

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Российский государственный профессионально-педагогический  
 университет »

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
 МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «Крепеж каркаса»*

Дипломный проект  
 по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
 профиль Машиностроение и материалобработка  
 профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 632

Екатеринбург 2016

					ДП 44.03.04 632 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Сироткин С.А.				Разработка технологического процесса механической обработки детали «Крепеж каркаса»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	Костина О.В.						2	
<i>Н. Контр.</i>	Суриков В.П.					ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО, каф. ТМС Г/б ЗТО-501		
<i>Утверд.</i>	Бородин Н.В.							

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и  
методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «Крепеж каркаса»*

Пояснительная записка к дипломному проекту  
по направлению 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиль Машиностроение и материалобработка  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 632

Исполнитель: \_\_\_\_\_ С.А.Сироткин  
студент группы ЗТО-501 (подпись)

Руководитель: \_\_\_\_\_ О.В.Костина  
Ст.преподаватель. (подпись)

**Екатеринбург 2016**

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: содержит 113 листов, 4 рисунка, 35 таблиц, 30 источников литературы, 7 листов чертежей и плакатов.

Ключевые слова: СТАНОК, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ.

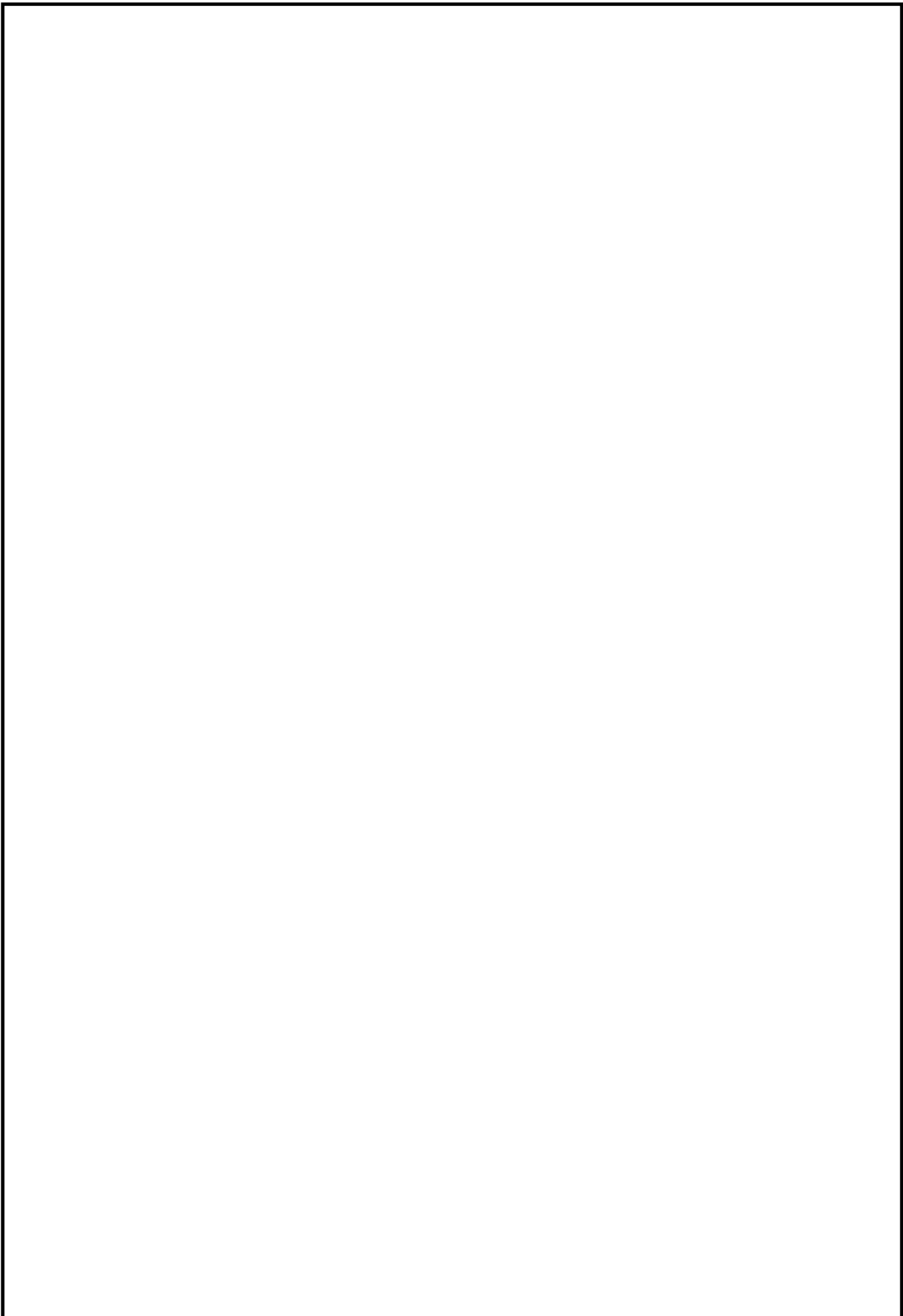
В проекте разрабатывается технологический процесс по обработке детали «Крепеж каркаса».

Выполнено технико-экономическое обоснование проекта и представлены необходимые расчеты. Результатом произведённых расчётов режимов резания и нормирования является технологическая документация: маршрутная и операционная карты для всех операций технологического процесса, подтверждающие рациональность предложенных изменений снижена себестоимость продукции, трудоёмкость производства. В методической части, разработано занятие по программе повышения квалификации рабочих с 3 разряда на 4 на тему «Программирование фрезерной обработки».

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ.....	8
1.1. Служебное назначение детали и материала .....	7
1.2. Анализ технических требований к детали.....	8
1.3. Анализ технологичности детали.....	9
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
2.1. Расчет по объему выпуска и определение типа производства.....	14
2.2. Выбор заготовки.....	16
2.3. Выбор технологических баз и последовательности обработки.....	17
2.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовки.....	17
2.5. Выбор оборудования.....	17
2.6. Выбор технологического оснащения.....	18
2.7. Расчет припусков на механическую обработку.....	20
2.8. Расчет точности обработки.....	22
2.9. Расчет режимов резания.....	26
2.10. Расчет технических норм времени.....	27
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	29
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	45
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	83
Приложение А – Лист задания на дипломирование.....	
Приложение Б – Перечень графического материала .....	
Приложение В – Комплект технологической документации.....	
Приложение Г – Управляющая программа.....	
Приложение Д – Конспект занятия .....	
Приложение Е – Презентация к занятию.....	



					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **ВВЕДЕНИЕ**

Основная цель дипломного проектирования заключается, в разработке технологического процесса на заданную деталь, уменьшение её себестоимости за счёт повышения производительности труда и снижения затрат на металл.

Один из главных объектов поиска технологических резервов – технологические операции, поэтому в дипломном проекте рассмотрено направление по совершенствованию технологических процессов.

От метода получения заготовки зависят величина припусков на механическую обработку и объем механической обработки. Поэтому на заготовительной операции изменён способ получения заготовки на более рациональный: штамповка. Произведен расчет оптимальных припусков и напусков на операции, а также откорректированы припуски на заготовку. Для обеспечения требуемой точности и качества обработки применено современное оборудование и прогрессивная оснастка, с учётом условий базового производства.

Результатом произведённых расчётов режимов резания и нормирования является технологическая документация: маршрутная и операционная карты для всех операций технологического процесса.

Разработан комплект технологической документации, отражающей выбранный маршрут обработки, схемы базирования, рассчитанные режимы резания, нормы времени и методы контроля.

Проработаны конструкции переналаживаемых механизированных приспособлений, обеспечивающих высокую точность базирования и имеющих возможность наладки на типоразмер базовой детали.

Рассчитаны основные технико-экономические показатели проектного и базового вариантов, подтверждающие рациональность предложенных изменений: снижена себестоимость продукции, трудоёмкость производства.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основные задачи дипломного проекта:

- проанализировать способ получения заготовки при необходимости его изменить;
- выполнить расчеты припусков на заготовку для усовершенствования технологического процесса;
- рассчитать экономическую эффективность;
- проанализировать технологический процесс механической обработки детали и усовершенствовать его с учетом использования современного оборудования;
- рассчитать экономическую эффективность предлагаемого технологического процесса;
- разработать методическую часть.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1. Служебное назначение детали и материал

Деталь «Крепеж каркаса» представляет собой базовую деталь. В базовые детали устанавливают различные детали и сборочные единицы, точность относительного положения которых должна обеспечиваться как в статике, так и в процессе работы сборки под нагрузкой. В соответствии с этим базовые детали должны обладать необходимой точностью, жёсткостью и виброустойчивостью конструкции, что обеспечивает требуемое относительное положение соединяемых деталей и узлов, правильность работы механизмов и отсутствие вибрации.

Деталь «Крепеж каркаса» является базовой деталью сборки. Данная сборка используется в оборонной промышленности.

Исходными данными, согласно заданию, являются рабочий чертёж детали со всеми техническими требованиями и годовая программа выпуска деталей.

Оборудование выбираем так, чтобы выдерживалось соответствие основных размеров станка габаритным размерам детали.

Сплавы алюминия с магнием именуется магналиями. АМгб - это магналий высокой пластичности, но средней прочности. Он обладает хорошей коррозионной стойкостью, хорошей обрабатываемостью резаньем и хорошо обрабатывается давлением. Однако, в ряду прочих широко известных магналиев этот сплав занимает первое место по прочности и твёрдости, но последнее место по коррозионной стойкости и последнее место по пластическим свойствам. Хотя он хорошо сваривается, но сварной шов АМгб более пористый, чем у того же АМгз и часто требует дополнительной обработки. Это один из самых лёгких сплавов с плотностью 2,65 г/см<sup>2</sup>.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 1 - Химический состав материала АМг6 ГОСТ 4784–97

Al	91,2%
Mg	5,8...6,8%
Mn	0,5...0,8%
Fe	0,4%
Si	0,4%
Zn	0,2%
Cu	0,1%
Ti	0,02...0,1%
Be	0,0002-0,005%

Таблица 2 - Физико-механические характеристики

модуль упругости ЕПа	$7,1 \cdot 10^{11}$
плотность $\rho_{кг/м^3}$	2640
предел прочности $\sigma_{в} МПа$	380
предел текучести $\sigma_{т} МПа$	170

## 1.2. Анализ технических требований к детали

Для разработки технологического процесса имеются: рабочий чертёж детали с техническими требованиями отверстия диаметром 5,5Н8, паз 7Н7, отв. диаметром 2,5Н7; по расположению допуск параллельности 0.05мм поверхностей, определяющими конструктивные формы и размеры детали, точность и качество обработки, твёрдость, материал.

### 1.3.1. Анализ технологичности детали

Отработка конструкции на технологичность - это комплекс мероприятий, предусматривающих взаимосвязанные решения конструкторских и технологических задач, направленных на повышение

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовления изделия при обеспечении необходимого его качества.

Оценка технологичности проводится качественно и количественно с расчетом показателей технологичности по ГОСТ 14.201-83. Деталь, подвергаемая обработке резанием, будет технологична в том случае, когда ее конструкция позволяет применять рациональную заготовку, форма и размеры которой максимально приближены к форме и размерам готовой детали, а также использовать высокоэффективные процессы обработки. К основным требованиям технологичности можно отнести:

- обоснованный выбор материала детали и увязка требований качества поверхностного слоя с маркой материала детали;
- сокращение числа установов заготовки при обработке;
- надежное удаление стружки;
- возможность максимального использования стандартизованных и нормализованных режущих и измерительных инструментов;
- обеспечение благоприятных условий работы режущего инструмента;
- унификация формы и размеров обрабатываемых элементов, что обеспечит обработку их минимальным числом инструментов и использование типовых подпрограмм на станках с ЧПУ и т.д.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный. Деталь «Крепеж каркаса» имеет форму корпуса, изготовлена из АМб. Заготовка детали – литье, имеет сложную в изготовлении форму. Деталь имеет средние габариты, что делает деталь достаточно трудоемкой.

Анализ детали на технологичность проводят как качественный, так и количественный.

Качественный анализ

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Конфигурация детали и ее материал позволяет применять наиболее прогрессивные методы получения заготовки, сокращающие объем механической обработки, сокращающие объем механической обработки. При конструировании детали использовались простые геометрические формы.

Конфигурация детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки. Обеспечена достаточная жесткость детали. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки. В целом деталь технологична, не технологичным является наличие больших переходов диаметров, а также наличие небольшого диаметра внутренних отверстий.

Определим коэффициент точности по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Количественная оценка технологичности детали [8, с.32].

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \times n_i$
7	28	196
8	1	8

$$\sum n_i = 29; \sum T_i n_i = 204;$$

Определим среднюю точность обработки детали

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}, \quad (1)$$

где  $T_i$  – класса точности обработки;

$n_i$  – число размеров соответствия класса точности.

$$T_{cp} = \frac{204}{29} = 7,03$$

Определим базовый и достигнутый коэффициент точности.

$$R_{TЧ} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{7,03} = 0,86 \quad (2)$$

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

Ш <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>	Ш <sub>i</sub> × n <sub>i</sub>
1,6	1	1,6
3,2	2	6,4
6,3	31	195,3
25	37	925

$$\sum ni = 71; \sum Ш_{ini} = 1128,3;$$

Определим среднюю шероховатость

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_{ini}}{\sum ni} \quad (3)$$

где Ш<sub>i</sub> – класс шероховатости;

n<sub>i</sub> – число поверхностей соответствующего класса

$$Ш_{cp} = \frac{1128,3}{71} = 15,89$$

Определим коэффициент шероховатости

$$R_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{15,89} = 0,06$$

Произведем количественную оценку технологичности конструкции детали по следующим параметрам:

1. по коэффициенту использования материала

$$K_{им} = \frac{M_{д}}{M_{з}} \quad (5)$$

где M<sub>д</sub> – масса детали по чертежу, кг;

M<sub>з</sub> – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$M_{д} = 0.05 \text{ кг}; M_{з} = 0.062 \text{ кг};$$

$$K_{им} = \frac{0.05}{0.062} = 0,8$$

В результате проведенного анализа можно сделать вывод высокий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки оптимален.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Расчеты по объёму выпуска и определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое (ГОСТ 14.004-83). Тип производства – среднесерийное.

