

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)  
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение» Отделение Материаловедения

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка» и оснастки.</b>

УДК 621.81.002:62-233

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Рей Андрей Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алферова Екатерина Александровна	к.ф.м.н, доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Проектирование технологического процесса, Станочного приспособления»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	к.т.н., доцент		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Жаворонок Анастасия Валерьевна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н., доцент		

Томск 2019 г.



Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P2	Применить глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения.
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструментами для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях.
<b>Универсальные компетенции</b>	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ) Направление  
подготовки 15.03.01 «Машиностроение» Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

\_\_\_\_\_  
(Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

УДК

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Рей Андрей Михайлович

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «втулки» и оснастки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту,</i>	<i>Чертеж детали, годовая программа выпуска</i>

<p><i>изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><i>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.</i></p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.</i></p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p style="text-align: center;">Технологический и конструкторский</p>	<p style="text-align: center;">Михаевич Евгений Петрович</p>
<p style="text-align: center;">Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p style="text-align: center;">Жаворонок Анастасия Валерьевна</p>
<p style="text-align: center;">Социальная ответственность</p>	<p style="text-align: center;">Немцова Ольга Александровна</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	
<p style="text-align: center;">Аннотация</p>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	к. т. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Рей Андрей Михайлович		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	12
1.1. Исходные данные.....	12
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	13
1.3. Определение типа производства.....	15
1.4. Выбор типового технологического процесса или аналога единичного.....	18
1.5. Выбор исходной заготовки.....	19
1.6. Разработка маршрута технологии изготовления втулки.....	21
1.7. Построение размерной схемы и граф технологических размеров.....	25
1.8. Расчет допусков, припусков и технологических размеров.....	28
1.9. Выбор средств технологического оснащения.....	33
1.10. Расчет режимов резания.....	35
1.11. Расчет основного времени.....	39
2. Конструкторская часть.....	43
2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.....	43
2.2. Разработка расчетной схемы и компоновка приспособления.....	44
2.3. Описание конструкции и работы приспособления.....	45
2.4. Определение необходимой силы зажима.....	47
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	48
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	48
3.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	48
3.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	50

3.1.3. Технология QuaD.....	52
3.2. Планирование технического проектирования работ.....	54
3.2.1. Структура работ в рамках проектирования.....	54
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	55
3.3. Смета затрат на технический проект.....	60
3.3.1. Расчет материальных затрат технического проекта.....	60
3.3.2. Полная заработная плата исполнителей темы.....	61
3.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	63
3.3.4. Накладные расходы.....	64
3.3.5. Формирование сметы затрат технического проекта.....	65
3.4. Определение ресурсосберегающей эффективности исследования.....	65
4. Социальная ответственность.....	69
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
4.2. Производственная безопасность.....	70
4.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.....	73
4.2.1.1. Повышенный уровень шума.....	73
4.2.1.2. Повышенный уровень вибрации.....	74
4.2.1.3. Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	75
4.2.1.4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	76
4.2.1.5. Отклонение параметров микроклимата.....	77
4.2.1.6. Химические вещества.....	80
4.2.1.7. Механические опасности.....	82
4.2.1.8. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок.....	83
4.2.2.1. Электроопасность.....	84
4.2.2.2. Пожаробезопасность.....	85
4.3. Экологическая безопасность.....	87

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	88
4.4.1. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	91

## Аннотация

«Разработка технологии изготовления втулки».

Объём дипломной работы:

90 страницы, на которых размещены 4 рисунков и 20 таблиц. При написании диплома использовалось 16 источников.

Ключевые слова: токарная, фрезерная, втулка, приспособление, менеджмент. Объектом исследования является технологический процесс изготовления втулки. Цель работы: разработка технологии изготовления детали «втулка», анализ конструкции и принципа работы .

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, описание приспособления для обработки и анализ конструкции приспособления. Основные конструктивные и технологические характеристики: деталь «втулка» предназначена для получения готового изделия.

Область применения: Втулки – одна из основных деталей на производстве . Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям производства.

## Введение

Научно-технический прогресс в машиностроении в значительной степени определяет развитие и совершенствование всего народного хозяйства страны. Важнейшими условиями ускорения научно-технического прогресса являются рост производительности труда, повышение эффективности общественного производства и улучшение качества продукции.

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применения прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом, эффективное использование современных автоматических и поточных линий, станков с программным управлением, электронных и вычислительных машин и другой новой техники, применение прогрессивных форм организации и экономики производственных процессов – все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства и качества продукции.

Однако нужно учесть, что современная машиностроительная промышленность до 70% своей продукции выпускает в условиях единичного и серийного производств, которые характеризуются существенными затратами рабочего времени на выполнение вспомогательных операций и переходов. Для этих типов производств основное время, связанное с непосредственным изменением формы, размеров и физико-механических свойств заготовок, в общей структуре норм времени на выполнение технологических операций составляет 20-30%, а все остальные затраты приходятся на вспомогательные работы.

Эффективным направлением сокращения вспомогательного времени для

рассматриваемых типов производства также является механизация и автоматизация производственных процессов, но использование автоматов, полуавтоматов и автоматических линий неприемлемо по причине высокой стоимости самого оборудования, технологической оснастки к нему, а также из-за длительности и большой трудоемкости переналадок при переходе от выпуска одного вида продукции к другому. В конечном счете, все эти затраты переносятся на себестоимость изделий, которая при малой серийности производства становится необоснованно большой.

# 1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

## 1.1 Исходные данные

Деталь «Втулка» входит в состав заднего ведущего моста автомобилей и предназначена для передачи вращения посредством шпоночного соединения. В качестве смазки используется трансмиссионное масло.

Деталь «Втулка» представляет собой тело вращения цилиндрической формы наружным диаметром  $\varnothing 158$  мм со ступицами  $\varnothing 90$  мм. В детали выполнен шпоночный паз 8Н8. Деталь имеет три гладких сквозных отверстия  $\varnothing 18$  мм с отверстиями  $\varnothing 28$  мм.

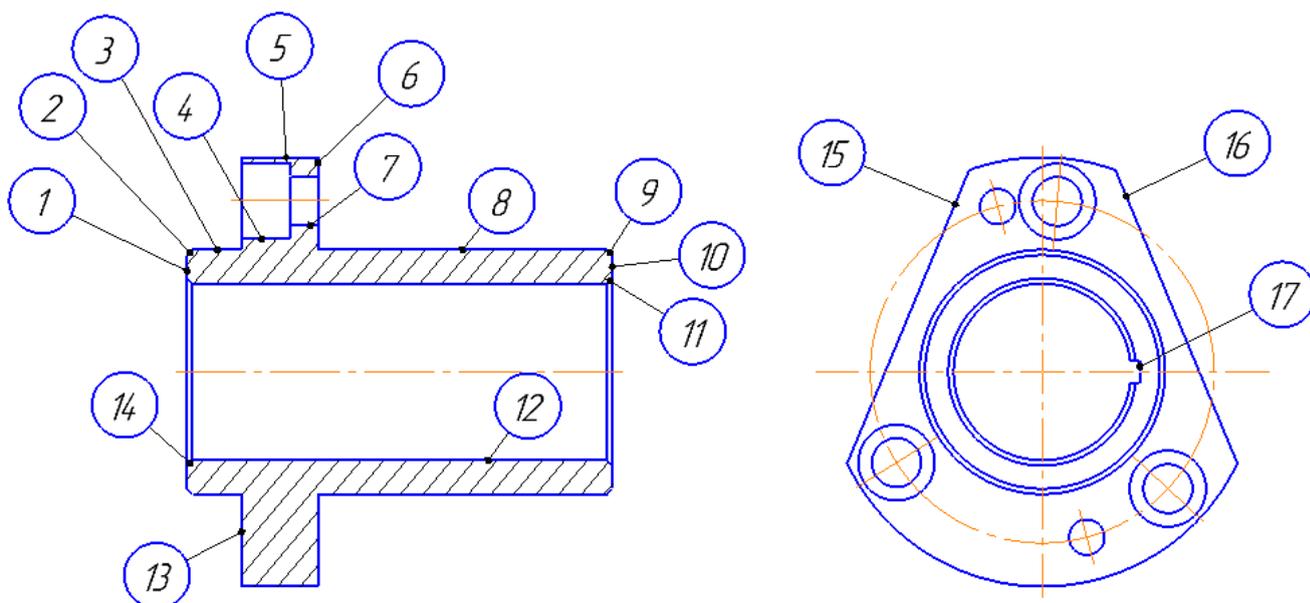


Рисунок 1 – Анализ функций поверхностей

Исполнительные поверхности: 4,7,12,17

Основные поверхности: 1,3,5,6,8,10,13

Вспомогательные поверхности: нет

Остальные поверхности: 2,9,11,14,15,16.

