

## Основные принципы разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ

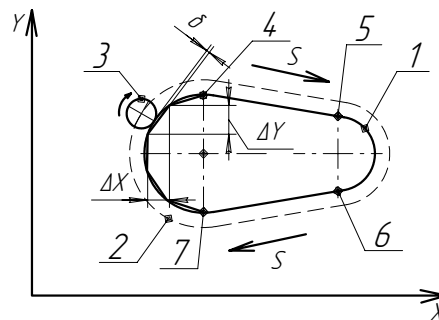
### Общие принципы построения программ

Под ЧПУ оборудования понимают управление при помощи программ, заданных в алфавитно-числовом коде.

При обработке на станках с ЧПУ инструмент перемещается по задаваемым в программе траекториям.

При этом, например, для токарных станков программируется перемещение вершины резца, а для фрезерных – перемещение оси фрезы.

Ось фрезы перемещается по эквидистанте, т. е. линии или поверхности, отстоящей от обрабатываемой поверхности на постоянную величину, равную радиусу фрезы.



- 1- требуемый контур детали;
- 2- эквидистанта;
- 3- фреза.

Программируются две подачи. На обрабатываемом контуре выделяются опорные точки, которые представляют собой те точки контура, в которых он изменяет свой характер (точки 4, 5, 6, 7).

ЭВМ, встроенная в систему ЧПУ производит аппроксимацию перемещений рабочих органов оборудования. В частности аппроксимирует окружность ломаной линией (между точками 6 и 7). Поэтому существует погрешность  $\delta$ .

Оборудование с ЧПУ снабжено либо шаговыми двигателями, либо двигателями постоянного тока (тиристорными).

Пусть  $N_x$  и  $N_y$  – количество импульсов по осям X и Y соответственно, тогда

$$N_x = \frac{\Delta X}{\Delta_x}, \quad N_y = \frac{\Delta Y}{\Delta_y},$$

где  $\Delta_x$  и  $\Delta_y$  – цены импульсов (дискретности), лежащие обычно в пределах 0,005÷0,01 мм.

Шаговые двигатели являются низкомоментными и в станках не используются. В станках используются двигатели постоянного тока, для которых необходимо вычислить скорость перемещения вдоль осей координат:

$$V_x = \frac{\Delta X}{\Delta t}, \quad V_y = \frac{\Delta Y}{\Delta t},$$

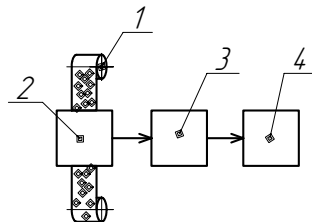
где  $\Delta t = \frac{\Delta l}{S} \cdot 60$  – время перемещения по прямой в данной точке аппроксимации, [с], S – скорость подачи, [мм/мин],  $\Delta l$  – длина участка аппроксимации в данной точке, причем

$$\Delta l = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}.$$

### Структура систем ЧПУ

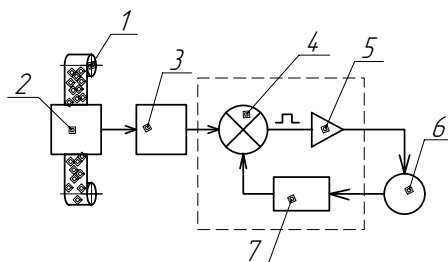
Различают СЧПУ без обратной связи и с обратной связью.

Структура СЧПУ без обратной связи выглядит следующим образом:



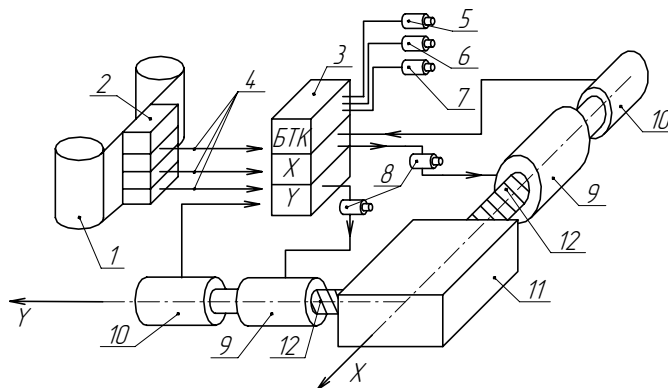
- 1- программоноситель;
- 2- дешифратор (устройство считывания);
- 3- промежуточное устройство (запоминающее);
- 4- силовой привод.