Тип производства по ГОСТ 3.1121-84 характеризуется коэффициентом закрепления операций ( $K_{з.о.}$ ):

$1 < K_{з.о.} < 10$  – массовое и крупносерийное производство;

$10 < K_{з.о.} < 20$  – среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о.} < 40$  – мелкосерийное производство;

$40 < K_{з.о.}$  – единичное производство.

Таблица 6 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10- 500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Принимаем среднесерийный тип производства

Определим годовую программу выпуска по [1, с. 120 табл. 2], при массе детали  $m_d = 0,05$  кг и для серийного производства примем:

$N = 5000$  шт.

Располагая данными о штучном времени определим количество станков [2, с. 20]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot F_d \eta_{з.н.}}$$

где  $F_d = 4029$  - действительный годовой фонд времени;

$\eta_{з.н.} = 0,75$ - нормативный коэффициент загрузки;

$T_{шт(шт-к)}$  – штучное или штучно-калькуляционное время, мин [6, прил. 16].

Установим число рабочих мест  $P$  округляя в большую сторону  $m_p$ .

Фактический коэффициент загрузки,  $\eta_{з.ф.}$  по формуле [2, с. 20]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (4)$$

Определим количество операций по формуле [2, с. 20]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (5)$$

Результаты вычисления занесем в таблицу 7.

Таблица 7 – Определение типа производства

Операция	$T_{шт}$	$m_p$	$P$	$\eta_{з.ф.}$	$O$
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	21,1	2,09	3	0,69	1
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	5,43	0,54	1	0,54	1
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	8,9	0,67	1	0,67	1

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{5000 \cdot 3}{254} = 59шт$$

Приспособления – специальные, переналаживаемые. Режущий инструмент – универсальный и специальный. Измерительный инструмент

– универсальный и специальный. Настройка станков – станки настроенные. Размещение технологического оборудования – по ходу технологических процессов. Виды заготовок – прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки. Методы достижения точности метод полной и не полной взаимозаменяемости. Квалификация рабочих – различная. Себестоимость продукции – средняя.

## 2.2. Выбор заготовки

Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, типом производства, а также экономичностью изготовления. Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь. Одним из методов получения заготовок в машиностроении является литье. Преимущество литых заготовок в том, что их можно изготовить максимально приближенными к заданной форме и размерам и практически любой конфигурации. Отливки применяют для изготовления корпусных деталей и других деталей сложной формы.

Исходной заготовкой для детали служит отливка в песчаные формы. Литье в песчаные формы является наиболее универсальным методом. Однако изготовление формы требует больших затрат времени.

Для новой технологии примем литьё в кокиль. Только кокиль может обеспечить нужную конфигурацию заготовки. По форме заготовка будет напоминать форму готовой детали. Другие методы получения заготовки не подходят. Литье в кокиль соответствует крупносерийному производству. Этим способом можно получать отливки массой 0,25-7т. Параметр шероховатости  $R_a$  20-2,5.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



### 2.3. Выбор технологических баз и маршрута обработки

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборе и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления. Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят плоскость разъёма и отверстия

К основным технологическим базам относят поверхность основание.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, обеспечивается правильность расположения обработанных поверхностей деталей относительно необработанных. Деталь имеет корпусную форму и в качестве «черновой базы» примем основание 59 мм (деталь лишает шести степеней свободы – трех вращений и трех перемещений). Таким образом, базирование полное.

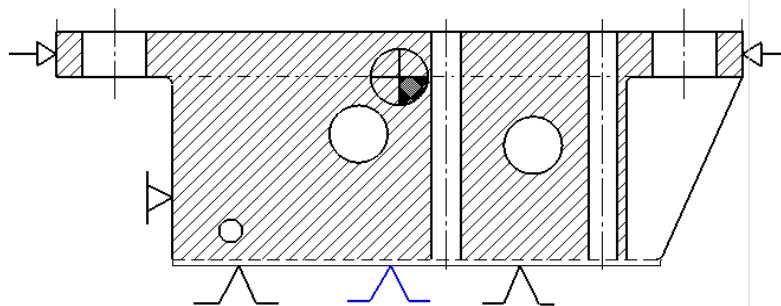


Рисунок 1 – Схема базирования 005 Операция

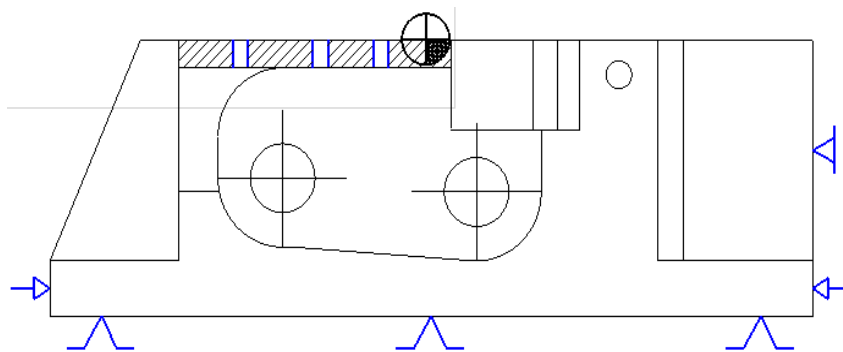


Рисунок 2 - Схема базирования на 010 операция

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

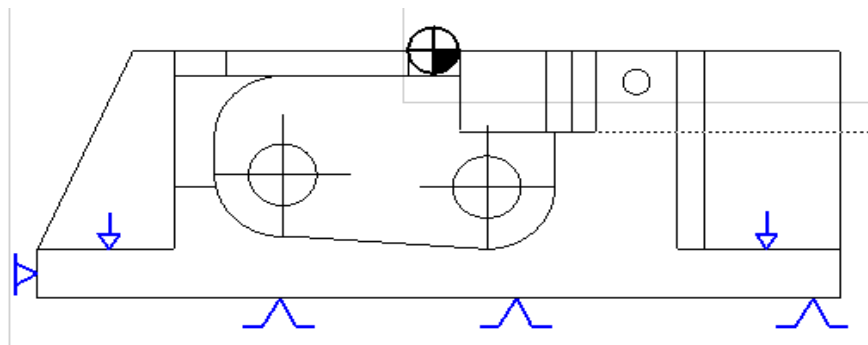


Рисунок 3 - Схема базирования на 015 операция

## 2.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовок

Методы обработки будем выбирать по таблице экономической точности [2, с. 150 табл. 3].

Опишем предварительный маршрут обработки детали.

Первая операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Фрезерование плоскость. Сверлить отверстия  $\varnothing 2.5\text{мм}$ , 5мм

Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Фрезерование плоскость. Сверлить отверстия  $\varnothing 2\text{мм}$  фрезеровать уступ

Операция 015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Фрезерование плоскость. Сверлить отверстия  $\varnothing 5\text{мм}$ ,

## 2.5. Выбор оборудования

Наиболее приемлемым оборудованием для обработки корпусных деталей являются обрабатывающие центры (ОЦ), станки с ЧПУ, технологические возможности которых чрезвычайно высоки. Для обработки данной детали используется обрабатывающий центр HAASSUPERMINIMIL 2. Он предназначен для изготовления деталей машиностроительного, приборного и инструментального производства из стали и легких сплавов, а также для изготовления высокоточных

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

электродов из меди и графита, для электроэрозионной обработки форм небольших размеров, в том числе из закаленной инструментальной стали.



Рисунок 2 - Обрабатывающий центр HAAS SUPER MINIMIL 2

### Технические характеристики ОЦ

Наименование параметра	Super MiniMill 2
<b>Основные параметры станка</b>	
Размеры поверхности стола, мм	1016 x 356
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола, мм	254/ 355,6
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих (вылет), мм	
Наибольшее перемещение по осям X, Y, Z, мм	508/ 406/ 356
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	227
<b>Шпиндель</b>	
Наибольшая частота вращения шпинделя, об/мин	1000
Максимальная мощность векторного двигателя шпинделя, кВт	11,2
Конус шпинделя	СТ/40 или ВТ/40

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44 03.04.632 ПЗ

Лист

22

Наибольший крутящий момент, Нм	23 (4600 об/мин)
<b>Скорость перемещений и подач</b>	
Скорость быстрых перемещений по осям X, Y, Z, м/мин	30,5
Пределы рабочих подач по осям X, Y, Z, м/мин	21,2
<b>Устройство смены инструмента</b>	
Тип устройства	Карусельное
Емкость магазина, шт	10
Максимальная масса инструмента, кг	5,4
Время смены инструмента (среднее), с	3
Время смены инструмента (от стружки до стружки), с	3,8
<b>Габаритные размеры и масса станка</b>	
Масса станка, кг	4270

### Особенности конструкции

- Полностью закрытое герметичное защитное ограждение
- Серводвигатели перемещений по осям с прямой передачей момента
  - Стальные закаленные подшипниковые блоки направляющих
  - ШВП с двойным креплением и предварительно натянутой гайкой
  - Система автоматической смазки направляющих и ШВП
  - Сопла подачи СОЖ расположены вокруг шпинделя

### Опции

5AXD	Привод управления 5-й осью для асинхронных поворотных столов
WIPS-R	Беспроводная система измерительных щупов Renishaw
AUGER	Транспортер для удаления стружки, шнекового типа
P-COOL	Программируемое сопло подачи <a href="#">СОЖ</a>
8M	Дополнительные 8 резервных «М»-функций
COORD	Вращение координат и масштабирование
EPFDM	Блок раннего обнаружения исчезновения электропитания
HSM	Опция Высокоскоростной обработки
MACRO	Задаваемые пользователем макрокоманды

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



снижением брака, уменьшением количества потребных станков с соответствующим сокращением производственных площадей, уменьшением числа операций и общей деятельности производственного цикла, а следовательно, и сокращением объемов незавершенного производства, складских и контрольных помещений и общим повышением оборачиваемости средств.

Применение многооперационных станков оказывает заметное влияние на характер труда обслуживающего персонала. Высокая степень автоматизации этих станков сокращает потребность в труде высококвалифицированных операторов, облегчает их труд и существенно уменьшает объем тяжелых подъемно-транспортных работ. Роль рабочего-оператора ограничивается наблюдением за действиями механизмов и устройств одного или нескольких станков. При этом уменьшается доля физического труда и возрастает значение труда инженеров по наладке станков и их ремонту, по составлению программ, кодированию и проектированию технологических процессов.

## **2.6. Выбор технологического оснащения**

005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Режущий инструмент

Фреза торцевая пластина CNMM 1204 12-PRGC4025(Сплав)

010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Сверло R 84/1-0685-30-A1A

Патрон A1B05-40 27 035 (SANDVIK Coromant);

Пластина CNMM 1204 12-PRGC4025(Сплав);

Опорная пластина 171.31-850M.

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05, калибр-пробка.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Пробка  $\varnothing 2.5^{+0,01}$  ПР 8140-5139, HE 8140-5140

015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Патрон A1B05-40 27 035 (SANDVIK Coromant);

Цанга 393.14-20 100 (SANDVIK Coromant);

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05, калибр-пробка

## 2.7. Табличный метод расчета припусков

### Расчёт припусков на паз шириной 7 мм

Определим припуск на размер 7H7 ( $+0,015$ ).

Заготовка – отливка в кокиль.

Класс точности I. Материал детали АМг6 ГОСТ 4784–97

Масса заготовки  $m_3 = 0,062$  кг.

Технологический маршрут обработки паза 7H7 ( $+0,015$ ):

- сверление;

- фрезерование тонкое.

- определим элементы припуска [24, с. 186] и занесем в таблицу 9.

Определим пространственные отклонения заготовки по [24, с. 167]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{эксц}^2},$$

где  $\rho_{см}$  – смещение поверхностей;

$\rho_{эксц}$  – эксцентриситет поверхностей.

По [24, с.180] примем  $\rho_{см} = 1,8$  мм и  $\rho_{эксц} = 1,2$  мм.

Тогда:

$$\rho = \sqrt{1,8^2 + 1,2^2} = 2,16 \text{ мм} = 2160 \text{ мкм}$$

На остальные поверхности детали припуски назначим по [3, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 9.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 - Припуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск	Размер	Отклонения
Фрезерование черновое	1	2,5	20,5	+0 -0,84
	2	2,5	8,0	+0,2 -0,2
	5	3,5	550	+0 -1,75
	6	3,5	550	+0 -1,75
Фрезерование чистовое	1	0,5	20	+0 -0,52
Растачивание черновое	3	2,1	159,4	+0,40 -0
	4	2,1	214,4	+0,46 -0
Растачивание чистовое	3	0,18	159,76	+0,10 -0
	4	0,18	214,76	+0,115 -0
Растачивание тонкое	3	0,12	160	+0,040 -0
	4	0,12	215	+0,046 -0

## 2.8. Расчет точности обработки

Самой точной является операция многоцелевая на которой обрабатывается паз 7 и отв. на 5.5 мм.

