

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КАМЕРА»*

Дипломный проект  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение(по отраслям)  
профиля Машиностроение и материалобработка  
специализация «Технологии и оборудование машиностроения» (44.03.04)

Идентификационный код ВКР: 183

Екатеринбург

2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КАМЕРА»*

Пояснительная записка к дипломному проекту  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля Машиностроение и материалобработка  
специализация «Технологии и оборудование машиностроения» (44.03.04)

Идентификационный код ВКР: 183

Исполнитель:  
студент группы ТО-401

(подпись)

Н. И. Каравайчиков

Руководитель:  
ст. преподаватель

(подпись)

О.В. Костина

Екатеринбург 2016

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 85 листов печатного текста, 6 иллюстраций, 31 таблицу, 30 использованных источников, 4 приложения на 12 листах.

Ключевые слова: РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

В проекте усовершенствован технологический процесс обработки детали «Камера».

Рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали. Выбран режущий и мерительный инструмент. Разработана управляющая программа.

Проведен экономический расчет предлагаемого технологического процесса.

Рассмотрены вопросы безопасности труда и охраны окружающей среды.

Разработан урок переподготовки операторов станков с ПУ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.183 ПЗ		
Разраб.		Каравайчиков Н.И					
Провер.		Костина О. В.				3	76
Н. Контр.		Суриков В. П.			ФГАОУ ВО РГПТУ ИИПО каф. ТМС гр. ТО-401		
Утверд.		Бородина Н. В.					

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Исходные данные .....	8
1.1.2. Анализ технологичности детали .....	10
1.1.3. Определение типа производства .....	11
1.2. Выбор исходной заготовки и описание метода ее получения.....	13
1.3. Выбор технологических баз.....	15
1.4. Разработка маршрутной технологии механической обработки детали "Камера" .....	15
1.5. Расчет припусков .....	17
1.5.1. Расчет припусков аналитическим методом.....	17
1.5.2. Табличный метод расчета припусков .....	18
1.6. Выбор средств технологического оснащения.....	19
1.7. Выбор режущих инструментов и режимов резания .....	25
1.7.1. Выбор фрезерного инструмента .....	28
1.7.2. Выбор сверлильного инструмента .....	28
1.7.3. Выбор режимов резания.....	28
1.8. Контрольно – измерительные средства .....	29
1.9. Расчет технических норм времени.....	30
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	33
2.1. Основные сведения о системе Siemens 840D.....	33
2.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ .....	34
2.3. Фрагмент управляющей программы.....	36
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	38

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

3.1. Исходные данные для выполнения экономического обоснования .....	38
3.2. Определение капитальных вложений .....	39
3.2.1. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ .....	41
3.3. Расчет технологической себестоимости .....	42
3.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих .....	43
3.3.2. Зарботная плата вспомогательных рабочих: .....	45
3.3.3. Затраты на электроэнергию .....	46
3.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования .....	47
3.3.5. Затраты на эксплуатацию инструмента .....	49
3.4. Определение годовой экономии .....	50
3.5. Анализ уровня технологии производства.....	51
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	53
4.1. Анализ учебно-программной документации .....	54
4.2. Составление тематического плана .....	56
4.3. Урок теоретического обучения.....	57
4.4. План-конспект урока .....	59
Итоговая аттестация.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	65
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	66
Приложение А. Лист задания на дипломное проектирование .....	71
Приложение Б. Перечень демонстрационного материала.....	72
Приложение В. Раздаточный материал.....	73
Приложение Г. Альбом технологической документации.....	74

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопрос развития производства в экономике серьёзная и наукоёмкая задача, но без развития производства и вложения в него средств предприятия существовать не могут. В связи с этим предприятия ищут возможности и средства для успешной работы и дальнейшего развития. Сейчас заметно стремление заводов максимально снижать себестоимость своей продукции, применять более высокопроизводительное оборудование и оснастку, оснащать станки промышленными роботами. Вырос выпуск и ввод в эксплуатацию автоматов роботов, автоматизированных поточных линий, металлорежущих станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Повышение качества продукции является непрерывным условием решения проблем качества.

Деталь "Камера" является волноводом. Целью дипломного проекта является совершенствование технологии обработки на станках ЧПУ. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач, таких как: подобрать современное оборудование, высокопроизводительный режущий инструмент, надёжную оснастку.

В условиях нынешней экономической ситуации необходимо использовать средства с максимальным эффектом, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий.

В ходе проектирования технологического процесса для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать исходные данные
2. Усовершенствовать технологический процесс обработки детали «Камера»
3. Провести технологические расчеты: припусков, режимов резания, норм времени.

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

4. Разработать управляющую программу
5. Провести экономические расчеты
7. Разработать методическое обеспечение

					<i>ДП 44.03.04.183 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Исходные данные

Чертеж детали "Камера".

Программа выпуска – 100 шт.

### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь "Камера" используется в радиоэлектронике и является радиочастотным электрическим волноводом. Волноводы предназначены для передачи энергии электромагнитных волн диапазонов СВЧ и КВЧ. Такие волноводы это линии передач, имеющие одну или несколько проводящих поверхностей, с поперечным сечением в виде замкнутого проводящего контура, охватывающего область распространения электромагнитной энергии.

Деталь изготавливается из сплава 32НКД,

Материал 32НКД (суперинвар) относится к прецизионным сплавам с заданной величиной ТКЛР. Химический состав сплава включает 64% железа, 32% никеля, 4% кобальта.

Сплав 32НКД является особой разновидностью инвара, для которой характерен крайне низкий коэффициент температурного расширения. Благодаря минимальному значению ТКЛР марка сплава 32НКД применяется для производства деталей приборов высокой точности, в процессе работы требующих сохранения постоянных размеров в установленном интервале температур.

### Свойства сплава 32НКД

Малое тепловое расширение материала 32НКД обеспечивается благодаря магнитострикционному уменьшению объема в процессе нагрева, которое компенсирует тепловое расширение сплава.

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



Для повышения прочностных показателей марка сплава 32НКД подвергается холодной пластической деформации с последующей низкотемпературной обработкой. После осуществления полировки материал приобретает стойкость к коррозии в атмосферных условиях. Изделия из сплава 32НКД, предназначенные для эксплуатации в агрессивных средах, покрываются защитным слоем.

Марка сплава 32НКД отличается однородной структурой, простотой полировки и механической обработки различными методами, значительной коррозионной стойкостью в пресной, соленой воде и воздушной атмосфере. Изделия из сплава выполняются в виде лент, прутков, проволоки, горячекатаных, кованных, шлифованных кругов, листов и плоского проката.

### Химический состав

Сплав 32НКД

**Классификация:** Сплав прецизионный с заданным ТКЛР

**Применение:** для деталей приборов очень высокой точности, требующих постоянства размеров в интервале климатических температур; ТКЛР\*1000000 в диапазоне температур от -60 до +100 °С не более 1.0 [1/°С]

Таблица 1 - Химический состав в % материала 32НКД

ГОСТ 10994 — 74

C	Si	Mn	Ni	S	P	Co	Cu
до 0.05	до 0.2	до 0.4	31.5 — 33	до 0.015	до 0.015	3.2 — 4.2	0.6 — 0.8

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C материала 32НКД

Сортамент	Размер	Напр.	$s_B$	$s_T$	$d_5$	$y$	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>	-
			440-480		38-45			Отжиг

Таблица 3 - Физические свойства материала 32НКД

<b>T</b>	<b>E 10<sup>-5</sup></b>	<b>a 10<sup>6</sup></b>	<b>l</b>	<b>g</b>	<b>C</b>	<b>R 10<sup>9</sup></b>
<b>Град</b>	<b>МПа</b>	<b>1/Град</b>	<b>Вт/(м·град)</b>	<b>кг/м<sup>3</sup></b>	<b>Дж/(кг·град)</b>	<b>Ом·м</b>
20	1.44					780

### 1.1.2. Анализ технологичности детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

На основании анализа исходной информации, можно сделать вывод о том, что метод получения исходной заготовки как мерная заготовка из проката нецелесообразен, т. к. при обработке детали большее количество металла уйдет в стружку, следует перейти к другому методу получения заготовки.

Деталь является симметричной, со сложными нестандартными фланцами. Деталь имеет крепежные отверстия в количестве 19 штук. Можно сделать вывод, что обработка детали достаточно сложная, конструкция имеет сложные места обработки.

Конструкторская база Л совпадает с технологической, поэтому при обработке возможно обеспечить точность размеров.

Заданные допуски и технические требования хорошо соответствуют служебному назначению детали, технологическим возможностям оборудования.

В качестве технологической базы возможно взять отверстие Ø33,8 и торцы детали. Такой вариант размещения баз наиболее эффективен, т.к. обеспечивается совмещение конструкторской и технологической базы, что позволит с наименьшей погрешностью выполнить другие размеры детали. Коэффициент использования материала:

$$K = \frac{M_d}{M_3} = \frac{0,8}{5,77} = 0,14,$$

где  $M_d$ - масса детали по чертежу, кг;

$M_3$ - масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг;

Коэффициент точности обработки детали

$$K = \frac{T_n}{T_o} = \frac{17}{57} = 0,3,$$

где  $T_n$ - число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_o$ - общее число размеров, подлежащих обработке;

Коэффициент шероховатости поверхностей детали

$$K = \frac{Ш_n}{Ш_o} = \frac{9}{24} = 0,375, \text{ где}$$

$Ш_n$ - число поверхностей, не обоснованной шероховатости, шт;

$Ш_o$ - общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт.

Исходя из анализа технологической конструкции детали «Камера», можно сделать вывод, что деталь по своей конструкции не технологична. Рекомендуются изменить сложные нетехнологичные элементы детали на более простые, а также поменять вид заготовки из-за большого использования материала.

### 1.1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. На данном этапе проектирования тип производства ориентировочно определим в зависимости от массы детали и объема выпуска.

При годовой программе выпуска  $N = 100$  шт., массе детали  $m = 0,8$  кг., тип производства – мелкосерийное.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций (ГОСТ 3.1121 – 84):

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						11
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$K_{30} = \frac{\sum O}{\sum P}$$

где  $\Sigma O$  – суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

$\Sigma P$  – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков:

$$m_p = \frac{N \times T_{шт}(ш - \kappa)}{60 \times F_d \times \eta_{з.н}}$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$T_{шт}$  – штучное время, мин.;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени,  $F_d = 5842$ ч.;

$\eta_{з.н}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,

$\eta_{з.н} = 0,85$

$$m_p = \frac{100 \cdot 62}{5842 \cdot 0,85 \cdot 60} = 0,02 \text{ шт.}$$

Так как первоначально тип производства был выбран ориентировочно, теперь, согласно расчетам, выбираем мелкосерийное производство с объемом годового выпуска  $N = 100$  шт.