Структура СЧПУ с обратной связью:



- 1, 2, 3- аналогично устройству без обратной связи (см. предыдущий рисунок);
- 4- сравнивающее устройство;
- 5- усилитель;
- 6- привод;
- 7- датчик обратной связи.

Поскольку управление в СЧПУ происходит по нескольким каналам, в целом структура СЧПУ имеет следующий вид:



БТК - блок технологических команд

- 1- программоноситель;
- 2- магнитная головка;
- 3- электронный блок;
- 4- каналы (управляющие перемещением технологического оборудования и канал для команд);
- 5- привод главного движения;
- 6- двигатель подачи СОЖ;
- 7- двигатель насоса гидросистемы станка;
- 8- усилители;
- 9- силовые приводы (двигатели постоянного тока);
- 10- датчики обратной связи;
- 11- рабочие органы станка;
- 12- ходовые винты.

### Разновидности СЧПУ

Различают позиционные и контурные СЧПУ.

Позиционные СЧПУ управляют только перемещением рабочих органов в те или иные точки. Например, при сверлении отверстий в печатных платах необходимо задавать только координаты отверстий.

Контурные СЧПУ обеспечивают требуемую скорость в процессе перемещения от одной позиции к другой. Эта скорость является скоростью подачи.

В обозначениях металлорежущих станков предусмотрена возможность указания на тип применяемого СЧПУ. В конце обозначения указывается:

...Ц – цикловое программное управление, управляющими элементами являются концевые переключатели, упоры и т. д.

...Ф1 – станок снабжен цифровой индикацией положения инструмента.

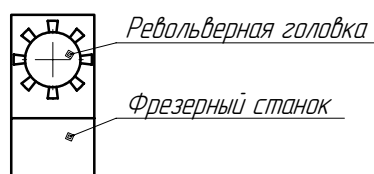
...Ф2 – позиционная СЧПУ.

...Ф3 – контурная СЧПУ.

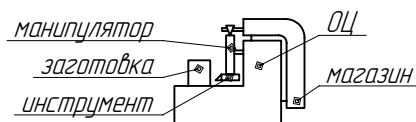
...Ф4, ...Ф5 – обрабатывающие центры (ОЦ) – многооперационные станки с позиционным и контурным СЧПУ соответственно.

Также в обозначении станков присутствуют буквы Р и М.

Р – револьверная головка (например, РФ3).



М – оборудование снабжено магазином элементов, что характерно для ОЦ.



### Инструменты для станков с ЧПУ

Номенклатуру инструмента для станков с ЧПУ (см. табл. 1 – 5) составляют на базе статистического анализа форм и размеров изготавливаемых деталей и технологических возможностей станков. В конкретных условиях обработки можно применять и другие

инструменты (инструментальные материалы).

Для обработки отверстий используют сверла и расточные резцы ограниченной номенклатуры. Зенкеры и развертки в большинстве случаев не применяют. 7-й и 8-й качества для отверстий получают растачиванием (употребление разверток целесообразно только в случае обработки больших партий деталей).

Наружные основные поверхности с образованием прямых уступов формируют проходным подрезным резцом с углами  $\varphi = 95^\circ$ ,  $\varphi_1 = 5^\circ$  для черновой обработки и контурными резцами с углами  $\varphi = 93^\circ$  и  $\varphi_1 = 32^\circ$  для чистовой обработки (см. табл. 1).

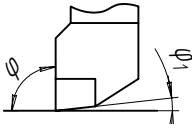
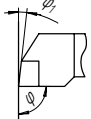
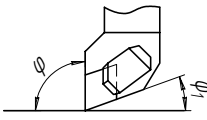
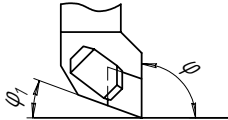
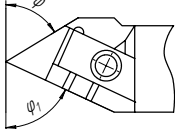
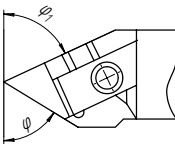
При обработке внутренних основных поверхностей используют центровочные и спиральные сверла, а также расточные проходные резцы с углами  $\varphi = 95^\circ$ ,  $\varphi_1 = 5^\circ$  для черновой обработки и расточные контурные резцы с углами  $\varphi = 93^\circ$ ,  $\varphi_1 = 32^\circ$  для чистовой обработки. Размеры расточного инструмента устанавливают соответственно размерам обрабатываемых отверстий: диаметру и длине.

