

Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов

# **РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА СИСТЕМЫ ЧПУ «ИНТЕГРАЛ»**

---

Учебно-методическое пособие  
по работе с токарной группой станков



Тольятти  
ТГУ  
2011

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет  
Автомеханический институт  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного  
производства»

Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов

**РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА  
СИСТЕМЫ ЧПУ «ИНТЕГРАЛ»**

Учебно-методическое пособие  
по работе с токарной группой станков

Тольятти  
ТГУ  
2011

УДК 621.8 (075.8)

ББК 34.63-5

Л851

Рецензенты:

д.т.н., завкафедрой «Электротехнические комплексы и системы»  
Поволжского государственного университета сервиса *Б.М. Горшков*;  
к.т.н., доцент Тольяттинского государственного университета  
*А.В. Щипанов*.

**Л851** Левашкин, Д.Г. Руководство оператора системы ЧПУ «ИНТЕГРАЛ» : учебно-методическое пособие по работе с токарной группой станков / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти : ТГУ, 2011. – 51 с.

В пособии изложены основные сведения по устройству систем числового программного управления (ЧПУ) семейства «ИНТЕГРАЛ», в том числе теоретические сведения и описание основных приемов работы для самостоятельного программирования станков токарной группы, оснащенных ЧПУ этого семейства.

Пособие предназначено для практико-ориентированного обучения студентов высших учебных заведений специальностей 051001 «Технология машиностроения» и 051202 «Металлорежущие станки и комплексы» и для подготовки бакалавров, магистров по направлению 151000.68 «Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств», в том числе по дисциплинам «Управление системами и процессами», «Технологическая оснастка», «Технология станкоинструментального производства», «Металлорежущие станки с ЧПУ».

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

© ГОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», 2011

## ВВЕДЕНИЕ

Новые требования к современным системам управления автоматизированным оборудованием отвечают таким тенденциям развития машиностроения, как комплексная автоматизация производства, повышение производительности и гибкости оборудования, расширение номенклатурной базы производства, снижение затрат на подготовку производства и другие. В свою очередь, развитие систем управления, в том числе и числового (ЧПУ), на каждом этапе состоит в том, что эти системы все более приобретают распределенный характер. При этом существенно меняется роль оператора в зоне управления. В процессе работы оператор системы ЧПУ должен следить за информацией о ходе технологического процесса, текущими координатами приводов подачи, сообщениями об ошибках в системе управления и т. д. Традиционное решение состоит в том, что оператор непрерывно перемещается в зоне оборудования, обращаясь к специальным пультам, распределенным по длине рабочего участка. Подобный подход требует значительных временных затрат. Очевидно, что организация математического обеспечения терминала оператора требует разработки новой концепции.

В качестве решения можно рассматривать возможность подключения удаленных терминалов для получения необходимой информации о состоянии процессов в зоне обработки и использование сети Internet для обмена информацией, где в качестве web-сервера может выступать сама система ЧПУ. Данной постановке отвечают архитектура и устройство системы ЧПУ «ИНТЕГРАЛ». Система ЧПУ базируется на промышленном персональном компьютере с набором модулей, обеспечивающих как режим управления процессами в зоне обработки, работы оборудования, диагностику процессов резания в режиме реального времени, так и обмен данными в режиме работы с удаленным терминалом.

Целью данного руководства является изучение правил и приемов, необходимых для эксплуатации системы ЧПУ «ИНТЕГРАЛ» при выполнении механической обработки, а также получение навыков работы по управлению режимами функционирования оборудования с ЧПУ в процессе практико-ориентированного обучения.

## 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ СТАНКА С ЧПУ

Токарный станок с числовым программным управлением (ЧПУ) модели 16Б16Т1С1 (далее станок) предназначен для токарной обработки деталей типа тел вращения со ступенчатым, фасонным и криволинейным профилем, в том числе и для нарезания резьб в полуавтоматическом цикле. Станок оснащен системой ЧПУ «Интеграл». Управление станком осуществляется от программы, вводимой в память управляющей системы с пульта оперативного управления или с карты внешней памяти. Класс точности станка по ГОСТ 18097-93-II. Основные характеристики станка приведены в табл. 1.1. Перечень основных узлов станка приведен в табл. 1.2, а также на рис. 1.1.

Таблица 1.1

Основные характеристики станка<sup>1</sup>

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия на станине, мм	320
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	125
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм продольного поперечного	700 210
Количество частот вращения шпинделя в одном диапазоне, переключаемых по программе, шт.	18
Пределы управляемых по программе частот, об/мин	от 40 до 2000 от 56 до 2300
Максимальная скорость продольной подачи при нарезании резьбы, м/мин	4000
Пределы величин оборотных подач, мм/об продольных поперечных	от 0,01 до 20,47 от 0,005 до 0,23
Максимальная скорость рабочей подачи, мм/мин	1200
Скорость быстрых ходов, мм/мин продольных поперечных	6000 или 8000 5000
Дискретность перемещений, мм продольных поперечных	0,01 0,005
Количество однопозиционных резцедержателей, мм	2
Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, мм	25
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н·м	600

<sup>1</sup> Руководство по эксплуатации 16Б16Т1.000РЭ. Станок токарный модели 16Б126Т1С1.

Габаритные размеры станка без приставных устройств, мм	
длина	3000
ширина	1330
высота	1870
Площадь, занимаемая электрошкафом, м <sup>2</sup>	1,9
Масса станка без приставных устройств	2350 или 2150

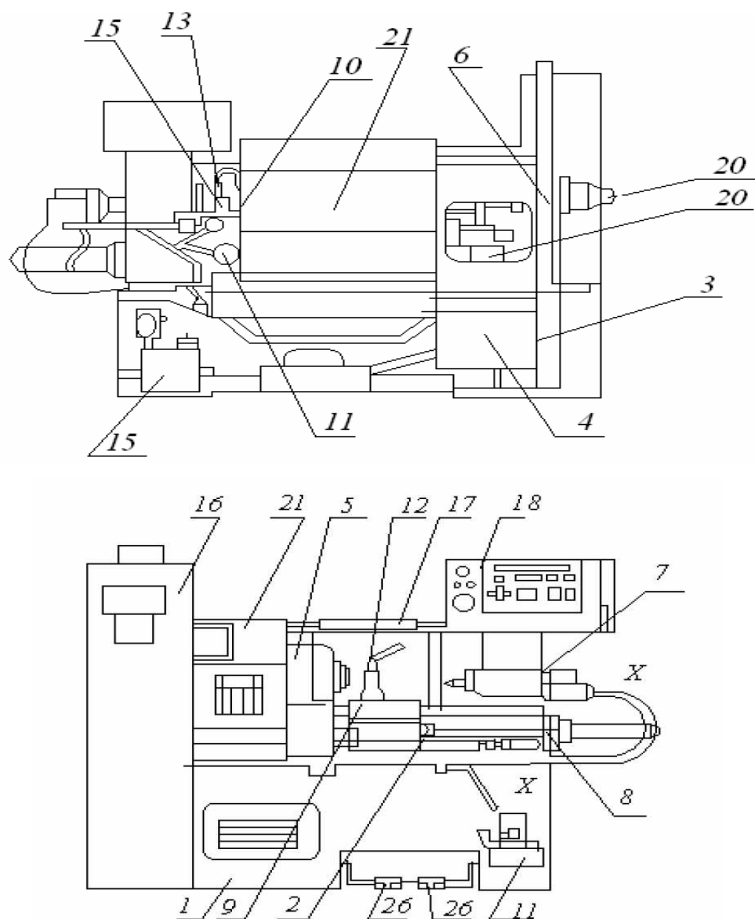


Рис. 1.1. Расположение основных узлов станка



Рис. 1.2. Общий вид станка 16B16T1C1

Применение в станках управляемого электропривода приводит к замене традиционных нерегулируемых источников движения на управляемые по программе двигатели (асинхронные с частотно-токовым управлением, постоянного тока и т.д.), позволяющие регулировать скорость, направление, а иногда и путь создаваемого ими движения.

Применение систем ЧПУ приводит к упрощению механической части кинематической структуры станка, а следовательно, и его конструкции за счёт значительного сокращения протяженности кинематических цепей с механическими звеньями и передачами, путем замены их на немеханические цепи и даже полного их устранения. В станках с числовым управлением отпадает необходимость в механических органах настройки движений в виде сменных гитар зубчатых колес, а также суммирующих механизмов, реверсов, сцепных муфт и др.

Использование в станках систем ЧПУ и упрощение структуры кинематической группы за счёт сокращений протяженности её внешней кинематической связи во многих случаях есть результат исключения устройств механической настройки узлов станка на определенное значение скорости и направление движения исполнительных узлов.

## Перечень основных узлов станка

Позиции см. рис. 1.4 и 1.5	Наименование
1	Станина
2	Винтовая пара качения 50×10
3	Кожухи
4	Коробка передач
5	Шпиндельная бабка
6	Привод датчика резбонарезания
7	Бабка задняя
8	Привод продольных подач
9	Суппорт
10	Винтовая пара качения 32×5
11	Привод поперечных подач
12	Резцедержатель
13	Резцедержатель задний
14	Смазка
15	Охлаждение
16	Электрооборудование
17	Освещение
18	Пульт оперативного управления
19	Педаля управления
20	Пневмопривод вращающийся
21	Ограждение

Структура простой кинематической группы обусловлена типом источника движения и величины его диапазона регулирования по скорости. Самой простейшей и распространенной является структура, в которой источник движения с помощью соединительной муфты стыкуется непосредственно с исполнительным органом I или с ходовым винтом шариковой винтовой пары, гайка которой жестко связана с исполнительным органом II (см. рис. 1.3 б).

Другой встречающийся в станках ЧПУ вид простой кинематической группы отличается от простейшей наличием дополнительного участка механической связи между источником движения и исполнительным органом III (рис. 1.3а). На этом участке располагается орган настройки  $I_{АКС}$  на скорость в виде автоматизированной коробки скоростей (АКС) или шестерёнчатого редуктора для уменьшения нагружающего момента на валу регулируемого высокооборотного электродвигателя.