Шероховатость свободных поверхностей, не указанных на чертеже, имеет значение  $Ra$  6,3. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих – по H14, охватываемых – по h14.

Согласно чертежу, деталь «Втулка» изготавливается из стали Ст3 по

ГОСТ 380-2005, использование данной стали рационально для изготовления детали, она легко обрабатывается и отвечает всем требованиям, предъявляемым к детали.

Химический состав стали Ст3 по ГОСТ 380-2005 приведен в таблице 1, а механические свойства в таблице 2

Таблица 1 – Химический состав стали Ст3 по ГОСТ 380-2005

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	S, %	P, %
0,14...0,22	0,40...0,65	0,15...0,30	до 0,3	до 0,3	до 0,3	до 0,05	до 0,04

Таблица 2 – Механические свойства стали Ст3 по ГОСТ 380-2005

$\sigma_{т}$ , МПа	$\sigma_{В}$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %	НВ не более
не менее				131
245	370-480	26	50	

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой технологичность конструкции изделия.

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что:

- форма детали является правильной геометрической, деталь является телом

вращения, деталь симметричная;

- имеются канавки для выхода
- значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей;
- имеется свободный отвод и подвод режущего и мерительного инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- конфигурация детали обеспечивает легкое удаление стружки;
- прутковая заготовка позволяет вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующемся патроне.

**Количественная оценка технологичности** предполагает определение коэффициента точности обработки детали и коэффициента шероховатости.

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}, \quad [1. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i n_i}{\sum n_i}, \quad [1. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

где  $IT_{cp}$  – средний квалитет точности обработки изделия,

$IT_i$  – квалитет точности  $i$ -той поверхности,

$n_i$  – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Таблица 3

Квалитет точности, $T_i$	Количество поверхностей, $n_i$	$T_i * n_i$
14	7	98
8	2	16
$\Sigma$	9	114

$$IT_{cp} = \frac{114}{9} = 12,6$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{12,6} = 0,92$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$K_u = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}}$$

[1. Табл.3.4, стр.98]

$$Ra_{cp} = \frac{\sum R_{ai}n_i}{\sum n_i}, \quad [1. Табл.3.4, стр.98]$$

где  $R_{ai}$  – параметр шероховатости  $i$ -той поверхности, мкм,

$n_i$  – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости

Таблица 4

Параметр шероховатости мкм	$R_{ai}$	Количество поверхностей, $n_i$	$R_{ai} \cdot n_i$
3,2		2	6,4
6,3		7	44,1
$\Sigma$		9	50,5

$$Ra_{cp} = \frac{50,5}{9} = 5,6$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5,6} = 0,82$$

Оба исследуемых коэффициента  $K_m$  и  $K_{ш}$  по своим значениям меньше единицы. Анализ полученных коэффициентов показал, что деталь технологична.

Подводя итог вышесказанному, деталь в целом можно считать технологичной.

### 1.3 Определение типа производства

В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное, единичное. Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой выпускаемых изделий при большом объеме выпуска. Серийное производство характеризуется более широкой номенклатурой выпускаемых

изделий и меньшим объемом выпуска. Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой и малым объемом выпуска изделий.

Серийное производство является основным типом современного машиностроения и предприятия этого типа выпускают в настоящее время 75-80 % всей продукции машиностроения страны. По всем технологическим характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Тип производства согласно ГОСТ 14.004-83 характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования.

Коэффициент закрепления операций определяется отношением числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца к числу рабочих мест.

Коэффициент закрепления операции в соответствии с ГОСТ 3.11.0-74 принимают равным отношению количества технологических операций, выполняемых в течении месяца на участке к количеству рабочих мест на участке;

$K_{з.о} = 1$  - для массового производства;

$1 < K_{з.о} < 10$  - для крупносерийного производства;

$10 < K_{з.о} < 20$  - для среднесерийного производства;

$20 < K_{з.о} < 40$  - для мелкосерийного производства.

Для единичного производства  $K_{з.о}$  свыше 40.

**Исходные данные:**

$m=5,3$  кг;

$N=1000$ шт;

$F\partial = 4015$  ч;

Таблица 5 - Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей

Производство	Число изготавливаемых деталей одного типоразмера в год, шт.		
	Тяжелых (массой более 100кг)	Средних (массой от 10 до 100кг)	Легких (массой до 10 кг)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Среднесерийное	100-300	200-500	500-5000
Крупносерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50000

Т.к. масса детали составляет 5,3 кг, а годовая программа выпуска 1000 шт., то тип производства ориентировочно будет среднесерийным. Рассчитаем количество деталей в партии единовременного запуска  $n$ , шт.

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}; \quad (1.1)$$

где  $N = 1000$  шт. – годовой объем выпуска деталей;

$a = 8$  дн. – периодичность запуска в днях;

$\Phi = 252$  дн. – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{1000 \cdot 8}{252} = 31,7 \text{ шт.}$$

(1.2)

принимаем  $n = 32$  шт.

Для среднесерийного типа производства рассчитываем такт выпуска  $t_с$ , мин:

$$t_с = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{N}; \quad (1.3)$$

где  $F_{\partial} = 4015$  ч. – годовой фонд времени работы оборудования.

$$t_с = \frac{60 \cdot 4015}{1000} = 241 \text{ мин.} \quad (1.4)$$

## **1.4 Выбор типового технологического процесса или аналога единичного**

Технологический процесс изготовления детали включает в себя ряд операций связанных с изменением размеров и свойств материала заготовки. Базовый технологический процесс состоит из 7 механических операций.

Принятую технологическую общую последовательность обработки логически следует считать целесообразной, так как при этом соблюдаются принципы постепенности формирования свойств и формы обрабатываемой детали. Свойства детали формируются поэтапно — от операции к операции, поскольку для каждого способа обработки существуют возможности исправления исходных погрешностей заготовки и получения требуемой точности, шероховатости и качества обрабатываемых поверхностей.

В основном в технологическом процессе применяется стандартный режущий инструмент, что ускоряет технологическую подготовку производства. Обработка детали ведётся с применением смазочно-охлаждающей жидкости, что позволяет вести обработку с более высокими скоростями резания и сохранением оптимальных периодов стойкости инструмента.

В конце технологического процесса деталь проходит окончательный контроль детали, что позволяет проконтролировать соблюдение всех требований, предъявляемых к детали. Применяются стандартные и специальные измерительные инструменты и контрольные приспособления и приборы.

Для получения данной детали используется следующий маршрутный технологический процесс:

- 005 Ленточно-отрезная
- 010 Токарная
- 015 Долбежная
- 020 Вертикально-фрезерная
- 025 Вертикально-сверлильная
- 045 Моечная

### 1.5 Выбор исходной заготовки

Метод выполнения заготовки для деталей определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку – значит установить способ её получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует точная взаимосвязь. Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

Метод получения заготовки из круглого горячекатаного проката диаметром 160 мм.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{заг1}} = M + \sum C_{\text{о.з.}}$$

где  $M$  - затраты на материал, р;

$\sum C_{\text{о.з.}}$  - технологическая себестоимость правки, калибрования, разрезки.

Расчеты затрат на материалы и технологической себестоимости выполняются по формулам:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{\text{отх}},$$

где  $Q$  - масса заготовки, кг;

$S$  - цена за 1 кг материала заготовки, р;

$q$  - масса детали, кг;

$S_{\text{отх}}$  - цена 1 кг отходов, р.

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за некратности длины

заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590–88 поставляется в прутках длиной 26 м.

$$\sum C_{0.з.} = \frac{C_{п.з.} \cdot t_{шт.}(t_{шт.к.})}{60},$$

где  $C_{п.з.}$  - приведенные затраты на рабочем месте, р/ч;

$$C_{п.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot k_M, \text{ коп/ч}$$

$$C_{ч.з.}^{б.у.} = 36,3 \text{ коп/ч-для серийного производства. [2, с. 43]}$$

$$k_M = 1,2, [1, с 119, табл3.14]$$

$t_{шт.}(t_{шт.к.})$ -штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Штучное или штучно-калькуляционное время  $t_{шт.}(t_{шт.к.})$  рассчитывается по формуле шт., по [3, с. 22]:

$$t_{шт.}(t_{шт.к.}) = \frac{L_{рез} + y}{S_M} \varphi,$$

где  $L_{рез}$ - длина резания при разрезании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката  $L_{рез} = D$ ), мм;

$y$  – величина врезания и перебега (при разрезании дисковой пилой  $y = 68$ мм);

$S_M$ - минутная подача при разрезании ( $S_M = 80$ мм/мин);

$\varphi$ - коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве ( $\varphi = 1,84$  для мелкосерийного производства)

Тогда:

$$t_{шт.}(t_{шт.к.}) = \frac{160+68}{80} 1,84 = 5,24 \text{ мин}$$

$$\sum C_{0.з.} = \frac{0,4 \cdot 5,24}{60 \cdot 60} = 0,03$$

$$S_{заг1} = \left( 25 \frac{120}{1000} - (25 - 6,3) \frac{29,8}{1000} \right) + 0,03 = 289 \text{ руб}$$

Расчет стоимости заготовок, полученных литьем или штамповкой, выполняется по формуле:

$$S_2 = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_b \cdot K_n \right) - (Q - q) S_{отх}$$

По данным литературы [2, с. 39, табл. 15 – 16]:

$C_i = 96000$  - базовая стоимость 1 т заготовок, р.;

$Q = 3,9$  - масса заготовки, кг;

$K_T = 1,05$  - коэффициент, зависящий от класса точности;

$K_c = 0,77$  - коэффициент, зависящий от степени сложности;

$K_B = 0,89$  - коэффициент, зависящий от массы заготовки;

$K_b = 1,18$  - коэффициент, зависящий от марки материала;

$K_n = 0,8$  - коэффициент, зависящий от объема выпуска заготовок.