Для обработки глухих отверстий используют перовые или спиральные донные сверла диаметром 25, 30, 35, 40, 45 и 50 мм.

Для образования наружных и внутренних дополнительных поверхностей необходимы прорезные резцы, резцы для угловых канавок, резьбовые резцы с углом  $\varphi = 60^\circ$ ,  $55^\circ$  (для метрических и дюймовых резьб).

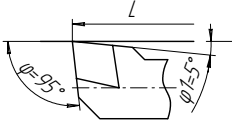
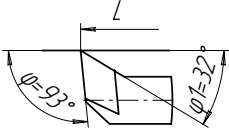
Конструкция инструмента и резцедержателей должна обеспечивать возможность предварительной настройки инструмента на размер вне станка, быструю и точную установку инструмента в рабочую позицию на суппорте или в револьверной головке, формирование и отвод стружки в условиях автоматической работы станка с ЧПУ.

1. Инструмент для обработки наружных основных поверхностей.

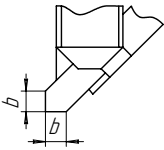
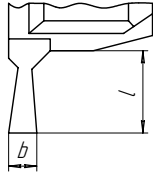
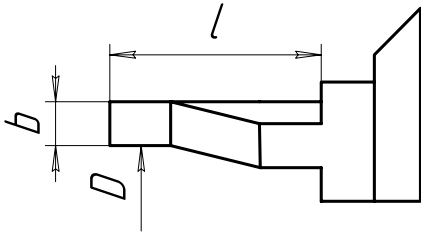
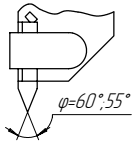
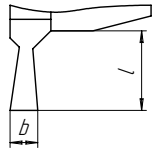
Резец	Форма рабочей части	Углы в плане, град		Материал режущей части
		$\phi$	$\phi_1$	
Проходной подрезной левый		95	5	T14K8, T5K10, BK8
Проходной подрезной правый		95	5	
Контурный левый		93	32	T14K8, T15K6, BK6
Контурный правый		93	32	
Контурный левый		63	62	
Контурный правый		63	62	

Примечание. Резец контурный правый (левый) применяется также для обработки дополнительных поверхностей.

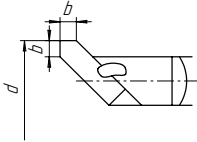
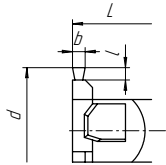
2. Инструмент для обработки внутренних основных поверхностей.

Резец	Форма рабочей части	Материал режущей части
Расточный проходной		T14K8, T5K10, BK8
Расточный контурный		T14K8, T15K6, BK6

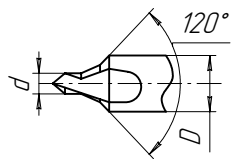
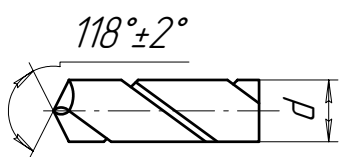
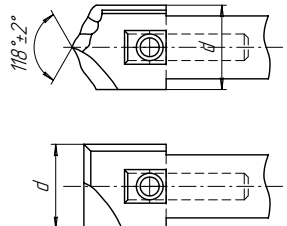
3. Инструмент для обработки наружных дополнительных поверхностей.

Резец	Форма рабочей части	Размеры, мм			Материал режущей части
		b	l	D	
Для угловых канавок		2x2	-	-	P18
		3x3 5x5 8x8			T5K10, BK8
Прорезной		1	3	-	P18
		2	5		
		3	10		P18, T15K10
		6 10	15 25		T15K10, BK8
Для проточки торцовых канавок		3	25	30	P18
				70	
				150	
		6	35	30	T5K10, BK8
				70	
				150	
10	40	30			
		70			
		150			
Резьбовой		-	-	-	T15K6, BK6
Отрезной		3	35	-	P18

4. Инструмент для обработки внутренних дополнительных поверхностей.