Согласно ГОСТ 312-74 выбираем групповую форму организации производства. Групповая форма производства характеризуется периодическим запуском деталей партиями, что является признаком серийного производства.

Количество деталей в партии для одновременного запуска определяем по формуле:

$$n = \frac{N \times a}{254}$$

где  $a$  – периодичность запуска, в днях;

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{100 * 24}{254} = 9,45 \text{ шт.}$$

Принимаем  $n = 10$  шт.

## 1.2. Выбор исходной заготовки и описание метода ее получения

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты:

1. Метод получения заготовки принимается аналогичным существующему на данном производстве.
2. Метод изменяется, что, однако, не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.
3. Метод изменяется, и это влечет за собой изменения в ряде операций механической обработки детали.

1-ый этап. Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования материала  $K_{им}$ , следует руководствоваться рекомендациями:

- В массовом производстве  $K_{им} \geq 0,85$ ;
- В серийном производстве  $K_{им} \geq 0,5 - 0,6$ ;

$K_{им}$  при способе получения заготовки прокат:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z} = \frac{0,8}{5,88} = 0,14 - \text{целесообразен для единичного}$$

производства, исходя из рекомендаций;

$K_{им}$  при способе получения заготовки литье:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z} = \frac{0,8}{0,95} = 0,84 - \text{для серийного производства, такой}$$

метод более подходящий и обоснован экономически, с точки зрения расхода материала.

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

2-й этап: Сравнение методов получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки с учетом ее черновой обработки:

$$C_3 = M * C_M - M_0 * C_0 + C_{з.ч.} * T_{шт} \left(1 + \frac{C_{ц.}}{100}\right), \text{ где}$$

$M$ - масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_M$ - оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки;

$M_0$ - масса отходов материала, кг;

$C_0$ - цена 1 кг отходов, р;

$C_{з.ч.}$ - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел.-ч;

$T_{шт}$ - штучное время черновой обработки заготовки, ч;

$C_{ц.}$ - цеховые накладные расходы.

Таблица 4 - Данные для расчета стоимости заготовки

Общие исходные данные	Наименования показателей	Прокат	Отливка
Материал детали-32НКД Масса детали- 0,8 кг Годовая программа – 100 шт/год Тип производства-мелкосерийное	Масса заготовки, кг	5,88	0,85
	Стоимость 1т заготовок	1150000	1300000
	Стоимость 1т стружки	137000	137000
	Коэффициент использования материала	0,14	0,84

Стоимость проката:

$$C_3 = 5,88 * 1150 - 5,08 * 137 + 9,8 * 170 * 56 * 1,5 * 1,8 = 9968,56 \text{ р.};$$

Стоимость отливки:

$$C_3 = 0,85 * 1300 - 0,15 * 137 + 9,8 * 30 * 16 * 1,5 * 1,8 = 1700,15 \text{ р.}$$

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется:

$$\Delta_3 = (C_{31} - C_{32})N, \text{ где } N\text{- годовая программа, шт};$$

$$\Delta_3 = (257965,24 - 13785,25) * 100 = 24417999 \text{ р.}$$

### 1.3. Выбор технологических баз

Базирование необходимо на всех стадиях создания изделия: конструировании, изготовлении, измерении, а также при рассмотрении изделия в сборе. Это обстоятельство и положено в основу классификации баз ГОСТ 21495-76.

При изготовлении детали "Камера" базы выбраны так, чтобы деталь можно было обработать за один установ.

Для обеспечения наибольшей точности обрабатывания деталей всегда стремятся к принципу единства баз, т.е., чтобы конструктивная, технологическая и измерительная базы представляли собой одну и ту же поверхность детали.

При обработке корпусных деталей используется следующий метод базирования: обработка от плоскости, т.е. вначале окончательно обрабатывают установочную плоскость, затем принимают ее за установочную базу и относительно нее обрабатывают точные отверстия;

Для выполнения конструктивных требований, предъявляемых к деталям класса корпусов, используется принцип постоянства и совмещения баз: обработка от плоскости.

Для обеспечения наибольшей точности перед основной операцией подготавливается база.

### 1.4. Разработка маршрутной технологии механической обработки детали "Камера"

В данном проекте разработана маршрутная технология механической обработки детали, максимально схожая с заводской технологии изготовления подобных деталей.

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

Таблица 5 – Маршрутная технология

№ ОП	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции	№ поверхности
005	Комбинированная с ЧПУ	Spinner U5-620	Переход 1. Фрезеровать поверхность. Переход 2. Расфрезеровать отверстие начисто. Переход 3. Сверлить 4 отв Ф4,8	
010	Комбинированная с ЧПУ	Spinner U5-620	Переход 1. Фрезеровать 2 поверхности с поворотом стола. Переход 2. Фрезеровать плоскость бокового фланца. Переход 3. Фрезеровать контур бокового фланца. Переход 4. Фрезеровать паз на боковом фланце. Переход 5. Сверлить 4 отв. 4,5мм на боковом фланце. Переход 6. Фрезеровать плоскость левого фланца. Переход 7. Фрезеровать контур левого фланца. Переход 8. Фрезеровать паз на левом фланце. Переход 9. Сверлить 4 отв. 4,5мм на левом фланце. Переход 10. Снять 4 фаски 3*45 с поворотом стола. Переход 11. Снять фаску 13*45. Переход 12. Сверлить 4 отв. под резьбу М4-7Н. Переход 13. Нарезать резьбу М4-7Н. Переход 14. Сверлить 3 отв. под М3*0,35 6Н. Переход 15. Нарезать резьбу М3*0,35 6Н.	
015	Слесарная			
020	Электро-искровая		Прошить 2 окна	
025	Контрольная			



## 1.5. Расчет припусков

### 1.5.1. Расчет припусков аналитическим методом

Определим припуск на размер  $\Phi 33,8^{+0,05}$  мм.

Заготовка: отливка.

Материал детали – Сплав 32НКД

Масса заготовки  $m_3=0,95$  кг.

Технологический маршрут обработки отверстия  $\Phi 33,8^{+0,05}$  мм:

- получистовое фрезерование
- чистовое фрезерование

Таблица 6 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности  $\Phi 33,8^{+0,05}$

Технологич. переходы обработки	Элементы припуска, мкм				Расчет -ный при-пуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчет -ный размер $D_p$ , мм	Допус к $\delta$ , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение припусков, мм	
	Rz	h	p	$\varepsilon$				Dmin	Dmax	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	32	63	15	100	-	33,24	0,620	32,67	33,73	-	-
Чистовое расфрезерование	15	20	10	40	565	33,81	0,10	33,76	33,76	0,570	1,090
Тонкое расфрезерование	2,5	5	1	-	40	33,85	0,05	33,8	33,85	0,040	0,090
Итого:										0,61	1,18

Расчетный минимальный межоперационный припуск определим пользуясь формулой, а результаты занесем в таблицу 6.

$$2Z_{\min} = 2\left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right)$$

Графу  $D_p$  заполним, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого

периода. Минимальные предельные значения припусков  $Z_{min}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения  $Z_{max}$  – соответственно разности наименьших предельных размеров.

Для чистового расфрезеровывания:

$$2Z_{max}^{пр} = 33,76 - 32,67 = 1,09 \text{ мм.}$$

$$2Z_{min}^{пр} = 33,76 - 33,19 = 0,570 \text{ мм.}$$

Тогда для тонкого расфрезеровывания:

$$2Z_{max}^{пр} = 33,85 - 33,76 = 0,090 \text{ мм.}$$

$$2Z_{min}^{пр} = 33,8 - 33,76 = 0,040 \text{ мм.}$$

Общий минимальный и максимальный припуски:

$$2Z_{o_{min}} = \sum 2Z_{min} = 0,570 + 0,040 = 0,61 \text{ мм.}$$

$$2Z_{o_{max}} = \sum 2Z_{max} = 1,09 + 0,090 = 1,18 \text{ мм.}$$

### 1.5.2. Табличный метод расчета припусков

Метод литья по выплавляемым моделям применяется для изготовления деталей высокой точности и сложной конфигурации. Данным методом достигается 4-6 класс чистоты поверхности и 4 класс точности размеров, что для детали "Камера" достаточно, что бы отлить заготовку в размер, назначая припуски только на те поверхности, которые следует обработать.

На остальные поверхности детали припуски назначим по справочным данным, а результаты занесем в таблицу 7.

Таблица 7 – Припуски на обработку

Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
			Верхнее	Нижнее
47	4	0,39	0	-0,39
57	8	0,46	0	-0,46
71 <sup>+0,05</sup>	4	0,05	0,05	0
94	8	0,54	0	-0,54

## 1.6. Выбор средств технологического оснащения

Технологическое оснащение – комплекс элементов, обеспечивающий выполнение процесса изготовления деталей заданной точности и производительности с оптимальными затратами на производство.

Роль технологического оснащения в осуществлении механической обработки велика. Рациональный выбор всех элементов: металлорежущего оборудования, установочно-зажимных приспособлений, режущего, мерительного и вспомогательного инструментов позволят обеспечить оптимальные режимы резания, высокую производительность.

В производственных условиях достигается высокое качество продукции, уменьшается себестоимость изготовления деталей, облегчаются условия труда.

Наиболее приемлемым оборудованием для заданного типа производства обработки корпусных деталей являются обрабатывающие центры.

Выбор технологического оборудования станков зависит от:

- типа производства, требуемой производительности и себестоимости;
- метода обработки отдельных элементов детали;
- габаритных и обрабатываемых размеров;
- мощности, необходимой для резания;
- возможности обеспечения точности размеров и формы;
- степени удобства и безопасности работы станка.

Для данной технологии выберем обрабатывающий центр SPINNER U5-620 производства Германии.

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19



Рисунок 1 – вертикально-фрезерный обрабатывающий центр SPINNER U5-620

Описание 5-ти координатного вертикально-фрезерного обрабатывающего центра SPINNER U5-620 с ЧПУ.