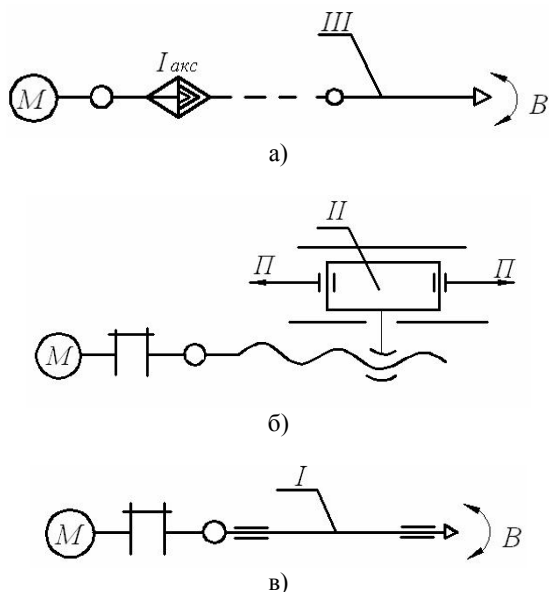


Рис. 1.3. Структурные схемы простых кинематических групп в станках с числовым программным управлением: а) для вращения исполнительных узлов; б) для узлов прямолинейно-поступательного движения; в) для вращательных исполнительных узлов

В качестве иллюстрации особенностей кинематической структуры металлорежущих станков с ЧПУ рассмотрим структурные кинематические схемы токарно-винторезного станка с ручным управлением (рис. 1.4) и токарного станка с ЧПУ. Для нарезания цилиндрической резьбы на станке необходимо реализовать винтовое движение  $\Phi V(V1 \text{ П}2)$ , состоящее из вращательного движения заготовки  $V1$  и поступательного движения резца  $\text{П}2$  параллельно оси вращения заготовки. Таким образом в кинематической группе, представленной на рис. 1.2 внутренняя кинематическая связь реализована в виде функциональной цепи 1-2 между исполнительными органами (шпинделем 1 и продольным суппортом 2), обеспечивающей строгую согласованность перемещений  $V1$  и  $\text{П}2$ . условием кинематического согласования вращения шпинделя с поступательным перемещением продольного суппорта следующее:

$$1 \text{ оборот шпинделя} \leftrightarrow P \text{ мм перемещение суппорта,}$$

где  $P$  – шаг, мм.

Внешняя кинематическая связь формообразующей группы реализована в виде цепи 3–1 между источником движения и внутренней кинематической связью. При нарезании резьбы разных шагов и направлений во внутренней связи установлен орган настройки – винторезная гитара сменных зубчатых колёс 1 винт (позволяет изменить соотношение перемещений  $B_1 \Pi_2$ ), а также реверс  $P_1$ .

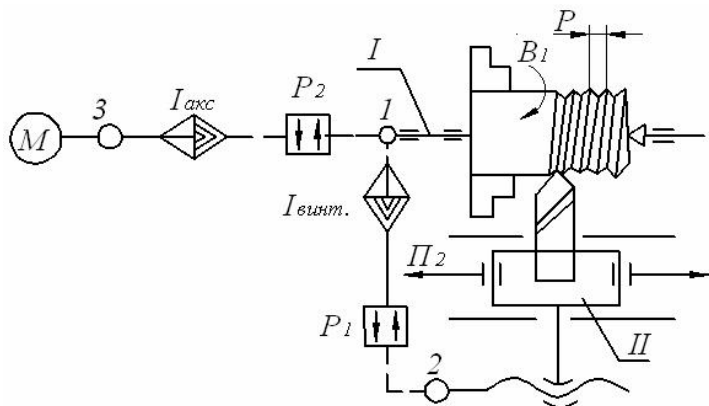


Рис. 1.4. Структурная кинематическая схема токарно-винторезного станка с ручным управлением

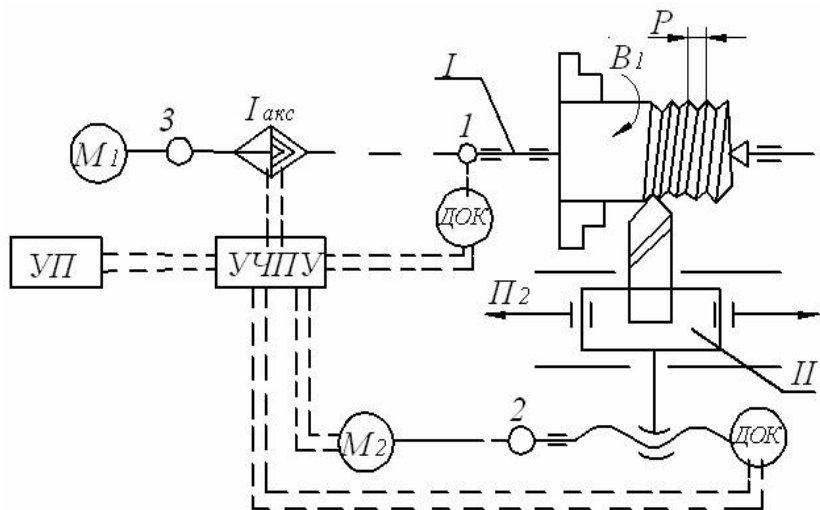


Рис. 1.5. Структурная кинематическая схема токарного станка с числовым программным управлением

Для изменения скорости нарезания резьбы во внешней связи группы установлен орган настройки  $I_{\text{вн}}$  скорость в виде коробки скоростей. В токарном станке с ЧПУ полностью сохраняется условие кинематического согласования вращения шпинделя с поступательным перемещением суппорта. Кинематическая структура такого станка представляет собой сочетание двух частных структур. Первая структура с двумя простыми кинематическими группами  $\Phi_{\text{в}}$  (В1) и  $\Phi_{\text{с}}$  (П2) (используется при точении). Вторая – с одной сложной кинематической группой  $\Phi_{\text{в}}$ (В1П2) (используется при нарезании резьбы), (рис. 3.3). Каждый рабочий орган станка – шпиндель I и суппорт II имеет свой источник движения М1 и М2. Внутренняя кинематическая связь группы  $\Phi_{\text{в}}$  (В1) обеспечивается связью вращательной кинематической пары шпиндель – опоры в шпиндельной бабке. Внешняя связь группы представляет собой механическую цепь 3–1 между источником движения М1 (регулируемым асинхронный электродвигатель) и шпинделем станка. Необходимые скорость и направление движения В обеспечивается согласно управляющей программе (УП) через устройство ЧПУ автоматической коробкой скоростей.

Внутренняя связь кинематической группы  $\Phi_{\text{с}}$  (П2) обеспечивается связью поступательной кинематической пары продольный суппорт – направляющие станины станка. Внешняя связь группы короткая и состоит из соединительной группы муфты и шариковой винтовой передачи винт-гайка. В качестве источника движения группы  $\Phi_{\text{с}}$  (П2) применяется регулируемый электродвигатель М2. Требуемые характеристики параметров движения П2 – скорость, направление, путь и исходная точка траектории – обеспечиваются согласно управляющей программе через устройство ЧПУ.

При нарезании цилиндрической резьбы известно условие:

$$1 \text{ оборот шпинделя} \leftrightarrow P \text{ мм.}$$

Перемещения суппорта обеспечивается внутренней функциональной цепью между шпинделем станка и продольным суппортом, реализующей внутреннюю кинематическую связь с группами  $\Phi_{\text{в}}$ (В1П2). Эта цепь состоит из участков механической и немеханической связи и включает в себя элементы: шпиндель 1 – датчик обратной связи (ДОС1) – устройство ЧПУ – источник движения М2 – продольный суппорт.

Частоту вращения шпинделя станка определяют в зависимости от диаметра обрабатываемой детали и скорости резания (см. табл. 1.3).

Таблица 1.3

Зависимость частоты вращения шпинделя от величины диаметра обрабатываемой детали и скорости резания

Скорость резания, м/мин	Диаметр обрабатываемой детали, D, мм																					
	10	12	15	18	20	22	25	28	30	35	40	45	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500
	Число оборотов в минуту, n, об/мин																					
3	96	80	64	53	48	44	38	34	32	27	24	21	19	16	12	9,6	6,4	-	-	-	-	-
4	128	106	85	71	64	58	51	46	42	36	32	28	25	21	16	13	8,5	6,4	-	-	-	-
5	159	133	106	88	80	72	64	57	53	46	40	35	32	27	20	16	10,6	8,0	6,3	-	-	-
6	191	160	127	105	96	87	76	68	65	55	48	43	38	32	24	19	13	9,6	7,6	6,3	-	-
7	223	186	148	124	112	101	89	80	74	64	56	50	44	37	28	22	15	11	8,9	7,4	-	-
8	255	213	170	141	128	116	102	91	85	73	64	57	51	42	32	26	17	13	10	8,5	6,4	-
9	287	239	191	159	143	130	114	108	96	82	72	64	58	48	36	29	19	14	11	9,6	7,2	5,8
10	318	265	213	177	159	145	127	114	106	91	80	71	64	53	40	32	21	16	13	11	8,0	6,4
12	382	318	265	212	191	174	153	136	127	109	96	85	76	64	52	38	26	19	15	13	9,6	7,7
18	478	400	318	265	239	217	191	170	159	136	120	106	96	80	60	48	32	24	19	16	12	9,6
15	574	478	362	313	287	260	219	205	191	164	143	128	115	95	72	57	38	29	23	19	14	12
20	636	530	425	354	318	290	254	227	212	182	160	142	127	106	80	64	43	32	25	21	16	13
25	795	665	531	442	399	362	318	285	265	227	199	177	159	133	100	80	53	40	32	26	20	16
30	955	797	636	530	478	434	382	340	318	272	239	212	191	159	120	96	64	48	38	32	24	19
35	1120	930	744	620	558	507	445	398	370	318	279	248	224	185	140	112	74	56	44	37	28	22
40	1275	1060	850	708	638	580	508	455	425	364	318	283	256	213	160	128	85	64	51	42	32	25
45	1435	1200	955	795	716	650	574	510	477	410	359	318	287	238	179	144	96	72	57	47	36	29
50	1590	1330	1060	883	795	723	605	570	530	454	398	354	318	265	199	159	106	80	64	53	40	32
55	1750	1460	1160	972	872	795	700	625	583	500	438	390	350	292	219	175	116	88	70	58	44	35
60	1910	1590	1270	1060	955	870	763	680	636	545	478	424	282	218	239	191	127	96	76	64	48	38
65	2060	1730	1375	1150	1030	940	826	738	690	590	518	460	414	314	259	206	138	103	83	69	52	41
70	-	1860	1480	1240	1115	1015	890	795	743	635	558	495	446	370	279	223	148	112	89	74	56	46
80	-	-	1700	1410	1280	1180	1020	910	850	730	640	570	510	420	318	255	170	128	102	85	64	51
100	-	-	-	1770	1590	1450	1270	1140	1060	910	793	710	633	530	393	318	212	159	127	106	79	63

В качестве датчика обратной связи используется фотоэлектрический резьбонарезной измерительный преобразователь, связанный со шпинделем станка, предназначенный для фиксирования фактического угла поворота шпинделя.

Таким образом, рассмотренная кинематическая структура токарного станка с ЧПУ имеет следующие особенности:

- 1) каждый рабочий орган имеет свой источник движения;
- 2) кинематическая связь  $\Phi v(V1P2)$  реализуется через механические и немеханические элементы;
- 3) в структуре отсутствуют традиционные органы управления ручной настройки движения на соответствующие параметры.