Тогда

$$S_2 = \left( \frac{96}{1000} 25 \cdot 1,05 \cdot 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,18 \cdot 0,8 \right) - (25 - 6,3) \frac{2400}{1000} = 487 \text{руб}$$

Заканчивается этот раздел расчетом экономического эффекта:

$$\Delta_{\text{заг}} = (S_1 - S_2)N,$$

где  $S_1, S_2$  - стоимость заготовки по базовому и проектируемому вариантам соответственно;

$N$  - годовой объем выпуска деталей.

$$\Delta_{\text{заг}} = (487 - 289)500 = 99000 \text{руб}$$

Таким образом, использование проката в качестве заготовки является более экономичным.

## 1.6 Разработка маршрута технологии изготовления втулки

Составим маршрутный техпроцесс изготовления детали «Втулка».

Таблица 6 - Маршрутный технологический процесс изготовления детали «Втулка»

№ операции	Наименование операции	Операционный эскиз

Продолжение таблицы 6

<p>005</p>	<p>Ленточно-отрезная Отрезать заготовку, выдерживая размеры</p>	
<p>010</p>	<p>Токарно-винторезная А. Установить и снять заготовку 1. Подрезать торец <math>\varnothing 160</math> 2. Проточить поверхность <math>\varnothing 90</math> мм, на длину 20 мм 3. Проточить поверхность <math>\varnothing 158</math> мм, на длину 28 мм 4. Сверлить отверстие <math>\varnothing 63</math></p>	

Продолжение таблицы 6

	<p>Б. Переустановить заготовку</p> <p>5. Проточить поверхность <math>\varnothing 90</math>мм, на длину 108мм</p> <p>6. Рассточить отверстие <math>\varnothing 65</math>Н8 окончательно</p> <p>7. Снять фаску</p>	<p>Technical drawing of a stepped shaft. The drawing shows a shaft with a total length of 108 mm. The outer diameter is <math>\varnothing 90^{+0.087}</math> mm. The inner diameter is <math>\varnothing 65^{+0.046}</math> mm. There is a chamfer of 4.5 mm at the end of the shaft. The surface roughness is <math>Ra 6,3</math>. The drawing includes section lines and a section symbol 1-2.</p>
<p>015</p>	<p>Долбежная</p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Долбить шпоночный паз, выдерживая размеры</p>	<p>Technical drawing of a stepped shaft with a keyway. The drawing shows a shaft with a total length of 156 mm. The outer diameter is <math>\varnothing 71,6^{+0.040}</math> mm. The inner diameter is <math>\varnothing 65^{+0.046}</math> mm. There is a chamfer of 4.5 mm at the end of the shaft. The surface roughness is <math>Ra 6,3</math>. The drawing includes section lines and a section symbol 1-2. A circular detail of the keyway is shown with a diameter of <math>\varnothing 71,6^{+0.040}</math> mm and a depth of <math>0,022</math> mm. The keyway is labeled with 'Б-Б' and 'Б'.</p>

Продолжение таблицы 6

<p>020</p>	<p>Вертикально-фрезерная          А. Установить и снять заготовку          1. Фрезеровать лыски 1 и 2, под углом 45°, на глубину 25мм</p>	
<p>025</p>	<p>Вертикально-сверлильная          А. Установить и снять заготовку          1. Сверлить 2 отверстия <math>\varnothing 13</math>мм          2. Сверлить 3 отверстия <math>\varnothing 18</math>мм          3. Зенкеровать 3 отверстия <math>\varnothing 28</math>мм</p>	<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Ra\ 6,3}</math></p>
<p>030</p>	<p>Моечная</p>	
<p>035</p>	<p>Контрольная</p>	

## 1.7 Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерный анализ выполняется после того, как технологический процесс изготовления детали в значительной степени уже спроектирован: выбран вид и способ получения исходной заготовки, определено содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для их исполнения.