Станок серии «U5-620» представляет собой современный 5-ти координатный вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ, предназначенный для обработки деталей сложной конфигурации с высокой точностью и качеством обработанной поверхности, примененные при конструировании станка технические решения позволяют достигнуть высокой степени автоматизации станка при установке их в гибкие автоматизированные производственные линии.

Узлы и механизмы станка смонтированы на жесткой чугунной станине, в верхней части станины расположены горизонтальные направляющие качения оси X, по которым перемещается нижняя каретка. В верхней части нижней каретки расположены горизонтальные направляющие

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

качения оси Y, по которым перемещается верхняя каретка. На вертикальной части верхней каретки расположены направляющие качения оси Z, по которым перемещается шпиндельная бабка со шпиндельным узлом. Механизм наклона стола расположен в станине станка, для обеспечения повышенной жесткости стола применяется дополнительная опора, крепление детали производится на наклонно-поворотный рабочий стол Ø 650 мм. (внутреннее кольцо- Ø 500 мм.). Для крепления детали на столе предусмотрены 5 Т-образных пазов шириной 18 мм. и центральное отверстие Ø 50 мм Н7.

Для обеспечения повышенной жесткости стола применяется дополнительная опора. Угол поворота наклонно-поворотного стола  $-5^{\circ}$  ( $-90^{\circ}$ )/ $+110^{\circ}$  градусов, привод- червячный редуктор, фиксация оси- при помощи механизма с пневматическим приводом ( гидрозажим-опциональное оснащение), поворот стола (ось С ) происходит вокруг вертикальной оси вращения на 360 градусов, фиксируется стол при помощи механизма с пневматическим приводом( гидрозажим-опциональное оснащение). Точность угловых перемещений наклонно-поворотного стола обеспечивается применением (опция) оптических шкал, обеспечивающих заявленную точность независимо от износа червячного редуктора. Закаленные, шлифованные направляющие для подвижных частей, выполняющих перемещения по осям X, Y, Z, являются направляющими качения (роликовые). Инструментальный магазин на 32 инструмента в стандартной комплектации (с горизонтальной осью вращения расположен слева от шпиндельной бабки).

Смену инструмента производит двухплечевой сменщик типа «механическая рука», время смены инструмента -1,6 сек. Конструкция инструментального магазина предусматривает наличие дверки, которая открывается во время смены инструмента, при выполнении процесса обработки дверка закрыта, обеспечивая надежную изоляцию механизма

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						21
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

смены инструмента от стружки и СОЖ. Зажим инструмента по DIN 69872 обеспечивает пневматическая система станка. При смене инструмента предусмотрен обдув конуса шпинделя. В качестве измерительных систем применены датчики кругового вращения- прямые измерительные системы. По желанию заказчика производится установка оптических линеек (прямые измерительные системы), в которых предусмотрена подача сжатого воздуха, в этом случае возможное разрешение перемещения по осям составляет  $\pm 0.0025$  мм., повторяемость  $\pm 0.0015$  мм. При применении прямых измерительных систем в состав станка включена система температурной компенсации, учитывающая изменение геометрии станка, связанное с нагревом шпинделя.

В состав станка входит (опция) гидравлическая станция с баком емкостью 60 литров, гидравлический привод обеспечивает фиксацию наклонно-поворотного стола, работу станочных зажимных приспособлений, устанавливаемых на рабочем столе. Максимальное давление в гидравлической системе 50 бар, рабочее давление фиксации наклонно-поворотного стола-35 Бар.

В состав пневмосистемы входит блок подготовки сжатого воздуха, в нем предусмотрена возможность удаления образующегося конденсата. Лубрикатор обеспечивает насыщение сжатого воздуха масляным туманом, защищающем узлы и механизмы станка, питающиеся сжатым воздухом, от коррозии и износа. Предусмотрена возможность регулирования степени насыщения воздуха маслом. Максимальное давление в пневмосистеме -10 бар, номинальное -6 бар, минимальное-5 бар. Для смазки направляющих с станке предусмотрена система централизованной смазки.

Для измерения размера и положения инструмента в рабочей зоне применяется измерительная система, которая предусматривает автоматический обдув инструмента сжатым воздухом перед проведением измерения. Кроме этого, с целью сокращения времени на привязку

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

инструмента к нулевой точке применяются приборы настройки инструмента вне станка. Для измерения положения детали применяется лазерная система измерения положения детали.

Размеры рабочей зоны загрузки и конструкция сдвижных дверей обеспечивают удобство выполнения работ по установке обрабатываемой детали. Конструкция облицовки станка включает в себя фронтальную раздвижную дверь и раздвижную дверь, расположенную с правой стороны станка, двери оснащены оснащенной системой блокировки и стеклянными экранами, защищающими оператора станка в процессе обработки детали от брызг СОЖ и позволяющими наблюдать за процессом обработки детали. В зону резания СОЖ подается по соплам, позволяющих регулировать направление струи. В качестве опции предусмотрено применение пистолета для смыва стружки СОЖ с детали. Подача СОЖ высокого давления возможна при применении соответствующей опции, при этом устанавливается панель, закрывающая зону обработки сверху. Станок комплектуется лампой местного освещения.

В стандартной комплектации станка в качестве привода главного движения применяется частотно-регулируемый электродвигатель с числом оборотов 12 000 об/мин., расположенный соосно со шпинделем, передача крутящего момента обеспечивается муфтовым соединением. Исполнение конуса шпинделя в этом варианте –SK 40. В станке имеется система охлаждения шпиндельного узла жидкостью. Для удаления образующейся в процессе обработки стружки, станок комплектуется приставным конвейером удаления стружки скребкового типа ( направление удаления стружки -«влево»).

Электрооборудование станка выполнено с учетом требований ЕС. Шкаф управления смонтирован непосредственно на станке, оборудован системой вентиляции. Панель стационарного пульта управления

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

расположена в удобном для оператора месте с учетом требований эргономики. Станок оборудован счетчиком моточасов.

Для удобства работы по ручному перемещению шпинделя применяется электронный маховик. 2-х цветной сигнальной лампой, информирующей о состоянии станка («Сбой в работе», «Программа обработки выполнена»). Уровень производимого шума не более 73 дБ. Установка станка и выставление по уровню производится при помощи установочных башмаков. В случае необходимости предусмотрена установка станка на анкерные болты. Уровень технических решений, заложенных в станке соответствует требованиям ЕС и позволяет отнести станок к металлообрабатывающему оборудованию самого высокого класса.

Таблица 8 – Технические характеристики станка

Основные данные	
1	2
Перемещение по оси X, мм	620
Перемещение по оси Y, мм	520
Перемещение по оси Z, мм	460
Скорость быстрых перемещений, м/мин	30
Размеры стола, мм	2-х осевой управляемый ЧПУ наклонно-поворотный стол $\Phi=650\text{мм}$ (внутреннее кольцо $\Phi=500\text{мм}$ )
Система ЧПУ	
Система ЧПУ	Siemens 840D
Шпиндель	
Макс. число оборотов, об/мин	9000/12000 (20000- $\text{HSK-A63}$ )
Мощность шпинделя (при S1-100%/S6-10%), кВт	9/15 ( $\text{HSK-A63}$ , 20000 об/мин, 25/29)
Конус шпинделя	SK40
Момент шпинделя (при S1-100%/S6-10%), Нм	63/100 ( $\text{HSK-A63}$ , 20000 об/мин, 83/99)
Поворотный стол	
Диаметр центрального отверстия, мм	50Н7х30
Передаточное отношение	1:120
Мин. дискретность, град.	0,001
Скорость об/мин	15/ 25/ 50/ 250
Макс. нагрузка на стол, кг	500



## Окончание таблицы 8

1	2
Габариты станка	
Длина, мм	2600
Ширина, мм	2350
Высота, мм	2750
Масса станка	
Масса станка, кг	6800

### 1.7. Выбор режущих инструментов и режимов резания

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

В проектом варианте используется станок с ЧПУ. Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на данной операции будет вестись современным, высокопроизводительным инструментом фирмы "Garant" и "KYOCERA". С этой системой без труда можно собрать самые разнообразные наладки. Она полностью отвечает широкому диапазону требований при работе на старом оборудовании и на современных станках.

Режущий инструмент выбирают с учетом:

- требования максимального использования нормализованного и стандартного инструмента;
- типа производства, метода обработки;
- размеров и качества обрабатываемых поверхностей;
- обрабатываемости материала;
- стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки – черновая, чистовая, отделочная.

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Таблица 9 - Типы режущего инструмента для проектируемого варианта

Операция	Название операции	Тип инструмента
005	Комбинированная с ЧПУ	1. Фреза концевая Ф22 KYOCERA MEC11T Пласт. BDMT 11T308 ER-JT FR 1225 2. Фреза торцевая Ф40 KYOCERA MRW 222250 Пласт. ROMU MOER-SM CA 6535 3. Сверло GARANT HSS\Е N 1113150 Ф4,8
010	Комбинированная с ЧПУ	1. Фреза концевая Ф13 GARANT HSS-PM 191050 2. Фреза концевая Ф3 GARANT HSS-PM 191891 3. Сверло Ф4,5 GARANT HPC HSS-PM 113280 4. Сверло Ф3,3 GARANT VHM 122300 5. Сверло Ф2,6 GARANT VHM-HPC 122380 6. Метчик М3 GARANT HSS\Е 132740 7. Метчик М4 GARANT HSS\Е 135850

## Система обозначения пластин и инструмента

В соответствии с ISO 1832-2004

1. ФОРМА ПЛАСТИНЫ						2. ЗАДНИЙ УГОЛ ПЛАСТИНЫ				
80° C	55° D	R	S	T	35° V	80° W	0° N	7° C	5° B	
4. ТИП ПЛАСТИНЫ			5. РАЗМЕР ПЛАСТИНЫ = ДЛИНА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ							
A	G	M	T							
7. РАДИУС ПРИ ВЕРШИНЕ										
			04 $r_ε = 0,4$	Рекомендации по первому выбору радиуса при вершине:						
			08 $r_ε = 0,8$	Пластина	T-MAX P	T-MAX U				
			12 $r_ε = 1,2$	ЧИСТОВАЯ	08	04				
			16 $r_ε = 1,6$	ПОЛУЧИСТОВАЯ	08	08				
			24 $r_ε = 2,4$	ЧЕРНОВАЯ	12	08				
8. ГЕОМЕТРИЯ – ОСОБОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ИЗГОТОВИТЕЛЯ										
<p>Код ISO состоит из девяти символов, из которых 8-й и 9-й используются только по необходимости. Кроме того, изготовитель может добавить два символа в конце, например:</p> <p>-PF = ISO P Чистовая обработка</p> <p>-MR = ISO M Черновая обработка</p>										
B. СИСТЕМА КРЕПЛЕНИЯ										
D		M		P		S				
Прижим повышенной жесткости (RC)		Прижим сверху и поджим за отверстие		Прижим рычагом за отверстие		Крепление винтом				
D. ИСПОЛНЕНИЕ			E. ВЫСОТА ХВОСТОВИКА			G. ДЛИНА ИНСТРУМЕНТА				
R	Правое					Длина резца = $l_1$ в мм 				
L	Левое		F. ШИРИНА ХВОСТОВИКА			H = 100      S = 250 K = 125      T = 300 M = 150      U = 350 P = 170      V = 400 Q = 180      W = 450 R = 200      Y = 500				
N	Нейтральное									

Рисунок 2 - Система обозначения пластин и инструмента

Международная Организация по Стандартизации (ISO) установила основные правила обозначения инструмента для всех областей металлообработки. Основные характеристики инструмента обозначаются одинаково всеми поставщиками инструмента, поэтому потребитель может достаточно легко ориентироваться при выборе продукции. На упаковку, в

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

ДП 44.03.04.183 ПЗ

Лист

27

которой поставляется инструмент, а часто и на сам инструмент, наносится обозначение, состоящее из нескольких латинских букв и цифр, они

располагаются в определенном порядке и содержат необходимую для потребителя информацию. Обозначение инструмента содержит данные, по которым можно получить представление о самом инструменте и его применении.