Погрешность возникающая в результате упругих деформаций:

$$\Delta Y = W \cdot (\rho_{y \max} - \rho_{y \min}), \quad (6)$$

где W- податливость системы.

$$W = 8 \text{ мкм} [1, \text{ с. 33}]$$

Силу резания определим по формуле [4, с. 271]:

$$\rho_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (7)$$

где t - глубина резания; t=0,12 мм;



$S_o$  - подача обратная. Примем  $S_o=0,05$  мм/об [4, с. 271];

$V$  - скорость резания, примем  $V=135$ м/с [4, с. 275];

$K_p$  – поправочный коэффициент, примем  $K_p = 1,05$  [4, с. 263-269].

Определим коэффициент  $C_p$  и показатели степеней по [4, с. 273]:

$C_p=40$ ;  $X=1,0$ ;  $y=0,75$ ;  $n=0$ .

Глубина резания колеблется, т.к задана точность по седьмому качеству, то найдем отклонение на глубину резания  $T_d= 0,035$ мм, т.е.  $t_{\min}= 0,12$ м,  $t_{\max}=0,155$ мм.

Тогда:

$$\rho_{y_{\min}} = 40 * 10 * 0,12^1 * 0,05^{0,75} * 135^0 * 1,05 = 5,33H$$

$$\rho_{y_{\max}} = 40 * 10 * 0,155^1 * 0,05^{0,75} * 135^0 * 1,05 = 6,88H$$

Отсюда:

$$\Delta y = 8 \cdot (6,88 - 5,33) = 12,4 \text{ мкм} = 0,0124 \text{ мм}$$

Погрешность настройки станка на размер определим по формуле:

$$\Delta H = \sqrt{(K_p \cdot \Delta \rho)^2 + (K_n \cdot \frac{\Delta \text{изм}}{2})^2} \quad (8)$$

где  $K_p=1,2$  и  $K_n=1$  [1,с. 71].

Резец устанавливаем по эталону с контролем положения фрезы по индикатору, тогда:  $\Delta \rho= 3$  мкм и  $\Delta \text{изм}=10$ мкм.

Тогда:

$$\Delta H = \sqrt{(1,2 * 3)^2 + (1 * \frac{10}{2})^2} = 6,2 \text{ мкм} = 0,0062 \text{ мм} \quad [4, \text{ с. } 273]:$$

Погрешность обработки, вызываемая размерным износом резца:

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Delta U = \frac{P \cdot N}{1000 \cdot S} \cdot U_0, \quad (9)$$

где  $P$  - площадь обрабатываемой поверхности,  $P=0,018 \text{ м}^2$ ;

$S = 0,05 \text{ мм/об}$  – подача обратная;

$U_0 = 3 \text{ мкм/км}$  - относительный размер износа [1, с.74 табл. 29].

Тогда:

$$\Delta U = \frac{0,018 \cdot 318}{1000 \cdot 0,05} \cdot 3 = 0,0035 \text{ мм}$$

Погрешность формы, вызываемую геометрическими неточностями станка [1, с. 57 табл. 23]:

$$\Delta_{ст} = 10 \text{ мкм} = 0,01 \text{ мм}.$$

Погрешность, вызываемую тепловыми деформациями, примем 15% от суммы всех деформаций:

$$\Delta T = 0,15(\Delta y + \Delta n + \Delta u + \Delta c)$$

$$\Delta T = 0,15 \cdot (0,0124 + 0,0062 + 0,0035 + 0,01) = 0,005 \text{ мм}$$

Определим суммарную погрешность [6, с. 89]:

$$\Delta \Sigma = 2 \cdot \sqrt{\Delta y^2 + \Delta n^2 + (1,73 \cdot \Delta U)^2 + (1,73 \cdot \Delta_{ст})^2 + (1,73 \cdot \Delta T)^2}$$

$$\Delta \Sigma = 2 \cdot \sqrt{0,0124^2 + 0,0062^2 + (1,73 \cdot 0,0035)^2 + (1,73 \cdot 0,01)^2 + (1,73 \cdot 0,005)^2} = 0,0262 \text{ мм}$$

$$\Delta \Sigma = 0,0262 \text{ мм}$$

Определим допустимую погрешность  $\delta$  в зависимости от качества

[1, с.72 табл. 27]. Качество седьмой, размер 110 мм, тогда  $\delta=0,035 \text{ мм}$

$\Delta \Sigma = 0,0262 \text{ мм} < \delta = 0,035 \text{ мм}$  погрешность попадает в поле рассеяния размера

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.9. Выбор режимов резания

Режимы резания выбираем согласно инструментальному каталогу.

Таблица 10 - Элементы режима резания по операциям

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
Операция 010 Комплексная				
Позиция 1				
Фрезеровать плоскость	2,5	0,58	8000	274,8
Позиция 2				
Расточить отверстие	1.25	0,6	6000	16.8
Позиция 3				
Рассверлить отв.	2	0.25	8000	30
Позиция 4				
Сверлить отв.	5.5	0.18	3200	26.1
Операция 015 Комплексная				
Позиция 1				
Фрезеровать плоскость	2.5	0.58	3500	274.8
Позиция 2				
Сверлить отв.				
Позиция 3	1	0.2	2000	11.2
Сверлить отверстия 5.5 мм				
Позиция 5	2.25	0.25	6000	10.8

## 2.10. Расчет технических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции.

Определение норм времени

Расчет времени произведен для 010 Многоцелевая

Определим штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/n \quad (10)$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{от} + T_{обс} \quad (11)$$

где  $T_o$  - основное время

$T_b$  - вспомогательное время

$T_{от}$  - время на отдых и личные потребности

$T_{обс}$  - время на обслуживание рабочего места

$$T_o = L_{xi} / S_m \quad (12)$$

где  $L$  - длина обработки

$I$  - число проходов

$$T_o = 12.7 \text{ мин}$$

$$T_b = T_y + T_{пер} + \sum T_{пер} + T_{из} \quad (13)$$

где  $T_y$  - время на установку детали

$T_{пер}$  - время связанное с переходом

$\sum T_{пер}$  - время не вошедшее в комплекс

$T_{из}$  - время на измерение детали

$$T_b = 3.15$$

Определим оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_b = 15.85 \text{ мин}$$

Время на отдых и личные потребности  $T_{отд}$  определяется как 4% от оперативного, то есть  $T_{отд} = 0,14$  мин.

Время на обслуживание  $T_{обс} = 0,14$  мин.

Штучное время:  $T_{шт} = 18.79$  мин.

Подготовительно-заключительное время:  $T_{пз} = 25$  мин.

Штучно-калькуляционное время:  $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 19.8$  мин.

Операция 015 Многоцелевая

$$T_0 = 9.37 \text{ мин.}$$

- время на установку  $t_{уст} = 0,3$  мин.

- время, связанное с переходом  $t_{пер} = 0,8$  мин.

- время, не вошедшее в комплекс  $\sum t'_{пер} = 0,7$  мин.

- время на измерение  $t_{изм} = 0,4$  мин.

$$T_b = 2.2 \text{ мин.}$$

Оперативное время  $T_{оп} = 10.47$  мин.

Время на отдых и личные потребности  $T_{отд}$  определяется как 4% от оперативного, то есть  $T_{отд} = 0,14$  мин.

Время на обслуживание  $T_{обс} = 0,14$  мин.

Штучное время:  $T_{шт} = 11.4$  мин.

Подготовительно-заключительное время:  $T_{пз} = 24$  мин.

Штучно-калькуляционное время:  $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 19.5$  мин.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

#### 3.1. Программирование в системе ЧПУ FANUC 0 iMate – MB

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна. Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства.

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На стадии разработки технологического процесса необходимо определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого невозможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ. Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом.

1. Процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

2. В целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно

которых задано положение остальных или большинства конструктивных элементов детали (с целью обеспечения базы для последующих операций).

3. При выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок.

4. Для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в револьверной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином.

5. При точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

В настоящей дипломной работе используется четырехкоординатный фрезерный обрабатывающий центр M700/5 (1400x600мм, Болгария, 5 осей), оснащенный системой ЧПУ FANUC 0 iMate - MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 0 iMate– MB:

- в каждом кадре 3 типа M-функций
- вызов до 4 вложений подпрограмм
- упрощенное программирование углов и скруглений для фасок и радиусов
- циклы обработки FANUC, черновая обработка за один проход, нарезание наружной резьбы за один проход
- циклы обработки FANUC, черновая обработка с увеличивающимся (тип I) или уменьшающимся (тип II) профилем, нарезание наружной резьбы за несколько проходов



- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы

- циклы SCHAUUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы, торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание резьбы за несколько проходов

- программируемое смещение нулевой точки

- доводка или восстановление наружной резьбы в режиме работы

MANUAL GUIDE (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ)

- обработка по направлению X- в режиме работы MANUAL GUIDE

- копирование и переименование программ ISO

- индикация времени обработки и количества деталей

- индикация каталогов (программ) на экране (устройство ввода FANUC)

- пересчет размеров дюймы/метрические величины

- 125 программ ISO

- 32 корректоров инструмента

- нарезание наружной резьбы с переменным шагом

- непрерывное нарезание наружной резьбы (цепь резьбы с разными шагами)

- нарезание наружной цилиндрической резьбы

- язык программирования макро В (для программирования циклов пользователем)

В режиме работы MANUAL GUIDE могут вводиться в память максимум 25 программ, состоящих из одного или нескольких процессов. Для простого процесса обработки (центровка, сверление, нарезание внутренней резьбы и т.д.) используется только один единственный блок памяти.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы.

К тому же количество программных блоков может быть различным в зависимости от используемых геометрических фигур, которые определяет профиль.

Важнейшим достижением научно-технического прогресса является комплексная автоматизация промышленного производства. В своей высшей форме - гибком автоматизированном производстве - автоматизация предполагает функционирование многочисленных взаимосвязанных технических средств на основе программного управления и групповой автоматизации производства. В связи с созданием и использованием гибких производственных комплексов механической обработки резанием особое значение приобретают станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

В результате замены универсального неавтоматизированного оборудования станками с ЧПУ трудоемкость изготовления деталей оказалось возможным сократить в несколько раз (до 5 - в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей обрабатываемых заготовок).

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки. Блок обработки – это фрагмент управляющей программы, выполняемый одним инструментом на одной или нескольких поверхностях.

Подрезка торца.

Наружная черновая обработка

Наружная чистовая обработка

Центрование

Сверление

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Внутренняя расточка

Цикл резьбы

Канавка

Отрезка и т.д.

Циклы обработки

Циклы обработки - это параметрические программы системы управления ЧПУ, которые служат для облегченного программирования G - кода.

Каждый блок содержит:

Координаты точки смены инструмента

Подход к контрольной точке

Обработку

Отход в точку смены инструмента

Структурную единицу УП составляет кадр. Кадр является последовательностью символов (слов) языка программирования (G - кода). Элементом кадра является слово, которое состоит из адреса и числового значения или переменной, глобальной переменной.

В системе ЧПУ подготовительные функции G разбиты на 2 группы.

В первую группу входят построчные G функции не требующие буквенных адресов в качестве параметров, во вторую G функции, требующие буквенных адресов в качестве параметров, а также постоянные циклы.

Вспомогательные функции M также делятся на 2 группы. В первую группу входят M функции, выполняемые до перемещения, во вторую после перемещения. Некоторые M функции должны быть запрограммированы в электронной автоматике.

В кадре под адресом L можно указать вызов управляющей программы. До 4 цифр следующих после L, указывают номер УП.

В одном кадре можно записать:

F, E- значение подачи (шаг резьбы);

Любое количество G функций из группы настроенных;

Функции T или функции D;

До шести M-функций, выполняемых до перемещения;

S функцию;

Одну функцию G из группы основных;

До четырех M-функций, выполняемых после перемещения;

L- функцию (вызов подпрограммы) и после нее любые буквенные адреса в качестве параметров.

Функции шпинделя относятся к отдельным шпинделям или шпиндельным группам. Максимальное число шпинделей равно восьми, и каждый из них может быть придан любой из четырех предусмотренных групп с помощью машинных параметров. Примеры отношений вспомогательных M-функций и шпинделей: M03 относится к первой шпиндельной группе; M103 относится к первому шпинделю; M203 относится ко второму шпинделю. Все эти вспомогательные функции включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) по часовой стрелке. Аналогичным образом, вспомогательные функции M13, M113, M213 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) по часовой стрелке с одновременной активизацией функции охлаждения. Вспомогательные функции M04, M104, M204 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) против часовой стрелки. Аналогичным образом, вспомогательные функции M14, M114, M214 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) против часовой стрелки с одновременной активизацией функции охлаждения. Вспомогательные функции M05, M105, M205 останавливают вращение шпинделя.

Систему координат станка, выбранную в соответствии с рекомендациями ISO (Международной организации по стандартизации)

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

принято называть стандартной. Стандартная система координат представляет собой правую прямоугольную декартову систему координат, в которой положительные направления осей координат определяются правилом правой руки: большой палец указывает положительное направление оси абсцисс  $X$ , указательный - оси ординат  $Y$ , и средний - оси аппликата  $Z$ .

Особенность системы в том, что ось координат  $Z$  принимают всегда параллельной оси главного шпинделя станка, независимо от того, как он расположен - вертикально или горизонтально. Эта особенность позволяет при ЧПУ для наиболее распространенной плоской обработки использовать в программах обозначения координат через  $X$  и  $F$  независимо от расположения шпинделя.

В качестве положительного направления оси  $Z$  принимают направление от заготовки к инструменту. Ось  $X$  - всегда горизонтальна. Дополнительные движения, параллельные осям  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  обозначают соответственно  $U$ ,  $V$ ,  $W$  (вторичные) и  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  (третичные). Вращательные движения вокруг осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  обозначают соответственно буквами  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . Положительные направления вращений  $A$ ,  $B$ ,  $C$  вокруг координатных осей  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  по часовой стрелке со стороны шпинделя. Для вторичных угловых перемещений вокруг специальных осей используются буквы  $D$  и  $E$ .