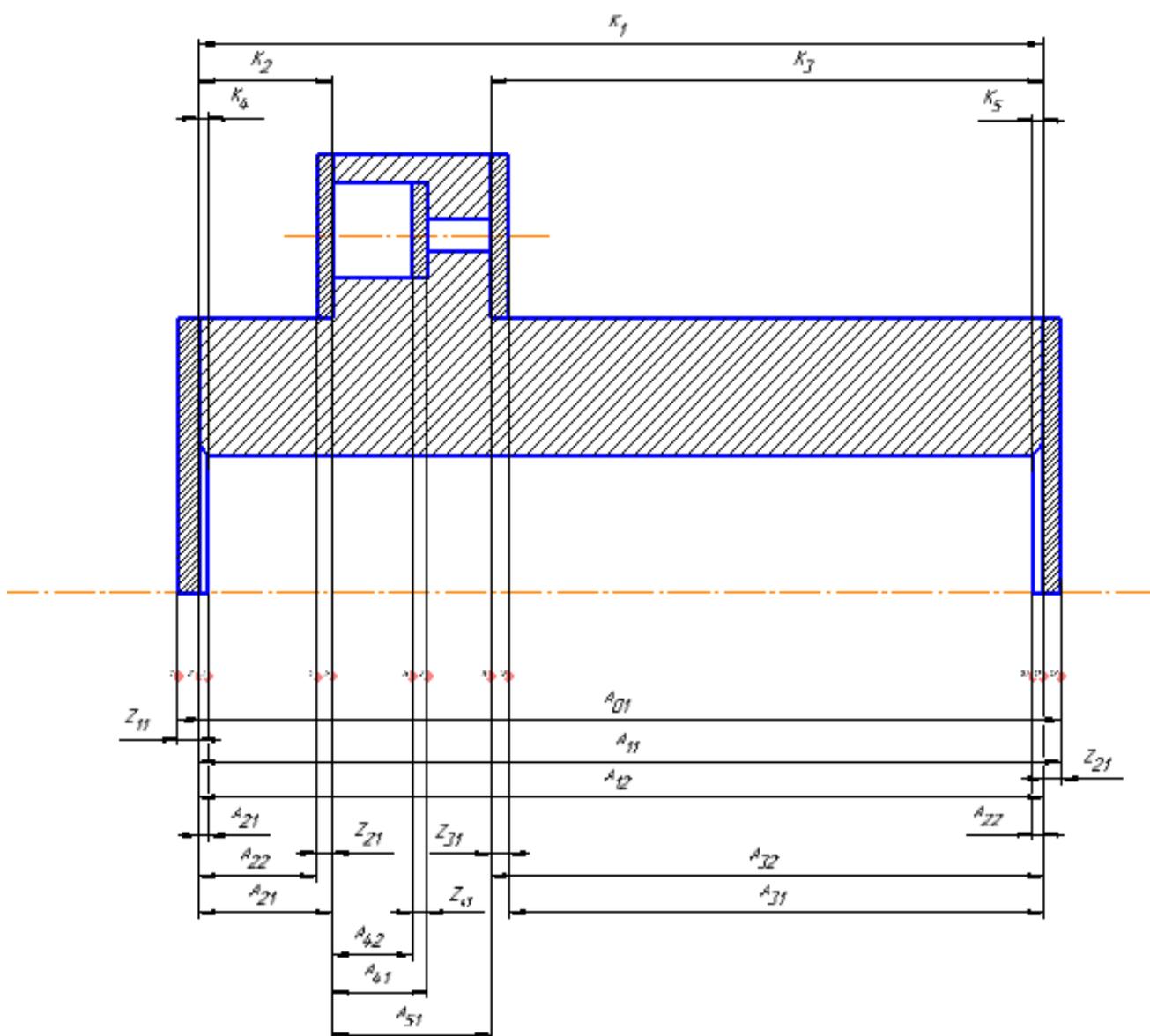


Рисунок 2 - Размерная схема

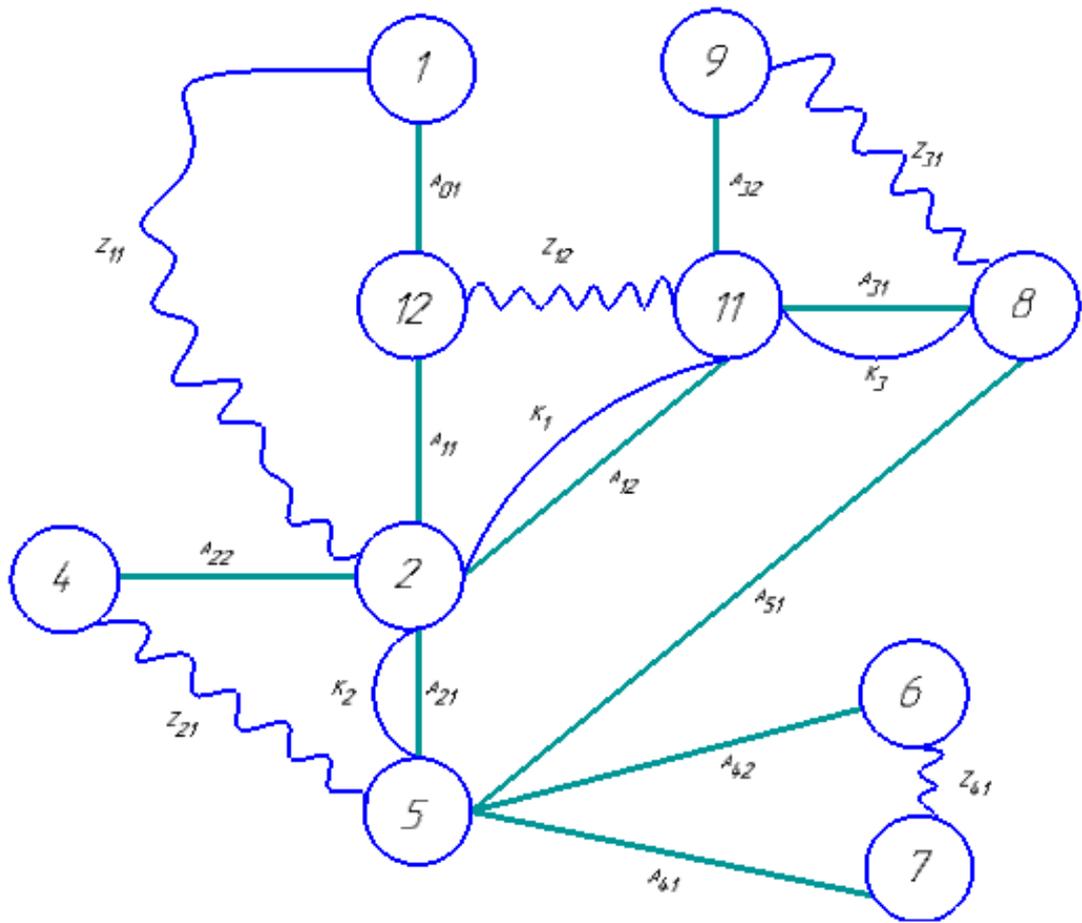
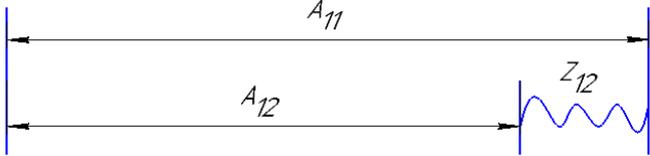
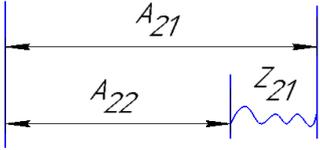
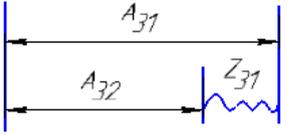
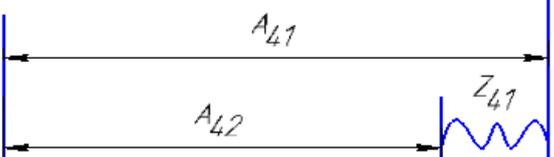
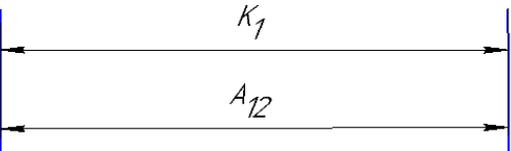
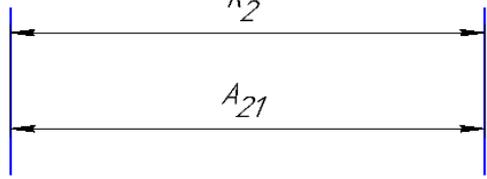


Рисунок 3 - Граф для продольной размерной схемы изготовления

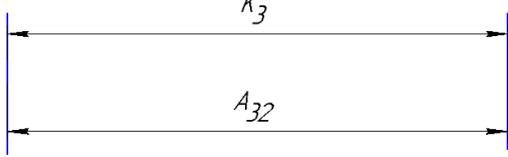
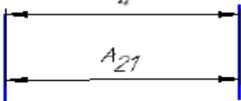
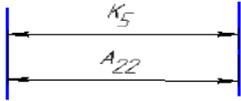
Таблица 7 - Расчет технологических размеров (продольное направление)

Проверяемые размеры	Схемы размерных цепей	Уравнения размерных цепей
$Z_{11}$		$Z_{11} = A_{01} - A_{11}$

Продолжение таблицы 7

$Z_{12}$		$Z_{12} = A_{11} - A_{12}$
$Z_{21}$		$Z_{21} = A_{21} - A_{22}$
$Z_{31}$		$Z_{31} = A_{31} - A_{32}$
$Z_{41}$		$Z_{41} = A_{41} - A_{42}$
$K_1$		$K_1 = A_{12}$
$K_2$		$K_2 = A_{21}$

Продолжение таблицы 7

$K_3$		$K_3 = A_{32}$
$K_4$		$K_4 = A_{21}$
$K_5$		$K_5 = A_{22}$

**1.8 Расчет допусков, припусков и технологических размеров**

Величина припуска влияет на себестоимость изготовления детали. При увеличенном припуске повышаются затраты труда, расход материала и другие производственные расходы, а при уменьшенном приходится повышать точность заготовки, что также увеличивает стоимость изготовления детали.

Аналитический метод определения припусков базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки.

Расчет припусков на обработку проводим на примере отверстия  $\varnothing 65H8$ .

Соответственно заданным условиям, устанавливаем маршрут обработки отверстия  $\varnothing 65H8^{+0,03}$ :

- Черновое точение;
- Получистовое точение;
- Чистовое точение;
- Тонкое точение.

Таблица 8 - расчет припусков на механическую обработку и предельных размеров по технологическим переходам

Маршрут обработки поверхности диаметром $\varnothing 65H8^{+0,03}$ мм											
Наименование перехода	Элементы припуска, мкм				Расчетные величины		Допуск на выполнение размеры, мкм	Принятые (округленные) размеры заготовки по переходам, мм		Предельный припуск, мм	
	$R_z$	T	$\rho$	$\varepsilon$	Припуск $Z_i$ , мкм	Мин. диаметр а		max	min	$Z_{max}$	$Z_{min}$
Прокат	160	260	285	-	-	63,216	2000	62,407	63,22	-	-
Черновое точение	50	40	47	0	1390	64,606	400	64,407	64,6	2	0,4
Получистовое точение	30	20	2,35	0	274	64,88	160	64,807	64,9	0,4	0,16
Чистовое точение	20	20	0	0	80	64,96	63	64,967	64,96	0,16	0,063
Тонкое точение	10	10	0	0	40	65,0	0	65,03	65,0	0,063	-

Определим величину отклонения  $\Delta_E$ , для заготовки из горячекатаного проката при обработке в центрах:

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta_{EK}^2 + \Delta_Y^2},$$

где  $\Delta_{EK}$  - общее отклонение оси от прямолинейности, мкм;

$$\Delta_{EK} = 2 \cdot \Delta_K \cdot l_k,$$

$l_k$  - размер от сечения, для которого определяется кривизна до торца заготовки,  $l_k = 4$  мм;

$\Delta_K$  - кривизна профиля сортового проката:  $\Delta_K = 0,2$  мкм.

$$\Delta_{EK} = 2 \cdot 4 \cdot 0,2 = 1,6 \text{ мкм.}$$

$\Delta_Y$  - смещение оси заготовки, мм;

$$\Delta_Y = 0,25 \sqrt{TD^2 + Td^2},$$

$TD = 0,3$  мм – допуск на наружный диаметральный размер базы заготовки;

$Td = 1,1$  мм – допуск на внутренний диаметральный размер базы заготовки.