Привод главного движения станка (рис. 1.6) состоит из высокоскоростного асинхронного двигателя М1, автоматической коробки передач и шпиндельной бабки. От шкива 2 электродвигателя М1 вращение передаётся посредством плоскозубчатого ремня на шкив 4 входного вала 2 автоматической коробки передач, состоящей из трёх валов и зубчатых колёс с постоянным зацеплением.

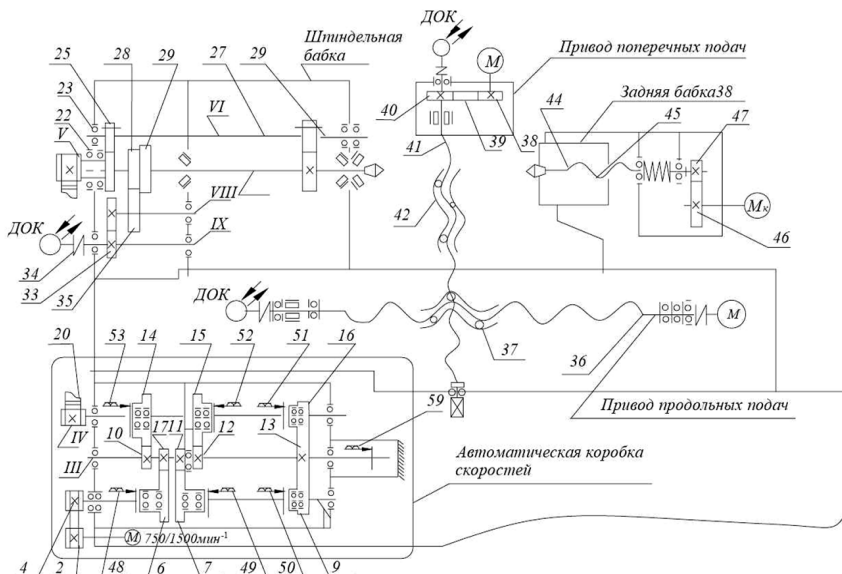


Рис. 1.6. Кинематическая схема станка 16B16T1C1

На среднем валу 3 автоматической коробки передач зубчатые колёса закреплены жестко, а на входном и выходном — на подшипниках

качения и кинематически связываются с валами при включении соответствующих электромагнитных муфт.

Для передачи крутящего момента на каждом валу должно быть включено по одной муфте. Различными комбинациями включения трех муфт 48, 49, 50, 51, 52, 53 достигаются 9 ступеней скорости на входном валу VI автоматической коробки передач.

Одновременным включением трех муфт 52, 53, 59 на входном валу IV получается «кинематический замок», используемый для торможения шпинделя и электродвигателя. От шкива 20 выходного вала автоматической коробки передач вращение передается плоскозубчатым ремнем на шкив 21 шпиндельной бабки.

Вращение от шкива на шпиндель VII может передаваться посредством зубчатых муфт 23 и 28 «напрямую» или через понижающую, состоящую из зубчатых колёс 22, 25, 26, 27. Так с учетом перекрытия части ступеней чисел оборотов на шпинделе. Привод продольных подач состоит из высокомоментного двигателя BMDz, упругой муфты, передачи винт-гайка качения 36, 37. Достигается 18 различных передач вращения. От шпинделя через зубчатые передачи 29, 33, 34, 35 с передаточным отношением 1:1 приводится во вращение фотоэлектрический датчик.

В приводе поперечных подач использованы высокомоментный двигатель BMDX, редуктор с безвозвратной передачей 38, 39, 40 и передача винт-гайка качения 41 и 42.

Датчики обратной связи (ДОС) представляют собой фотоимпульсные преобразователи, установленные в приводах продольных и поперечных подач. Они служат для преобразования угла поворота ходового винта (который создает линейное перемещение суппорта) в электрические импульсы, поступающие в систему ЧПУ. В системе ЧПУ происходит сравнение фактического перемещения суппорта по оси X или Z с заданным по программе. При совпадении фактического перемещения с заданным, система ЧПУ выдает команду на останов привода. Такой привод подачи называют следящим.

Станок оснащен шестипозиционным резцедержателем, установленным на суппорте. Смена номера рабочей позиции инструмента осуществляется согласно управляющей программы с помощью мотор-редуктора.

Перемещение пиноли задней бабки осуществляется электроприводом. С вала двигателя 7 вращение передается на винт 44 с помощью цилиндрической зубчатой передачи 46 и 47.

## 2. ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ

Пульт управления УЧПУ состоит из откидной панели с функциональной клавиатурой, компьютерной клавиатурой и мышью, а также передней панели с экраном монитора и кнопкой «**ОБЩИЙ СТОП**».

Компьютерная мышь является подвижным манипулятором, который так же как и клавиатура служит для ввода в компьютер информации оператором при работе в операционной системе Windows и системе ЧПУ посредством наведения и нажатия указателем (как правило, в виде стрелки) на кнопки в программных приложениях.

Монитор является дисплейным средством отображения графической и текстовой информации системы ЧПУ при работе с ней оператора.

### 2.1. Функциональная клавиатура

Внешний вид функциональной клавиатуры представлен на рис. 2.1. Функциональная клавиатура включает 34 активные и 3 зарезервированные кнопки.

Назначение кнопок:

1. Включение компьютера и системы ЧПУ (см. гл. 3).
2. Выключение системы ЧПУ и компьютера (см. гл. 3).
3. Уменьшение скорости быстрых перемещений G00 в % (см. разд. 6.6).
4. Увеличение скорости быстрых перемещений G00 в % (см. разд. 6.6).
5. Включение ручного режима (см. гл. 5).
6. Включение автоматического режима (см. гл. 6).
7. Аппаратная подача напряжения на станок.
8. Включение режима съезда с аварийных ограничителей (см. гл. 4).
9. Включение/выключение режима движения от электронного маховика (см. разд. 5.8).
10. Перемещение на рабочей подаче в “-X” (см. гл. 5).
11. Перемещение на рабочей подаче в “-Z” (см. гл. 5).
12. Переключение режимов рабочей подачи – ускоренные перемещения, обратная и минутная подачи (см. гл. 5).
13. Перемещение на рабочей подаче в “+Z” (см. гл. 5).
14. Перемещение на рабочей подаче в “+X” (см. гл. 5).
15. Включение/выключение охлаждения (см. разд. 5.11).
16. Резерв.

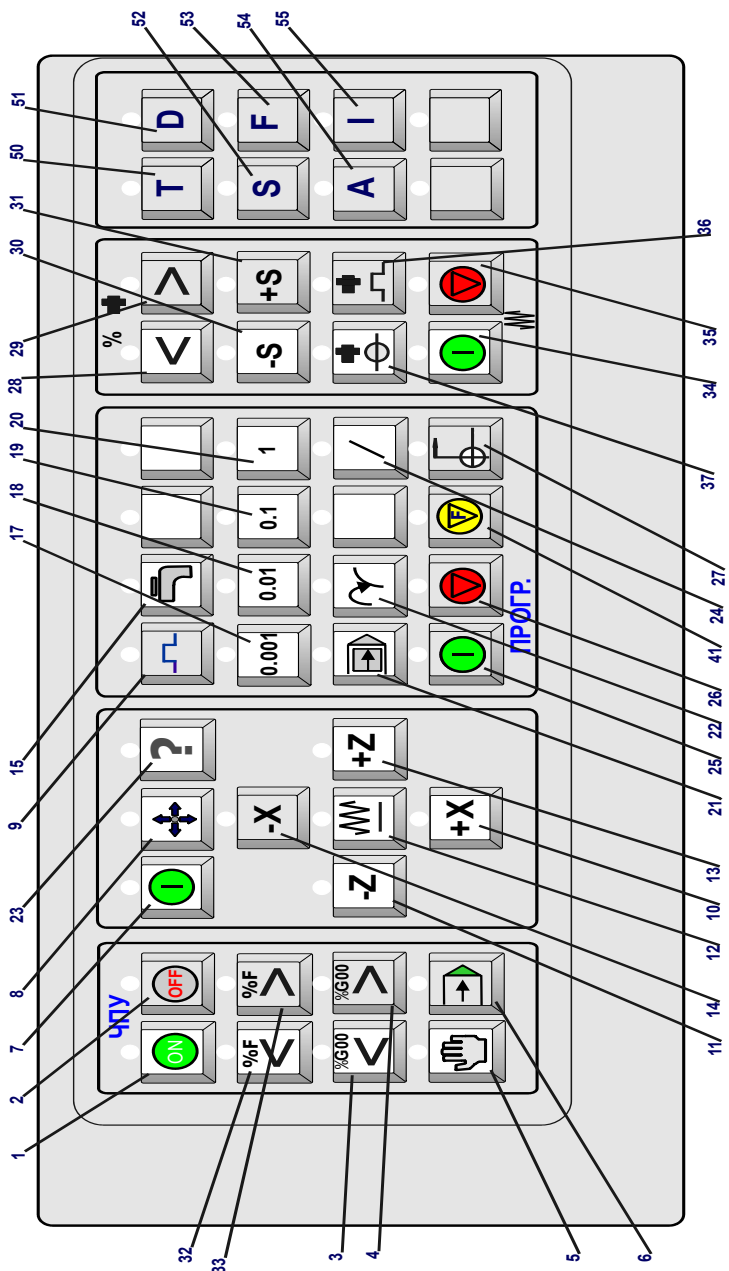


Рис. 2.1. Внешний вид функциональной клавиатуры



17. Включение медленного режима для ускоренных перемещений, при работе в режиме маховика перемещение на 0,001мм (см. разд. 5.1 и 5.8).
18. Включение среднего 1 режима для ускоренных перемещений, при работе в режиме маховика перемещение на 0,01мм (см. разд. 5.1 и 5.8).
19. Включение среднего 2 режима для ускоренных перемещений, при работе в режиме маховика перемещение на 0,1мм (см. разд. 5.1 и 5.8).
20. Включение быстрого режима для ускоренных перемещений, при работе в режиме маховика перемещение на 1мм.
21. Включение/выключение режима покадровой отработки программы (см. разд. 6.2).
22. Включение/выключение режима запуска отработки программы с произвольного кадра (см. разд. 6.3).
23. Сброс ошибки.
24. Включение/выключение режима программного пропуска кадров (см. разд. 6.5) (На станках специального исполнения).
25. Пуск программы (см. разд. 6.1).
26. Останов программы (см. разд. 6.1).
27. Включение/выключение режима выезда в опорную точку (разд. 5.2).
28. Уменьшение скорости вращения шпинделя, в % от заданной (см. разд. 6.8).
29. Увеличение скорости вращения шпинделя, в % от заданной (см. разд. 6.8).
30. Включение/выключение вращения шпинделя против часовой стрелки (см. разд. 5.3).
31. Включение/выключение вращения шпинделя по часовой стрелке (см. разд. 5.3).
32. Уменьшение рабочей подачи, в % от заданной (см. разд. 6.7).
33. Увеличение рабочей подачи, в % от заданной (см. разд. 6.7).
34. Включение режима слежения приводов (см. гл. 3).
35. Выключение режима слежения приводов (см. гл. 2).
36. Толчок шпинделя.
37. Блокировка шпинделя (Включается при зажиме автоматическим патроном).
41. Приостанов подачи в автоматическом режиме.
50. Кнопка активизации окна T (смена инструмента).