Резец	Форма рабочей части	Размеры, мм				Материал режущей части
		b	l	L	d	
Для угловых канавок		2	-	60	До 10	P18
		3		100	10-50	
		5		150	50 – 100	T5K10, BK8
		8		200	Св. 100	
Прорезной		1	3	До 60	От 10	P18
		2	5	60		
		3	10	100	От 16	T5K10, BK6
		6	15	150	От 20	
		10	25	200	От 50	
Резьбовой		-	-	-	-	T15K6, BK6

5. Инструмент для обработки отверстий.

Сверло	Форма рабочей части	Размер, d мм	Материал режущей части
Центровочное		6,3 (при D=25 мм)	P6M5, P18
Спиральное		10,1 12,5 13,8 15,3 17,3 20,0 22,5 25,0 27,5 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0	P6M5, P18
Пластинчатое (перовое)		25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0	P6M5, P18

Примечание. Для станков с вращением шпинделя только в одну сторону следует использовать сверла левого вращения.

Структура и формат управляющих программ (УП)

УП записывается на программноноситель в виде последовательности кадров, представляющих собой законченные по смыслу фразы на языке кодирования технологической, геометрической и вспомогательной информации. Информация на носителе хранится в 7-ми битном ИСО-коде, который обеспечивает запись команд в виде букв и цифр. Отдельные последовательности кадров для обработки участков заготовки объединяются в главы УП, каждая из которых начинается с главного кадра. Главный кадр содержит начальную информацию об условиях обработки, и с него можно начинать или возобновлять работу станка по УП. Остальные кадры главы УП несут только измененную по отношению к предыдущим кадрам часть информации и называются дополнительными кадрами.

Кадры состоят из слов, расположенных в определенном порядке, а слова — из символов. Первый символ слова является буквой, обозначающей адрес, а остальные символы образуют число со знаком или целочисленный код (табл. 6).

## 6. Обозначение адресов.

Символы адресов	Значения символов адресов
A, B и C	Угловые перемещения соответственно вокруг осей X, Y и Z.
D	Угловое перемещение вокруг специальной оси или третья функция подачи, или функция коррекции инструмента.
E	Угловое перемещение вокруг специальной оси или вторая функция подачи.
F	Функция подачи.
G	Подготовительная функция.
H	Не определен.
I, J и K	Параметры интерполяции или шаги резьбы соответственно вдоль осей X, Y и Z.
L	Не определен.
M	Вспомогательная функция.
N	Номер кадра.
P и Q	Третьи функции перемещений, параллельных соответственно осям X и Y, или параметры коррекции инструмента.
R	Перемещение на быстром ходу по оси Z или третья функция перемещения, параллельного оси Z, или параметр коррекции инструмента.
S	Скорость главного движения.
T	Функция инструмента.
U, V и W	Вторые функции перемещений, параллельных соответственно осям X, Y и Z.
X, Y и Z	Перемещения соответственно по осям X, Y и Z.

Примечание. Если символы D, F, P, Q, R, U, V, W не используются в УЧПУ в указанных в таблице значениях, они могут быть применены в качестве других специальных значений.

Кадр УП содержит слово «Номер кадра» и одно или несколько информационных слов. К информационным относятся слова «Подготовительная функция», «Размерное перемещение», «Функция подачи», «Скорость главного движения», «Функция инструмента» и «Вспомогательная функция». В кадре эти слова имеют ту же последовательность.

*Номер кадра*

Слово «Номер кадра» служит для обозначения элементарного участка УП и является вспомогательной информацией. Номер кадра задается адресом N и целым десятичным числом. Рациональна последовательная нумерация кадров, однако допускаются любые переходы номеров и оговаривается только их неповторяемость в пределах одной УП. При нумерации вставляемых в процессе редактирования новых кадров во избежание изменения ранее установленной последовательности их номеров практикуется запись новых номеров с использованием более высоких разрядов десятичных чисел. Например, если после кадра N107 необходимо вставить несколько новых кадров, их можно пронумеровать N10701, N10702, N10703 и т. д. В главном кадре вместо адреса N предусмотрена запись символа «:», который может быть использован для останова при обратной перематке перфоленты.

*Подготовительные функции*

Слово «Подготовительная функция» определяет режим работы УЧПУ. Эти слова задаются адресом G и двухзначным десятичным числом (табл. 7,8).



7. Назначение подготовительных функций.

