

**СИСТЕМА
ПОДГОТОВКИ ПРОГРАММ
15ИПГ**

**СПП МИКРОАПТ
Общее описание
И5М1.419.001 Д7**



СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения	2
2. Состав системы и комплекса технических средств	2
3. Последовательность работ по подготовке управляющих программ	3
4. Постпроцессоры и программная документация системы	5
5. Условия поставки	5
6. Пример программы	6
7. Список литературы	9
Лист регистрации изменений	10

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Система автопрограммирования СПП МИКРОАПТ представляет из себя программные средства системы подготовки программ 15ИПГ И5М1.419.001.

1.2. СПП МИКРОАПТ предназначена для автоматизации процессов подготовки, контроля и редактирования программ для металлорежущих станков с числовым программным управлением.

Система использует единый мнемонический язык для описания различных видов обработки на фрезерных, токарных, расточных, сверлильных, электроэрозионных и т.п. станках с плоскопараллельной обработкой.

1.3. Отличительными особенностями СПП МИКРОАПТ являются:

- 1) диалоговый режим общения с оператором;
- 2) наличие в языке обобщённых технологических инструкций;
- 3) возможность параметрического задания размеров и технологических режимов;
- 4) широкий набор средств управления программой, организации подпрограмм и циклов;
- 5) возможность вычисления и переопределения параметров и геометрических элементов в процессе работы программы.

Все эти особенности существенно снижают трудоёмкость разработки управляющей программы по сравнению с широко распространёнными системами автопрограммирования типа САП-М32.

1.4. СПП МИКРОАПТ рассчитана на эксплуатацию программистом-технологом, выполняющим функции оператора при отладке программы в диалоговом режиме.

1.5. В качестве ядра языка системы принят язык МИКРОАПТ, разработанный О.П. Рыжиковым (г. Ленинград).

2. СОСТАВ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

2.1. СПП МИКРОАПТ состоит из процессора и набора постпроцессоров, разрабатываемых для конкретных сочетаний станок – УЧПУ.

Список имеющихся постпроцессоров приведён в [разделе 4](#).

2.2. Система рассчитана на комплекс технических средств в составе:

- 1) устройство специализированное управляющее вычислительное «Электроника ДЗ-28» любого исполнения, выпущенное позже ноября 1979 года;
- 2) пишущая машина «Консул 260.1»;
- 3) перфоратор ПЛ-150;
- 4) фотосчитыватель СПЗ;
- 5) контроллер ПЛ-150-СПЗ;
- 6) графопостроитель И5М3.895.003.

Минимально возможный состав комплекса – «Электроника ДЗ-28» и «Консул 260.1».

Примечания. 1. Возможно использование в составе комплекса любых типов перфораторов и считывателей с соответствующими контроллерами без изменения программного обеспечения при условии соответствия кодов УПРАВЛЕНИЕ (1200 – для считывателя, 1500 – для перфоратора). 2. При применении другого типа графоопстроителя требуется коррекция подпрограмм его обслуживания в постпроцессорах системы.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

3.1. Процесс подготовки управляющих программ для станков с программным управлением в общем случае можно разделить на три этапа:

- 1) разработка технологического процесса обработки детали;
- 2) программирование обработки и нанесение управляющей программы на носители;
- 3) контроль управляющей программы и устранение обнаруженных ошибок.

СПП МИКРОАПТ автоматизирует второй и третий этапы подготовки управляющих программ.

Первый этап не является автоматизированным и обычно осуществляется технологом-программистом либо технологом в следующей последовательности:

- 1) определение последовательности обработки;
- 2) составление расчётно-технологической карты;
- 3) выбор режущих инструментов и назначение режимов резания;
- 4) выбор на чертеже координатных осей и точки начала обработки;
- 5) нанесение на чертёж дополнительных линий, изображающих траекторию движения режущего инструмента.

3.2. При использовании СПП МИКРОАПТ программирование обработки производится на простом, легко усваиваемом входном языке.

Входной язык содержит минимальное число слов (операторов), позволяющих легко и понятно задавать геометрию детали, описывать технологические операции и движение центра инструмента.

Программу на входном языке будем называть исходной. В ней программист записывает геометрическую и технологическую информацию о детали, задаёт последовательность движений режущего инструмента и требуемые технологические команды.