В условиях серийного производства следует применять:

- размеры режущего инструмента (развертки, сверла, зенкера) определяют исходя из промежуточных размеров обработки, размеры других;
- инструментов из расчета на прочность и жесткость.

### **1.7.1. Выбор фрезерного инструмента**

Операция 005 «Комбинированная с ЧПУ»:

Для фрезерных переходов применяем инструмент: Фреза торцовая Ф40 KYOCERA MRW 222250 пластины ROMU MOER-SM CA 6535

### **1.7.2. Выбор сверлильного инструмента**

Для сверления отверстий будем применять сверла Ф4,8 GARANT HSS\E N 1113150

### **1.7.3. Выбор режимов резания**

Режимы резания выбираются в соответствии с инструментальным каталогами фирм GARANT и KYOCERA в котором указаны рекомендуемые режимы резания для режущих инструментов и обрабатываемых марок материалов.

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		28

1. Для фрезерных переходов:

$t=2$  мм;

$i=2$ ;

$F=932$  мм/мин;

$n=1910$  об/мин.

2. Для сверлильных переходов:

Сверлить отверстия  $\Phi 4,8$

$F = 25,9$  м/мин;

$n = 995$  об/мин.

### 1.8. Контрольно – измерительные средства

Выбор контрольно-измерительных средств зависит:

- от вида контролируемой поверхности;
- точности параметров;
- количества замеров.

Перечислим основные группы инструментов, применяемых для контроля детали:

- размеры, заданные чертежом, в основном контролируются специальными измерительными инструментами: штангенциркули: ШЦ-I-125-0,1, нутромер 18-50 ГОСТ 9244-75, шаблон  $3 \times 45^0$  8371-0023 МН 1416-61, калибр пробка М3\*0,35 6Н 8261-3019 ГОСТ 17756-72, калибр пробка М4-7Н 8261-3024 ГОСТ 17756;

- для контроля шероховатости поверхностей – визуально по образцам шероховатости ГОСТ 9378-93.

Выбранный инструмент обеспечивает необходимую точность и производительность измерений всех параметров детали на различных стадиях технологического цикла.

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

## 1.9. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Т 1. – М: Машиностроение, 1985,с.99]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_o + t_B + t_{об} + t_{от},$$

где  $T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время;

$n$  – количество деталей в партии,  $n = 10$ шт;

$t_o$  – основное время, мин;

$t_B$  – вспомогательное время, мин;

$t_{об}$  – время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{от}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з},$$

где  $t_{yc}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$  – время на приемы управления, мин;

$t_{и.з}$  – время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего места определяется по формуле:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг},$$

где  $t_{тех}$  – время на техническое обслуживание, мин;

$t_{орг}$  – время на организационное обслуживание, мин.

Основное время :

$$T_o = l : S_m \times i,$$

где  $l$  – расчетная длина;

$i$  – число рабочих ходов.

Расчетная длина:

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$l=l_0+l_{вр}+l_{пер},$$

где  $l_0$ — длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$ — величина врезания инструмента, мм;

$l_{пер}$  — величина перебега.

### Операция 005. Переход 1

1. Основное машинное время  $T_M$ , мин, определяется по формуле:

$$T_M = \frac{L_{р.х}}{S_M} \cdot i,$$

где  $L_{р.х}$ - длина рабочего хода инструмента в направлении подачи, мм;

$i$  – число проходов;

$S_M$ - величина минутной подачи.

$$T_M = 100/932 \cdot 2 = 0,215 \text{ мин},$$

2. Вспомогательное время  $T_{всп}$ , мин, определяется по формуле:

$$T_{всп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм},$$

где  $t_{уст}$ - время на установку и снятие детали, мин;

$t_{пер}$ - время связанное с переходом, мин;

$t_{изм}$ - время на измерение, мин.

$$T_{всп} = 0,40 + 0,14 + 0,40 = 0,94 \text{ мин},$$

3. Оперативное время  $T_{опер}$ , мин, определяется по формуле:

$$T_{опер} = T_M + T_{всп}$$

$$T_{опер} = 0,215 + 0,94 = 1,155 \text{ мин},$$

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

4. Время на обслуживание рабочего места  $T_{обсл}$ , мин, определяется по формуле:

$$T_{обсл} = 0,03 \cdot T_{опер}$$

$$T_{обсл} = 0,03 \cdot 1,155 = 0,035 \text{ мин,}$$

5. Время на отдых и естественные надобности  $T_{отд}$ , мин, определяется по формуле:

$$T_{отд} = 0,04 \cdot T_{опер}$$

$$T_{отд} = 0,04 \cdot 1,155 = 0,462 \text{ мин,}$$

6. Штучное время  $T_{шт}$ , мин, определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_{опер} + T_{обсл} + T_{отд}$$

$$T_{шт} = 1,155 + 0,035 + 0,462 = 1,652 \text{ мин,}$$

7. Штучно-калькуляционное время  $T_{шт.кал.}$ , мин, определяется по формуле:

$$T_{шт.кал.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{N},$$

где  $T_{шт}$  -штучное время, мин;

$T_{п.з.}$  - подготовительно-заключительное время, мин (70 мин);

$N$  – количество деталей в партии, шт.

$$T_{шт.кал.} = 1,652 + 70/100 = 2,352 \text{ мин.}$$

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32



## 2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для дипломного проекта управляющая программа будет разработана в системе ЧПУ Siemens 840D.

### 2.1. Основные сведения о системе Siemens 840D

SINUMERIK 840D sl представляет собой универсальную и гибкую систему ЧПУ, расширяемую макс. до 31 оси. Децентрализованная, легко изменяемая, открытая система с широким спектром функций может использоваться практически для любой технологии; данная система устанавливает эталоны в динамике, точности и возможностях сетевой интеграции.

Важной характеристикой SINUMERIK 840D sl является децентрализованная, полностью интегрированная в технологическую структуру привода SINAMICS S120 структура и коммуникационные связи. Программное и аппаратное обеспечение системы могут масштабироваться по отдельности.

Отличительные особенности:

- SINUMERIK 840D sl это система ЧПУ для выполнения задач средней и высокой сложности;
- макс. рабочие характеристики и гибкость прежде всего для сложных многоосевых установок;
- сквозная открытость от управления до ядра ЧПУ;
- тестированное ПО управления и программирования (например, ShopMill или ShopTurn) и продукты Motion Control Information System (продукты MCIS) для производственной сферы;
- встроенные сертифицированные функции безопасности SINUMERIK Safety Integrated, которые позволяют обеспечить

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.183 ПЗ					

высокоэффективную, простую и экономичную защита персонала и оборудования.

Область применения:

SINUMERIK 840D sl используется во всем мире в технологиях точения, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, высечки, штамповки; при изготовлении инструментов и форм; при высокоскоростной обработке; при обработке дерева и стекла; в манипуляторах; на автоматических линиях и агрегатных станках в крупно- и мелкосерийном производстве.

Для использования в странах, для которых требуется специальное разрешение на вывоз, предлагается SINUMERIK 840DE sl в экспортном варианте.

## 2.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ

Управляющая программа разрабатывается с применением G и M функций и использованием постоянных циклов программирования. Перечень подготовительных, вспомогательных функций и циклов для программирования приведен в таблицах 10, 11, 12.

Таблица 10 - Подготовительные функции

G0	Быстрый ход
G1	Рабочий ход
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G17	Рабочая плоскость XY
G18	Рабочая плоскость XZ
G19	Рабочая плоскость YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Коррекция на радиус инструмента слева от контура
G42	Коррекция на радиус инструмента справа от контура
G500	Отключение всех нулевых точек
G53	Ликвидация всех смещений нулевой точки
G54	Активизация первого смещения нулевой точки

Окончание таблицы 10

G55	Второе смещение нулевой точки
G56	Третье смещение нулевой точки
G57	Четвертое смещение нулевой точки
G64	Выход в заданную точку блока перемещения происходит не совсем точно, а с некоторым закруглением к следующему перемещению
G90	Задание абсолютных размеров
G91	Задание относительных размеров
G94	Скорость подачи F мм/мин
G95	Скорость подачи F мм/об
G96	Постоянная скорость резания при точении
G97	Постоянное число оборотов при сверлении

Таблица 11 - Вспомогательные функции

M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M2	Конец программы
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов шпинделя
M6	Смена инструмента
M8	Подача СОЖ
M9	Отключение СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M23	Открыть контейнер для приема готовой детали
M24	Заккрыть контейнер
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы, переход на начало программы

Таблица 12 - Постоянные циклы

CYCLE 71	Фрезерование торца
CYCLE 72	Фрезерование по контуру
CYCLE 83	Сверление
CYCLE 84	Нарезание резьбы метчиком
POCKET 3	Фрезерование прямоугольного кармана
POCKET 4	Фрезерование круглого кармана

### 2.3. Фрагмент управляющей программы

В данном фрагменте управляющей программы показана обработка по переходам: 6, 7, 8 и 9.