Подготовительная функция	Группа	Значение
G00	1	Позиционирование. Перемещение на быстром ходу в заданную точку. Ранее заданная рабочая подача не отменяется. Перемещения по осям могут быть некоординированы.
G01	1	Линейная интерполяция. Перемещение с запрограммированной подачей по прямой к точке.
G02 и G03	1	Круговая интерполяция. Движение по дуге соответственно в отрицательном и положительном направлении с запрограммированной подачей.
G04	-	Пауза. Выдержка в отработке на определенное время, установленное на пульте или заданное в кадре.
G06	1	Параболическая интерполяция. Движение по параболе с запрограммированной подачей.
G08	-	Разгон. Плавное увеличение скорости подачи до запрограммированного ее значения в начале движения.
G09	-	Торможение в конце кадра. Плавное уменьшение скорости подачи до фиксированного значения при приближении к заданной точке.
G17,G18,G19	2	Плоскость обработки. Задание соответственно плоскостей XY, ZX и YZ для таких функций, как круговая интерполяция, коррекция режущего инструмента и др.
G33,G34,G35	1	Резьба. Нарезание резьбы соответственно с постоянным, увеличивающимся и уменьшающимся шагами.
G40	3	Отмена коррекции инструмента, заданной одной из функций G41—G52.
G41 и G42	3	Коррекция диаметра или радиуса инструмента при контурном управлении. Режущий инструмент расположен соответственно слева или справа от обрабатываемой поверхности, если смотреть в направлении движения инструмента.
G43 и G44	3	Коррекция диаметра или радиуса инструмента соответственно положительная или отрицательная. Указание соответственно о сложении (или вычитании) значения смещения инструмента, установленного на пульте, с заданными в кадрах координатами.
G45—G52	3	Коррекция диаметра или радиуса инструмента при прямолинейном формообразовании G45+/, G46+/-, G47-/, G48-/, G49 0/+, G50 0/-, G51+/0, G52-/0. Значения «+», «-» и «0» соответственно указывают, что к заданным в кадрах координатам будут добавлены, вычтены установленные на пульте величины или эти величины не будут учтены.
G53	4	Отмена линейного сдвига, заданного одной из функций G54—G59.
G54—G59	4	Линейный сдвиг соответственно по X, Y, Z, XY, ZX и YZ. Коррекция длины или положения инструмента на величину, установленную на пульте.

7. Назначение подготовительных функций (продолжение).

Подготовительная функция	Группа	Значение
G60 и G61	5	Точное позиционирование. Позиционирование в пределах одной или двух из зон допуска, а также выбор стороны подхода при позиционировании.
G62	5	Быстрое позиционирование. Позиционирование с большой зоной допуска для экономии времени.
G63	-	Нарезание резьбы метчиком. Позиционирование с остановом шпинделя по достижении заданного положения.
G80	6	Отмена постоянного цикла, заданного одной из функций G81—G89.
G81—G89	6	Постоянные циклы. Часто применяемые при обработке отверстий последовательности команд. Состав постоянных циклов приведен в дополнительной таблице.
G90	7	Абсолютный размер. Отсчет перемещений в абсолютной системе координат с началом в нулевой точке системы ЧПУ.
G91	7	Размер в приращениях. Отсчет перемещений относительно предыдущей запрограммированной точки.
G92	-	Установка абсолютных накопителей положения.
G94 и 095	8	Единица измерения соответственно мм/мин и мм/об.
G96	9	Единица измерения скорости резания м/мин. Запрограммированное значение скорости резания поддерживается автоматически регулированием частоты вращения шпинделя.
G97	9	Единица измерения главного движения об/мин

8. Таблица для постоянных циклов.

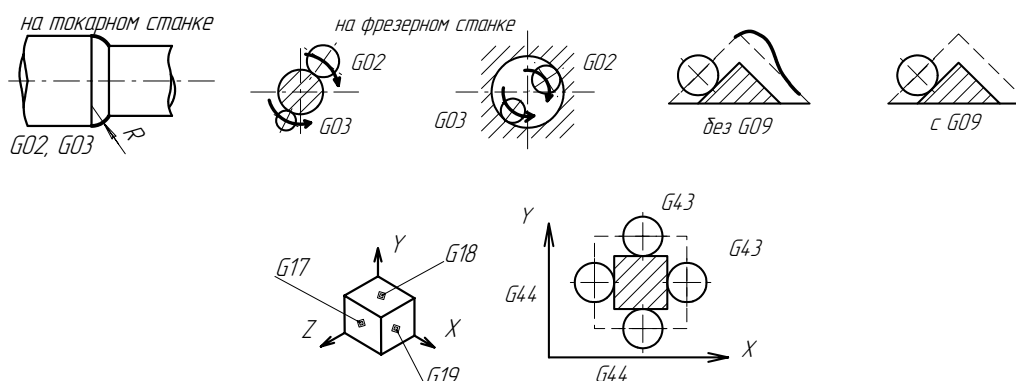
Постоянный цикл	Действие перед обработкой	Движение в процессе обработки	Действие после обработки	Движение в исходное положение	Типовое использование
G81	—	Рабочий ход	—	Быстрый отвод	Сверление, центрование
G82			Выстой		Сверление, зенкование
G83		Подача с периодическим выводом инструмента	—	Глубокое сверление	
G84	Включение вращения шпинделя в заданном направлении	Рабочий ход	Реверс шпинделя	Отвод на рабочей подаче	Нарезание резьбы метчиком
G85			—		Растачивание