Текст исходной программы может быть введён в систему как с клавиатуры пишущей машины «Консул 260.1», так и с подготовленной заранее перфоленты или с магнитной ленты.

Подготовка текста программы на перфоленте может быть произведена на любом устройстве подготовки данных, например, типа ЕС-9021 или ЕС-9024.

Текст отлаженной исходной программы или её промежуточной версии может быть по желанию оператора выведен на перфоленту, печать или магнитную ленту.

Исходная программа переводится (транслируется) программой-процессором на промежуточный язык системы – промежуточный массив.

Процессор позволяет широко использовать подпрограммы, организовывать циклы и повторять определённые участки поворотом и сдвигом, что даёт возможность существенно сокращать длину программы на входном языке, создавать подпрограммы, пригодные без существенных изменений для различных деталей.

Процессор производит все необходимые вычисления для расчёта положений геометрических элементов (точек, прямых, кругов) траектории движения центра режущего инструмента и обрабатывает команды технологических операций.

Существенным достоинством СПП МИКРОАПТ является возможность программирования проходов по заданным аналитической зависимостью траекториям путём их линейной или линейно-круговой аппроксимации.

В процессе трансляции процессор выдаёт оператору-программисту сообщения об ошибках, имеющихся в программе.

Программа может быть отредактирована заменой, стиранием или вставкой новых строк и оттранслирована заново.

Трансляцию исходной программы в целях её предварительной проверки можно производить без записи промежуточного массива на носитель, что сокращает время отладки и расход перфоленты.

Программой-постпроцессором промежуточный массив, в свою очередь, транслируется в управляющую программу. Каждый постпроцессор предназначен для подготовки управляющих программ одного или группы аналогичных по основным параметрам сочетаний станок – УЧПУ.

В процессе трансляции постпроцессор может одновременно в любых сочетаниях или поочерёдно выводить сформированную управляющую программу на печать, перфоленту и на графопостроитель для визуального контроля перемещений.

В постпроцессорах реализована возможность исправления некоторых ошибок исходной программы без её повторной трансляции.

В некоторых случаях для отладки сложных программ может оказаться полезной распечатка промежуточного массива. Режим печати промежуточного массива реализован во всех постпроцессорах СПП МИКРОАПТ.

Постпроцессоры предоставляют оператору широкие возможности выбора режима трансляции, например, печати части управляющей программы, вывода её на графопостроитель в разных масштабах и в заданной координатной плоскости и т.п.

3.3. Для автоматизации процесса окончательной проверки и коррекции управляющих программ в каждом постпроцессоре СПП МИКРОАПТ реализован режим контроля носителей (управляющих перфолент).

В этом режиме, как и в режиме трансляции, по желанию оператора можно получить распечатку управляющей программы, вывести её на перфоленту и графоопстроитель.

При необходимости можно получить отредактированную версию перфоленты. Редактирование производится исключением и вставкой кадров в произвольном месте управляющей программы. Вставляемые кадры набираются с клавиатуры пишущей машины.

Контроль перфолент, реализованный в СПП МИКРОАПТ, как правило, в смысле выявления ошибок, эффективнее проверки перфоленты путём её прогонки на станке без обработки или с обработкой на макете. На долю проверки путём обработки контрольной детали остаются, в основном, ошибки назначения режимов резания. Такие ошибки легко исправить редактированием перфоленты в режиме контроля.

4. ПОСТПРОЦЕССОРЫ И ПРОГРАММНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ СИСТЕМЫ

4.1. СПП МИКРОАПТ открыта для постоянного расширения состава постпроцессоров.

Перечень постпроцессоров приведён в [таблице](#) вместе с обозначением программных документов на них.

4.2. Сведения, необходимые для эксплуатации процессора системы, изложены в описании языка И5М1.419.001 Д25 и в руководстве оператора И5М1.419.001 Д26.

Сведения о логической структуре и функционировании процессора и его текст приведены в описании программы И5М1.419.001 Д29.

4.3. Разработчики системы настоятельно просят предприятия и организации, занимающиеся разработкой постпроцессоров СПП МИКРОАПТ, сообщать сведения о них по приведённой в [таблице](#) форме для включения в настоящее описание.

5. УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ

5.1. Процессор СПП МИКРОАПТ и постпроцессоры с децимальным номером документации И5М1.419.001 поставляются сторонним организациям по договору о передаче научно-технических достижений в соответствии с постановлением Совета Министров СССР № 604 от 27 августа 1971 года.

Сведения о разработчиках остальных постпроцессоров системы сообщаются по письменному запросу.

5.2. Программное обеспечение поставляется пользователю на перфоленте и на магнитной ленте. Кассеты для записи программ предоставляет пользователь.

Устройство ЧПУ	Станок	Обозначения программных документов		Исполнения СПП
		Руководство	Описание и текст	
1. НЗ31М	6Р11ФЗ	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д27	И5М1.419.001 Д36 И5М1.419.001 Д36.1	15ИПГ32-004 15ИПГ32-006 15ИПГ32-007 15ИПГ32-008 15ИПГ16-005
2. НЗ31М	6Р13ФЗ	То же	И5М1.419.001 Д37 И5М1.419.001 Д36 И5М1.419.001 Д36.1	То же
3. «Контур 2ПТ-71/3»	6Р13ФЗ	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д39	И5М1.419.001 Д38 И5М1.419.001 Д38.1	15ИПГ16-005 15ИПГ32-006 15ИПГ32-007
4. «Контур 3П-68»	6Н13ФЗ	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д53	И5М1.419.001 Д41 И5М1.419.001 Д38 И5М1.419.001 Д38.1	То же
5. «Размер 2М»	6Б76ПФ2	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д46	И5М1.419.001 Д40 И5М1.419.001 Д40.1	То же
6. 2ПЗ2	Р135Ф2-1	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д45	И5М1.419.001 Д44 И5М1.419.001 Д43 И5М1.419.001 Д43.1	То же
7. «Координата С70»	2Р135Ф2	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д42	И5М1.419.001 Д43 И5М1.419.001 Д43.1	То же
8. «СП22-1М»	ОФ-72Б	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д61	И5М1.419.001 Д62 И5М1.419.001 Д62.1	То же
9. НЦ-31	16К20Т1.01	И5М1.419.001 Д26 И5М1.419.001 Д47	И5М1.419.001 Д48 И5М1.419.001 Д48.1	15ИПГ32-007 15ИПГ32-006 15ИПГ32-004 15ИПГ32-008
10. 15ИПЧ-3-001		И5М1.419.001 Д56 И5М1.419.001 Д26	И5М1.419.001 Д57 И5М1.419.001 Д57.1	То же

6. ПРИМЕР ПРОГРАММЫ

6.1. Для иллюстрации некоторых возможностей языка СПП МИКРОАПТ приведём пример исходной программы для обработки кулачка, приведённого на [рис. 1](#), при задании закона движения ролика, обкатывающего профиль, обобщёнными спиралями Архимеда. При обработке за радиус фрезы принят радиус ролика.

Программа составлена для станка 6Р13ФЗ с УЧПУ НЗ31М, имеющим линейно-круговой интерполятор.

Спирали Архимеда аппроксимируются дугами окружности. Текст программы обработки кулачка приведён на [рис. 2](#).

Необходимые пояснения даны в строках 600-620 программы.

6.2. Эта же программа с весьма незначительными изменениями, связанными с исключением коррекции эквидистанты и введением допуска на линейную аппроксимацию окружности, может быть использована для УЧПУ без круговой интерполяции.