Начало стандартной системы координат станка обычно совмещается с базовой точкой узла, несущего заготовку и зафиксированного в таком положении, при котором все перемещения рабочих органов станка описываются в стандартной системе положительными координатами.

Системой координат токарного станка служит двухкоординатная система  $X$ ,  $Z$ . Начало этой системы принимается в базовой точке

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

шпиндельного узла. Положительные направления осей системы координат токарного станка определяются расположением основного рабочего диапазона перемещений инструмента.

Для станков сверлильной, сверлильно-расточной и фрезерной групп применяется трехкоординатная система X, Y, Z. Начало этой системы координат принимается преимущественно в базовой точке стола, расположенного в одном из крайних положений. Направления координатных осей этой стандартной системы связаны с конструкцией станка.

Движения рабочих органов станка задаются в программе координатами или приращениями координат базовых точек в системе координатных осей, определенных в стандартной системе координат. Система координатных осей рабочих органов станка представляет собой совокупность отдельных управляемых по программе координат, каждая из которых закреплена за конкретным рабочим органом станка и имеет индивидуальное обозначение, направление и начало отсчета.

Станок для реализации такого резания должен иметь высокие силовые и скоростные характеристики привода главного движения; высокие жесткость и виброустойчивость; способность изменять по программе в широких пределах, лучше всего бесступенчато, скорость шпинделя и подачу. Точность станков повышают в результате специальных конструктивных решений и более точного исполнения механической части станка. В наивысшей степени достижению точности способствует оснащение станков устройствами обратной связи [19].

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Описание предмета экономического обоснования

Для выполнения экономического обоснования проекта выносим расчет окупаемости оборудования, применяемого для разработанного технологического процесса. Грамотно разработанный технологический процесс механической обработки, является основоположником роста производительности труда и, как следствие, повышения прибыльности при внедрении новых изделий.

### 4.2. Определение потребности в инвестициях

Затраты на здание не учитываются, так как предполагается, что спроектированный участок разместится на имеющихся площадях предприятия. В таблице 12 указана стоимость металлорежущих станков, используемых на участке. Количество станков определено ранее в технологической части.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_{\text{н}} = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при двусменной работе

$$F_{\text{н}} = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



$$F_H = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

$$F_{об} = 5934 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5400 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Программа выпуска в год  $B = 5000$  шт.

Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q_p = \frac{t_{шт-к} \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ шт.},$$

где  $t_{шт-к}$  - штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  - годовая программа выпуска деталей, шт.;

60 - перевод минут в часы;

$F_{об}$  - действительный фонд времени работы оборудования;

$K_{вн}$  - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия 1,0 ÷ 1,2);

$k_3$  - коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия).

$$q_p = \frac{48.6 \cdot 5000}{5400 \cdot 1.2 \cdot 0.75 \cdot 60} = 0.92$$

Таблица 12 - Стоимость металлорежущих станков приобретаемых для изготовления детали

Наименование оборудования (станок)	Тип (модель)	Мощность электродвигателя, кВт	Количество, шт	Стоимость, тыс.р.	
				Единицы оборудования	общая
1.Обрабатывающий центр	HAASSUPER MINIMIL 2	18	1	14000	14000
Итого:	-	18	1	-	14000

Размер капитальных вложений, определяем по формуле

Капиталовложения в оборудование  $K_o$ , р. рассчитываются по формуле:

$$K_o = K_{om} + K_{oэ} + K_{nm} + K_{oy},$$

где  $K_{om}$  – капиталовложения в технологическое оборудование, тыс. р;

$K_{oэ}$  – капиталовложения в энергетическое оборудование, тыс. р;

$K_{nm}$  – капиталовложения в подъемно-транспортное оборудование, тыс.

$K_{oy}$  – капиталовложения в средства контроля и управления, тыс. р.

Вложения в технологическое оборудование определяются по формуле:

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \times (1 + k_{mз} + k_c + k_m),$$

где  $C_{oi}$  – оптовая цена единицы оборудования  $i$ -го вида, тыс. р.;

$k_{mз}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов,  $k_{mз} = 0,05$ ;

$k_c$  – коэффициент, учитывающий затраты на строительные работы, в том числе устройство фундаментов,  $k_c = 0,07$ ;

$k_m$  – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и наладку оборудования,  $k_m = 0,1$ .

Коэффициент загрузки оборудования

Проектируемый вариант  $Kз.о = 0,7$

$$K_{mo} = 14000 \times (1 + 0,05 + 0,07 + 0,1) = 17080 \text{ (тыс. р.)}$$

Укрупнено капиталовложения в энергетическое оборудование принимаем равным 5% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{зо} = 0,05 \times 17080 = 854 \text{ (тыс. р.)}$$

Укрупнено капиталовложения в подъемно-транспортное оборудование составляют 10% от стоимости технологического оборудования.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{nm} = 0,1 \times 17080 = 1708 \text{ (тыс.р.)}$$

Капиталовложения в средства контроля и управления технологическим процессом принимаются равными 1% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{ку} = 0,01 \times 17080 = 170.8 \text{ (тыс.р.)}$$

Определяем величину капиталовложений в оборудование:

$$K_o = 17080 + 854 + 1708 + 170.8 = 19812.8 \text{ (тыс. р.)}$$

Затраты на оснастку укрупнено принимаем 7% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{oc} = 0,07 \times 19812.8 = 1387 \text{ (тыс.р.)}$$

Вложения в инвентарь и хозяйственные принадлежности долговременного пользования примем в размере 3 % от стоимости технологического оборудования.

$$K_{xn} = 0,03 \times 17080 = 512.4 \text{ (тыс. р.)}$$

Результаты расчета капитальных вложений в основные производственные фонды участка представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты расчета капитальных вложений в основные производственные фонды участка

Виды основных фондов	Количество в ед. оборудования	Балансовая стоимость основных фондов, тыс.р.	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений
НАASSUPERMINIMIL 2	1	17080	6,5	1110.2
2. Энергетическое оборудование	По нормативам	854	4,4	37.6
3. Подъемно-транспортное оборудование		1708	16,7	285.2
4. Средства контроля и управления		170.8	11	18.8
5. Технологическая оснастка		1384	20	276.8
6. Инвентарь и хозяйственные принадлежности		512.4	15,4	78.9
Итого:			21709.2	-

### 4.3. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_э + Z_{зп} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и,$$

где  $Z_m$  – затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

$Z_э$  – затраты на технологическую электроэнергию, руб.;

$Z_{зп}$  – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_и$  – затраты на малоценный инструмент, руб.

Рассчитаем затраты на материалы заготовки – отливки, получаемой методом литья:

$$Z_m = K \cdot Ц_1 \cdot m_1 - Ц_2 \cdot m_2,$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы,  $K = 1,04\%$ ;

$Ц_1$  – цена материала заготовки, руб.;

$m_1$  – масса заготовки, кг;

$Ц_2$  – цена отходов, руб.;

$m_2$  – масса отходов, кг.

$$Z_m = 1.04 \cdot 21 \cdot 65 - 16 \cdot 6 = 1324 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату рассчитываем по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_{эл} + Z_к + Z_{тр},$$

где  $Z_{пр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$Z_{эл}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, руб.;

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$Z_k$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$Z_{тр}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.;

Для расчетов используем следующие формулы:

Часовые тарифные ставки:

1-го разряда: = 124,43 (р./ч.);

2-го разряда: = 136,64 (р./ч.);

3-го разряда: = 141,53 (р./ч.);

4-го разряда: = 148,86 (р./ч.);

5-го разряда: = 153,74 (р./ч.);

6-го разряда = 161,07 (р./ч).

Расчет расценки при  $t_{ш}$ , мин

$P_o$  (комбинированная)=148.86x48.6/60=120.5 р.

Результаты расчета расценок на изготовление представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты расчета расценок на изготовление

Операция	Разряд	$t_i$ , мин	$C_{тар}$ р/ч	$P_{oi}$ , р.
Комплексная	5	48.6	148.86	120.5
Итого:	-	48.6	-	120.5

Основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Z_{пр} = C_{тар} \cdot T_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{соц} \cdot k_n, \text{ руб.}$$

где  $C_{тар}$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

$T_{шт-к}$  – норма времени на операцию, час;

$k_{мн}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{мн}=1$ ;

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $k_{доп} = 1,15$ ;

$k_{соц}$  – коэффициент учитывающий отчисления на социальное страхование,  $k_{соц}= 1,3$ ;

$k_n$  – районный коэффициент,  $k_n= 1,15$ .

$$З_{пр} = 148.65 \cdot 0.81 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 207 \text{ руб./ч.}$$

Численность станочников (операторов) вычислим по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{T_{шт-к} \cdot N \cdot K_{мн}}{\Phi_p \cdot 60},$$

где  $\Phi_p$ - годовой фонд времени одного рабочего;

$k_{мн}$ - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$T_{шт-к}$  – норма времени на операцию, час;

$N$  – годовая программа выпуска детали, шт.

$$Ч_{ст} = \frac{0.81 \cdot 5000 \cdot 1}{5400} = 0.75 \text{ чел.}$$

Затраты на заработную плату на изготовление одной детали и численность работающих заносим в таблицу 15.

Таблица 15 – Затраты на заработную плату станочников в проектируемом техпроцессе

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб/час.	$T_{шт-к}$ , ч	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная	148.65	0.81	207	3
Итого			207	3

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 207 \cdot 5000 \cdot 3 = 3105000 \text{ р.}$$

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$n$  – число смен работы оборудования,  $n= 3$ ;

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 8$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{1 \cdot 3}{8} = 0.375 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0.375 \cdot 0,05 = 0,018 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0.375 \cdot 0,07 = 0,026 \text{ чел.}$$

По формуле произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{79.5 \cdot 1674 \cdot 1.01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 39.6 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{59,2 \cdot 1674 \cdot 0,22 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 6.4 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{55,8 \cdot 1674 \cdot 0,31 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 8.5 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь по проектируемому варианту, сводим в таблицу в таблице 16.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0.375	29.8
Транспортный рабочий	59,2	0,018	1.06
Контролер	55,8	0,026	1.45
Итого		0.419	32.3

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 32.3 \cdot 5000 = 161500 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (4.7):

$$З_{\text{зп}} = 3105000 + 553000 = 3658000 \text{ р.}$$





$C_{\text{компл}}$  - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$  – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение  $k_{\text{компл}}=5$  соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

$Q$  - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина  $Q$  также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя  $Q$  рекомендованные для условий полустойковой токарной обработки представлены в таблице;

$N$  - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать  $N = 6$ );

$b_{\text{фи}}$  - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$  - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$  - период стойкости инструмента, мин.

В таблицу внесем параметры инструмента.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Окончание таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7
Сверло SD203-5-29-10R1	0,03	3510	320	750	0,9	1,15
Сверло SD203-10-31-10R1	0,04	3850	370	740	0,9	0,91
						22,9

Таблица 18 – Технологическая себестоимость обработки одной детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	239
Затраты на технологическую электроэнергию	15.1
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	3962.5
Затраты на инструмент	22,90
Итого	4239.5

Определим производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{вн} \cdot 60}{t},$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда:

$$B_{пр.} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{48.6} = 2480 \text{ шт / чел.год}$$

$$T_{ок} = \frac{K \times B}{\text{Э}}$$

$$T_{ок} = \frac{1.7 \times 1610900}{4239500} = 1.1 \text{ года}$$

Таблица 19 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	5000
Количество оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Тр обработку детали	мин	48.6
Технологическая себестоимость обработки одной детали, в том числе:		261.9
- затраты на инструмент	руб.	22.9
- заработная плата рабочих		239
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Сменность		3
Коэффициент загрузки оборудования		0,7

## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технологический процесс обработки детали «Крепеж каркаса» будет применен на АО НПО «Автоматики имени Академика Н.А.Семихатова».

В связи с этим требуется переподготовка квалифицированных рабочих.

Вопросы подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров в условиях рыночных отношений приобретают особую актуальность. Важное значение решения этой проблемы имеет на уровне предприятия, положение которого в условиях рыночной экономики коренным способом изменилось. Становясь объектом товарно-денежных отношений, обладающим экономической самостоятельностью и полностью отвечающим за результаты своей деятельности, на предприятии должна быть сформирована также система подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров, которая обеспечила бы ему высокую эффективность работы, конкурентную способность и устойчивость положения на рынке.

В настоящее время перед профессиональным обучением рабочих кадров встал целый ряд принципиально важных задач, обусловленных потребностями адаптации предприятий к рынку, проведением модернизации и перепрофилирования производств, реструктуризацией занятости и изменением требований к качеству рабочей силы.

Современное производство предъявляет высокие требования к рабочим кадрам и системе подготовки, переподготовки и повышения квалификации в условиях рыночных отношений. В ходе научно-технического прогресса одни профессии отмирают, другие появляются, третьи модифицируются. Уплотняется трудовой ритм, меняются технические средства. Всё это порождает необходимость в новых формах подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

В настоящее время встают вопросы: как в этих условиях организовать обучение, по каким профессиям вести подготовку и переподготовку, каким должно быть учебно-методическое обеспечение, где найти источники финансирования, какова роль государства в поддержке обучения и его регулировании. Необходимость решения этих вопросов ощущается всё острее и предприятиями и службами занятости.

В современных рыночных отношениях нарождается новое значение сферы образования и подготовки кадров. В широком плане она является мощным фактором изменения социальных условий, предпосылкой экономических и научно-технических преобразований. В личностном плане профессиональное образование и квалификация не просто выступают характеристиками того или иного человека, но и становятся для него гарантией социального благополучия, условием его конкурентоспособности на рынке труда.