51. Кнопка активизации окна D (корректор).
52. Кнопка активизации окна S (шпиндель).
53. Кнопка активизации окна A (абсолютное перемещение).
54. Кнопка активизации окна I (инкрементальное перемещение).

Неуказанные кнопки зарезервированы для свободного использования.

*При активации кнопки над ней загорается индикатор.*

Для управления работой станка и ввода команд в текстовой форме, а также выполнения дополнительных операции управления наряду с функциональной клавиатурой используют компьютерную клавиатуру. Также компьютерная клавиатура предназначена для ввода в компьютер информации оператором при работе в операционной системе Windows, а также для ввода численных параметров в ручном режиме и написания текстов управляющих программ в системе ЧПУ.

На клавиатуре можно выделить клавиши с буквами латинского и русского алфавитов, цифрами и другими символами, используемыми при наборе текста; а также дополнительные клавиши управления режимом ввода символов. Например:

- **[Enter]** – клавиша ввода после завершения набора символов.
- **[Del]** – клавиша удаления символов.
- **[Caps Lock]** – клавиша переключения режима вводимых символов при наборе текста: строчные или прописные букв;
- **[←], [↑], [→], [↓], [Home], [End], [PgUp], [PgDn]** – клавиши управления курсором.
- **[Backspace]** – клавиша, нажатие которой приводит к удалению символа, стоящего слева от курсора;
- **[Shift], [Ctrl], [Alt]** – клавиши, которые в комбинации с другими клавишами выполняют специальные функции, изменяют назначения других клавиш, а также служат для переключения с русского шрифта на латинский и обратно.
- **[F1]-[F12]** – функциональные клавиши, предназначенные для выполнения специальных действий, которые определяются системой ЧПУ и дублируют нажатия левой кнопкой мыши на кнопки нижнего меню.

## 2.2. Программная оболочка

### Общий вид программной оболочки ЧПУ

После загрузки системы ЧПУ на экране монитора откроется программная оболочка ЧПУ – FlexNC (рис. 2.2). Показанный общий вид может отличаться в зависимости от настроек оболочки.

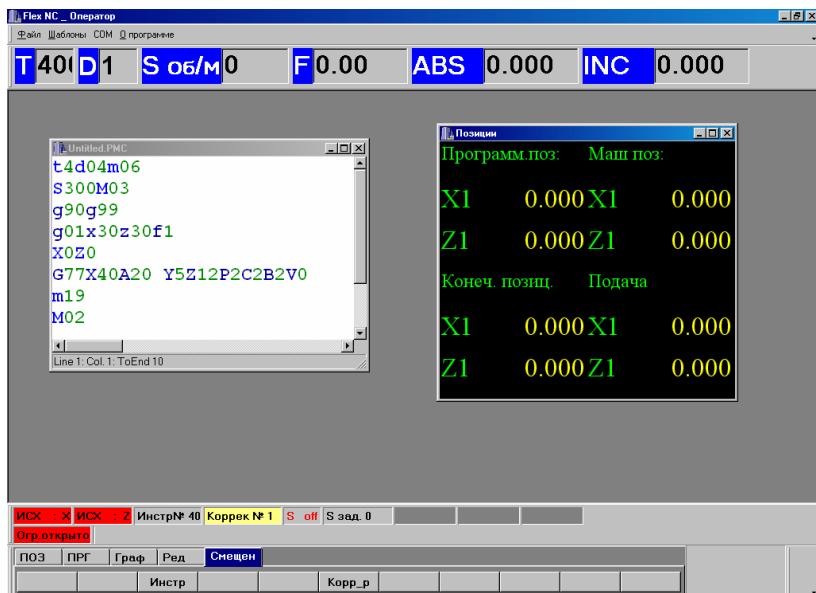


Рис. 2.2. Общий вид оболочки ЧПУ FlexNC

Экран функционально делится на несколько областей:

- верхнее меню (рис. 2.3);

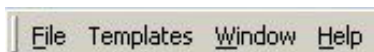


Рис. 2.3. Верхнее меню

- шаблоны (рис. 2.4);



Рис. 2.4. Шаблоны

- область заданных значений (рис. 2.5)



Рис. 2.5. Область заданных значений

- окно программы (рис. 2.6);

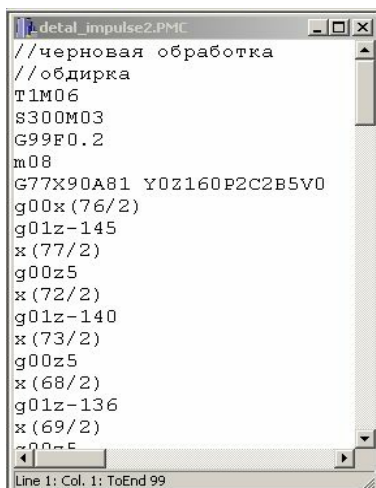


Рис. 2.6. Окно программы

- окно наблюдения **Позиции** (рис. 2.7);



Рис. 2.7. Окно наблюдения

- область отображения текущей информации (рис. 2.8);

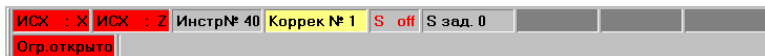


Рис. 2.8. Область текущей информации

- нижнее меню (рис. 2.9)

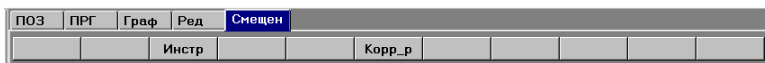
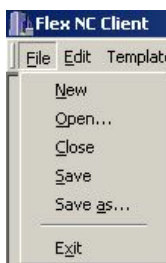


Рис. 2.9. Нижнее меню

### *Верхнее меню*

#### Меню File



**New** – при нажатии этого пункта открывается пустое окно текстового редактора программы для создания нового РМС-файла (файл программы), см. рис. 2.10.

**Open...** – при нажатии этого пункта предлагается открыть уже готовый РМС-файл из любой папки на жестком диске (см. рис. 2.11).

**Close** – при нажатии этого пункта закрывается окно активной в данный момент программы (РМС-файла).

**Save** – при нажатии этого пункта предлагается сохранить текст активной в данный момент программы (РМС-файла). Если файл еще не был сохранен ранее, то высветится окно, где будет предложено задать файлу имя и место сохранения на диске (см. рис. 2.12).

**Save as...** – при нажатии этого пункта предлагается сохранить текст активной в данный момент программы (РМС-файла) с новым именем и в выбранной папке.

**Exit** – при нажатии этого пункта оболочка FlexNC закрывается.



Рис. 2.10. Окно новой программы

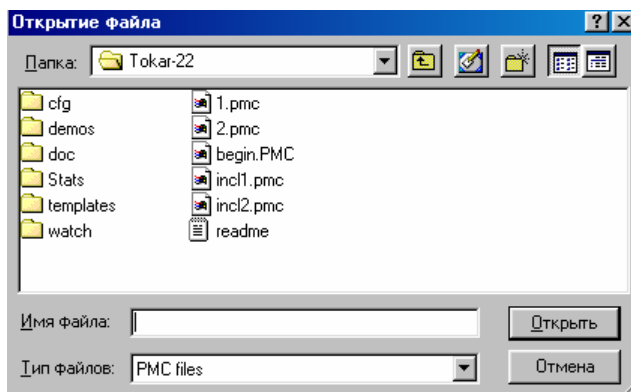


Рис. 2.11. Диалоговое окно для открытия уже существующего PMC-файла

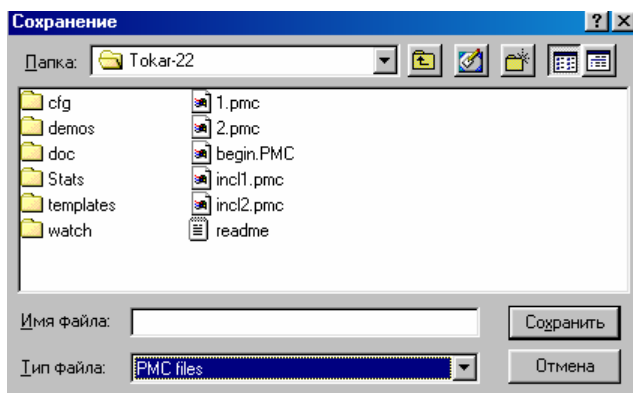
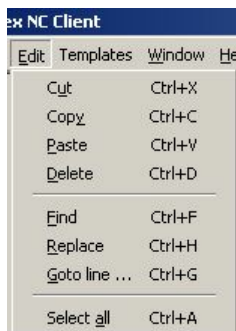


Рис. 2.12. Диалоговое окно для сохранения PMC-файла

## Меню. Edit



Этот раздел верхнего меню отображается, только когда открыт редактор PMC-файлом. Каждому пункту соответствует «горячая» комбинация клавиш клавиатуры компьютера.

**Cut** – при нажатии этого пункта можно «вырезать» выделенный в окне программы фрагмент текста.

**Copy** – при нажатии этого пункта можно скопировать выделенный в окне программы фрагмент текста.

**Paste** — при нажатии этого пункта можно вставить скопированный или «вырезанный» фрагмент текста в область окна программы, где стоит курсор.

**Delete** — при нажатии этого пункта можно удалить выделенный в окне программы фрагмент текста.

**Find** — при нажатии этого пункта предлагается осуществить поиск строки с указанным фрагментом текста (см. рис. 2.13).



Рис. 2.13. Окно поиска строки



Рис. 2.14. Окно замены строки

**Replace** — при нажатии этого пункта предлагается осуществить поиск строки с указанным фрагментом текста с последующей заменой этого текста на указанный (см. рис. 2.14).

**Goto line ...** — при нажатии этого пункта предлагается осуществить переход к строке с указанным номером (см. рис. 2.15).

**Select all** — при нажатии этого пункта можно выделить текст в окне.

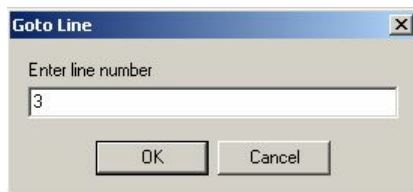
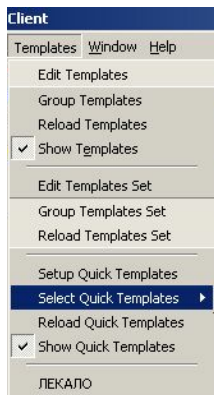


Рис. 2.15. Окно перехода на указанный номер строки

## Меню Templates



Этот раздел верхнего меню позволяет работать с уже готовыми шаблонами, которые могут использоваться при составлении управляющих программ, а также создавать новые шаблоны.