$$\Delta_Y = 0,25 \sqrt{0,3^2 + 1,1^2} = 0,285 \text{ мм}$$

$$\Delta_E = \sqrt{1,6^2 + 285^2} = 285 \text{ мкм}$$

Черновое точение

Величину пространственных отклонений  $\Delta_r$ , определяем по формуле:

$$\Delta_r = K_y \cdot \rho_E$$

где  $K_y$  – коэффициент уточнения,  $K_y = 0,08$ .

$$\Delta_r = 0,08 \cdot 285 = 22,8 \text{ мкм.}$$

Чистовое точение

Величина остаточных пространственных отклонений:

$$\Delta_r = K_y \cdot \Delta$$

где  $K_y$  – коэффициент уточнения,  $K_y = 0,05$ .

$$\Delta_r = 0,05 \cdot 22,8 = 1,14 \text{ мкм.}$$

Расчет минимальных припусков на диаметральный размер для каждого перехода производится по следующим формулам:

- черновое точение:  $2Z_{\min} = 2 \cdot (150 + 260 + 285) = 1390$  мкм;

- чистовое точение:  $2Z_{min}=2\cdot(50+40+47)=274$  мкм;
- шлифование предварительное:  $2Z_{min}=2\cdot(20+20)=80$  мкм;
- шлифование окончательное:  $2Z_{min}=2\cdot(10+10)=40$  мкм;

Расчет наименьших расчетных размеров по технологическим переходам производим, складывая значения наименьших предельных размеров, соответствующих предшествующему технологическому переходу, с величиной припуска на выполняемый переход.

$$\varnothing 65-0,04=64,96\text{мм};$$

$$\varnothing 64,96-0,08=64,88\text{мм};$$

$$\varnothing 64,88-0,274=64,606\text{мм};$$

$$\varnothing 64,606-1,39=63,216\text{мм};$$

Определяем наибольшие предельные размеры по переходам:

$$\varnothing 65,03-0,063=64,967\text{мм};$$

$$\varnothing 64,967-0,16=64,807\text{мм};$$

$$\varnothing 64,807-0,4=64,407\text{мм};$$

$$\varnothing 64,407-2,0=62,407\text{мм};$$

Произведем расчет фактических максимальных и минимальных припусков по переходам:

Максимальные припуски:

$$\varnothing 64,807-64,967=0,16 \text{ мм};$$

$$\varnothing 64,407-64,807=0,4 \text{ мм};$$

$$\varnothing 62,407-64,407=2,0 \text{ мм};$$

Минимальные припуски:

$$\varnothing 64,967-65,03=0,063 \text{ мм};$$

$$\varnothing 64,807-64,967=0,16 \text{ мм};$$

$$\varnothing 64,407-64,807=0,4 \text{ мм};$$

Произведем расчет общих припусков

$$\text{Наибольший припуск: } Z_{OMAX} = \sum Z_{MAX} = 1,8\text{мм}.$$

$$\text{Наименьший припуск: } Z_{OMIN} = \sum Z_{MIN} = 0,623 \text{ мм}.$$

Таблица 9 - Размеры заготовки

Размер	Припуск	Допуск	Размер заготовки
Ø158	2·2,0	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	Ø160
Ø90	2·1,8	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	Ø93,6
Ø65	2·1,0	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	Ø63
156	2·2,3	$\begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	160,3
143	2·2,3	$\begin{pmatrix} +2,4 \\ -1,2 \end{pmatrix}$	147,6
108	2·2,1	$\begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	112,2

## 1.9 Выбор средств технологического оснащения

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий выбираем универсальные станки.

### Ленточно-отрезная операция 005

Выбираем абразивно-отрезной станок 8544

Таблица 10 - Технические характеристики

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	355мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	800 об/мин
Мощность станка	2,8 кВт
Габариты станка	3045×3060 ×1790

В качестве технологической оснастки выбираем тиски

### Токарная операция с ЧПУ 010

Выбираем токарно-винторезный 16К20

Таблица 11 - Технические характеристики

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	400 мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	1600 об/мин
Мощность станка	11 кВт
Габариты станка	2795×1190 ×1500

В качестве оснастки выбираем патрон самоцентрирующий спиральный

### **Операция долбежная 015**

Выбираем станок долбежный станок 7Б420

Таблица 12 - Технические характеристики:

Наибольший ход долбяка	20...200мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	1600 об/мин
Диаметр стола	500 мм
Мощность станка	2,8 кВт
Габариты станка	2300×1270 ×2175

В качестве оснастки выбираем патрон самоцентрирующий спиральный

### **Операция вертикально-фрезерная 020**

Выбираем станок фрезерный 6Р12

Таблица 13 - Технические характеристики

Размеры рабочей поверхности стола	1250×320 мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	1600 об/мин
Мощность станка	9,985 кВт
Габариты станка	1400×1000 ×1720

В качестве оснастки выбираем поворотный стол

### **Вертикально-сверлильная операция 025**

Выбираем настольный сверлильный станок с вариатором 2Н135

Таблица 14 - Технические характеристики

Наибольший диаметр сверления	25 мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	1400 об/мин
Мощность станка	кВт
Габариты станка	2535×825 ×1030

В качестве оснастки выбираем специальное приспособление.

### 1.10 Расчет режимов резания

Рассчитаем режимы резания на примере операции чернового точения аналитическим методом.

Операция 010 Токарная. Черновое точение поверхности  $\varnothing 90$  мм.

Станок – токарный модели 16К20. Мощность привода главного движения  $N = 10$  кВт.

Глубина резания – 4мм.

Резец проходной:  $\varphi = 90^\circ$ ,  $\varphi_1 = 10^\circ$ ,  $\gamma = 10^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ,  $\alpha = 10^\circ$ , радиус при вершине резца  $r = 0,5$  мм.

Сечение державки резца 25×16 мм.

Назначим подачу.

Табличная подача при черновом точении  $S_t = 0,63$  мм/об.

Рассчитаем подачу с учетом твердости обрабатываемого материала:

$$S = S_t \cdot K_{си} \cdot K_{сп} \cdot K_{sd} \cdot K_{sp} \cdot K_{s\varphi} \cdot K_{см},$$

где  $K_{си}$  – поправочный коэффициент на инструментальный материала;

$K_{сп}$  – поправочный коэффициент на состояние поверхности заготовки;

$K_{sd}$  – поправочный коэффициент на диаметр обработки;

$K_{sp}$  – поправочный коэффициент на тип конструкции резца;

$K_{s\varphi}$  – поправочный коэффициент на геометрию резца;

$K_{см}$  – поправочный коэффициент на механические свойства

обрабатываемого материала;

$$S_o = 0,63 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,41 \text{ мм/об}$$

По паспорту станка принимаем подачу  $S_o = 0,41$  мм/об (регулирование бесступенчатое).

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где  $C_v$  – постоянная в формуле скорости резания,  $C_v = 350$ ;

$m, x, y$  – показатели степени,  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;

$T$  – период стойкости резца,  $T = 45$  мин – среднее значение при одноинструментальной обработке;

$K_v$  – поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_{\varphi_v},$$

где  $K_{M_v}$  – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

$K_{n_v}$  – поправочный коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки,  $K_{n_v} = 0,9$ .

$K_{u_v}$  – поправочный коэффициент, зависящий от марки материала резца,  $K_{u_v} = 1$ .

$K_{\varphi_v}$  – поправочный коэффициент, зависящий от угла в плане  $\varphi$   $K_{\varphi_v} = 0,8 \cdot K_{\sigma} = K_{\sigma} \left( \frac{750}{\sigma_A} \right)^n = 0,8 \cdot \left( \frac{750}{980} \right)^1 = 0,6$

где  $K_{\sigma}$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,  $K_{\sigma} = 0,8$ ;

$n$  – показатель степени,  $n = 1$ .

$$K_v = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,44.$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2,25^{0,15} \cdot 0,41^{0,35}} \cdot 0,44 = 87,2 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87.2}{\pi \cdot 92} = 336 \text{ мин.}$$

По паспорту станка принимаем  $n = 300 \text{ мин}^{-1}$

Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 92 \cdot 300}{1000} = 86,6 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем силу резания  $P_z$ :

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

где  $C_p$  – постоянная в формуле силы резания,  $C_p = 300$ .

$n, x, y$  – показатели степени,  $x=1$  ;  $y=0,75$  ;  $n= -0,1$ ;

$K_p$  – поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p},$$

где  $K_{M_p}$  – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

$K_{\varphi_p}$  – поправочный коэффициент на угол в плане  $\varphi$ ,  $K_{\varphi_p} = 0,89$ ;

$K_{\gamma_p}$  – передний угол  $\gamma$ ,  $K_{\gamma_p} = 1$ ;

$K_{\lambda_p}$  – угол наклона режущей кромки  $\lambda$ ,  $K_{\lambda_p} = 1$ .

$$K_{M_p} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22$$

$$K_{P_z} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,25^1 \cdot 0,41^{0,75} \cdot 86,6^{-0,1} \cdot 1,08 = 1265 \text{ Н.}$$

По известной силе  $P_z$  и скорости резания  $V$  произведем проверку по мощности привода главного движения станка необходимо, чтобы мощность затрачиваемая на резание была меньше мощности привода станка.