В связи с приобретением нового оборудования, в учебном центре АО НПО «Автоматики имени Академика Н.А.Семихатова» ведется переподготовка Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ3-го разряда, проработавших на предприятии определенное время и имеющие опыт работы на производстве на Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 4-го разряда.

Операторы-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются выполнение производственных работ и проверка технических знаний, после чего им присваивается 4-й разряд. Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ, получившие разряд, будут допущены к работе на новом оборудовании с ЧПУ.

Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С целью разработки плана повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда на Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 4-го разряда в учебном центре предприятия проанализируем Профессиональный стандарт, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н.

Согласно данному стандарту, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением должен иметь:

- образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
- опыт практической работы - Не менее одного года работ третьего квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Выделим обобщенную трудовую функцию, соответствующую вышеназванной квалификации рабочего - Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей. Данная трудовая функция, согласно Стандарту, имеет код С и принадлежит четвертому уровню квалификации. Это самый высокий уровень квалификации.

Даная обобщенная трудовая функция содержит две трудовые функции:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше (код С/01.4).
- Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше (код С/02.4).

Выделим трудовые действия по каждой трудовой функции:

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 20 - Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше

Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 качествам»
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий
	Наладка обрабатывающих центров для обработки поверхностей
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 качествам»
	Перемещать деталь по осям в ручном режиме
	Программировать в полуавтоматическом режиме
	Программировать дополнительные функции станка
	Производить наладку обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 качествам»
Другие характеристики	Прохождение обучения по электробезопасности

Таблица 21 - Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше (код С/02.4)

Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код С/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше»
	Обработка отверстий в деталях по 6 качеству и выше
	Обработка поверхностей деталей по 6 качеству и выше
Необходимые умения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
	Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 6 качеству и выше
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код С/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше»

Исходя из вышеприведенных требований к Оператору-наладчику обрабатывающих центров с ЧПУ, разработаем программу повышения квалификации, которая включает в себя теоретический курс и производственное обучение.



## Учебная программа повышения квалификации

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 4-ий разряд

Срок обучения - 2 месяца

Таблица 22 - Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплин	Всего час.	В том числе		Форма контроля
			лекции	Практ заня тия	
1.	<b>Теоретическое обучение</b>	72			
	1. Чтение чертежей и схем	4	4		зачет
	2. Допуски и технические измерения	8	6	2	зачет
	3. Охрана труда	4			зачет
	4. Устройство токарно-фрезерных станков с ПУ.	10	10		зачет
	5. Процесс резания металлов и режущий инструмент	6	4	2	зачет
	6. Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ	10	8	2	зачет
	7. Программирование на стойке FANUC	30	12	18	экзамен
II.	<b>Производственное обучение</b>	72			экзамен
Итого:		144			

Изучив учебный план для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 4-го разряда, стоит отметить, что программа обучения включает в себя теоретическое обучение (72 часа) и производственное обучение (72 часов). Считаю, что 144 часа достаточно, чтобы повысить квалификацию Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ с 3-го на 4-ый разряд.

Так как новое новый обрабатывающий центр HAAS SUPER MINI MILL 2 содержит стойку FANUC, далее разработаем тематический план дисциплины «Программирование на стойке FANUC».

### Разработка тематического плана

На изучение дисциплины «Программирование на стойке FANUC» учебным планом выделено 34 часа, 12 из которых отведено на лекции и 22 часа – на практические занятия.

Задачи дисциплины:

- изучение программируемой панели управления FANUC;
- освоение программного продукта FANUC, интерпретация управляющих программ.
- применение на практике полученных знаний.

Таблица 23 - Учебно-тематический план дисциплины

№	Наименование тем	Виды занятий		
		теоретическое	практические	Всего часов
<b>Теоретическое обучение</b>				
1	<b>Тема 1. Введение.</b> Цели и задачи организации и проведения данного курса обучения. Назначение, устройство, технические возможности и практическое применение ЧПУ FANUC. Терминология и основные понятия ЧПУ. Элементы языка программирования. Структура и содержание программы ЧПУ. Функции программирования: основные, вспомогательные. Программирование линейных и круговых перемещений.	2	-	2
2	<b>Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления</b> Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления FANUC. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.	1	1	2

Окончание таблицы 23

3	<b>Тема 3. Управление станком</b> Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры в приращениях. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей. Дисплей шпинделя. Подачи по осям. Дисплей программного уровня. Смещение нуля.	1	1	2
4	<b>Тема 4. Управление параметрами</b> Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Установка данных. Данные Jog. Данные шпинделя. Защищенные зоны. Смещение нуля.	2	2	4
5	<b>Тема 5. Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка\программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали\программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Корректировка программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	2	4
6	<b>Тема 6. Разработка управляющей программы</b> Программирование фрезерной обработки. Программирование токарной обработки. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.	4	8	12
<b>Практическое обучение</b>				
7	<b>Тема 7. Практическое обучение.</b> Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	-	8	8
Всего часов (теоретического обучения)		12	22	34

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине «Программирование на стойке FANUC» выберем из тематического плана тему № 6 «Разработка управляющей программы». На данную тему отведено 4 часа теоретического обучения, т.е. 2 урока по 2 академических часа каждый. Составим план конспект занятия теоретического обучения на

тему «Программирование фрезерной обработки». Эта тема занятия включает также в себя примеры программирования обработки при помощи циклов.

### **Разработка методики проведения занятия**

Тема занятия: Программирование фрезерной обработки

Цели:

Дидактическая: Формирование знаний у слушателей о программировании фрезерной обработки

Развивающая: Развивать профессиональный интерес и технический кругозор(кругозор это объем интересов, знаний. Его можно развивать на занятии, формируя новые понятия, демонстрируя примеры программирования).

Воспитательная: Воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

Тип урока: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов, демонстрация работы станка.

Оснащение урока: ноутбук, мультимедиапроектор, экран, слайды

Таблица 24 - Ход занятия

№	Этап	Время	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационный	5	Приветствует учащихся.	
2	Актуализация опорных знаний	10	Задает вопросы	Отвечают на вопросы.
3	Изучение нового материала	50	Излагает новый учебный материал с использованием компьютерной презентации План изложения нового материала: 1. Структура кадра управляющей программы 2. Программирование рабочей плоскости	Слушают, составляют конспект изучаемого материала. Изучают содержимое слайдов, запоминают новый материал.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными задачами при разработке технологического процесса обработки детали «Крепеж каркаса» были: выбор рационального метода получения заготовки, обеспечение заданной точности размеров, формы и качества поверхностей; повышение производительности труда путем применения автоматизированного оборудования, станков с ЧПУ, применения нормализованного и стандартного инструмента, приспособлений с быстродействующими зажимными устройствами.

Обеспечение заданной точности размеров было достигнуто за счет постоянства баз на большинстве операций и переходов.

Проведены расчеты режимов резания и норм времени на изготовление детали. Также рассчитаны экономические показатели на разработанный технологический процесс, которые позволяют сделать вывод, что срок окупаемости оборудования составляет 1.1 года

Также были рассмотрены вопросы по переподготовке рабочих. По одной из тем курса было разработано занятие с использованием презентационного материала.

Таким образом, в ходе дипломного проектирования был разработан технологический процесс механической обработки детали «Кронштейн», что является достижением поставленной цели.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник для вузов [Гриф УМО] / В. Ф. Безъязычный. – М.: Машиностроение, 2013. – 566 с. – (Режим доступа:<http://e.lanbook.com/view/book/6747>)

2. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс]: учеб. для вузов. [Гриф УМО] /В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов А.А.– М.: Лань, 2011. – 224 с. – (Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=628](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=628))

3. Бордовская, Н. В. Педагогика [Электронный ресурс]: учеб.пособие для вузов /Н. В. Бордовская, А. А. Реан. - СПб: Издательство «Питер», 2015. - 304 с. - (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=344144>)

4. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышейш. шк., 1983. – 256 с.

5. Клименков, С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс]: учебник для вузов / С.С. Клименков. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 459 с. (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/37102/page459/>)

6. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.

7. Кругликов, Г. И. Методическая работа мастера профессионального обучения [Текст]: учебно-методическое пособие/ Г. И. Кругликов. - 3-е изд., стер. – М.: Изд. центр «Академия», 2014. - 153 с.

8. Курзаева, Л. В. Управление качеством образования и современные средства оценивания результатов обучения [Электронный ресурс]: учебное

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66





университета "Станкин"]. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 495 с.

16. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф Московского государственного технологического университета "Станкин"]. В 2 ч. Ч. 2 / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 575 с.

17. Проектирование технологических схем и оснастки [Текст]: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Л. В. Лебедев и др. – М.: Изд. Центр «Академия», 2009. - 336 с.

18. Режущий инструмент [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.]; под общ.ред. С.В. Кирсанова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2014. - 520 с.(Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/63256/page2>)

19. Справочник технолога-машиностроителя[Текст]: В 2 т. Т.1 /под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова.–4-еизд.,перераб.и доп.– М.:Машиностроение,1985.–656с.

20. Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: В 2 т. Т.2 / под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова.–4-е изд., перераб.и доп.– М.:Машиностроение,1985.–496с.

21. Сысоев, С.К.Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб.для вузов [Гриф УМО] / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – М.: Лань, 2011. – 352 с. – (Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=711](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=711))

22. Технология машиностроения (специальная часть)[Текст]: учеб. для вузов. / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчуки др. – М.: Машиностроение, 1976.– 480 с.

23. Технология машиностроения[Текст]. Учеб для вузов [Гриф МО РФ] /Л.В.Лебедев и др.- М.: Изд. Центр «Академия», 2006. - 527 с.

24. Технология машиностроения[Текст]: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 278 с.

25. Технология машиностроения[Текст]: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин.: учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 296 с.

26. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [А. В. Коломейченко и др.]. - Электрон.текстовые дан. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 266 с. - (Режим доступа:<http://e.lanbook.com/view/book/67470>)

27. Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб.пособие для машиностроит. спец. вузов /Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. – 287 с.

28. Эрганова, Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб.пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лист задания на дипломирование

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Приложение Б

### Перечень графических материалов

Название	Формат
Чертеж заготовки	1 лист А1
Чертеж детали	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	4 листа А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

Комплект технологической документации

Маршрутная карта

Операционная карта

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Управляющая программа

G54 (XY CENTR)  
(Z VERX = NIZ)

T1 M06 (Freza 50)  
G43 H01 D01  
G00 G90 X-80. Y0. Z99.  
Z20. M08  
S8000 M03  
G04 P2.  
G01 Z4. F2200.  
X80.  
M09  
G00 Z100. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T2 M06 (Sverlo 2.5)  
G43 H2  
G00 G90 X-17.5 Y7. Z99.  
Z10. M08  
S6000 M03  
G83 Z-20.5 Q1.R1.5 F200.  
X-4.Y-12.  
G80 M09  
Z99. M05  
G100 Y0.  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T3 M06 (Sverlo 5.)  
G43 H3  
G00 G90 X24.5 Y12. Z99.  
Z10. M08  
S4000 M03  
G04 P2.  
G83 Z-6.R1.5 Q1.5 F200.  
Y-12.  
X-24.5  
Y12.  
X-16. Y0. Z-29.  
X12.  
G80 M09

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Z99. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T4 M06 (Freza 6x25)  
G43 H04 D04  
G00 G90 X-16. Y0. Z99.  
Z10. M08  
S10000 M03  
G04 P2.  
G01 Z2. F800.  
Z-2. F200.  
M97 P8003  
Z-6.  
M97 P8003  
Z-10.  
M97 P8003  
Z-14.  
M97 P8003  
Z-18.  
M97 P8003  
Z-22.  
M97 P8003  
M09  
G00 Z99. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

T5 M06 (Freza 4x16)  
G43 H05 D05  
G00 G90 X24.5 Y12. Z99.  
Z10. M08 F500.  
S10000 M03  
G04 P2.  
M97 P8004  
Y-12.  
M97 P8004  
X-24.5  
M97 P8004  
Y12.  
M97 P8004  
M09  
G00 Z99. M05  
G28 G91 Y0 Z0 M01

M00 (PEREVERNI NA 180 VOKRUG OSI X)

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(V TISAH max 3.9mm)

N2

G55 (X CENTR, Y CENTR PAZA)

(Z VERH = NIZ + 20.0)

T1 M06 (Freza 50)

G43 H01 D01

G00 G90 X-80. Y0. Z99.

Z20. M08

S8000 M03

G04 P2.

G01 Z4. F2200.

X80.

M09

G00 Z100. M05

G28 G91 Y0 Z0 M01

M00 (RENISHAW)

( M97 P9055 )

M01

T6 M06 (Sverlo 2)

G43 H6

G00 G90 X-16.Y-20. Z99.

Z10. M08

S8000 M03

G73 Z-3. Q1. R1. F150.

X-9.

X-2.

G80 M09

Z99. M05

G100 Y0.

G28 G91 Y0 Z0 M01

T7 M06 (Freza 10)

G43 H07 D07

G00 G90X6.5Y25.Z99.

Z10. M08

S10000 M03

G1Z-6.5F400.

G41X11.5

Y0.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



G40X6.5M09  
G00 Z99. M05  
G100 Y0.  
G28 G91 Y0 Z0 M01

M00 (PEREZAGMI SKOS 24 GRAD:)  
( -00 VPRAVO OT SEBIA )  
( -01 VPRAVO K SEBE )  
(V TISAH max 26.5mm)

N3  
G56 (XY CENTR, Z VERH)

( / G101 Y0. )  
/ G101 Y0.