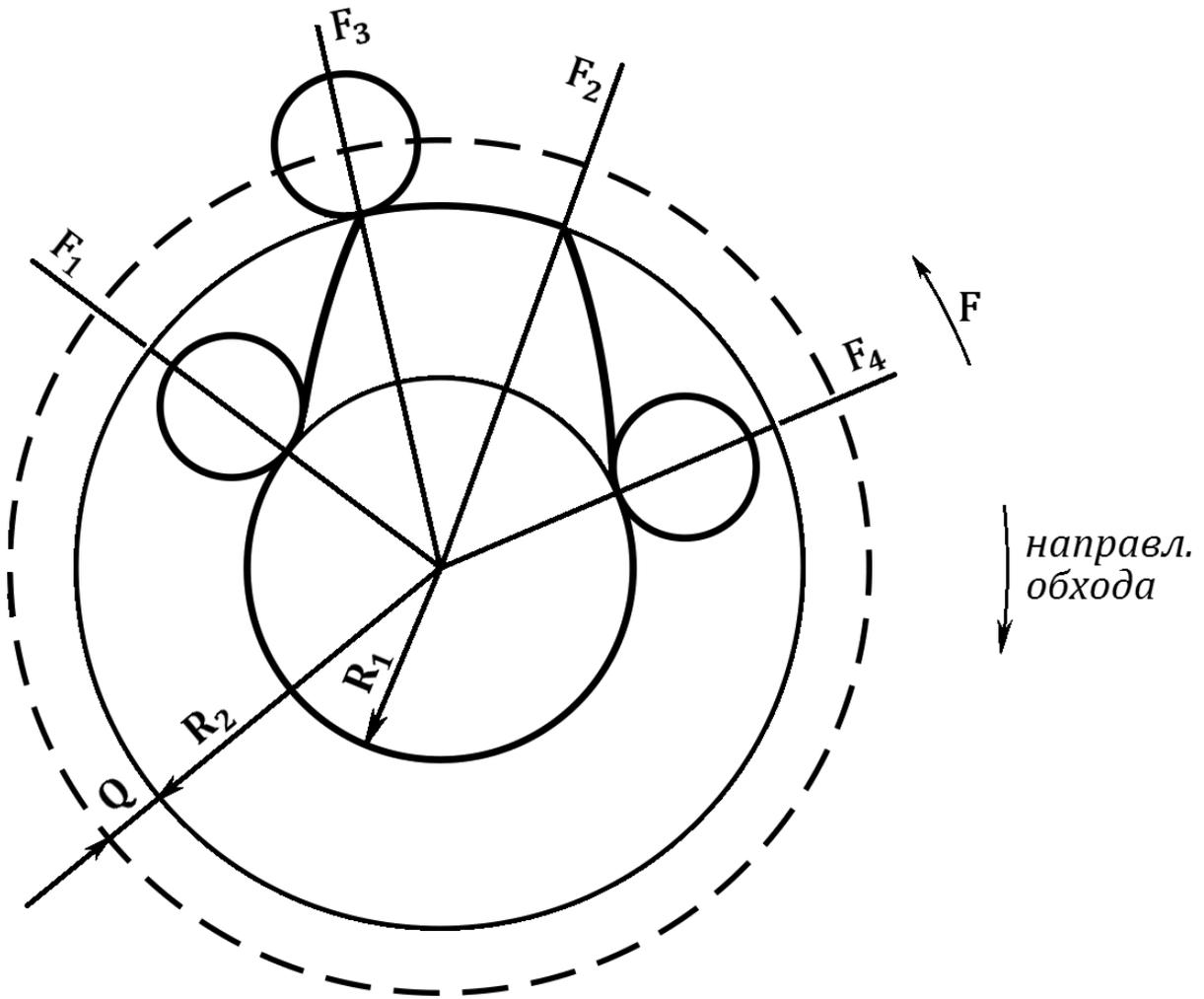


Рис.1

ЛИСТ 1,135

```

1 НАЧАЛО КУЛАЧОК И5М8.360.631
2 ПЕР 400
10 ПРОЦ I, J
15 M=КРД(1П1)*КРД(1ТJ) +КРД(2П1)*КРД(2ТJ)+КРД(3П1)
20 КОПРОЦ
30 ПРОЦ
35 Т3/П1, П2:П3/Т1, Т2: ВЫЗОВ 10/3, 3: M3=M
40 ВЫЗОВ 10/2, 1: M2=M: ВЫЗОВ 10/1, 2: M1=M
45 A1=SGN(M1)*КРД(1П1): B1=SGN(M1)*КРД(2П1): C1=SGN(M1)*КРД(3П1)
50 П4/A1-SGN(M2)*КРД(1П2), B1-SGN(M2)*КРД(2П2), C1-SGN(M2)*КРД(3П2)
55 П5/A1-SGN(M3)*КРД(1П3), B1-SGN(M3)*КРД(2П3), C1-SGN(M3)*КРД(3П3)
60 Т4/П4, П5: П4/ПРП П3, Т4: П5/ПРП П1, Т1: П6/ПРП П2, Т2
65 Т91/П5, П4: Т92/П6, П4: К91/Т1 Ц Т91: К92/Т2 Ц Т92
70 ЕСЛИ КРД(3К92)=<S ТО 85
75 ЕСЛИ КРД(3К91)=<S ТО 85
80 КОПРОЦ
85 ПЕЧЭЛ F; R, К91, К92, Т1, Т2, Т3, Т4,
90 КОПРОЦ
110 ПРОЦ F
120 A=0: R=R1: ЕСЛИ F<=F4 ТО 155
130 ЕСЛИ F>=F1 ТО 155
135 R=R2: ЕСЛИ F<F2 ТО 150
:
```