T1D1; torceвая freza d40

M6

G90 G54 G64 G94 G17

G0 S120F428 M3 M8

CYCLE71(100,94,1,4,22,6,-33,12,0,2,0.3, ,0.2, ,1)

M9

T2D1; koncevay freza d22

M6

G90 G54 G64 G94 G17

G0 S55 F318 M3 M8

CYCLE72(«contur», 100,94,1,3,03,03,04,04,111,41,21,4)

M9

T3D1; koncevaya freza d3

M6

G90 G54 G64 G94 G17

G0 S32 F62 M3 M8

POCKET3(100,94,1,19.8,28.5,5,1.5,0,0,0,0.3,0.1,0.1,0.3,0.1,0,1,0)

M9

T4D1; sverlo d4.5

M6

G90 G54 G64 G97 G17

G0 S20 F28 M3 M8

MCALL CYCLE83 (100,94,1,89,89,,,,1,1,0,1,0)

G0 X-13.5 Y-18.75

G0 X13.5 Y-18.75

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

G0 X13.5 Y18.75

G0 X-13.5 Y18.75

MCALL

M9

					<i>ДП 44.03.04.183 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Исходные данные для выполнения экономического обоснования

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий дипломного проекта определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации. Для дипломного проекта, содержание которого заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологии, методики расчета заключается в оценке сравнительной экономической эффективности двух вариантов с целью выбора более прогрессивного.

Проектируемый вариант за счет внедрения многоцелевого обрабатывающего центра SPINNER U5-620 позволяет в одной операции выполнять фрезерование, сверление, нарезание резьбы. Преимущество проектируемого варианта в сравнении с базовым заключается в следующем: сокращение парка станков; сокращение вспомогательного времени, сокращение штучно-калькуляционного времени.

Годовая программа выпуска – 100 шт.;

Нормы штучно–калькуляционного времени  $T_{шт-к}$  (мин.) для базовой и проектируемой операций занесены в таблицу.

Таблица 13 – Нормы штучно-калькуляционного времени

Операция	$T_{шт-к}$ , мин
Фрезерная (базовый вариант)	137
Токарная (базовый вариант)	124
Сверлильная (базовый вариант)	20
Расточная (базовый вариант)	6
Шлифовальная (базовый вариант)	13
Комбинированная с ЧПУ (проектный вариант)	54

Таблица 14 – Часовые тарифные ставки, р.

Наименование профессии	Разряды			
	3	4	5	6
Станочник	72,15	86,58	115,44	129,87
Оператор станков с ЧПУ	110,97	154,13	184,95	246,60

Годовой фонд времени работы единицы оборудования 5842 часов.

Коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса  $K=1,2$

Нормы амортизационных отчислений:

Для универсального оборудования 5%,

Для станков с ЧПУ 6,7% от стоимости станка.

Стоимость электроэнергии 1кВт·ч = 3,80 р.

### 3.2. Определение капитальных вложений

Состав капитальных вложений  $K$ , руб. определяем по формуле:

$$K = \sum K_{заг} + \sum K_{обр} + \sum K_{прг}$$

где  $K_{обр}$  - капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прг}$  - капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

$K_{заг}$  - затраты на изготовление заготовки.

Определение количества технологического оборудования. Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{F_{\delta} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_{\gamma} \cdot 60}$$

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

$N$  – годовая программа выпуска детали представителя, шт;

60 – перевод минут в часы;

$F_d$  - действительный фонд времени оборудования, ч;

$K_b$  - коэффициент выполнения норм времени, 1,15;

$K_3$  – коэффициент загрузки оборудования, 0,78.

Таблица 15 – Количество оборудования по базовому варианту

Оборудование	Модель оборудования	Кол-во станков		Коэффициент загрузки
		Расчет.	Принят.	
Токарный станок	–	0,12	1	0,12
Вертикально-фрезерный станок	–	0,27	1	0,27
Универсально-фрезерный станок	–	0,11	1	0,11
Настольно-сверлильный станок	–	0,09	1	0,09
Координатно-расточной станок	–	0,02	1	0,02
Плоскошлифовальный станок	–	0,02	1	0,02

Таблица 16 – Количество оборудования по проектному варианту

Оборудование	Модель оборудования	Кол-во станков		Коэффициент загрузки
		Расчет.	Принят.	
Комбинированная с ЧПУ	SPINNER U5-620	0,02	1	0,02

Сегодня, при наличии на предприятиях недозагруженных мощностей покупка нового оборудования для изготовления одной конкретной детали нецелесообразна. Поэтому при проектировании нового технологического процесса технолог опирается на уже имеющиеся на предприятии станки.

Затраты на программное обеспечение. Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.



### 3.2.1. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ

Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ определяются по формуле:

$$K_{\text{прг}} = K_{\text{уп}} \cdot K_3 \cdot n$$

где  $K_{\text{уп}}$  – стоимость одной управляющей программы,  $K_{\text{уп}} = 8000 \text{ р.}$ ;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы,  $K_3 = 1,1$ ;

$n = 2$  количество операций для которых необходима программа.

$$K_{\text{прг}} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 2 = 17600 \text{ р.}$$

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт.		Стоимость одного станка, тыс. р.			Стоимость всего оборудования, тыс.р.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Одного станка	Всех станков	Цена	Затраты на монтаж	Первоначальная стоимость	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Токарный станок	1		10	10	568		568	568	
Вертикально-фрезерный станок	1		11	11	1500		1500	1500	
Универсально-фрезерный станок	1		2,3	2,3	882		882	882	
Настольно сверлильный станок	1		0,75	0,75	22		22	22	
Координатно-расточной станок	1		3	3	2961		2961	2961	

Окончание таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Плоскошлифовальный станок	1		3,6	3,6	416		416	416	
Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ SPINNER U5-620		1	25	25	26000	-	26000		26000
Итого	6	1						6349	26000

### 3.3. Расчет технологической себестоимости

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и} \quad (21)$$

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

$Z_э$  - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{зп}$  - затраты на заработную плату, р.;

$Z_{об}$  - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$  - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{и}$  - затраты на малоценный инструмент; р.

$$Z_{зп} = Z_{зпр} + Z_{н} + Z_э + Z_к + Z_{тр}$$

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

$Z_{н}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_3$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

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

$Z_{тр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

### 3.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$Z_{np} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{mn} \cdot k_{дон} \cdot k_{есн} \cdot k_p$$

где  $C_m$  - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{mn}$  - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{mn}=0,49$ );

$k_{дон}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

$k_{есн}$  -коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{есн}= 1,3$ );

$k_p$  – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ( $k_p = 1,15$ ).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{mn}}{F_p \cdot 60}$$

где  $t$  – штучное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска детали,  $N_{\text{год}} = 100$  шт;

$k_{\text{мн}}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  
 $k_{\text{мн}} = 0,49$ ;

$F_p$  – действительный годовой фонд работы одного рабочего,  $F_p = 1952$  ч.

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицы 18 и 19.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
Фрезерная	86,58	137	173,78	0,05	1
Токарная	86,58	124	157,29	0,05	1
Сверлильная	86,58	20	25,37	0,008	1
Расточная	86,58	6	7,61	0,0025	1
Шлифовальная	86,58	13	16,49	0,005	1
Итого			380,54	0,1155	5

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
Комбинированная с ЧПУ	154,13	54	120,94	0,02	1
Итого			120,94	0,02	1

### 3.3.2. Заработная плата вспомогательных рабочих:

$$Z_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p}{N_{год}}$$

где  $C_T^{всп}$  - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$F_p$  – действительный годовой фонд работы одного рабочего, ч;

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

$Ч_{всп}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

$$Ч_{всп} = \frac{q_p \cdot n}{H}$$

где  $q_p$  – расчетное количество оборудования, шт.;

$n$  – число смен работы оборудования;

$H$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, электронщиком.

Необходимое количество электронщиком:

$$Ч_{нал} = \frac{0,02 * 3}{6} = 0,01 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих – 5% от числа станочников, контролеров -7% от числа станочников.

Результаты расчетов сведем в таблицы 20 и 21.

Таблица 20- Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1. Контролер	123,3	0,008	34,54
2. Транспортный работник	93,09	0,006	19,56
Итого		0,014	54,1

Таблица 21 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектному варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1.Электронщик	135,63	0,01	47,5
2. Контролер	123,3	0,0014	6,05
3. Транспортный работник	93,09	0,001	3,26
Итого		0,0124	56,81

### 3.3.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение технологической операции, рассчитываются по формуле:

$$Z_3 = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{о.д} \cdot k_W \cdot t_{ум-к}}{\eta \cdot k_B} \cdot C_3, \text{ р.}$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, 0,3;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, 0,5;

$k_{о.д}$  – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателей станка ( $k_{о.д} = 1$ );

$k_W$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода (1,04);

$k_B$  – коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса 1,15;

$\eta$  – коэффициент полезного действия металлорежущего оборудования (принимается по паспорту оборудования) 0,9;

$C_0 = 3,80$  руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Результаты расчетов по вариантам сводятся в таблицы 22 и 23.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р.
Фрезерный	11	137	14,39
Токарный	10	124	11,84
Сверлильный	0,75	20	1,56
Расточной	3	6	0,17
Шлифовальный	3,6	13	0,45
Всего:			28,41

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по проектному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р.
SPINNER U5-620	25	54	12,89

### 3.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}$$

где  $C_{ам}$  - амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.;

$C_{рем}$  - затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot H_{ам} \cdot t_{ум-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}$$

где  $C_{об}$  – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений, 5% для универсального оборудования, 6,8% для ОЦ с ЧПУ;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд времени работы оборудования, час;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм.

Определение затрат на текущий ремонт оборудования.

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить укрупненным расчетом по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования.

Затраты на ремонт берутся в размере 6,8 % от стоимости оборудования на одну деталь на универсальное оборудование. 1% на обрабатывающий центр, т.к. требуется только техническое обслуживание.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицы 24 и 25.