8. Таблица для постоянных циклов (продолжение).

Постоянный цикл	Действие перед обработкой	Движение в процессе обработки	Действие после обработки	Движение в исходное положение	Типовое использование
G86	Включение шпинделя	Рабочий ход	Останов шпинделя	Быстрый отвод	Растачивание
G87				Отвод вручную	
G88			Выстой, останов шпинделя		
G89	—	Выстой	Отвод на рабочей подаче		

Неуказанные коды подготовительных функций предназначены для индивидуального использования по усмотрению разработчиков УЧПУ. Номер группы, расположенный во второй колонке, указывает, что функция G действует до тех пор, пока она не будет заменена или отменена другой функцией из той же группы. Прочерк в этой колонке означает, что функция действует только в том кадре, в котором она указана. Подготовительные функции записываются в кадре последовательно друг за другом в порядке возрастания их кодовых номеров. В кадре не может быть записано более одной подготовительной функции из каждой группы.

Покажем на рисунке действие некоторых подготовительных функций:



*Вспомогательные функции*

Слово «Вспомогательная функция» определяет команду исполнительному органу станка или УЧПУ. Вспомогательные функции задаются словами с адресом M и двузначным десятичным кодовым числом (табл. 9).

9. Назначение вспомогательных функций.

Вспомогательная функция	Группа	Значение
M00	П	Программируемый останов. Останов шпинделя и выключение охлаждения. Работа по УП возобновляется после нажатия соответствующей кнопки на пульте управления.
M01	П	Останов с подтверждением. То же, что и M00, но выполняется при предварительном нажатии соответствующей кнопки на пульте управления.



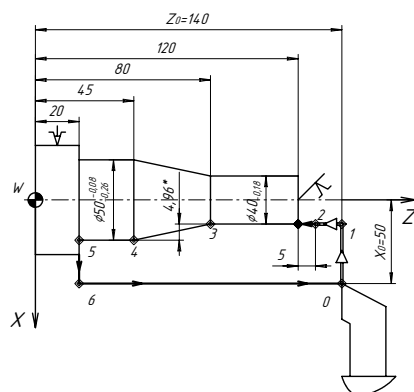
9. Назначение вспомогательных функций (продолжение).