Рис.2 (начало)

ЛИСТ 140,410

```
140 ЕСЛИ F<=F3 ТО 155
145 D=D1: A=-W1: R=R2+A*(F-F3): ПЕР 155
150 D=D2: A=W2: R-R1+A*(F-F4)
155 T0/R*COS(F),R*SIN(F): E=180/PI*A
160 П0/E*SIN(F)+R*CCS(F),R*SIN(F)-E*COS(F),-R*R
165 КОПРОЦ
170 ПРОЦ F,P
175 ЕСЛИ F=P ТО 205
180 T1/ЭКВ T2: П1/ЭКВ П2: K93/ЭКВ K92
185 ВЫЗОВ 110/F-D
190 T2/ЭКВ T0: П2/ЭКВ П0: ВЫЗОВ 30
195 ИДИ ПОЧС K93 НА K91 НА K92
200 ЕСЛИ F>P ТО 175
205 КОПРОЦ
220 ПРОЦ L1,L2,V2,V3
221 ЕСЛИ L1=0 ТО 225
223 ВВКОР ЛИН Z L1
225 ВЫЗОВ 110/F3: F5=F
230 T99/0,0: П99/ПРЛ ПО T99
231 ЕСЛИ F5>=0 ТО 233
232 F5=F5+360: ПЕР 231
233 ПЕР 235+INT(F5/90)
235 T98/П0 K3 УВ: ПЕР 240
236 T98/П0 K3 ХМ: ПЕР 240
237 T98/П0 K3 УМ: ПЕР 240
238 T98/П0 K3 ХВ
240 П9В/ПРП П99 T98: T97/П98,П99: T96/СИМ T97 T99: П97/ПРП П99 T96
242 T95/П0,П97: ВТОЧ T97
244 ЕСЛИ L2=0 ТО 248
246 ВВКОР ВНЕШ L2
248 ВТОЧ T98
250 ШПИНД: ВНИЗ Н1
255 ПОДАЧА V2: ИДИ П0 НА K2: ПОДАЧА V3
260 ВЫЗОВ 110/F2: T2/ЭКВ T0: П2/ЭКВ П0: K92/ЭКВ K2
265 D=D2: ВЫЗОВ 170/F2,F4+D: ПОВТ 180
270 T2/ЭКВ T40: П2/ЭКВ П40: ВЫЗОВ 30
275 ИДИ ПОЧС K93 НА K91 НА K92 ПРЧС НА K40 ПОЧС НА K1 НА K10
280 П1/ЭКВ П10: T1/ЭКВ T10: D=D1: ВЫЗОВ 110/F1-D
285 ПОВТ 190
290 ИДИ ПРЧС K10 ПОЧС НА K91 НА K92
295 ВЫЗОВ 170/F,F3
300 ИДИ K92 НА П2: ПОДАЧА V2
305 ВТОЧ T95: ПОДАЧА V1: ВВЕРХ Н1
308 ЕСЛИ L2=0 ТО 312
310 СВКОР ЭКВ L2
312 ВТОЧ T96
314 ЕСЛИ L1=0 ТО 320
316 СВКОР ЛИН Z L1
320 ВТОЧ 0,0,Н
330 КОПРОЦ
400 F1=90: F2=40: F3=55: F4=0
405 D1=5: D2=5
410 R1=54: R2=68: H=90: H1=114
:
```

Рис.2 (продолжение)