Таблица 24 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
1	2	3	4	5	6	7
Вертикально-фрезерный станок	1500	1	5%	65	2448,47	150
Токарный	568	1	5%	124	1768,72	56,8



Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5	6	7
Универсально-фрезерный	882	1	5%	75	1661,2	88,2
Настольно-сверлильный	22	1	5%	20	11,05	0,22
Координатно расточной	2961	1	5%	6	446,15	29,61
Плоскошлифовальный	416	1	5%	13	135,8	41,6
Всего:					6471,39	366,43

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектному варианту

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
SPINNER U5-620	26000	1	6,8%	54	5727,45	260

### 3.3.5. Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента вычисляем по формуле

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_{п} \cdot C_{п}}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_{м} \cdot \eta_{и}$$

где  $C_{и}$  – цена единицы инструмента, р.;

$\beta_{п}$  - число переточек,  $\beta_{п} = 0$ ;

$C_{п}$  – стоимость одной переточки,  $C_{п} = 0,00$  р.;

$T_{ст}$  – период стойкости инструмента,  $T_{ст} = 240$  мин;

$T_{м}$  – машинное время, мин;

$\eta_{и}$  - коэффициент случайной убыли инструмента,  $\eta_{и} = 0,98$ ;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 100$  шт.  $N_{\text{год}} = 100$  шт. проектируемый

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по формуле:

$$Z_{\text{и}} = \frac{10000}{240 \cdot 100} \cdot 110,56 \cdot 0,98 = 451,45 \text{ р}$$

$$Z_{\text{и}} = \frac{3000}{240 \cdot 100} \cdot 100,6 \cdot 0,98 = 123,24 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{и}} = \frac{500}{40 \cdot 100} \cdot 19 \cdot 0,98 = 23,28 \text{ р по базовому варианту}$$

$$Z_{\text{и}} = \frac{3000}{240 \cdot 100} \cdot 6 \cdot 0,98 = 0,735 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{и}} = \frac{20000}{480 \cdot 100} \cdot 49,21 \cdot 0,98 = 201 \text{ р по проектируемому варианту}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 26

Таблица 26 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статья затрат	Базовый вариант Сумма, руб.	Проектный вариант Сумма, руб.
Заработная плата станочников	380,54	120,94
Заработная плата вспомогательных рабочих	54,1	66,81
Затраты на электроэнергию	28,41	12,89
Затраты на содержание оборудования	366,43	260
Затраты на эксплуатацию инструмента	598	202
Итого	1427,48	662,64

### 3.4. Определение годовой экономии

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}$$

где  $C_{б}$ ;  $C_{пр}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

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

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (1427,48 - 662,64) * 100 = 76484р.$$

### 3.5. Анализ уровня технологии производства

Уровень механизации труда:

$$K_{мех} = \frac{T_о + T_{всп}}{t} * 100\%$$

где:  $k_{мех}$  – коэффициент механизации на операции, %;

$T_о$  – основное (машинное) время обработки детали на программных операциях, мин;

$T_{всп}$  – вспомогательное время механизированных приемов, мин;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда:

$$B = \frac{F_p * k_{вн} * 60}{t}$$

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

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

$$B_б = \frac{1952 * 1,15 * 60}{300} = 448,96 \text{ дет./год}$$

$$B_{пр} = \frac{1952 * 1,15 * 60}{54} = 2494,22 \text{ дет./год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{пр} - B_б}{B_б} * 100\% = \frac{2494,22 - 448,96}{448,96} * 100\% = 455\%$$

где  $B_{пр}$ ,  $B_б$  – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Трудоемкость обработки детали это сумма всех затрат живого труда на изготовление единицы продукции, измеряемая в человеко-часах:

$$T = \frac{N_t}{V}$$

где  $N_t$  - количество отработанного времени, ч;

$V$  - объем произведенной продукции.

$$T_6 = \frac{12}{1} = 12 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ чел. -ч.}$$

Таблица 27 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам		Изменение показателя
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Годовой выпуск деталей, шт.	100	100	0
Количество оборудования, шт.	6	1	-5
Количество станочников, чел	6	1	-5
Количество вспомогательных рабочих, чел	2	3	+1
Технологическая себестоимость обработки годового объема, т.р.	142,748	66,264	-76,484
Коэффициент механизации, %	0,65	100	+35
Производительность труда, дет./год	448,96	2494,22	+2045,26
Трудоемкость, чел.-ч.	12	2	-10

Таким образом, в результате повышения технологического уровня изготовления детали был получен годовой экономический эффект в размере 76484 рубля.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте рассматриваются вопросы совершенствования технологического процесса изготовления детали «Камера». Среди операций по ее изготовлению есть комплексная операция, выполняемая на станках с числовым программным управлением.

Выполненное совершенствование технологического процесса и использование иного оборудования позволяет достигнуть высоких темпов роста производительности труда, и степени использования рабочего времени. Поэтому применение иного типа оборудования невозможно без учета необходимости подготовки соответствующих кадров: высококвалифицированных операторов станков с программным управлением, которые должны в короткие сроки освоить новое металлорежущее оборудование, обеспечивающее высокую производительность труда и качество готовой продукции.

Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением».

Переподготовка производится на базе ЧУДПО «УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР «УРАЛМАШЗАВОД» ».

Целью методической части является разработка методического обеспечения урока теоретического обучения для переподготовки операторов станков с программным управлением.

Требования к индивидуальным особенностям оператора станков с ЧПУ: быстрая и точная реакция; хорошая координация движений рук; хороший линейный глазомер; умение распределять внимание между несколькими объектами; хорошая память; чувство времени (способность мысленно оценивать промежутки времени при контроле за ходом работы станка); хорошее пространственное воображение, техническое мышление,

сообразительность и смекалка; хорошее зрение и слух; собранность, настойчивость, аккуратность.

Требования к профессиональной подготовке оператора станков с ЧПУ:

Должен знать: устройство и принцип действия станков с ЧПУ, правила их эксплуатации; устройство механизмов и приспособлений с механическими, электрическими, гидравлическими, пневматическими приводами; основы резания металлов, правила заточки режущего инструмента; систему допуска и посадок, классов шероховатости поверхности; элементы программирования, основы автоматизации и механизации; основы экономики производства; математику, физику, химию.

Должен уметь: выполнять рабочие операции (обточку, расточку, отрезку, проточку канавок, нарезку резьбы); установить заготовку, предотвращая отклонение параметров детали от заданных; пользоваться приспособлениями; правильно подбирать режим работы станка.

Основное внимание при повышении квалификации операторов станков с ПУ уделяется работе в новых программных продуктах – Heidenhain, Siemens.

В нашем случае для подготовки операторов станков с ЧПУ будет использоваться система ЧПУ Siemens 840d, поскольку в разрабатываемом проекте выбран вертикально-фрезерный обрабатывающий центр SPINNER U5-620.

#### **4.1. Анализ учебно-программной документации**

Курсы повышения квалификации по профессии «Оператор станков с программным управлением»

Срок обучения: 340 часов.

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

Программа предназначена для повышения квалификации операторов по эксплуатации станков с ПУ и программированию технологических операций.

Программа учебный план, который определяет объем курса.

В процессе обучения специалисты знакомятся с функциональными возможностями УЧПУ, основами программирования, отрабатывают практические навыки по управлению станком.

Программа предусматривает теоретическое и практическое обучение .

В Учебном центре работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, имеющие большой практический стаж работа. Также в процесс обучения привлекаются специалисты-практики ПАО «Уралмашзавод» и других предприятий, преподавательский состав ВУЗов.

Обучение проходит на базе интерактивного учебного класса.

Данный курс обучения рассчитан на специалистов со средне-специальным или высшим образованием, имеющих опыт работы на станках с ЧПУ.

По окончании обучения выдается свидетельство о повышении квалификации.

Таблица 28 - Учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор станков с программным управлением»

Индекс	Наименование циклов, дисциплин, профессиональных модулей, МДК, практик	Формы промежуточной аттестации	Обязательная нагрузка обучающихся (час)	
			всего	в т.ч.лаб. и практ. занятий
1	2	3	4	5
<b>ТО</b>	<b>Теоретическое обучение</b>		<b>136</b>	<b>60</b>
<b>ОП.00</b>	<b>Общепрофессиональные дисциплины</b>		<b>58</b>	<b>30</b>
ОП.01	Материаловедение	зачет	16	8
ОП.02	Допуски и технические измерения	зачет	10	6

## Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5
ОП.03	Техническое черчение и чтение чертежей	зачет	12	8
ОП.04	Основы организации производства и оплата труда	зачет	10	4
ОП.05	Охрана труда на машиностроительных предприятиях	зачет	10	4
<b>ПМ.00</b>	<b>Профессиональный модуль</b>		<b>74</b>	
<b>ПМ.01</b>	<b>Выполнение работ на станках с программным управлением</b>		<b>74</b>	<b>30</b>
МДК.0 1	Устройство и обслуживание станков с ПУ	зачет	16	6
МДК.0 2	Основы программирования и подналадка станка с ПУ (по заданной программе)	ДЗ	20	10
МДК.0 3	Технология обработки деталей на станке с ПУ	ДЗ	28	10
МДК.0 4	Техническая документация контроля	ДЗ	10	4
<b>ПО</b>	<b>Производственное обучение</b>	<b>КР</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
	Резерв учебного времени			
	Консультации		4	
	Квалификационный экзамен		4	
	<b>ИТОГО</b>		<b>340</b>	<b>260</b>

#### 4.2. Составление тематического плана

Тематический план раскрывает последовательность изучения разделов и тем программ, устанавливающий распределение учебных часов по разделам и темам дисциплины как из расчета максимальной учебной нагрузки студента, так и аудиторных занятий.

Наиболее общими характеристиками тематического плана является представленная в ней последовательность изучения тем программы и количество часов, отведенных на изучение каждой темы. Эти характеристики регулируются следующими дидактическими принципами:

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.183 ПЗ				



научность, связь теории с практикой, систематичность и доступность, унификация и дифференциация.

Таблица 29 – Тематический план по дисциплине "Техническое черчение и чтение чертежей"

№ Урока	Тема	Отведенных часов	
		Теоретическое обучение	В том числе практическое обучение
1	Правила чтения чертежей	2	
2	Построение плоского чертежа	4	4
3	Чтение и построение сборочных чертежей	4	4
4	Схемы (кинематические, электрические)	2	
Всего:		12	8

### 4.3. Урок теоретического обучения

Предмет: «Техническое черчение и чтение чертежей».

Тема урока: «Построение плоского чертежа.».

Тип урока: комбинированный урок.

Цели урока:

- **Обучающая:** познакомить с понятием рабочий чертеж детали, его видами, изображением и обозначением на чертежах;
- **Развивающая:** развивать пространственное представление и пространственное мышление учащихся;
- **Воспитательная:** формировать познавательный интерес к предмету, воспитывать аккуратность и четкость при выполнении чертежей.