Мощность затрачиваемая на резание:

$$N_{\text{эф}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{1265 \cdot 86,6}{1020 \cdot 60} = 2,79 \text{ кВт,}$$

Проверка по мощности выполняется  $2,79 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$ .

Режимы резания на операции сведены в таблицу 15.

Таблица 15 - Режимы резания на остальные операции технологического процесса.

Операция	V	n	$P_z$
Ленточно-отрезная	181,8м/мин	570мин <sup>-1</sup>	430Н
Долбежная	24м/мин	680 мин <sup>-1</sup>	95Н
Вертикально-фрезерная	118м/мин	800 мин <sup>-1</sup>	1265Н
Вертикально-сверлильная	87м/мин	480 мин <sup>-1</sup>	230Н

## 1.11 Расчет времени

В условиях серийного производства расчет нормы штучно-калькуляционного времени на операцию производится по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n};$$

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

$n$  – размер партии деталей ( $n= 1000$  шт.);

$T_{шт}$  – штучное время;

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обсл} + T_{отд},$$

где  $T_o$  - основное время операции;

$T_v$  - вспомогательное время;  $T_v = T_{ус} + T_{уп} + T_{изм}$ ;

$T_{обсл}$  - время на обслуживание рабочего места;

$T_{отд}$  - время на отдых и личные надобности рабочего.

Рассчитаем нормы времени на выполнение операций технологического процесса.

Операция 010 Токарная. Станок 16К20.

*Переход 1*

Основное время выполнения операции:

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} \cdot i,$$

где  $i$  – количество проходов.

$$T_o = \frac{20 + 30 + 46}{0,41 \cdot 300} = 0,78 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время операции при обработке:

$$T_v = T_{ус} + T_{мв},$$

где  $T_{мв}$  – машинно-вспомогательное время включает время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов, подвод и отвод инструмента в зоне обработки, смену режущих инструментов и т. д. Эти составляющие вспомогательного времени зависят от скорости и длины перемещений рабочих органов, от компоновки основных элементов станка и

конструкции вспомогательных устройств,  $T_{мв} = 0,92$  мин.

Время на контрольные измерения детали перекрывается основным временем и в норму штучного времени не включено.

$$T_{в} = 0,6 + 0,92 = 1,52 \text{ мин.}$$

Рассчитаем оперативное время:

$$T_{оп} = T_о + T_{в}$$

$$T_{оп} = 0,78 + 1,52 = 2,3 \text{ мин.}$$

Продолжительность работы станка по управляющей программе  $T_{уп}$  составляет неполное оперативное время работы станка:

$$T_{уп} = T_о + T_{мв}$$

$$T_{уп} = 0,78 + 0,92 = 1,7 \text{ мин}$$

Время на отдых и обслуживание задаётся в процентах от оперативного времени.

$$T_{обс.} = 3,5\% \text{ от } T_{оп} \text{ (2.17)}$$

$$T_{обс.} = 3,5 \cdot 2,3 / 100 = 0,08 \text{ мин.}$$

$$T_{отд.} = 4\% \text{ от } T_{оп} \text{ (2.18)}$$

$$T_{отд.} = 4 \cdot 2,3 / 100 = 0,09 \text{ мин.}$$

Штучное время операции:

$$T_{шт} = 0,78 + 1,52 + 0,08 + 0,09 = 2,47.$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = 2,47 + 10/1000 = 2,48 \text{ мин.}$$

Переход 2

$$T_о = \frac{159 + 108 + 34 + 46}{0,41 \cdot 300} = 2,82 \text{ мин.}$$

$$T_{в} = 0,6 + 0,92 = 1,52 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 2,82 + 1,52 = 4,34 \text{ мин.}$$

$$T_{уп} = 2,82 + 0,92 = 3,74 \text{ мин.}$$

$$T_{обс.} = 3,5 \cdot 4,34 / 100 = 0,15 \text{ мин}$$

$$T_{отд.} = 4 \cdot 4,34 / 100 = 0,17 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 2,82 + 1,52 + 0,15 + 0,17 = 4,66.$$

$$T_{шт-к} = 4,66 + 10/1000 = 4,67 \text{ мин.}$$

Операция 015 Долбежная

$$T_o = \frac{156}{0,23 \cdot 200} = 3,4 \text{ мин.}$$

$$T_v = 0,6 + 0,92 = 1,52 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 3,4 + 1,52 = 4,92 \text{ мин.}$$

$$T_{уп} = 3,4 + 0,92 = 4,32 \text{ мин.}$$

$$T_{обс} = 3,5 \cdot 4,92 / 100 = 0,17 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 4 \cdot 4,92 / 100 = 0,19 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 3,4 + 1,52 + 0,17 + 0,19 = 5,28$$

$$T_{шт-к} = 5,2 + 15/1000 = 5,3 \text{ мин.}$$

Операция 020 Вертикально-фрезерная

$$T_o = \frac{116}{0,21 \cdot 300} \cdot 2 = 3,68 \text{ мин.}$$

$$T_v = 0,6 + 0,92 = 1,52 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 3,68 + 1,52 = 5,2 \text{ мин.}$$

$$T_{уп} = 3,68 + 0,92 = 4,6 \text{ мин.}$$

$$T_{обс} = 3,5 \cdot 5,2 / 100 = 0,18 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 4 \cdot 5,2 / 100 = 0,20 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 3,68 + 1,52 + 0,18 + 0,20 = 5,58$$

$$T_{шт-к} = 5,58 + 15/1000 = 5,6 \text{ мин.}$$

Операция 025 Вертикально-сверлильная

$$T_o = \frac{28 + 18}{0,23 \cdot 300} \cdot 3 = 2,0 \text{ мин.}$$

$$T_v = 0,6 + 0,92 = 1,52 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 2,0 + 1,52 = 3,52 \text{ мин.}$$

$$T_{уп} = 3,52 + 0,92 = 4,44 \text{ мин.}$$

$$T_{обс} = 3,5 \cdot 3,52 / 100 = 0,12 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 4 \cdot 3,52 / 100 = 0,13 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 2,0 + 1,52 + 0,12 + 0,13 = 3,77$$

$$T_{шт-к} = 3,77 + 20/1000 = 3,8 \text{ мин.}$$

## 2 Конструкторская часть

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[1, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 16.

Таблица 16

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Втулка» на Фрезерном широкоуниверсальном станке модель 6Р12
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «втулка».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «втулка» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.

Продолжение таблицы 16

<p>Технические (тактико- технические) требования</p>	<p><u>Тип производства</u> – среднесерийный</p> <p><u>Программа выпуска</u> - 1000 шт. в год.</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать фрезерную станку модель 6Р12.</p> <p><u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на операцию: диаметр 158мм Ra = 6,3 мкм.</p>
<p>Документация, подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.</p>

## 2.2 Разработка расчетной схемы и компоновка приспособления.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Зажимное устройство состоит из привода, зажимного механизма, контактного элемента и может быть представлена в виде следующей схемы.



Рисунок 3.2 - Схема зажима

В принятой конструкции исходное усилие  $W$  создается за счет энергии

воздуха в пневмоцилиндре. Зажимной механизм – шток с быстросъемной шайбой обеспечивает компактную конструкцию и надежность закрепления при высокой скорости зажима. Базирование осуществляется на оправку с фланцем.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рисунок 1).

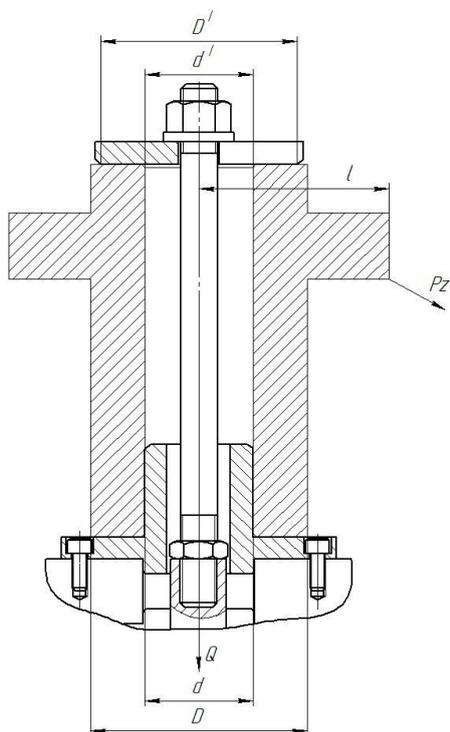


Рисунок 1 Схема установки заготовки при фрезеровании

### 2.3 Описание конструкции и работы приспособления.

Для проектирования выбираем приспособление для обработки детали на вертикально-фрезерной операции.

