 85.00
N... M4
N... G00 G90 Z 100.000
N...           X 150.000
N... F10 100 R11 -70 R12 45 R13 -50
N... R14 120 R15 -6 R16 0.3 R17 0.42
N... R18 2.5 P20 11 R21 2
N... L94 F 0.25
N... G00 G90 Z 100.000
N...           X 150.000
.
.
.

```

Начало УП

Описание инструмента

Описание технологии

Подвод инструмента

Макрокоманда

Многопроходной обработки зоны

Отвод инструмента

```

Z1
N0005 M71
.
.
.
N001 T101
N0015 G95 S85
N0020 M4
N0025 G00 G90 Z100
N0030 X150
N0035 R10 100 R11 -70 R12 45 R13 -50
N0040 R14 120 R15 -6 R16 0.3 R17 0.42
N0045 R18 2.5 R20 11 R21 2
N0050 L94 F0.25
N0055 G00 G90 Z100
N0060 X150
.
.
.
M02

```

а

Конец УП

б.

Рис. 4. Фрагменты УП на переход после отработки программ "Диспетчер" (а) и "Компоновщик" (б)

Таким образом, для адаптации САП к библиотеке подпрограмм ЧПУ класса *CNC* необходимо и достаточно, не затрагивая структуру постпроцессора, произвести модификацию библиотеки масок с помощью специальных средств описания структуры макрокоманд. Данную функцию выполняет генератор масок макрокоманд. Входом генератора является специальный каталожный файл с перечнем имеющегося в *CNC*-системе архива подпрограмм а выходом — соответствующий данному каталожному файлу набор масок макрокоманд в библиотеке (рис.5).

Каталог типовых циклов обработки		
Код	Название цикла	Параметры
L94	Многопроходная выборка стандартного контура	R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R20, R21
L95	Многопроходная выборка произвольного контура	R20, R21, R22, R24, R25, R26, R27, R29
L96	Назначение режвыбы	R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19
L20	Обработка канавки с режвыбой	R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27

а

Адрес	Маска
L94	N... R10... R11... R12... R13...
	N... R14... R15... R16... R17...
	N... R18... R20... R21...
	N... L94 F...
L95	N... R20... R21... R22... R24...
	N... R25... R26... R27... R29...
	N... L95 F...
	N... R10... R11... R12... R13...
L96	N... R14... R15... R16... R1...
	N... R18... R19...
	N... L96 F...
	N... R20... R21... R22... R23...
L20	N... R26... R27...
	N... L20 F...

б

Рис. 5. Библиотека циклов и масок макрокоманд:

а — специальный каталожный файл — вход генератора; б — набор масок макрокоманд в библиотеке, соответствующий данному каталожному файлу, — выход генератора.

Предлагаемая методика автоматизированной подготовки свернутых в макрокоманды УП обуславливает соответствующую информационную структуру САП (рис.6). Как видно из приведенной структуры, функционирование постпроцессора не зависит от процессора, поскольку они имеют общие входные данные. Процессор в этом случае используется для моделирования спроектированного ТП (графическое моделирование траектории движения инструмента, вычисление времени и т.д.), а также подготовки данных для постпроцессора в случае необходимости формирования развернутой управляющей программы.



Рис. 6. Информационная структура САП

Рассмотренный выше метод адаптации реализован в САП токарных операций для *CNC*-систем 2P22 и *Sinumerik 3T Sprint* — САПТО/2P22-*Sinumerik*.

Весь комплекс программ разработан применительно к мини-ЭВМ типа *СМ-1420*, функционирующей в операционной среде *RSX*. САПТО/2P22 внедрена на предприятии с годовым экономическим эффектом 9 тыс.руб. Составляющей данного эффекта является сокращение подготовительно-отладочного времени УП, полученное благодаря максимально свернутым в макрокоманды УП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Waller S. Internationaler stand v.a. steuerungstechnik und technischer informationsverarbeitung. – Werkstattstechnik, 1983. P. 287-290.
2. Гырдымов Г.П., Молочн : В.И., Гольдштейн А.И. Проектирование постпроцессоров для оборудования гибких производственных систем – М : Машиностроение, 1988.
3. Kumminger F. Traum Arbeitsplatz: Der Mann an der Maschine programmiert //Masch. und Werkzeug. 1986. Vol. 7. P.10-18.
4. Kummmler G. Rommel F. Einordnung der rech. ergestutzten dialogorientierten NC-programmverwaltung in der fertigungsprozeb //Wiss. Z.d. Ntchn. Hochsch. 1986. Vol.28. № 3. P. 376-381.