T8 M06 (Sverlo 5x40 otv.5H12)  
G43 H8  
G00 G90 X-3.5 Y-1. Z99.  
Z20. M08  
S4000 M03  
G04 P2.  
G83 Z-30.R-5.Q1.25 F200.  
X11.5 Y0.  
G80 M09  
Z99. M05  
G100 Y0.  
G28 G91 Y0 Z0

T9 M06 (Sverlo 2.2x20)  
G43 H9  
G00 G90 X-14.5 Y-7.5 Z99.  
Z20. M08  
S7000 M03  
G04 P2.  
G83 Z-13.5 R1.5 Q1. F200.  
G80 M09  
Z99. M05  
G100 Y0.  
G28 G91 Y0 Z0 M01

N5  
(Grav.-00 M97 P9040)

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

(Grav.-01 M97 P9041)

M97 P9040

M00 (VID A POVERNUTO NA 180)  
(V TISAH MNOGO)

N6  
G57 (X CENTR, Y VERH, Z VERH)

T10 M06 (Freza 6x10)  
G43 H10 D10  
G00 G90 X0. Y4. Z99.  
Z20. M08  
S8000 M03  
G04 P2.  
G01 Z-2.4 F1000.  
G41 Y-16.F300.  
X0.5  
G03 X4.Y-12.5 R3.5 F400.  
G01 Y4.  
X-4.  
Y-12.5  
G03 X-0.5 Y-16. R3.5  
G01 X0.  
G40 Y4. F1000.  
Z-4.8  
G41 Y-16. F300.  
X0.5  
G03 X4.Y-12.5 R3.5 F400.  
G01 Y4.  
X-4.  
Y-12.5  
G03 X-0.5 Y-16. R3.5  
G01 X0.  
G40 Y4. F1000.  
Z-7.  
G41 Y-16. F300.  
X0.5  
G03 X4.Y-12.5 R3.5 F400.  
G01 Y4.  
X-4.  
Y-12.5  
G03 X-0.5 Y-16. R3.5

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

G01 X0.  
G40 Y-12.  
G41 Y-16.  
X0.5  
G03 X4. Y-12.5 R3.5  
G01 Y4.  
X-4.  
Y-12.5  
G03 X-0.5 Y-16. R3.5  
G01 X0.  
G40 Y-12. M09  
G00 Z99. M05  
G28 G91 Y0 Z0  
M30

N8001  
X36.  
Y-23.  
X-36.  
Y7.5  
X28.  
Y-7.5  
X-28.  
G00 G91 Z2.  
G90 X-50. Y23.  
G01  
M99

N8002  
G41 X-29.5  
Y13.  
G02 X-25.5 Y17. R4.  
G01 X25.5  
G02 X29.5 Y13. R4.  
G01 Y-13.  
G02 X25.5 Y-17. R4.  
G01 X-25.5  
G02 X-29.5 Y-13. R4.  
G00 G40 X-50.  
Y-25.  
G01  
M99

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N8003  
X11.369 F400.  
Y-3.498  
G03 Y3.498 R-3.5  
G01 Y0.  
X12.  
G91 Z-2. F200.  
G90 X11.369 F400.  
Y-3.498  
X11.369  
G03 Y3.498 R-3.5  
G01 Y0.  
G41 X-19.5  
Y-3.5  
X7.4  
G02 X7.899 Y-3.97 R0.5  
G03 X10.751 Y-6.96 R3.2  
G03 Y6.96 R-7.  
G03 X7.899 Y3.97 R3.2  
G02 X7.4 Y3.5 R0.5  
G01 X-19.5  
Y0.  
G40 X-16.  
F200.  
M99

N8004  
Z2.  
G01 Z0.  
G41 G91 X2.75  
G03 I-2.75 Z-1.1 L4  
I-2.75 L2  
G01 G40 X-2.75  
G00 G90 Z5.  
M99

N9301 (FASKA 24 GRAD)  
G01 G91 Y1.5  
X7.53 Z16.914  
Y-0.5 F400.  
G01 X-7.53 Z-16.914  
G90  
M99

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

(FASKA 32 GRAD)  
G01 G91 Y7.537 Z11.844  
X0.25  
Y-7.537 Z-11.844 F300.  
X0.25  
G00 G90  
M99

N9303 (LT)  
G01 G91 Z-2. F500.  
G41 G90 Y7.  
X-19.5  
Y17.  
G40 X-23. F2000.  
X-29.5 Y10.5  
G90  
M99

N9304 (LB)  
G01 G91 Z-2. F500.  
G41 G90 X-19.5  
Y-7.  
X-29.5  
G40 Y-10.5 F2000.  
X-23.Y-17.  
M99

N9305 (RB)  
G01 G91 Z-2. F500.  
G41 G90 Y-7.  
X19.5  
Y-15.  
G40 X23. F2000.  
X29.5 Y-10.5  
G90  
M99

N9306 (RT)  
G01 G91 Z-2. F500.  
G41 G90 X19.5  
Y7.  
X29.5  
G40 Y10.5 F2000.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

X23. Y15.  
M99

N9307 (FASKA 60 GRAD 1)  
G01 G91 Y0.125  
X6.312 Z-10.933  
Y0.125  
X-6.312 Z10.933  
G90  
M99

N9308 (FASKA 60 GRAD 2)  
G01 G91 Y-0.125  
X6.312 Z-10.933  
Y-0.125  
X-6.312 Z10.933  
G90  
M99

N9309 (FASKA 60 GRAD 3)  
G01 G91 Y0.125  
X4.331 Z-7.502  
Y0.125  
X-4.331 Z7.502  
G90  
M99

N9310 (FASKA 60 GRAD 4)  
G01 G91 Y-0.125  
X4.331 Z-7.502  
Y-0.125  
X-4.331 Z7.502  
G90  
M99

N9000 (0)  
G91 X1.125 Y-0.038  
G01 Z-1.77  
G02 X-0.442 Y0.264 J0.502  
X-0.262 Y1.039 I1.932 J1.039  
X0.262 Y1.039 I2.194  
X0.442 Y0.264 I0.442 J-0.238  
X0.442 Y-0.264 J-0.502  
X0.262 Y-1.039 I-1.932 J-1.039

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

X-0.262 Y-1.039 I-2.194  
X-0.442 Y-0.264 I-0.442 J0.238  
G01 Z-0.03  
G02 X-0.442 Y0.264 J0.502  
X-0.262 Y1.039 I1.932 J1.039  
X0.262 Y1.039 I2.194  
X0.442 Y0.264 I0.442 J-0.238  
X0.442 Y-0.264 J-0.502  
X0.262 Y-1.039 I-1.932 J-1.039  
X-0.262 Y-1.039 I-2.194  
X-0.442 Y-0.264 I-0.442 J0.238  
G00 Z1.8  
X1.125 Y0.038  
M99

N9001 (1)  
G91 X1.584 Y-0.038  
G01 Z-1.77  
Y2.606  
X-1.162 Y-1.088  
Z-0.03  
X1.162 Y1.088  
Y-2.606  
G00 Z1.8  
X0.516 Y0.038  
M99

N9107 (-)  
G91 X0.366 Y0.891  
G01 Z-1.77  
X0.619  
Z-0.03  
X-0.619  
G00 Z1.8  
X0.984 Y-0.891  
M99

N9016  
G91 Z-2. F1200.  
G41 G90 Y7.  
X-19.5  
Y25.  
G40 X-37.5 F3000.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

M99  
N9017  
G91 Z-2. F1200.  
G41 G90 X16.5 Y18.  
X19.5 Y15.  
Y7.  
X30.  
G40 Y25. F3000.  
X23.5  
M99  
N9018  
G91 Z-2. F1200.  
G41 G90 Y-7.  
X19.5  
Y-15.  
X16.5 Y-18.  
G40 X23.5 Y-25. F3000.  
X37.5  
M99  
N9019  
G91 Z-2. F1200.  
G41 G90 X-19.5  
Y-7.  
X-30.  
G40 Y-25. F3000.  
M99

N9030  
G01 Z-21. F2000.  
G41 X-29.5  
Y17.  
X-20.  
Y24.  
X1.821  
Y17.01 F1000.  
X25.5 F2000.  
G02 X29.5 Y13.01 R4.  
G01 Y-13.  
G02 X25.5 Y-17. R4.  
G01 X-25.5  
G02 X-29.5 Y-13. R4.  
G01 Y17.  
X-20.

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83



Y24.  
X1.821  
Y17.01  
X25.5  
G02 X29.5 Y13.01 R4.  
G01 Y-13.  
G02 X25.5 Y-17. R4.  
G01 X-25.5  
G02 X-29.5 Y-13. R4.  
G01 G40 X-40. M09  
M99

N9031 (01)  
G01 Z-21. F2000.  
G41 X-29.5  
Y13.  
G02 X-25.5 Y17. R4.  
G01 X25.5  
G02 X29.5 Y13. R4.  
G01 Y-13.01  
G02 X25.5 Y-17.01 R4.  
G01 X1.321  
Y-23.  
X-19.5  
Y-17. F1000.  
X-29.5 F2000.  
Y13.  
G02 X-25.5 Y17. R4.  
G01 X25.5  
G02 X29.5 Y13. R4.  
G01 Y-13.01  
G02 X25.5 Y-17.01 R4.  
G01 X1.321  
Y-23.  
X-19.5  
Y-17.  
X-30.  
G40 Y-28. M09  
M99

N9040  
T18 M06 (Graver)

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

G43 H18  
G00 G90 X-9. Y8. Z99.  
Z20. M08  
S8000 M03  
G68 X-9. Y8. R180.  
Z1.4 F100.  
M97 P9000  
M97 P9001  
M97 P9001  
G69  
M09  
G00 G90 Z99. M05  
G28 G91 Y0 Z0

M00

T18 M06 (Graver)  
G43 H18  
G00 G90 X-9. Y8. Z99.  
Z20. M08  
S8000 M03  
G68 X-9. Y8. R180.  
Z1.4 F200.  
M97 P9000  
M97 P9001  
M97 P9001  
G69  
M09  
G00 G90 Z99. M05  
G28 G91 Y0 Z0  
M99

N9041  
T18 M06 (Graver)  
G43 H18  
G00 G90 X0.5 Y-9. Z99.  
Z20. M08  
S8000 M03  
Z1.4 F100.  
M97 P9000  
M97 P9001  
M97 P9001  
M97 P9107  
M97 P9000

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

M97 P9001  
M09  
G00 G90 Z99.M05  
G28 G91 Y0 Z0

M00

T18 M06 (Graver)  
G43 H18  
G00 G90 X0.5 Y-9. Z99.  
Z20. M08  
S8000 M03  
Z1.4 F200.  
M97 P9000  
M97 P9001  
M97 P9001  
M97 P9107  
M97 P9000  
M97 P9001  
M09  
G00 G90 Z99.M05  
G28 G91 Y0 Z0  
M99

N9055  
T20 M06 (R)  
G43 H20  
G00 G90 X0. Y0. Z200.  
Z80.

G65 P9832  
G65 P9810 Z10. F1000.

(Probe X Web)  
(WrkOffset = 55.)  
(Xwidth = 59.)  
(ZDepth = -20.)

G00 G90  
G65 P9023 A4. X59. Z-20. S55.

(Probe Y Web)  
(WrkOffset = 55.)

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(Ywidth = 34.)  
(ZDepth = -20.)

G00 G90 X12.

G00 G90  
G65 P9023 A4. Y34. Z-20. S55.

G00 G90 Z100.  
G28 G91 Z0  
M99

%

(%301)  
(T1 Z250.030 R8.)  
(T2 Z250.020 R5.)  
(T3 Z250.021 R3.)  
(T4 Z250.06 R2.)  
(T5 Z250.010 R3.)  
(T6 Z250.620 R4.)  
(T7 Z250.240 R1.2)  
(T8 Z250.230 R2.75)  
(T9 Z250.250 R3.)  
(T10 Z250.250 R2.5)  
(T11 Z250.240 R2.5)  
(T12 Z250.220 R1.1)  
(T19 Z250.010 R0.2)  
(M02)

(%201)  
(PP 0.)  
(X 200.)  
(Y 100.)  
(Z 40.)  
(X54 50.)  
(Y54 25.)  
(Z54 19.)  
(X55 150.)  
(Y55 25.)  
(Z55 20.)  
(X56 50.)  
(Y56 75.)  
(Z56 40.)

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

(X57 80.)  
(Y57 75.)  
(Z57 40.)  
(X58 150.)  
(Y58 75.)  
(Z58 40.)  
(M02)

(%601)  
(0–фреза)  
(1–фреза с фаской)  
(2–сверло)  
(3–фреза с радиусом)  
(4–торцовка)  
(6–центровка)  
(7–специнструмент)  
(8–развертка)  
(M02)

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88



число, либо десятичная дробь, целая и дробная части которой могут отделяться как запятой, так и точкой. В некоторых случаях в слове кроме буквы и числа могут использоваться и другие текстовые символы; например, между буквой и числом при необходимости может находиться математический знак «+» или «-». Буквенная составляющая слова в теории ЧПУ называется адресом, потому что она определяет «назначение следующих за ним данных, содержащихся в этом слове» (ГОСТ 20523-80).

#### Структура кадра управляющей программы

Кадр: N110 G01 X-60 Y20.326 F60 M03

#### Структура кадра

N110	G01	X-60	Y20.326	F60	M03
Номер кадра	Слово	Слово	Слово	Слово	Слово

Слово:	G	01
	Адрес	Код

Слово:	X	-60
	Адрес	Числовое значение размерного параметра

Слово:	Y	20.326
	Адрес	Числовое значение размерного параметра

Слово:	F	60
	Адрес	Числовое значение размерного параметра

Слово:	M	03
	Адрес	Код

#### Структура кадра управляющей программы

Каждая управляющая программа состоит из определенной последовательности кадров, в которых содержатся предназначенные для выполнения системой ЧПУ команды. Кадры пронумерованы в порядке возрастания. Номер кадра расположен в его начале и состоит из буквы «N» соответствующего порядковому номеру кадра.