Метод обучения: объяснительно-иллюстративный метод.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- Понятие рабочий чертеж детали;

– Чертежные виды;

– Виды разрезов;

**Уметь:**

– Строить плоский чертеж.

Таблица 30 – План хода урока по “ Построение плоских чертежей ”

Деятельность преподавателя	Время, мин	Наглядные средства, ТСО	Деятельность учащихся
1	2	3	4
1.Организационная часть (проверка явки учащихся).	5	-	Приветствие преподавателя.
2.Вводная часть, ознакомление учащихся с темой, целью и задачами урока.	7	-	Слушают, конспектируют.
3.Основная часть, повторение предыдущего материала имеющего связь с изучением нового материала. Рассказывает новый материал, диктует основные понятия под запись .	20	Плакаты Разные виды чертежей.	Запись определений. Слушают новый материал, записывают основные понятия.
4.Закрепляющий контроль. Преподаватель объясняет суть задания, следит за выполнением, в случае необходимости оказывает помощь.	48	Карточки задания. Чертеж детали.	Обучаемые получают задание на закрепляющий контроль, выполняют предложенную работу, в случае необходимости обращаются за помощью к преподавателю.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



чертежах изделие какой-либо сложной формы может быть изображено в шести основных видах.

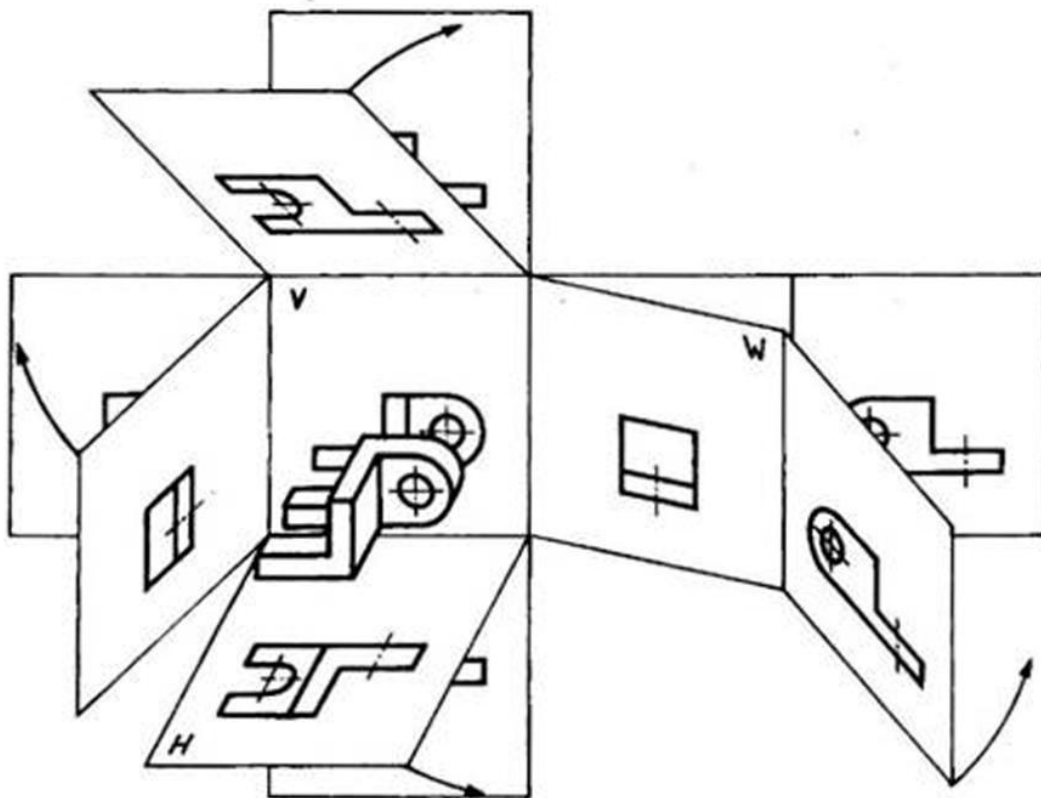


Рисунок 3 - Основные виды

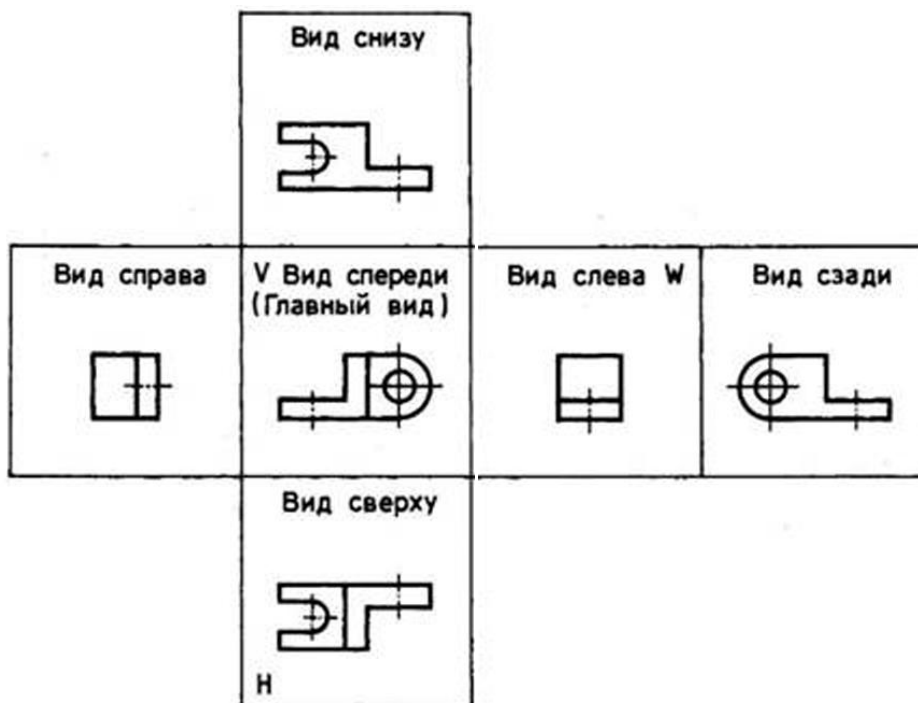


Рисунок 4 - Проекция видов

**Главный вид** должен содержать наибольшую информацию о предмете. Поэтому деталь необходимо располагать по отношению к фронтальной плоскости проекций так, чтобы видимая поверхность ее могла быть спроецирована с наибольшим количеством элементов формы. Кроме этого, главный вид должен давать ясное представление об особенностях формы, показывая ее силуэт, изгибы поверхности, уступы, выемки, отверстия, что обеспечивает быстрое узнавание формы изображенного изделия.

**Разрез** — изображение, полученное при мысленном рассечении предмета секущей плоскостью (секущими плоскостями) и состоящее из изображения фигуры сечения и той части детали, которая расположена за секущей плоскостью (секущими плоскостями).



Рисунок 5 - Классификация разрезов

В зависимости от числа секущих плоскостей различают *простые* (полученные в результате мысленного рассечения детали одной секущей плоскостью) и *сложные* (полученные в результате мысленного рассечения детали несколькими секущими плоскостями) разрезы.

Рассмотрим простые разрезы.

**Фронтальный разрез** — изображение, полученное в результате мысленного рассечения детали секущей плоскостью, параллельной

фронтальной плоскости проекций, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за секущей плоскостью.

*Профильным разрезом* называется изображение, полученное при мысленном рассечении детали секущей плоскостью, параллельной профильной плоскости проекций, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за ней.

*Горизонтальный разрез* — изображение, полученное при мысленном рассечении детали секущей плоскостью параллельной горизонтальной плоскости проекций, и состоящее из фигуры сечения и изображения части детали, расположенной за секущей плоскостью.

Построение разрезов не влечет за собой изменений других видов, поскольку все действия (рассечение детали плоскостью, условное удаление части детали, находящейся перед секущей плоскостью, проецирование) осуществляются мысленно.

Разрезы позволяют сократить число линий невидимого контура, затрудняющих прочтение сложной формы детали.

Рассмотрим сложные разрезы.

*Ступенчатым* называется сложный разрез, образованный двумя и более секущими параллельными плоскостями. Ступенчатые разрезы могут быть фронтальными, профильными и горизонтальными.

*Ломаным* разрезом называется сложный разрез, образованный двумя пересекающимися плоскостями.

### **Итоговая аттестация**

Итоговая аттестация проводится по карточкам общего задания, которая представляет собой чертеж конкретной детали.

Основными критериями оценки является полнота и правильность выполнения чертежа:

					<b>ДП 44.03.04.183 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

- Размеров и составляющих детали;
- Соблюдение правильности выполнения чертежа.

Образец итогового задания – Прочитать чертеж детали.

Построить отмеченные разрезы и проставить размеры.