Для того, чтобы вывести на экран иконки готовых шаблонов, необходимо поставить галочку перед пунктом **Show Templates**.

Текст в оболочке выводится на английском и русском языках.

### *Нижнее меню*

#### **Настройка окна Position Window (POS).**

После нажатия кнопки **POS** в нижнем меню оболочки откроется подменю (рис. 2.16), при помощи которого в окне наблюдения **Position Window** можно вывести на экран нижеследующую информацию.

- Кнопка **POS** – текущая координата положения суппорта в системе координат детали, соответствующей привязке текущего инструмента (см. разд. 5.9), в мм. В окне соответствует столбцу **Program Pos.:** Координата по оси X отображается в расчете на диаметр.
- Кнопка **FEED** – заданная рабочая подача, размерность определяется текущим режимом – обратная или минутная подача (см. разд. 5.4 и 5.5). В окне соответствует столбцу **Feed:**
- Кнопка **END** – координата конечной точки перемещения, в мм. В окне соответствует столбцу **End Position:**
- Кнопка **MACH** – текущая координата положения суппорта в системе координат станка относительно нулевой точки, в мм. В окне соответствует столбцу **Machined:**
- Кнопка **Setup** позволяет задать для вывода на экран в окне наблюдения из вышеуказанной информации только необходимую. После нажатия кнопки **Setup** появляется окно (см. рис. 2.16), где следует поставить флаги в полях с требуемым наименованием.





Рис. 2.16. Окно настройки информации окна наблюдения

- Кнопка **Custom** позволяет вывести на экран в окне наблюдения информацию, заданную в окне **Setup**. После нажатия кнопки **Custom** в окне наблюдения отображается выбранная информация (см. рис. 2.17).



Рис. 2.17. Окно наблюдения с пользовательской информацией

### Кнопка PRG

После нажатия кнопки **PRG** в нижнем меню оболочки (рис. 2.9) откроется кнопка загрузки файла управляющей программы с жёсткого диска **Open**. После её нажатия предлагается открыть уже готовый PMC-файл из любой папки на жестком диске (см. рис. 2.11). Фактически, манипуляции с данной кнопкой повторяют описанные в разд. 5.2.1 действия с пунктом **Open** раздела **File** верхнего меню.

## Кнопка Edit

После нажатия кнопки **Edit** в нижнем меню оболочки (рис. 2.9) откроются кнопки для работы с редактором файла программы **New** и **Open**.



После её нажатия открывается пустое окно текстового редактора программы для создания нового РМС-файла (файл программы), см. рис. 2.10. Фактически, манипуляции с данной кнопкой повторяют описанные в разд. 5.2.1 действия с пунктом **New** раздела **File** верхнего меню.



После её нажатия предлагается открыть уже готовый РМС-файл из любой папки на жестком диске (см. рис. 2.11). Фактически, манипуляции с данной кнопкой повторяют описанные в разд. 5.2.1 действия с пунктом **Open** раздела **File** верхнего меню.



После её нажатия выполняется проверка текста программы на предмет синтаксических ошибок. После окончания проверки выдается окно (см. рис. 218). При каждом запуске программы происходит автоматический синтаксический контроль. Данная кнопка служит для проверки программы до её пуска, и при наличии синтаксических ошибок указывается строка программы с ошибкой.

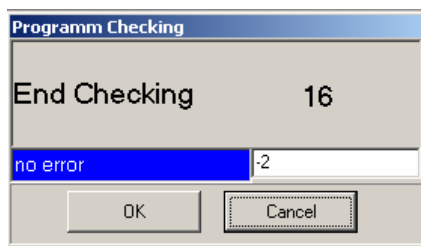


Рис. 2.18. Окно синтаксической проверки текста программы

## Кнопка Oper (Смещен).

Кнопка **Oper (Смещен)** используется для параметрической привязки инструмента, см. разд. 5.9.

### 3. ВКЛЮЧЕНИЕ, ОТКЛЮЧЕНИЕ СТАНКА И СИСТЕМЫ ЧПУ

При *включении* станка необходимо выполнять следующие рекомендации.

1. Убедитесь, что рабочие органы станка не находятся в крайних аварийных положениях и что кнопка «**ОБЩИЙ СТОП**» на передней панели пульта управления станка не нажата.
2. Включите силовое питание вводным выключателем на шкафу приводов. При этом на функциональной клавиатуре пульта управления загорится индикатор над кнопкой 2.
3. Нажмите кнопку 1 на функциональной клавиатуре. При этом произойдет запуск компьютера, и начнется загрузка операционной системы.
4. Дождитесь загрузки Windows. После этого автоматически начнется запуск системы FlexNC (если соответствующие ярлыки находятся в автозагрузке). При этом над рядом кнопок будут постоянно гореть индикаторы, а над кнопками 27 и 35 – мигать.
5. Дождитесь завершения загрузки системы FlexNC.
6. Нажмите кнопку 34. При этом над кнопкой 35 индикатор перестанет мигать и загорится постоянно.
7. Нажмите кнопку 7. При этом произойдет подача силового напряжения на станок, включится насос смазки шпинделя, выдержать паузу ~ 5сек, для набора давления смазки шпинделя. Если паузы не достаточно либо не исправен насос, система выдаст сообщение, а над кнопкой 23 будет моргать индикатор (кнопка индикации и сброса ошибки), сбросить ошибку, нажав данную кнопку. При возникновении повторных сообщений “Нет сигнала датчика смазки шпинделя”, проверить работу насоса смазки шпинделя.
8. Нажмите кнопку 34. При этом над кнопкой 35 индикатор перестанет гореть, и загорится индикатор над кнопкой 34, включится слежение приводов подач.

*После загрузки системы FlexNC возможен только режим ручного управления, а также ввод и редактирование управляющих программ.*

9. Убедитесь, что положение суппорта по обеим осям находится в «минусе», относительно нулевых конечников, в противном случае перед выездом в опорную точку в ручном режиме переместите его

в «минус» по осям в режиме непрерывных перемещений на быстром ходу (см. разд. 5.1).

10. Осуществите выезд в опорную точку. Для этого необходимо нажать кнопку 27, индикатор над ней перестанет мигать и загорится постоянно. Затем нажмите либо кнопку 25 для выезда в опорную точку одновременно по двум осям; либо кнопку 13 для выезда в опорную точку по Z, либо кнопку 14 для выезда в опорную точку по X. После окончания выезда в исходную точку светодиод над кнопкой 27 гаснет, а на мониторе значения X1и Z1 получат нулевые значения.

После выезда суппорта в опорные точки по осям X и Z станок и система готовы к работе в автоматическом режиме.

**Отключение** станка необходимо выполнять в следующей последовательности.

1. Убедитесь, что автоматическая отработка программы завершена и перейдите в режим ручного управления, для этого на функциональной клавиатуре нажмите кнопку 5.
2. Закройте все приложения Windows, оставив только систему FlexNC.
3. Нажмите кнопку 35 на функциональной клавиатуре, произойдёт выключение приводов. Нажмите кнопку «Общий стоп», красный грибок.
4. Нажмите кнопку 2 на функциональной клавиатуре. При этом произойдёт закрытие оболочки FlexNC и Windows, компьютер отключится.
5. Выключите вводной переключатель на боковой стенке правого электрошкафа.

## 4. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ И ОШИБКИ В РАБОТЕ СТАНКА

### 4.1. Ограничение перемещений

Защита от выезда в крайнее положение рабочих органов выполняется в ручном и автоматическом режимах конечными выключателями ограничения хода (конечниками) в обоих направлениях. Они работают во всех режимах станка и обеспечивают блокировку привода подач и шпинделя.

При наезде суппорта на любой из аварийных ограничителей происходит мгновенный останов движения по всем осям. После этого нажатием кнопки 35 (индикатор над ней гаснет) следует выключить режим слежения приводов. Затем для съезда с аварийных ограничителей необходимо нажать на функциональной клавиатуре кнопку 8 (съезд с аварийных ограничителей) и, удерживая ее нажатой, включить питание (кн. 7) и слежение приводов (кн. 34), нажать одну из кнопок 10, 11, 13 или 14 (в зависимости от того, в каком направлении был наезд на аварийный ограничитель), чтобы съехать с аварийного выключателя.

*После выезда в опорные точки по осям включаются программные ограничители. После наезда на программный ограничитель система выдаёт сообщение типа “ВНИМАНИЕ! ОГРАНИЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПО +X”.*

### 4.2. Программный сбой системы

В случае возникновения программных сбоев в операционной системе Windows2000, либо установленных в ней стандартных приложений может потребоваться переустановка отдельных программных средств, либо всей операционной системы. В этом случае необходимо обратиться к соответствующей пользовательской литературе производителей программного обеспечения за описанием процесса переустановки.

1. Непреднамеренное удаление или изменение программных компонентов системы **FlexNC** может привести к некорректной работе этого приложения в операционной системе Windows2000, либо к полной неработоспособности системы ЧПУ. В этом случае необходимо переустановить **FlexNC**, используя архивный файл всей системы.
2. Установка дополнительных программ не допускается, или устанавливается исполнителем.

**Отображение ошибок в работе станка.** В результате сбоя в работе системы ЧПУ, программных ошибок, превышение допустимых параметров система выдает сообщение и над кнопкой 23 начинает моргать индикатор. Для продолжения работы необходимо сбросить ошибку, нажав кнопку 23, индикатор гаснет.

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ

Ручной режим управления включается кнопкой 5 функциональной клавиатуры системы ЧПУ.

### 5.1. Режим непрерывных перемещений на быстром ходу

При одновременном нажатии с кнопкой 12 одной из кнопок 10 (-X), 11 (-Z), 13 (+Z), 14 (+X) включается режим непрерывных перемещений, и суппорт движется по выбранной оси в соответствующем направлении со скоростью, выбранной кнопками 17, 18, 19.

### 5.2. Режим выезда в опорную точку (в ноль)

Если после включения станка не был сделан выезд в ноль по осям, то в соответствующих окнах области текущей информации отображены надписи с красной подсветкой (ИСХ: X) и/или (ИСХ: Z).

Перед выездом в опорную точку следует убедиться, что положение суппорта по обеим осям находится в «минусе», относительно нулевых конечников, в противном случае перед выездом в ноль переместите его в «минус» по осям в режиме непрерывных перемещений на быстром ходу.

Для выполнения выезда в ноль необходимо нажать кнопку 27, над ней загорится индикатор. Затем следует нажать либо кнопку 25 для выезда в ноль одновременно по двум осям; либо кнопку 13 для выезда в ноль по Z, либо кнопку 14 для выезда в ноль по X. После окончания выезда в исходную точку светодиод над кнопкой 27 гаснет. Выезд в ноль прерывается нажатием кнопки 26.