M02	П	Конец УП. Останов шпинделя и выключение охлаждения. Приведение в исходное состояние управляющего устройства и возврат рабочих органов станка в исходное положение, а также протягивание перфоленты, склеенной в кольцо, или обратная ее перемотка.
M03 и M04	*	Вращение шпинделя по часовой стрелке или против нее. Включение шпинделя соответственно в отрицательном и положительном направлении вращения.
M05	П	Останов шпинделя. Останов наиболее эффективным способом, например торможением.
M06		Смена инструмента. Команда на смену инструмента вручную или автоматически. Не осуществляется поиск инструмента. Может автоматически отключать шпиндель и охлаждение.
M07 и M08	*	Включение охлаждения. Включает охлаждение соответственно № 2 и № 1.
M09	П	Отключение охлаждения. Отменяет команды, заданные функциями M07, M08, M50 и M51.
M10 и МП	*	Зажим и разжим. Относятся к зажимным приспособлениям подвижных органов станка, например стола, патрона и т. п.
M13 и M14	*	Вращение шпинделя по часовой стрелке и против нее, а также включение охлаждения. То же, что и M03 и M04, но с включением охлаждения.
M15иM16		Перемещение «+» и «—». Используются для задания соответственно положительного и отрицательного направления перемещения, запрограммированного в данном кадре.
M17	П	Конец подпрограммы для УЧПУ со встроенной памятью. Передача управления основной программе после выполнения всех прогонов подпрограммы.
M19	П	Останов шпинделя в заданной позиции. Команда на останов шпинделя в определенном угловом положении.
M20	П	Конец подпрограммы, в качестве которой используется многократно считываемая глава программы.
M30	П	Конец ленты. То же, что и M02, но с возможностью обращения ко второму считывателю информации с перфоленты.
M31		Обход блокировки. Команда на временную отмену блокировки. Действует только в том кадре, в котором записана.
M36 и M37	*	Диапазон подачи. Задаёт диапазон подач соответственно №1 и №2 путем переключения кинематической связи.
M38 и M39	*	Диапазон частот вращения шпинделя. Задаёт диапазон частот вращения соответственно шпинделя №1 и №2.
M50 и M51	*	Включение охлаждения. Включение охлаждения соответственно №3 и №4.
M55 и M56	*	Линейное смещение инструмента. Линейное смещение инструмента соответственно в положения №1 и №2.
M61 и M62	*	Линейное смещение заготовки. Линейное смещение заготовки соответственно в положения № 1 и № 2.
M71 и M72	*	Угловое смещение заготовки. Угловое смещение заготовки соответственно в положения № 1 и № 2.

Неуказанные коды не определены и могут использоваться по усмотрению разработчиков конкретных УЧПУ.

Большинство вспомогательных функций (отмечены звездочкой во второй колонке) выполняется до начала перемещений, запрограммированных в том же кадре, и действует до отмены или замены их командами аналогичного назначения. Функции M, выполняемые после заданных в кадре перемещений, обозначены буквой П в той же колонке. В одном кадре в порядке возрастания кодовых номеров может быть записано несколько команд различным исполнительным органам станка с ЧПУ.

### Пример разработки программы для станка с ЧПУ



% N001 S03 T01 M03 – третья скорость шпинделя, первый инструмент, вращение шпинделя против часовой стрелки

N002 M06 – пауза для проверки инструмента

N003 G60 – точное позиционирование

N004 G91 – отсчет размера в приращениях

N005 G00 X-030045 – перемещение в точку 1

N006 G61 Z-015000 – ускоренное перемещение в точку 2

N007 G01 Z-045000 F32 M07 – перемещение в точку 3 на рабочей подаче и включение масляного тумана

N008 G01 X+004960 Z-035000 – перемещение в точку 4 с линейной интерполяцией

N009 Z-025000 – перемещение в точку 5

N010 G60 – точное позиционирование

N011 G00 X+025085 M09 – ускоренное перемещение в точку 6, отключение системы охлаждения

N012 G00 Z+120000 M02 – ускоренное перемещение в точку 0, конец программы

### Семинарское занятие по разработке технологической документации, оформляемой при изготовлении деталей

Технологической документацией являются маршрутные и операционные карты и операционные эскизы (карты эскизов), примеры которых приведены ниже. Также приведена таблица служебных символов для типов строк, применяемых при оформлении маршрутных карт.

Варианты домашних заданий приводятся в конце модуля.

*Служебные символы для типов строк,  
применяемые при оформлении маршрутных карт.*

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные на строке
А	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции, обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки).
Б	Код, наименование оборудования и информация по трудозатратам (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки).
В	Номер цеха, участка, рабочего места, где выполняется операция, номер операции, код и наименование операции (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки).
Г	Обозначение документов, применяемых при выполнении операции (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки).
Д	Код, наименование оборудования (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки).
Е	Информация по трудозатратам (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки).
К	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц, их обозначений, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода (применяется только для форм с горизонтальным расположением поля подшивки).
М	Информация о применяемом основном материале и исходной заготовке, информация о применяемых вспомогательных и комплектующих материалах с указанием наименования и кода материала, обозначения подразделений, откуда поступают материалы, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода.
О	Содержание операции (перехода).
Т	Информация о применяемой при выполнении операции технологической оснастке.
Л	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием наименования деталей, сборочных единиц (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки).
Н	Информация по комплектации изделия (сборочной единицы) составными частями с указанием обозначения деталей, сборочных единиц, обозначения подразделений, откуда поступают комплектующие составные части, кода единицы величины, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода (применяется только для форм с вертикальным расположением поля подшивки).