ЛИСТ 415,620

```

415 Q=5: S=.5
420 L1=1: L2=2: L3=3: L4=4
425 V1=600: V2=60: V3=40: V5=50
430 СТАНОК 6P13Ф3-Н331М
432 W1=(R2-R1)/(F1-F3): W2=(R2-R1)/(F2-F4)
435 ИЗ 0,0,Н: ПОДАЧА V1: ФРНА
440 K1/0,0,R1: K2/0,0,R2: K3/0,0,R2+Q
445 ВЫЗОВ 500/10,F1,-D1/2: ВЫЗОВ 500/40,F4,D2/2
450 ВЫЗОВ 220/L1,L2,V2,V3
455 СТОП
460 ВЫЗОВ 220/L3,L4,V4,V4
465 ШПИНД/ВЫКЛ
470 КОНЕЦ
500 ПРОЦ N,F,D3
505 TN/ПОЛ R1+S УГ F: KN/S Ц TN
507 ВЫЗОВ 110/F+D3
510 F5=F: ЕСЛИ SGN(D3)<0 ТО 520
515 F5=F-90
520 ЕСЛИ F5>= ТО 530
525 F5=F5+360: ПЕР 520
530 U=INT(F5/90)
540 ПЕР 550+U
550 ПН/КАС KN,ТО УМ: ПЕР 560
551 ПН/КАС KN,ТО ХВ: ПЕР 560
552 ПН/КАС KN,ТО УБ: ПЕР 560
553 ПН/КАС KN,ТО ХМ
560 TN/КАС ПН KN
570 КОПРОЦ
600 ПРИМ В СТРОКАХ 1,400-430 ЗАДАЮТСЯ ПАРАМЕТРЫ КУЛАЧКА;
601 ПРИМ F1-НАЧ. УГОЛ ВОСХОДЯЩЕЙ СПИРАЛИ,
602 ПРИМ F3-КОНЕЧН. УГОЛ ВОСХОДЯЩЕЙ СПИРАЛИ;
603 ПРИМ F2 И F4-НАЧ. И КОН. УГЛЫ НИСХОДЯЩЕЙ СПИРАЛИ;
606 ПРИМ D1 И D2, СООТВЕТСТВЕННО, ШАГ АППРОКСИМАЦИИ
607 ПРИМ СПИРАЛЕЙ В ГРАДУСАХ;
608 ПРИМ R1 - РАДИУС ОСНОВАНИЯ, R2 - РАДИУС ВЕРШИНЫ;
609 ПРИМ Н - ВЫСОТА ИСХОДЯЩЕЙ ТОЧКИ,
610 ПРИМ Н1 - ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОПУСКАНИЯ ФРЕЗЫ;
611 ПРИМ Q - ПРИПУСК ЗАГОТОВКИ НА ОБРАБОТКУ;
612 ПРИМ S - РАДИУС СОПРЯГАЮЩИХ ДУГ;
613 ПРИМ L1, L3 - НОМЕРА КОРРЕКТОРОВ НА ДЛИНУ И ЭКВИДИСТАНТУ,
614 ПРИМ СООТВЕТСТВЕННО, ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ ФРЕЗЫ;
615 ПРИМ L2 И L4 - ТО ЖЕ ДЛЯ ЧИСТОВОЙ ФРЕЗЫ;
616 ПРИМ V1 - ПОДАЧА ПОДВОДА-ОТВОДА; V2,V3 - ПОДАЧА
617 ПРИМ 'ЛЕГКИХ' И 'ТЯЖЕЛЫХ' ПРОХОДОВ ПРИ ЧЕРНОВОЙ ОБРАБОТКЕ;
618 ПРИМ V4 - РАБОЧАЯ ПОДАЧА ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ;
619 ПРИМ ПАРАМЕТРЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ЗАДАНЫ ТАК,
620 ПРИМ ЧТОБЫ 360>=F1>F3>F2>F4; R>R1
:
```

Рис.2 (окончание)

7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю.С.Шарин. Подготовка программ для станков с ЧПУ. Москва, «Машиностроение», 1960 г.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	изменённых	заменённых	новых	аннулированных					
1	9	10				И51953-81		<i>Вас</i>	30.12.81
2	10					И5881-82		<i>Мин</i>	5.07.82