Пример:

N110 G01 X-60 Y20.326 F60 M03

Слова, адреса, числовые значения

Каждый кадр УП содержит (помимо номера) одно и более слов.

Слово состоит из адреса (буквы) и числового значения или кода (числа).

### Программирование рабочей плоскости (слайд 4)

Функция:

Многие современные станки способны производить обработку с одного станка в нескольких плоскостях.

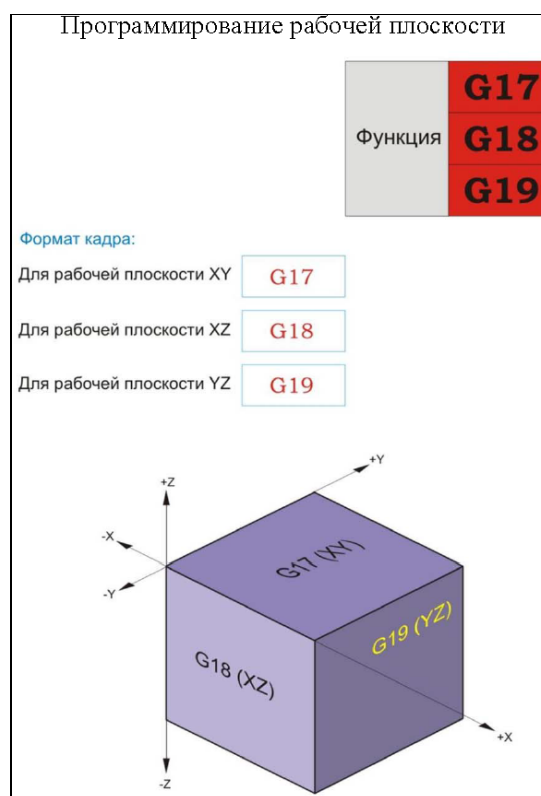
Такой вид обработки требует предварительного задания рабочей плоскости, со стороны которой инструмент производит обработку. В общем случае это может быть либо плоскость XY, либо плоскость XZ, либо плоскость YZ.

Кадр УП:

Для рабочей плоскости XY: G17

Для рабочей плоскости XZ: G18

Для рабочей плоскости YZ: G19



Программирование рабочей плоскости

После выполнения обработки в заданной плоскости систему ЧПУ можно переключить на перемещение в любой другой плоскости. Для этого необходимо задать соответствующую команду (G17, G18 или G19).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Если в УП не указана рабочая плоскость, то по умолчанию система ЧПУ считает, что обработка детали производится в плоскости XY (G17).

### **Программирование смещения нулевой точки детали (слайд 5)**

Функция:

С помощью функций G54, G55, G56, G57, G58, G59 программируется задание координат нулевой точки детали в абсолютной системе координат станка. Благодаря тому, что программирование координат возможно с использованием четырех различных функций, в памяти ЧПУ одновременно может быть задано и сохранено шесть внешне различных варианта расположения нулевой точки детали.

Кадр УП:

G54 [X...] [Y...] [Z...] или

G55 [X...] [Y...] [Z...] или

G56 [X...] [Y...] [Z...] или

G57 [X...] [Y...] [Z...]

Дополнительные адреса

X — Координата новой нулевой точки детали по оси X, заданная в абсолютной системе координат станка

Y — Координата новой нулевой точки детали по оси Y, заданная в абсолютной системе координат станка

Z — Координата новой нулевой точки детали по оси Z, заданная в абсолютной системе координат станка

Описание:

В ходе выполнения УП система ЧПУ определяет позицию каждой текущей точки относительно назначенной точки отсчета системы координат. Обычно по соображениям удобства работы в качестве начальной точки отсчета выбирается нулевая точка станка или угловая точка контура заготовки, или точка, соответствующая риске, нанесенной режущим инструментом на заготовку, и т.п. В большинстве случаев такая

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

точка отсчета обычно не совпадает с размерной базой детали, вследствие чего появляется необходимость в пересчете координат точек, по которым описывается траектория перемещения инструмента.

Чтобы избежать этого пересчета, удобно воспользоваться функциями G54...G57, с помощью которых точкой отсчета при обработке можно задать размерную базу обрабатываемой заготовки. Как правило, при фрезерной обработке на станке с ЧПУ точка отсчета (нулевая точка детали) назначается свободно, исходя из особенностей процесса обработки данной заготовки (например, точка P0).

Возможность задавать и сохранять в памяти ЧПУ четыре различных варианта расположения нулевой точки детали особенно важно в том случае, когда необходима фрезерная обработка с разных сторон заготовки.

Пример: Дана заготовка обрабатываемой детали в виде параллелепипеда, имеющего следующие размеры:

$L = 108, H = 39, B = 45.$

Начальная нулевая точка назначена в точке P0.

Нулевая точка детали назначается от начальной нулевой точки P0 в вершинах разных углов контура обрабатываемой детали – в точках W1, W2, W3, W4.

Программирование смещения координат нулевой точки детали из точки P0:

Первый вариант записи команд:

Программирование смещения нулевой точки детали

Формат кадра:

G54 [X...][Y...][Z...]

...

G57 [X...][Y...][Z...]

Функция

G54

G55

G56

G57

W1	N030	G54	X	<input type="text"/>	Y	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>
W2	N030	G55	X	<input type="text"/>	Y	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>
W3	N030	G56	X	<input type="text"/>	Y	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>
W4	N030	G57	X	<input type="text"/>	Y	<input type="text"/>	Z	<input type="text"/>

Программирование смещения нулевой точки

Для точки W1: G54 X0 Y0 Z39.

Для точки W2: G55 X0 Y45 Z39.

Для точки W3: G56 X108 Y45  
Z39.

Для точки W4: G57 X108 Y0 Z0.

### **Программирование интерполяции G00 (слайд 6)**

Функция:

Инструмент перемещается по прямой с максимально возможной подачей в точку с заданными координатами по осям X, Y и Z.

Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.

Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат.

КадрУП:

G00 [X...] [Y...] [Z...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса:

X — Координата конечной точки перемещения по оси X

Y — Координата конечной точки перемещения по оси Y

Z — Координата конечной точки перемещения по оси Z

S — Число оборотов шпинделя (об./ мин.)

T — Смена инструмента

M — Вспомогательная функция

Пример: Инструмент перемещается из начальной точки P0 (с координатами X10 Y15 Z100) в заданную конечную точку P1 (с координатами X45 Y39 Z2).

Программирование в Абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G00 X45 Y39 Z2

Программирование

в Относительной системе координат:

N020 G91

N030 G00 X35 Y24 Z-98

Программирование интерполяции  
Быстрое позиционирование в декартовых координатах

Функция **G00**

Формат кадра:  
G00 [X...][Y...][Z...][S...][T...][M...]

Абсолютная система координат

N020 G90  
N030 G00 X  Y  Z

Относительная система координат

N020 G91  
N030 G00 X  Y  Z

Программирование интерполяции (быстрое позиционирование)

## Программирование интерполяции G01 (слайд 7)

Функция:

Инструмент с запрограммированной скоростью перемещается по прямой в точку с заданными координатами по осям X, Y и Z.

Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.

Координаты конечной точки перемещения могут быть заданы как в абсолютной (G90), так и в относительной (G91) системе координат.

КадрУП:

G01 [X...] [Y...] [Z...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса

X — Координата конечной точки перемещения по оси X

Y — Координата конечной точки перемещения по оси Y

Z — Координата конечной точки перемещения по оси Z

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

F — Подача (мм/ мин.)

S — Число оборотов шпинделя (об./ мин.)

T — Смена инструмента

M — Вспомогательная функция

Пример: Инструмент с подачей 50 мм в минуту перемещается из начальной точки P0 (с координатами X5 Y15 Z-2) в заданную конечную точку P1 (с координатами X45 Y9 Z-9).

Программирование

в Абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G01 X45 Y9 Z-9 F50

Программирование

в Относительной системе координат:

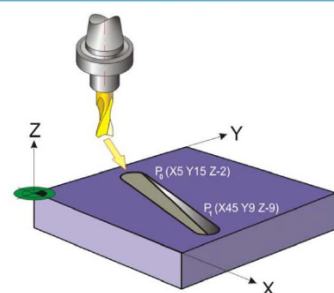
N020 G91

N030 G01 X40 Y-6 Z-7 F50

Программирование интерполяции  
Линейная интерполяция с заданной скоростью подачи  
в декартовых координатах

Функция **G01**

Формат кадра:  
G01 [X...][Y...][Z...][F...][S...][T...][M...]



Абсолютная система координат

N020 G90  
N030 G00 X  Y  Z  F50

Относительная система координат

N020 G91  
N030 G00 X  Y  Z  F50

Программирование линейной интерполяции

## Программирование интерполяции G02 (слайд 8)

Функция:

Инструмент перемещается по дуге окружности по часовой стрелке с запрограммированной скоростью подачи в точку с заданными координатами по осям X, Y и Z.

Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.

Кадр УП (для рабочей плоскости XY):

G02 [X...] [Y...] [Z...] [I...] [J...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса:

X — Координата конечной точки перемещения по оси X

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Y — Координата конечной точки перемещения по оси Y

Z — Координата конечной точки перемещения по оси Z

I — Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси X – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси X. (ОТНИМИТЕ ОТ КОРДИНАТ ЦЕНТРА КООРДИНАТЫ НАЧ.ТОЧКИ)

J — Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси Y – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси Y.

F — Подача (мм/ мин.)

S — Число оборотов шпинделя (об./ мин.)

T — Смена инструмента

M — Вспомогательная функция

Пример: Инструмент из начальной точки P0 (с координатами X95 Y20 Z-2) в заданную конечную точку P1 (с координатами X55 Y60 Z-12) перемещается по часовой стрелке по дуге окружности с центром дуги в точке P2 (с координатами X85 Y50).

Программирование

в Абсолютной системе координат:

N040 G90

N050 G02 X55 Y60 Z-12 I-10 J30

Программирование

в Относительной системе координат:

N040 G91

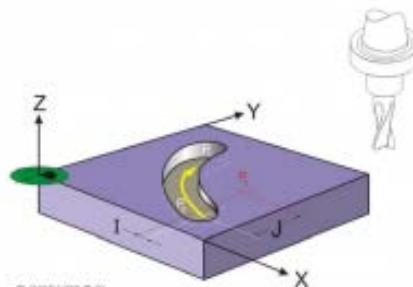
N030 G02 X-40 Y40 Z-10 I-10 J30

Программирование интерполяции  
Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением по часовой стрелке

Функция **G02**

Формат строки:

G02 [X...][Y...][Z...][I...][J...][F...][S...][T...][M...]



P<sub>0</sub> (X95 Y20 Z-2)

P<sub>1</sub> (X55 Y60 Z-12)

P<sub>2</sub> (X85 Y50)

N030 G02 X  Y  Z  I  J

Программирование  
круговой интерполяции(G02)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## Программирование интерполяции G03 (слайд 9)

Функция:

Инструмент перемещается по дуге окружности против часовой стрелки с запрограммированной скоростью подачи в точку с заданными координатами по осям X, Y и Z.

Отрезок пути перемещения задается в декартовых координатах.

Кадр УП (для рабочей плоскости XY):

G03 [X...] [Y...] [Z...] [I...] [J...] [F...] [S...] [T...] [M...]

Дополнительные адреса:

X — Координата конечной точки перемещения по оси X

Y — Координата конечной точки перемещения по оси Y

Z — Координата конечной точки перемещения по оси Z

I — Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси X – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси X.

J — Координата относительного центра дуги окружности (в приращениях) по оси Y – расстояние от исходной точки перемещения до центра окружности дуги по оси Y.

F — Подача (мм/ мин.)

S — Число оборотов шпинделя (об./ мин.)

T — Смена инструмента

M — Вспомогательная функция

Пример: Инструмент из начальной точки P0 (с координатами X120 Y21 Z-1) в заданную конечную точку P1 (с координатами X25 Y92 Z-9) перемещается против часовой стрелки по дуге окружности с центром дуги в точке P2 (с координатами X47.99 Y23.71). Программирование в Абсолютной системе координат:

N040 G90

N050 G03 X25 Y92 Z-9 I-72.01 J2.71

Программирование

в Относительной системе координат:

N040 G91

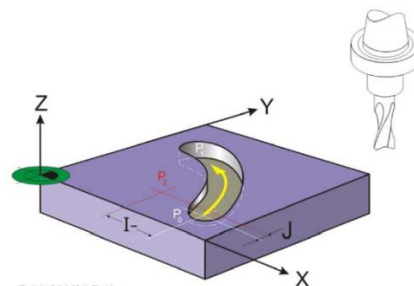
N030 G03 X-95 Y71 Z-8 I-72.01 J2.71

Программирование интерполяции  
Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением против часовой стрелке

Функция **G03**

Формат кадра:

G03 [X...][Y...][Z...][I...][J...][F...][S...][T...][M...]



P<sub>0</sub> (X120 Y21 Z-1)

P<sub>1</sub> (X25 Y92 Z-9)

P<sub>2</sub> (X47.99 Y23.71 Z-9)

N030 G03 X  Y  Z  I  J

Программирование  
круговой интерполяции(G03)

## Программируемый останов (слайд 10)

Функция:

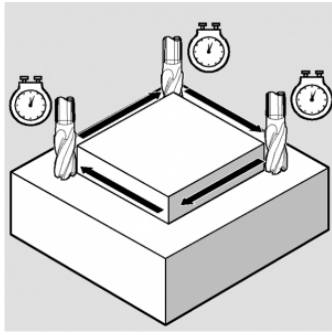
С помощью функции G04 (в коде по DIN 66025) или функции M30 (в коде ПО NCCAD) перемещение инструмента прекращается на заданное время.