### 5.3. Управление шпинделем

Для запуска шпинделя необходимо активировать окно «S об/мин» области заданных значений (см. рис. 5) щелчком левой кнопки мыши на нём, либо нажатием кнопки [S] на пульте оператора. Затем следует ввести число оборотов и нажать кнопку 25 (подтверждение заданного числа оборотов) далее 30 (-S) или 31 (+S) для пуска шпинделя в направлении против часовой стрелки или по часовой стрелке соответственно. После этого окно должно деактивироваться.

*Перед включением шпинделя необходимо установить диапазон коробки передач:*

- 1 диапазон – 10 -220 об/мин;

- *2 диапазон – 10 - 750 об/мин;*
- *3 диапазон – 10 - 2000 об/мин.*

Чтобы изменить скорость или направление вращения шпинделя, необходимо вышеуказанным способом задать новое значение числа оборотов и нажать соответствующую кнопку пуска шпинделя. Значения заданной и фактической скоростей вращения шпинделя отображаются в окнах области текущей информации (**Sзад**) и (**ОБ/МИН**).

Останов вращения шпинделя осуществляется повторным нажатием кнопки 30 или 31. При неподвижном шпинделе в области текущей информации отображается (**Soff**), при вращающемся - (**Son**).

Для запуска шпинделя с выбранными ранее оборотами нужно просто нажать кнопку 30 или 31.

*Задание скорости вращения шпинделя выше максимального значения, установленного для данного диапазона, ограничивается системой ЧПУ на этом уровне.*

#### **5.4. Установка подачи**

Для установки подачи необходимо активировать окно «**F**» области заданных значений (см. рис. 5) щелчком левой кнопки мыши на нём, либо нажатием кнопки [**F**] на пульте оператора. Затем следует ввести значение подачи либо в мм/мин, либо в мм/об (это зависит от используемого далее режима) и нажать кнопку 25. Окно «**F**» деактивируется, и заданное значение подачи отобразится в области текущей информации (**F мм/об** с желтой подсветкой или **F мм/мин** с фиолетовой подсветкой).

#### **5.5. Режим непрерывных перемещений на оборотной подаче**

Для перемещения на оборотной рабочей подаче необходимо запустить шпиндель и установить значение оборотной подачи. Следует убедиться, что активирован режим оборотной подачи – в области текущей информации должно отображаться значение оборотной подачи с жёлтой подсветкой (**F мм/об**). Если этого не происходит, нажмите кнопку 12, и система перейдет в режим оборотной подачи. После этого можно осуществлять перемещение по оси **X** или **Z** в выбранном направлении, нажав и удерживая соответствующую кнопку 10 (**-X**), 11 (**-Z**), 13 (**+Z**), 14 (**+X**). После отпущения кнопки перемещение прекратится.



## **5.6. Перемещение в абсолютной (ABS) и относительной системах координат (INC)**

Перемещение в абсолютной и относительной системах координат может осуществляться либо на ускоренном ходу, либо на оборотной подаче, либо на минутной подаче (выбор кнопкой 12). Для перемещения в абсолютной или относительной системах координат необходимо установить нужную рабочую систему координат, осуществив включение соответствующего корректора. Если перемещение будет осуществляться на оборотной подаче, необходимо запустить вращение шпинделя и установить значение оборотной подачи. Если перемещение будет осуществляться на минутной подаче, необходимо только установить значение минутной подачи, перемещение может происходить как при вращающемся, так и при остановленном шпинделе. Если перемещение будет осуществляться на быстром ходу, нет необходимости задавать значение подачи, перемещение может происходить как при вращающемся шпинделе, так и при остановленном.

### ***Перемещение в абсолютной системе координат (ABS)***

Для перемещения в абсолютной системе координат нужно активировать окно области заданных значений (см. рис. 5.5) «ABS» щелчком левой кнопки мыши на нём, либо нажатием кнопки [A] на пульте оператора и ввести числовое значение координаты, в которую предполагается переместить суппорт. Затем нажатием кнопки 12 устанавливается тип перемещения – быстрый ход, оборотная подача или минутная подача. Это отображается в нижней части экрана (G00, зеленая подсветка – быстрый ход; об/мин, желтая подсветка – оборотная подача; мм/мин, фиолетовая подсветка – минутная подача). После этого необходимо нажать соответствующую кнопку 10 (-X), 11 (-Z), 13 (+Z), 14 (+X) в зависимости от того, с каким знаком необходимо выехать по той или иной оси. Происходит перемещение, по окончании которого окно ABS деактивируется. Перемещение останавливается нажатием кнопки 26.

### ***Перемещение в относительной системе координат (INC)***

Для перемещения в относительной системе координат нужно активировать окно области заданных значений (см. рис. 5.5) «INC» щелчком левой кнопки мыши на нём, либо нажатием кнопки [I] на пульте и ввести числовое значение координаты, на которую требуется переместить

суппорт. Затем нажатием кнопки 12 устанавливается тип перемещения – быстрый ход, обратная подача или минутная подача. Это отображается в нижней части экрана (G00, зеленая подсветка – быстрый ход; об/мин, желтая подсветка – обратная подача; мм/мин, фиолетовая подсветка – минутная подача). После этого необходимо нажать соответствующую кнопку 10 (-X), 11 (-Z), 13 (+Z), 14 (+X) в зависимости от того, в каком направлении необходимо выехать по той или иной оси. Происходит перемещение, по окончании которого окно «INC» деактивируется. Перемещение останавливается нажатием кнопки 26.

### 5.7. Установка инструмента в заданную позицию

Для установки инструмента в заданную позицию необходимо активировать окно области заданных значений (см. рис. 5) «Т» щелчком левой кнопки мыши на нём, либо нажатием кнопки [Т] на пульте оператора. Затем следует ввести номер инструмента и нажать кнопку 25. Инструмент встанет в заданную позицию. Номер установленного в данный момент инструмента отображается в окне области текущей информации «Инстр №».

### 5.8. Режим движения от электронного маховика

Режим включается и выключается нажатием кнопки 9. Кнопками 17, 18, 19 устанавливается дискретность перемещения – 0.001мм, -0.01мм, 0.1мм соответственно. После кратковременного нажатия любой из кнопок 10 (-X), 11 (-Z), 13 (+Z), 14 (+X) произойдёт перемещение на одну единицу заданной дискретности по оси X или Z в выбранном направлении. При длительном нажатии одной из этих кнопок будет происходить непрерывное перемещение.

### 5.9. Привязка инструмента и включение корректора

Для каждого инструмента, используемого при обработке детали, необходимо осуществить его параметрическую привязку к данной детали. Сначала необходимо выставить требуемый инструмент (см. разд. 5.7), после чего нажать кнопку **Oper (Смещ)** в нижнем меню и в открывшихся подменю нажать кнопку **CoordS (Корр)** Появится таблица, изображенная на рис. 5.1.

№	X	Z	D
1	0.000	0.000	0.000
2	-96.228	-510.630	39.700
3	0.000	0.000	0.000
4	-125.340	-257.433	0.000
5	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000
7	-92.144	-509.417	39.800
8	0.000	0.000	0.000

Рис. 5.1. Таблица параметрической привязки инструментов

В данной таблице обозначены следующие параметры:

- **№** – номер корректора;
- **X** – колонка для координаты X;
- **Z** – колонка для координаты Z;
- **D** – колонка для диаметра заготовки (привязка инструмента по координате “X”);
- **Load Machined** – кнопка автоматического ввода координаты суппорта относительно нуля станка;
- **Editing** – кнопка редактирования и загрузки в память введенных значений;
- **Font** – кнопка выбора цвета отображения значений в таблице.

Для включения (активизации) корректора необходимо активировать окно «D» области заданных значений (см. рис. 5.2) щелчком левой кнопки мыши на нём, либо нажатием кнопки [D] на пульте оператора. Затем следует ввести номер корректора и нажать кнопку 25, в окне «Позиции» высветятся новые программные позиции, а в таблицах привязки инструмента активный корректор будет подсвечен зелёным цветом.

В автоматическом режиме включается функцией «D».

Например:

T3M06D3 / Включается третий корректор.

### *Привязка по оси X*

1. Проточите деталь на рабочей подаче и, не отводя инструмента по оси X, нажмите кнопку **Editing**.
2. Двойным щелчком левой кнопки мыши активируйте ячейку, находящуюся в колонке “X”, для соответствующего корректора.
3. Нажмите кнопку **Load Machined**. При этом в ячейку запишется значение координаты положения инструмента по X относительно нуля станка.
4. Отведите инструмент, остановите шпиндель и замерьте диаметр проточенной детали.
5. Активируйте ячейку в колонке **D** и вручную запишите значение измеренного диаметра.

### *Привязка по оси Z*

1. Подведите инструмент к торцу детали и сделайте касание.
2. Двойным щелчком левой кнопки мыши активируйте ячейку, находящуюся в колонке “Z”, для соответствующего корректора.
3. Нажмите кнопку **Load Machined**. При этом в ячейку запишется значение координаты положения инструмента по Z относительно нуля станка.
4. Нажмите кнопку **Editing** и оболочка запросит подтверждение на сохранение введенных параметров см. рис. 5.2.

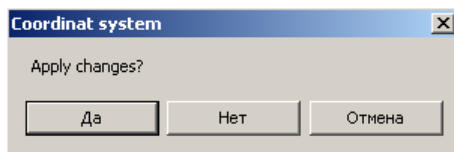


Рис. 5.2. Подтверждение сохранения введенных параметров

5. Нажмите «Да», если вы хотите занести в память введенные параметры; либо «Нет», если вы хотите вернуться к предыдущим параметрам привязки; либо «Отмена», чтобы продолжить редактирование.

Цель привязки инструмента сводится к тому, что по трем введенным параметрам (X, Z и D) система определяет для данного инструмента, по соответствующему корректору, абсолютную систему координат детали с началом координат - по Z на торце детали и по X на оси детали.