Данное приспособление устанавливается на стол вертикально-фрезерного станка модели 6P12.

Приспособление будет представлять собой корпус, устанавливаемый на поворотный стол станка, обеспечивающим поворот детали на заданные углы.

Приспособление оснащено посадочной бонкой, которой оно базируется на поворотном столе. Зажим изделия осуществляется разрезной шайбой и гайкой, которые приводятся в движение тягой с пневматическим приводом. Подобная схема базирования и закрепления детали обеспечивает надёжную обработку и точность получаемых размеров.

Базовыми поверхностями будут являться посадочное отверстие детали Ø65 мм и торец.

Зажимное усилие передается через шток пневмоцилиндра на тягу с гайкой и прижим. Тяга с гайкой перемещаясь, давит на прижим, который и закрепляет заготовку по торцу.

Подобная схема базирования и закрепления детали обеспечивает надёжную обработку и точность получаемых размеров.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбраны по ГОСТ и нормативам машиностроения.

## 2.4 Определение необходимой силы зажима

Условие равновесия имеет вид:

$$M_{mp} = M_{рез} \cdot K,$$

где  $K$  – коэффициент запаса прочности, для обеспечения надежного закрепления заготовки;

$f$  – коэффициент трения;  $f=0,25$

$$K_{зан} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

где  $K_0=1,5$  – коэффициент гарантированного запаса

$K_1=1,2$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_2=1,2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента;

$K_3=1,0$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4=1,0$  – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима;

$K_5=1,5$  – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть деталь вокруг своей оси.

$$K_{зан} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,0$$

$$M_{рез} \cdot K = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \left( \frac{(D^3 - d^3)}{(D^2 - d^2)} + \frac{(D_i^3 - d_i^3)}{(D_i^2 - d_i^2)} \right),$$

где  $M_{рез} = l \cdot P_z$ ,  $f=0,1$

$$l = \frac{D}{2} - b = \frac{158}{2} - 19 = 60 \text{ мм}$$

Определяем окружную силу резания  $P_z$  (Н)

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^q \cdot Z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_{mp},$$

где  $C_p=30$ ;  $x=0,85$ ;  $y=0,72$ ;  $q=1$ ;  $g=0,83$ ;  $w=0$  (т. 41 с. 291)

$$P_z = \frac{30 \cdot 5^{0,85} \cdot 0,3^{0,72} \cdot 18^1 \cdot 4}{16^{0,83} \cdot 300^0} \cdot 1,5 = 1265 \text{ Н}$$

$$P_z \cdot l \cdot K = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \left( \frac{(D^3 - d^3)}{(D^2 - d^2)} + \frac{(D_i^3 - d_i^3)}{(D_i^2 - d_i^2)} \right),$$

$$1365 \cdot 60 \cdot 3 = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot 0,1 \left( \frac{(90^3 - 65^3)}{(90^2 - 65^2)} + \frac{(85^3 - 67^3)}{(85^2 - 67^2)} \right)$$

Откуда сила зажима

$$Q = \frac{3P_z \cdot l \cdot K}{540 \cdot 0,1} = 1705 \text{ Н}$$

Определяем диаметр поршня пневмоцилиндра из уравнения:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} p \eta,$$

где  $D$  – диаметр поршня;

$W$  – сила на штоке пневмоцилиндра;

$P=0,4$  МПа – давление пневмоцилиндра;

$\eta=0,95$  – механический КПД

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \eta \cdot p} - d^2} = 92 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр поршня  $D=100$  мм

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности технического проекта обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- рассчитать смету технического проекта.

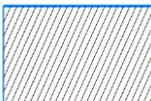
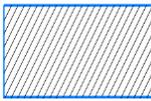
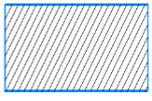
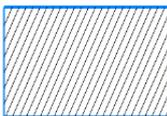
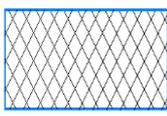
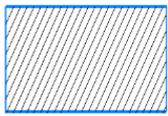
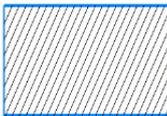
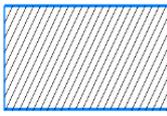
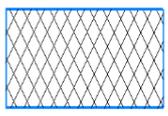
#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

##### **3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментирование рынка по разработке технологии изготовления детали «втулка»: размер и возможности станочного комплекса.

Таблица 17 - Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали "втулка".

Критерии		Возможности станочного производства		
		Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
Размер компании	ПАО «Томскгазпром»			
	НАО «Томскнефтехим»			
	<a href="#">НАО «ЗапСибКомплекты»</a>			

Максимальное соответствие



Средний уровень соответствия



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает ПАО «Томскгазпром», не смотря на это остальные компании могут составить конкуренцию. Однако производство детали "втулка" потребует от остальных компаний существенного финансового вложения как в развитие станочной базы так и в поиск новых профессиональных сотрудников.

### 3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект. Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 18

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [1, стр. 7]:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность технической разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Разработка технического решения ПАО «Томскгазпром»:

$$K = 39 \cdot 4,01 = 156,4,$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий НАО: «Томскнефтехим» (К1) и НАО «ЗапСибКомплект» (К2):

$$K = 37 \cdot 4,06 = 150,2,$$

$$K = 30 \cdot 2,87 = 86,1$$

Таблица 18 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество	0,35	4	5	2	1,40	1,75	0,70
2. Способ изготовления	0,10	4	4	2	0,80	0,6	0,4
3. Износостойкость	0,02	4	4	1	0,08	0,08	0,02
4. Универсальность	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,20
5. Простота эксплуатации	0,08	5	5	3	0,40	0,40	0,24
6. Взаимозаменяемость	0,05	3	3	2	0,15	0,15	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,10	5	4	3	0,50	0,40	0,30
2. Окупаемость	0,05	4	2	5	0,50	0,10	0,25
3. Конкурентоспособность	0,07	3	2	3	0,24	0,14	0,21
4. Себестоимость	0,13	4	3	5	0,52	0,39	0,65
Итого	1,00	39	37	30	4,01	4,06	2,87

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная.

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Также деталь является надежной, так как выполнена из стали, с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным

требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### 3.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в технический проект.

В основе технологии QuaD лежит о нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

- 1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки;
- 2) Показатели оценки качества разработки.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле [2,стр. 9]:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (2)$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Таблица 19 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Качество	0,35	85	100	0,85	0,2975
2. Способ изготовления	0,10	70	100	0,70	0,07
3. Износостойкость	0,05	70	100	0,70	0,035
4. Универсальность	0,05	55	100	0,55	0,0275
5. Простота эксплуатации	0,08	65	100	0,65	0,052
6. Взаимозаменяемость	0,02	70	100	0,70	0,14
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Цена	0,1	85	100	0,85	0,085
8. Окупаемость	0,07	75	100	0,75	0,0525
9. Конкурентоспособность	0,05	75	100	0,75	0,0375
10. Себестоимость	0,13	85	100	0,85	0,1105
Итого	1,00	735	100	7,35	0,9075

$$P_{cp} = 29,75 + 7 + 3,5 + 2,75 + 5,2 + 14 + 8,5 + 5,25 + 3,75 + 11,05 = 90,75$$

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{cp}$  получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Значение  $P_{cp} = 90,75$  показывает, что разработка перспективна.

### 3.2 Планирование технического проектирования работ

#### 3.2.1 Структура работ в рамках проектирования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 20 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент
	2	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель Студент
	7	Выполнение конструкторской части	Студент

Продолжение таблицы 20

Основной этап	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников технического проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула [3,стр.20]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой

работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

Таблица 21 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$
		$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{ож}$ , чел-дни	
Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель,	1	1	1	2
Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель	1	1	1	2
Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	10	15	12	12
Выполнение технологической части работы	Студент	12	10	11	11

Продолжение таблицы 21

Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент	5	7	5	2
Выполнение конструкторской части	Студент	7	12	9	9
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент	14	16	14	14
Выполнение других разделов	Студент	18	19	18	18
Подведение итогов.	Студент	2	5	3	1

На основе таблицы 21 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР

Таблица 22 - Календарный план-график проведения ВКР

№	Вид работ	Исполнитель	Колво дней, Ткi	Продолжительность выполнения работ, календарные дни														
				Февраль 2019			Март 2019			Апрель 2019			Май 2019			Июнь 2019		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент	3	■														
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, значен	3	=														
3	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	17				=											
4	Выполнение технологической части работы	Студент	16				=											

Продолжение таблицы 22

5	Согласованы выполнены и технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, значения студент	4			 		
6	Выполнение конструкторской части	Студент	13					
7	Согласованы выполнены и конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, значения студент	21				 	
8	Выполнение других разделов	Студент	27					
9	Подведение итогов.	Студент	2					

 - Студент.  – Научный руковод

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине февраля. Вторая, шестая и восьмая работы выполняются одновременно. По графику видно, что выполнение технологической части работы, самая продолжительная часть работы и составляет 36 дней. Такие работы, составление и утверждение темы ВКР, согласование выполненной технологической части с научным руководителем, согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в середине июня.