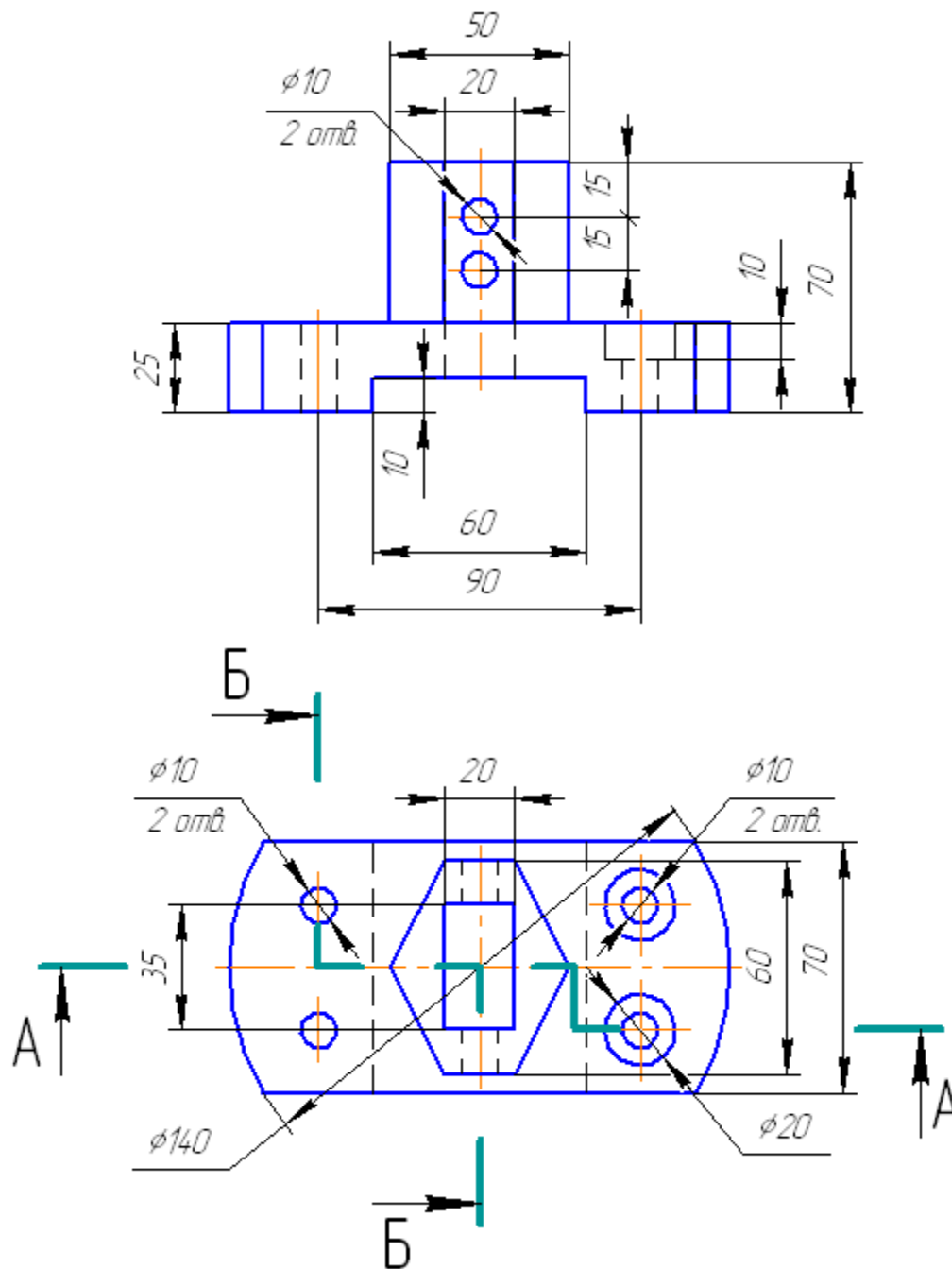


Рисунок 6 – чертёж детали к итоговому заданию

Оценка знаний, умений и навыков по результатам контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.183 ПЗ

Лист

63

Таблица 31 – Оценочная шкала

Процент результативности, аккратности и правильности выполнения проекции	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
51 - 75	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

Критерии оценивания:

- построение разрезов – 50%
- оформление разрезов – 20%
- простановка размеров – 30%



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проектирования были решены основные задачи при совершенствовании технологического процесса обработки детали «Камера»:

1. Повышение производительности труда путем применения современного оборудования с программным управлением;

2. Применение современного инструмента фирмы «GARANT» и «KYOCERA».

Обеспечение заданной точности размеров, формы и качество поверхностей было достигнуто за счет постоянства баз приобработки детали.

Был рассчитан экономический эффект от внедрения нового оборудования.

					<i>ДП 44.03.04.183 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

## СПИСОК 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. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / А.Ф. Горбацевич, 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. Козлова, Т.А. Практикум по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие / Т.А.Козлова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 52 с.

8. 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.

9. Курзаева, Л. В. Управление качеством образования и современные средства оценивания результатов обучения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. В. Курзаева, И. Г. Овчинникова. - 2-е изд., стер. – М.: Изд. «Флинта», 2015. - 99 с. (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/70446>)

10. Лабораторные и практические работы по технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [В. Ф. Безъязычный и др.]; под общ. ред. В. Ф. Безъязычного. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Машиностроение, 2013. - 599 с. – (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/67517>)

11. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учеб для вузов [Гриф УМО] / А.А. Маталин. – М.: Лань, 2010. – 512 с. – (Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=258](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=258))

12. Методика производственного обучения [Электронный ресурс]: учебно - методическое пособие / Л. Л. Молчан и др. - 3-е изд., стер. - Минск: РИПО, 2013. - 192 с. (Режим доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=340423>)

13. Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства [Текст]: В 2 т. / С.П. Митрофанов – Ленинград: Машиностроение, 1983.

14. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств [Текст]: учебник для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" [Гриф УМО] / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014. - 335 с.

15. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287 с.

16. Мухаринский, Е.И. Основы технологии машиностроения [Текст]: учеб. для вузов / Е.И. Мухаринский, Е.И., В.А. Горохов. – Минск: Вышэйш. шк., 1997. – 432 с.

17. 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. 1 / В. А. Горохов [и др.]; под ред. В. А. Горохова. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2013. - 495 с.

18. 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.

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

20. 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>)

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

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

22. 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.

23. 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))

24. Технология машиностроения (специальная часть) [Текст]: Учеб. для вузов. / А.А.Гусев, Е.Р. Ковальчук и др. – М.: Машиностроение, 1976. – 480 с.

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

26. 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.

27. 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.

28. 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. (Учебники для вузов. Специальная литература): - (Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/67470>)

29. 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.

30. 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 РГШУ, 2011. - 88 с.

					<i>ДП 44.03.04.183 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

## Приложение А. Лист задания на дипломное проектирование

					<i>ДП 44.03.04.183 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		71

## Приложение Б. Перечень демонстрационного материала

1. Чертеж детали (А1)
2. Чертеж заготовки (А2)
3. Операционные эскизы (4 листа А1)
4. Фрагмент программы (А1)

					ДП 44.03.04.183 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72



## Приложение В. Раздаточный материал

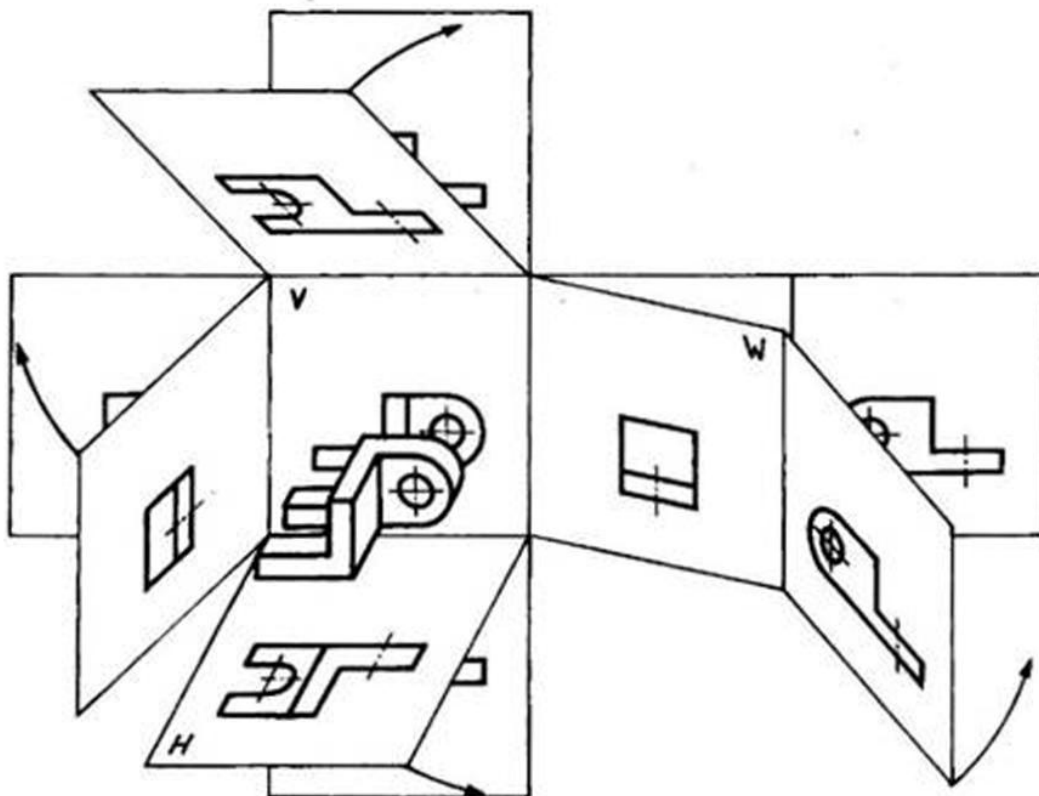


Рисунок 3 - Основные виды

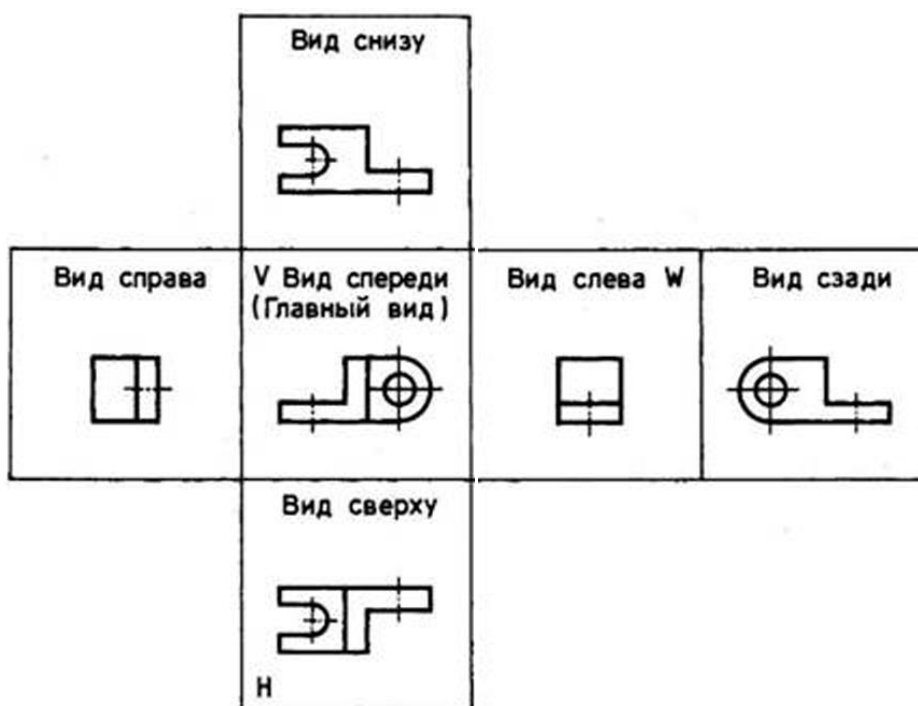


Рисунок 4 - Проекция видов

# Приложение Г. Альбом технологической документации

					<i>ДП 44.03.04.183 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74