Кадр УП (для кода по DIN 66025)

G04 X... (Для Fanuc).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата





Обязательный адрес:

X — Длительность паузы в секундах.

Пример:

Программирование временной паузы на 2 секунды.

Пауза в конце кадра при фрезеровании

N040 G04 X2

Примечание: Величина временной паузы, на которую прекращается перемещение инструмента, указывается в тексте кадра УП после адреса X и выражается в секундах. Программирование функции G04 производится в собственном, отдельном кадре УП.

Программирование временной паузы

Функция

G04

M30

Формат кадра:

DIN 66025 G04 X...

NCCAD M30 P...

N040 G04 X

N040 M30 P

Программирование временной паузы

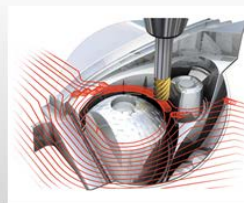
## Закрепление новых знаний (слайд 11).

Вопрос	Предполагаемый ответ
1. Что представляет собой кадр?	Кадр представляет собой законченный фрагмент управляющей программы, содержащий всю информацию, необходимую для выполнения одного рабочего или вспомогательного действия исполнительными органами станка.
2. Из чего состоит управляющая программа?	Каждая управляющая программа состоит из определенной последовательности кадров, в которых содержатся предназначенные для выполнения системой ЧПУ команды.
3. С помощью каких функций программируется задание координат нулевой точки детали системе координат станка?	С помощью функций G54, G55, G56, G57, G58, G59
4. Решите задачу Дана заготовка обрабатываемой детали в виде параллелепипеда, имеющего следующие размеры: L = 100, H = 40, B = 50. Начальная нулевая точка назначена в точке P0. Нулевая точка детали назначается от начальной нулевой точки P0 в вершинах разных углов контура обрабатываемой детали – в точках W1, W2, W3, W4.	Программирование смещения координат нулевой точки детали из точки P0: Для точки W1: G54 X0 Y0 Z40. Для точки W2: G55 X0 Y50 Z40. Для точки W3: G56 X100 Y50 Z40. Для точки W4: G57 X100 Y0 Z0.
5. Как перемещается инструмент при программировании интерполяции G01	Инструмент с запрограммированной скоростью перемещается по прямой в точку с заданными координатами по осям X, Y и Z.
6. Запрограммируйте временную паузу на 10 секунд	Программирование временной паузы на 10 секунд. N040 G04 X10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Презентация к занятию

## Тема урока - Программирование фрезерной обработки



1

### План изложения нового материала:

1. Структура кадра управляющей программы
2. Программирование рабочей плоскости
3. Программирование смещения нулевой точки детали
4. Программирование интерполяции G00
5. Программирование интерполяции G01
6. Программирование интерполяции G02
7. Программирование интерполяции G03
8. Программируемый останов

2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

# Структура кадра управляющей программы

Структура кадра управляющей программы

Кадр: N110 G01 X-60 Y20.326 F60 M03

Структура кадра					
N110	G01	X-60	Y20.326	F60	M03
Номер кадра	Слово	Слово	Слово	Слово	Слово

Слово:	G	01
	Адрес	Код

Слово:	X	-60
	Адрес	Числовое значение размерного параметра

Слово:	Y	20.326
	Адрес	Числовое значение размерного параметра

Слово:	F	60
	Адрес	Числовое значение размерного параметра

Слово:	M	03
	Адрес	Код

3

# Программирование рабочей плоскости

Программирование рабочей плоскости

Функция	G17
	G18
	G19

Формат кадра:  
 Для рабочей плоскости XY: G17  
 Для рабочей плоскости XZ: G18  
 Для рабочей плоскости YZ: G19

Кадр УП:

Для рабочей плоскости XY: G17

Для рабочей плоскости XZ: G18

Для рабочей плоскости YZ: G19

4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44 03.04.632 ПЗ

Лист

03

# Программирование смещения нулевой точки детали

Пример: Дана заготовка обрабатываемой детали в виде параллелепипеда, имеющего следующие размеры:

L = 108, H = 39, B = 45.

Начальная нулевая точка назначена в точке P0.

Нулевая точка детали назначается от начальной нулевой точки P0 в вершинах разных углов контура обрабатываемой детали – в точках W1, W2, W3, W4.

Программирование смещения координат нулевой точки детали из точки P0:

Первый вариант записи команд:

Для точки W1: G54 X0 Y0 Z39.

Для точки W2: G55 X0 Y45 Z39.

Для точки W3: G56 X108 Y45 Z39.

Для точки W4: G57 X108 Y0 Z0

Программирование смещения нулевой точки детали

Формат кадра:

G54 [X...][Y...][Z...]

...

G57 [X...][Y...][Z...]

Функция

G54

G55

G56

G57

W1	N030	G54	X	Y	Z
W2	N030	G55	X	Y	Z
W3	N030	G56	X	Y	Z
W4	N030	G57	X	Y	Z

5

# Программирование интерполяции G00

Пример:

Инструмент перемещается из начальной точки P0 (с координатами X10 Y15 Z100) в заданную конечную точку P1 (с координатами X45 Y39 Z2).

Программирование в Абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G00 X45 Y39 Z2

Программирование в Относительной системе координат:

N020 G91

N030 G00 X35 Y24 Z-98

Программирование интерполяции  
Быстрое позиционирование в декартовых координатах

Функция G00

Формат кадра:

G00 [X...][Y...][Z...][S...][T...][M...]

Абсолютная система координат					
N020	G90		X	Y	Z
N030	G00	X	Y	Z	
Относительная система координат					
N020	G91				
N030	G00	X	Y	Z	

6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

ДП 44 03.04.632 ПЗ

Лист

04

# Программирование интерполяции G01

Программирование интерполяции  
Линейная интерполяция с заданной скоростью подачи  
в декартовых координатах

Функция **G01**

Формат кадра:  
G01 [X...][Y...][Z...][F...][S...][T...][M...]

Абсолютная система координат

N020 G90  
N030 G00 X:  Y:  Z:  F50

Относительная система координат

N020 G91  
N030 G00 X:  Y:  Z:  F50

Пример:

Инструмент с подачей 50 мм в минуту перемещается из начальной точки P0 (с координатами X5 Y15 Z-2) в заданную конечную точку P1 (с координатами X45 Y9 Z-9).

Программирование в Абсолютной системе координат:

N020 G90

N030 G01 X45 Y9 Z-9 F50

Программирование

в Относительной системе координат:

N020 G91

N030 G01 X40 Y-6 Z-7 F50

7

# Программирование интерполяции G02

Пример:

Инструмент из начальной точки P0 (с координатами X95 Y20 Z-2) в заданную конечную точку P1 (с координатами X55 Y60 Z-12) перемещается по часовой стрелке по дуге окружности с центром дуги в точке P2 (с координатами X85 Y50).

Программирование

в Абсолютной системе координат:

N040 G90

N050 G02 X55 Y60 Z-12 I-10 J30

Программирование

в Относительной системе координат:

N040 G91

N030 G02 X-40 Y40 Z-10 I-10 J30

Программирование интерполяции  
Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением  
по часовой стрелке

Функция **G02**

Формат кадра:  
G02 [X...][Y...][Z...][I...][J...][F...][S...][T...][M...]

Абсолютная система координат

N030 G02 X:  Y:  Z:  I:  J:

8

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44 03.04.632 ПЗ

Лист

05

# Программирование интерполяции G03

Программирование интерполяции  
Круговая интерполяция в декартовых координатах с перемещением  
против часовой стрелке

Функция **G03**

Формат кадра:  
G03 [X...][Y...][Z...][I...][J...][F...][S...][T...][M...]

$P_0(120\ Y21\ Z-1)$   
 $P_1(025\ Y92\ Z-9)$   
 $P_2(047.99\ Y23.71\ Z-9)$

N030 G03 X:  Y:  Z:  I:  J:

Пример:

Инструмент из начальной точки P0 (с координатами X120 Y21 Z-1) в заданную конечную точку P1 (с координатами X25 Y92 Z-9) перемещается против часовой стрелки по дуге окружности с центром дуги в точке P2 (с координатами X47.99 Y23.71). Программирование

в Абсолютной системе координат:

N040 G90

N050 G03 X25 Y92 Z-9 I-72.01 J2.71

Программирование

в Относительной системе координат:

N040 G91

N030 G03 X-95 Y71 Z-8 I-72.01 J2.71

9

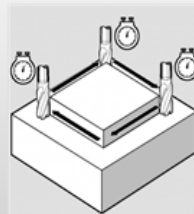
# Программируемый останов

Пример:

Программирование  
временной паузы

на 2 секунды.

N040 G04 X2



Программирование временной паузы

Функция **G04**  
M30

Формат кадра:  
DIN 66025 G04 X...  
NCCAD M30 P...

N040 G04 X:

N040 M30 P:

10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44 03.04.632 ПЗ

Лист

06

## Закрепление новых знаний.

1. Что представляет собой кадр?

2. Из чего состоит управляющая программа?

3. С помощью каких функций программируется задание координат нулевой точки детали системе координат станка?

4. Решите задачу

Дана заготовка обрабатываемой детали в виде параллелепипеда, имеющего следующие размеры:

$L = 100, H = 40, B = 50.$

Начальная нулевая точка назначена в точке P0.

Нулевая точка детали назначается от начальной нулевой точки P0 в вершинах разных углов контура обрабатываемой детали – в точках W1, W2, W3, W4.

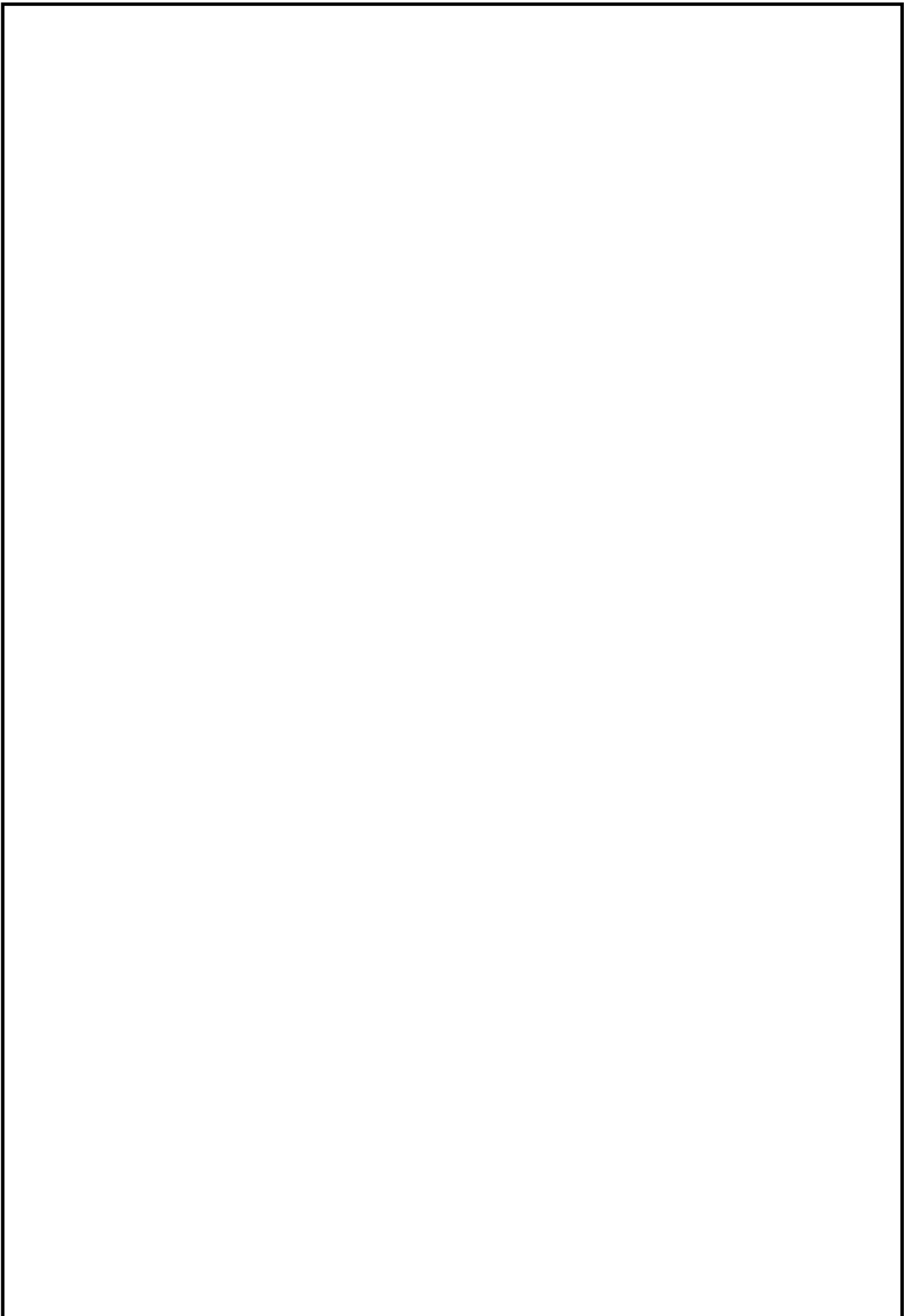
5. Как перемещается инструмент при программировании интерполяции G01

6. Запрограммируйте временную паузу на 10 секунд

11

					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						07
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		





					ДП 44 03.04.632 ПЗ	Лист
						08
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		