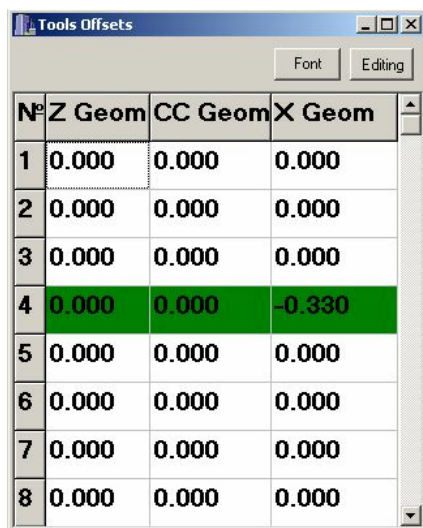
*Изменять и вводить новые значения привязки инструмента можно только в ручном режиме, в автоматическом возможен только просмотр.*

*После каждого изменения оболочка делает запрос о сохранении результатов. Если не была нажата кнопка *Editing*, то при закрытии таблицы или при переходе в автоматический режим, система также делает запрос о сохранении результатов.*

*При осуществлении привязки инструмента высвечивание машинной позиции обязательно.*

### 5.10. Установка припусков по осям

По каждой из осей можно установить величину припуска в мм, который будет учитываться при отработке программы в автоматическом режиме. Причем значения могут принимать как положительные, так и отрицательные значения, в зависимости от направления припуска. Для этого необходимо нажать кнопку **Oper** в нижнем меню и в открывшихся подменю нажать кнопку **Tools**. Появится таблица, изображенная на рис. 5.3.



The screenshot shows a window titled "Tools Offsets" with a "Font" button and an "Editing" button. Below is a table with 8 rows and 4 columns. The columns are labeled "№", "Z Geom", "CC Geom", and "X Geom". The values in the table are as follows:

№	Z Geom	CC Geom	X Geom
1	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	-0.330
5	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000

Рис. 5.3. Таблица припусков по осям

В данной таблице обозначены следующие параметры:

- **№** – номер корректора;
- **Z Geom** – колонка припуска для координаты Z;
- **CC Geom** – колонка радиуса инструмента;

- **X Geom** – колонка припуска для координаты X (задаётся на диаметр);
- **Editing** – кнопка редактирования и загрузки в память введённых значений;
- **Font** – кнопка выбора цвета отображения значений в таблице.

Порядок сохранения значений аналогичен процедуре работы в разд.5.9.

При работе с коррекцией на радиус инструмента привязывается его центр, для этого можно использовать данную таблицу, записав отрицательные смещения для оси z величину радиуса, а по оси X – двойное значение радиуса.

### 5.11. Подача охлаждения

Для включения насоса охлаждения и подачи СОЖ в зону резания необходимо нажать кнопку 15. Повторное нажатие этой кнопки приведет к отключению насоса охлаждения.

### 5.12. Отображение движения инструмента

Для отображения движения центра инструмента в реальном времени в системе предусмотрено графическое окно, которое открывается в нижнем меню (рис. 5.4).

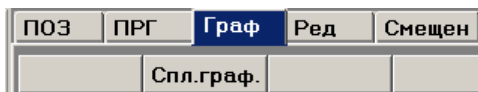
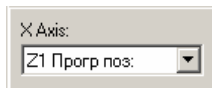


Рис. 5.4. Вызов графического окна в панели нижнего меню

После нажатия данной кнопки откроется графическое окно сплайн графика.

В данном окне представлена система двух координат “X” - горизонтально и “Y” – вертикально. В правой части окна находятся настройки.

Для оси “X” можно отображать позиции, которые можно выбрать в данном окне, то есть для оси “X” можно отображать, например программную позицию “Z”. Для оси “Y” – программную позицию “X”



Таким образом, получили систему координат токарного станка.

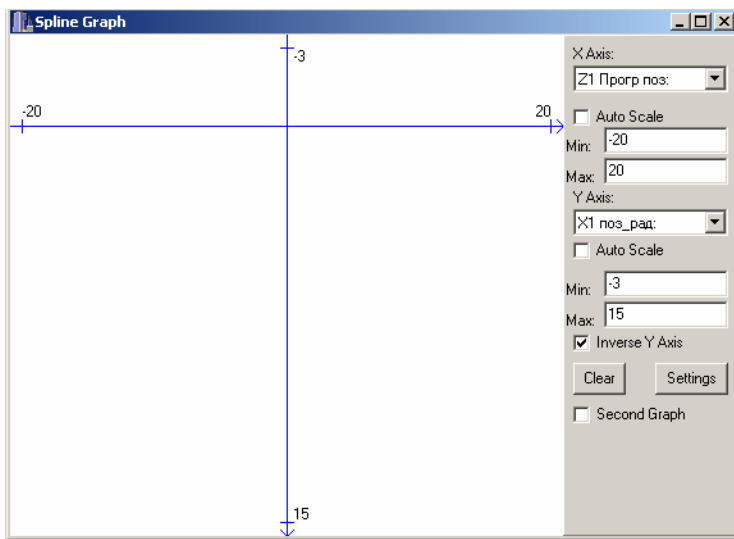
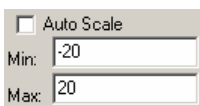


Рис. 5.5. Общий вид графического окна

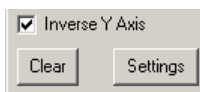


Если установлена галочка в окне Auto Scale, то происходит автомасштабирование по данной оси.

В окне Min и Max можно установить размеры окна, предварительно сняв галочку автомасштабирования.

Для этого нужно записать числовое значение в окно и нажать “Enter”.

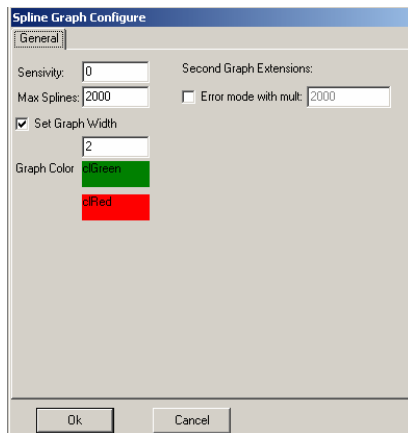
Данная операция производится для двух осей, таким образом, получаем окно, ограниченное введёнными координатами.



Установленная галочка в Inverse Y Axis изменяет направление оси “Y”, применительно для токарного станка. Кнопка “Clear” – очистка окна.

После нажатия кнопки “Settings” открывается другое окно настроек.

Установленная галочка в графе Set Graph Wicth, позволяет изменять толщину линии графика, для этого в окне нужно записать 1 или 2 и т.д. Для изменения цвета линии нужно двойным щелчком левой кнопки мыши открыть палитру цветов и выбрать цвет. В данном примере двойной щелчок по окну с зелёным полем.



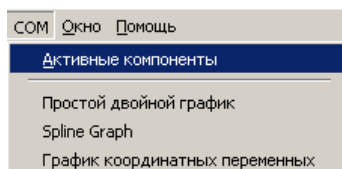
После введённых изменений нажать кнопку “Ok”.

Для оператора настройка других окон не требуется.

После нажатия кнопки “Ok” происходит возврат в графическое окно.

Данная установка в графическом окне позволяет вывести второй график.

Для сохранения введённых настроек необходимо их сохранить, для этого, в верхнем экранном меню нужно нажать кнопку “Com”. После нажатия откроется окно.



Нажать на “Активные компоненты”, после этого открывается окно для сохранения параметров, см. рис. 5.6.

В данном окне нажмите кнопку “Save Current Params as Default”, после этого графическое окно запоминается с ранее введёнными параметрами.

Кнопка “Close component” – закрытие выделенного компонента, в данном примере “Spline Graph”.

Если открыто несколько компонентов, то кнопка “Settings” служит для выбора.



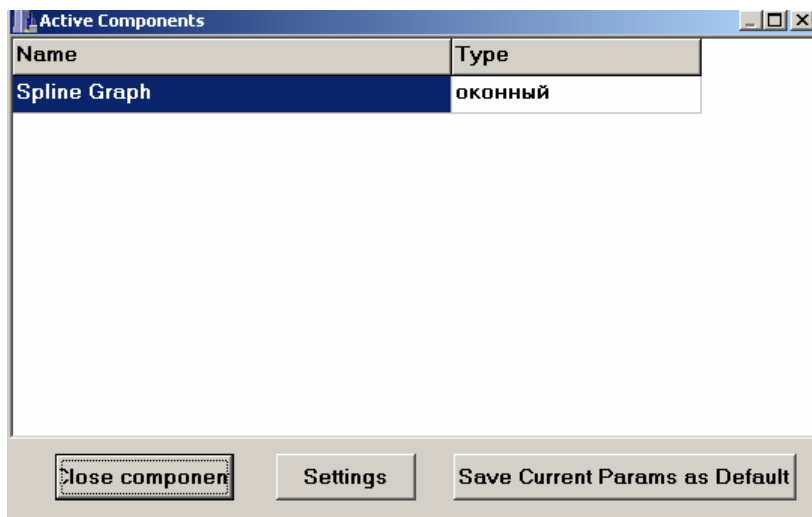


Рис. 5.6. Окно сохранения настроек активных компонентов ЧПУ

## 6. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Автоматический режим включается кнопкой 6 функциональной клавиатуры ЧПУ. При этом для создания, открытия, редактирования и синтаксического контроля текстов программ, используются пункты верхнего меню и кнопки **PRG** и **Edit** нижнего меню (см. описание в разд. 3).

*Кадры в тексте программы, помеченные символом «//», воспринимаются как комментарии, и не обрабатываются.*

### 6.1. Обработка программы в автоматическом режиме

Для запуска программы необходимо активировать окно с программой (нажать левой кнопкой мыши на окно программы) и нажать кнопку 25. При этом произойдёт запуск программы с первой строки, фон окна программы подсветится зеленоватым цветом, а обрабатываемая строка будет выделена синим (см. рис. 6.1).

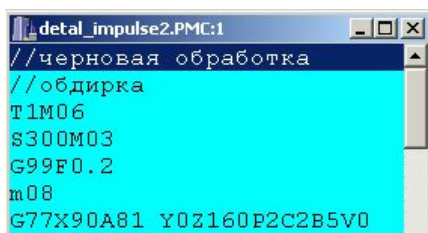


Рис. 6.1. Окно программы в автоматическом режиме

Для останова программы необходимо нажать кнопку 26. При этом выполнение программы прекратится, и фон окна программы вновь станет белым. После этого программу можно будет запустить только с первой строки либо с произвольного кадра программы.

### 6.2. Режим покадровой обработки программы

Для активации покадрового режима необходимо нажать кнопку 21, а для его запуска – кнопку 25. Фактически при этом происходит обработка одного кадра отдельной строки, поэтому для обработки некоторых строк требуется несколько нажатий кнопки пуска программы (25). Пока идёт обработка кадра программы светодиод над кнопкой 25 горит. Для перехода в непрерывный режим обработки программы, необходи-

мо повторно нажать кнопку 21, после чего светодиод над ней гаснет, и программа продолжает обрабатываться непрерывно.

### **6.3. Запуск обработки программы с произвольного кадра**

Для активации режима запуска программы с произвольного кадра необходимо нажать кнопку 22, затем установить при помощи мыши и/или клавиатуры компьютера курсор на нужную строку, и нажать кнопку пуск программы (25). Произойдет запуск программы с указанного кадра. Запускать обработку программы с произвольного кадра можно как в непрерывном автоматическом режиме, так и в покадровом, предварительно активировав этот режим (см. разд. 6.2).

### **6.4. Технологический останов**

Технологический останов возможен только в процессе выполнения программы. Первое нажатие кнопки 41 приведет к останову движения по подачам, второе нажатие кнопки 41 приведет к останову шпинделя. Первое нажатие кнопки 25 (пуск программы) приведет к возобновлению вращения шпинделя. Второе нажатие кнопки 25 приведет к возобновлению движения по подачам и продолжению выполнения программы с места останова.

### **6.5. Режим программно пропуска кадров**

В данном режиме строки в тексте программы, помеченные символом «/», не будут обрабатываться. Для активации режима пропуска кадров необходимо нажать кнопку 24, а для его запуска — кнопку 25. Для перехода в непрерывный режим обработки программы, необходимо повторно нажать кнопку 24, после чего светодиод над ней гаснет, и программа выполняется в автоматическом режиме, в котором помеченные символом «/» кадры будут обрабатываться.

*Кадры в тексте программы, помеченные символом «/», воспринимаются системой как комментарии, и не обрабатываются.*

### **6.6. Изменение скорости быстрых перемещений (G00)**

Кнопками 3 и 4 в процессе выполнения программы можно изменять скорость быстрого перемещения в процентном отношении от 0 до 150% с шагом 12.5%. Это отображается в нижней части экрана (G00, красная подсветка). При одновременном нажатии этих кнопок устанавливается скорость G00 100%.

### **6.7. Процентное изменение значения рабочей подачи**

Кнопками 32 и 33 в процессе выполнения программы можно изменить подачу в процентном отношении от 0 до 150% с шагом 12.5%. При одновременном нажатии этих кнопок устанавливается подача 100%.

### **6.8. Процентное изменение скорости вращения шпинделя**

Кнопками 28 и 29 в процессе выполнения программы можно изменить скорость вращения шпинделя в процентном отношении от 50% до 110% с шагом 5%. При одновременном нажатии этих кнопок устанавливается скорость шпинделя 100%.

## 7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «ИЗУЧЕНИЕ КИНЕМАТИКИ ТОКАРНОГО СТАНКА ЧПУ»

Цель работы – изучить основные принципы работы кинематики станков ЧПУ, станочных приводов, на примере станка 16Б16Т1С1.

### Содержание работы

1. Определить диапазон регулирования частот кинематики рассматриваемого станочного привода.
2. Определить перечень основных движений, обеспечиваемых кинематикой и станочными приводами станка 16Б16Т1С1.
3. Выполнить настройку станка на отработку режима «холостой ход».

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с целью и содержанием работы.
2. Изучите теоретические сведения.
3. Определите диапазон регулирования частот вращения  $n_{min} - n_{max}$  (мин<sup>-1</sup>) привода в соответствии с номером варианта задания (табл. 7.1).
4. Получите задание у преподавателя, используйте данные табл. 7.1.
5. Ознакомьтесь с общим устройством станка и расположением узлов управления станка по методическому руководству и практически, осмотрев станок.

Таблица 7.1

Варианты заданий для выполнения работы

№ варианта	Диапазон частот вращения $n_{min} - n_{max}$ (мин <sup>-1</sup> )	№ варианта	Диапазон частот вращения $n_{min} - n_{max}$ (мин <sup>-1</sup> )
1	20-600	2	85-925
3	25-625	4	90-950
5	30-650	6	95-975
7	35-675	8	100-1000
9	40-700	10	110-1100
11	45-725	12	115-1150
13	50-750	14	120-1175
15	55-775	16	125-1200
17	60-800	18	130-1225
19	65-825	20	135-1250
21	70-850	22	140-1300
23	75-875	24	145-1325
25	80-900	26	150-1350

6. Ознакомиться с устройством и назначением устройства ЧПУ станка по методическому руководству и практически, осмотрев станок [4]).
7. Проверить работоспособность станка на холостом ходу.
8. Включить станок в режиме “маховичок”
9. Задать и отработать две-три скорости левого и правого вращения шпинделя из заданного диапазона.
10. Отработать перемещения суппорта по осям X и Z (см. [4]).
11. Отработать смену позиций шестипозиционной револьверной головки.
12. Выключить станок.
13. Оформить отчет.
14. Ответить на вопросы для контроля знаний.

### **Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Результаты проведенных расчетов кинематических параметров станочного привода.
2. Выводы по результатам проведенных расчетов
3. Ответы на контрольные вопросы

## ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Устройство пульта управления ЧПУ ИНТЕГРАЛ 2.0
2. Особенности структуры построения ЧПУ
3. Назначение основных кнопок панели управления станком
4. Структура программной оболочки ЧПУ
5. Назначение программной оболочки ЧПУ
6. Назначение строки верхнее меню
7. Назначение строки шаблоны
8. Назначение окно наблюдения
9. Назначение строки нижнее меню
10. Порядок включения станка и системы ЧПУ
11. Порядок отключения станка и системы ЧПУ
12. Управление защитным ограждением станка
13. Управление положением исполнительных узлов станка
14. Ограничение перемещений узлов программным способом
15. Порядок отработки режима перемещений на быстром ходу
16. Порядок отработки режима выезда в опорную точку (в ноль)
17. Порядок отработки режима управление шпинделем
18. Порядок установки величины подачи
19. Порядок отработки режима непрерывных перемещений
20. Задание перемещений в абсолютной системе координат
21. Задание перемещений в относительной системе координат
22. Способы установки инструмента в заданную позицию
23. Порядок отработки режима движения от электронного маховика
24. Назначение режима привязки инструмента
25. Способы включения корректора инструмента
26. Способы установки припусков по осям
27. Выбор способа отображение траектории движения инструмента
28. Назначение автоматического режима управления работой станка
29. Порядок отработки программы в автоматическом режиме
30. Выбор режима покадровой отработки программы
31. Запуск отработки программы с произвольного кадра
32. Порядок отработки режима технологический останов
33. Порядок отработки режима программного пропуска кадров
34. Способы изменения скорости быстрых перемещений

35. Отработка режима процентного изменения значения рабочей подачи
36. Порядок отработки режима процентного изменения скорости вращения шпинделя
37. Способы отображения ошибок в работе станка
38. Пути устранения ошибок в работе станка
39. Диагностика параметров работы станка при помощи ЧПУ
40. Контроль параметров обработки детали при помощи ЧПУ
41. Каковы отличия кинематической схемы станков с ручным управлением и станков с ЧПУ;
42. Перечислите основные движения, которые обеспечиваются кинематической схемой станка;
43. Обоснуйте необходимость автоматизации кинематики современного станочного привода;
44. Приведите недостатки и преимущества следящего привода станка;
45. Условие кинематического согласования перемещений шпинделя и суппорта при нарезании резьбы в токарных станках с ЧПУ.
46. Составные части и работа привода главного движения станка модели 16Б16Т1С1 (по кинематической схеме).
47. Структура приводов продольных и поперечных подач станка;
48. Функции датчиков обратной связи в следящих приводах подач



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последнее время на разных этапах автоматизации производства все чаще приходится сталкиваться с задачами, требующими управления сложными процессами или высокопроизводительным оборудованием при помощи ЧПУ. Вычислительный комплекс традиционных систем ЧПУ может выполнять лишь конечное число операций в конечное время, вследствие чего производительность процесса отработки сигнала управления может снижаться, а полученный сигнал не всегда адекватен заданному моменту времени. Задачи управления допускают некоторое запаздывание действий, однако если система имеет время реакции меньше допустимого, то говорят об адекватности процесса управления и системы ЧПУ. Данной постановке в наибольшей степени отвечают объектно-ориентированные системы ЧПУ.

Система ЧПУ «ИНТЕГРАЛ» представляет собой многофункциональный объектно-ориентированный комплекс разработки управляющих программ для систем ЧПУ, который может быть встроен в систему ЧПУ или может использоваться в качестве самостоятельного приложения. Имея открытую архитектуру на базе высокопроизводительного промышленного компьютера, наряду с типовыми функциями система ЧПУ «ИНТЕГРАЛ» располагает рядом специфичных функций:

- ввод кадров с упрощенной панели оператора, графическая контекстная помощь для конкретной функции ЧПУ;
- синтаксический контроль и коррекция вводимых кадров;
- определение текущего состояния системы ЧПУ в любой точке управляющей программы; просмотр координат текущего кадра;
- обработка текстовых файлов любого объема с более высокой скоростью, чем известные системы ЧПУ;
- вызов внешних приложений;
- режим отладки управляющих программ с возможностью моделирования траектории инструмента.

Таким образом, система ЧПУ «ИНТЕГРАЛ» способствует реализации растущих преимуществ как вычислительных мощностей микропроцессорных систем, так и новейшего автоматизированного оборудования, что позволяет использовать ее как наиболее гибкую и оправданную систему, приобретающую все большую популярность среди ведущих разработчиков и опытных пользователей.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем : спра-вочник-учебник : в 3 т. / под общ. ред. А.С. Проникова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – Т. 1. – 450 с.
2. Конструкция и наладка станков с программным управлением и робо-ти-зированных комплексов : учебное пособие для СПТУ / Л.Н. Грачев [и др.]. – М. : Высш. шк., 1986. – 288 с.
3. Рыбалко, А.П. Адаптивные, диагностические и программные воз-можно-сти системы ЧПУ FlexNC / А.П. Рыбалко, С.А. Рыбалко // Автоматиза-ция в промышленности. – 2010. – № 3. – С. 21 – 26.
4. Ловыгин, А.А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система / А.А. Ловыгин, А.В. Васильев, С.Ю. Кривцов. – М. : Эльф ИПР, 2006. – 286 с.
5. Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления : учебн. пособие / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – М. : Логос, 2005. – 296 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ СТАНКА С ЧПУ.....	4
2. ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ.....	14
3. ВКЛЮЧЕНИЕ, ОТКЛЮЧЕНИЕ СТАНКА И СИСТЕМЫ ЧПУ.....	26
4. АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ И ОШИБКИ В РАБОТЕ СТАНКА.....	28
5. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ В РУЧНОМ РЕЖИМЕ.....	30
6. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ.....	41
7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «ИЗУЧЕНИЕ КИНЕМАТИКИ ТОКАРНОГО СТАНКА ЧПУ».....	44
ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	49

Учебное издание

*Левашкин Денис Геннадьевич  
Мальшев Владимир Ильич  
Селиванов Александр Сергеевич*

**РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА  
СИСТЕМЫ ЧПУ «ИНТЕГРАЛ»**

Учебно-методическое пособие  
по работе с токарной группой станков

В авторской редакции

Вёрстка: *Л.В. Сызганцева*  
Дизайн обложки: *Г.В. Карасева*

Подписано в печать 01.04.2011. Формат 60x84/16.  
Печать оперативная. Усл. п. л. 3,0. Тираж 100 экз.  
Заказ № 2-71-10а.

Тольяттинский государственный университет  
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14