### **3.3 Смета затрат на технический проект**

При планировании сметы технического проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование сметы затрат технического проекта.

#### **3.3.1 Расчет материальных затрат технического проекта**

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [4,стр. 24]:

$$З_M = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (4)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении технического проекта;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении технического проекта;

$Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов.

К материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, USB-накопитель, блокнот, степлер, скобы для степлера.

### 3.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и студента, которая рассчитывается по формуле [5,стр. 26]:

$$З_{п} = З_{осн} + З_{доп} , \quad (5)$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата;

$З_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата ( $З_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [6,стр. 26]:

$$З_{осн} = T_p \cdot З_{дн} , \quad (6)$$

где  $З_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. Дн.

$З_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [7, стр. 27]:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} , \quad (7)$$

где  $З_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в

24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

Гд – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 23).

Таблица 23 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
• отпуск	48	48
• невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где  $Z_{TC}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{TC}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $Z_{тс}$ );  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 24 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$K_p$	$Z_M$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{ОСН}$ , руб.
Руководитель	33664	0,3	0,2	1,3	71760	2962	38	112537,9
Студент	9895	0,3	0,2	1,3	19291	796	106,6	84853,6
Итого $Z_{ОСН}$								197391,5

### 3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [10, стр. 29] :

$$Z_{внеб} = K_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (10)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30,2%

Таблица 25 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	112537,9	22507,58
Студент	84853,6	16970,72
Итого		39478,3

### 3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб за 1 кВт/час.

Таблица 25 - Затраты на электроэнергию

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт/час	Время эксплуатации, час	Расход электроэнергии, руб.
1	Компьютер ACER Veriton ES2730G	1	1700	5270
Итого				5270

### 3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение бюджета затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 26

Таблица 26 - Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты	1045	Пункт 3.4.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	197391,5	Пункт 3.4.2
3. Отчисления во внебюджетные фонды	39478,3	Пункт 3.4.3
4. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.4
Бюджет затрат	243184,8	Сумма ст.1-4

### 3.4 Определение ресурсосберегающей эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле [11, стр. 32]:

$$I \frac{\text{исп}i}{\text{финр}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}, \quad (11)$$

где  $I \frac{\text{исп}i}{\text{финр}}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения технического проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральные показатели для различных исполнений:

$$I \frac{\text{исп}i}{\text{финр}} = \frac{243184,8}{460000} = 0,53$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по формуле [12, стр. 32]:

$$I_{pi} = \sum \alpha_i \cdot b_i, \quad (12)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$\alpha_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается

экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 27 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1.Повышение производительности труда пользователя	0,40	5	4
2.Удобство в эксплуатации	0,30	5	4
3. Энергосбережение	0,18	4	3
4. Надежность	0,12	4	4
Итого:	1,00	4,50	3,75
$I_{p1} = 0,4*5 + 0,3*5 + 0,18*4 + 0,12*4 = 4,7;$ $I_{p2} = 0,4*4 + 0,3*4 + 0,18*3 + +0,12*4 = 3,82.$			

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (Исп<sub>п</sub>) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле[13, стр. 33]:

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I \frac{испi}{финр}}, \quad (13)$$

Получаем, Исп1 = 8,49, Исп2 = 7,06 .

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ) определяется по формуле [14, стр. 33]:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{ucn1}}{I_{ucn1}}, \quad (14)$$

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что наиболее эффективный вариант решения технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности это первый вариант исполнения разработки.

Сравнительная эффективность разработки приведена в таблице 28

Таблица 28 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп1.	Исп.2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,08	1,00
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,7	3,82
Интегральный показатель эффективности	8,49	7,06
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,2	

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## **4. Социальная ответственность**

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Правовой основой законодательства в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, является Конституция — Основной закон государства. Законы и иные правовые акты, принимаемые в Российской Федерации, не должны ей противоречить; гарантом Конституции Российской Федерации является Президент.

На основании Коллективного договора между Работодателем и Работниками Общества с ограниченной ответственностью ООО ЗКПД ТДСК на 2017-2019 гг. рассмотрим правовые нормы трудового законодательства:

1) Нормальная продолжительность рабочего времени для работников предприятия не может превышать 40 часов в неделю.

2) Работнику предоставляется ежегодный основной оплачиваемый отпуск продолжительностью 28 календарных дней.

3) Оплата труда каждого работника зависит от его личного трудового вклада, квалификации, сложности выполняемой работы, количества и качества труда, с учетом результатов работы предприятия, и максимальным размером не ограничивается.

4) Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере.

Размер повышенной оплаты труда составляет:

- до 12 % за работу в тяжелых и вредных условиях труда;

- до 24 % за работу в особо тяжелых и особо вредных условиях труда

5) Выплачивать премию за высокий профессионализм работникам, имеющим стаж работы на предприятии не менее 5 лет, при условии отсутствия случаев нарушения трудовой, производственной дисциплины, иных взысканий.

6) Работодатель обеспечивает предоставление работникам, работающим

во вредных условиях труда, санаторно-курортное лечение за счет средств социального страхования при условии финансирования Фондом социального страхования данных предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников.

7) Работодатель обязуется обеспечивать здоровые и безопасные условия труда работников на основе комплекса социально-трудовых, организационно-технических, лечебно-профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий в соответствии с действующим законодательством по охране труда и промышленной безопасности, признавая приоритетными направлениями своей деятельности – сохранение жизни и здоровья работников.

#### **4.2 Производственная безопасность**

В данном разделе рассматривается производственное помещение, промышленного предприятия ООО ЗКПД ТДСК цех №2, в котором производится изготовление детали типа «Втулка».

При производстве детали типа «Втулка» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок, сверлильный станок, токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ.

Составим обобщающую таблицу «Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Втулка»» (таблица 29), которая необходима для целостного представления обо всех выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, связи их с запроектированными видами работ [1].

Для выбора опасных и вредных факторов используем ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Таблица 29 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Втулка»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Разработка	Изготовлен	
1. Повышенный уровень шума на рабочем месте;	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ <a href="#">ГОСТ 12.1.005-88</a> ССБТ
2. Повышенный уровень вибрации;		+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ <a href="#">ГОСТ 12.1.008-76</a> ССБТ
3. Повышенный уровень электромагнитных излучений;	+	+	ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ <a href="#">ГОСТ 12.1.029-80</a> ССБТ ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ
4. Недостаточная освещенность на рабочем месте;	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ <a href="#">ГОСТ 12.2.061-81</a> ССБТ
5. Отклонение параметров микроклимата.	+	+	ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ
6. Химические вещества.		+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Р 2.2.2006–05. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03

7. Механические повреждения (движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования)		+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 СанПиН 2.2.4.548–96 СанПиН 2.2.4.3359–16 СН 2.2.4/2.1.8.562–96 СН 2.2.4/2.1.8.566–96 СП 60.13330.2016 СП 51.13330.2011 СНиП 23-03-2003
8. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования;		+	СП 52.13330.2016
9. Электрический ток;	+	+	
10. Пожароопасность.	+	+	

## 4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды

### 4.2.1.1 Повышенный уровень шума

Источником возникновения шума на территории цеха №2 являются технологическое оборудование в основных производственных цехах, металлообрабатывающие станки основного и вспомогательного производств.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Согласно ему, допустимые уровни звукового давления следует принимать, как в таблице 30.

Таблица 30 – Допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В цехе №2 уровень шума составляет 75 дБ.

Для защиты от шума согласно «СП 51.13330.2011. Защита от шума» применяются строительно-акустические меры: звукоизоляция ограждающих конструкций; звукопоглощающие конструкции и экраны; глушители шума; правильная планировка и застройка. К шумопоглощающим относятся экраны,

панели которых заполнены звукопоглощающим материалом: базальтовой ватой. Со стороны источника шума шумопоглощающие экраны покрыты перфорированным металлическим листом для улучшения вхождения звука в панель и последующего поглощения его кинетической энергии [2].

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: противозумные вкладыши, наушники, шлемы и каски, специальные костюмы.

#### **4.2.1.2 Повышенный уровень вибрации**

При изготовлении детали типа «Втулка», на рабочем месте может возникнуть локальная вибрация, источником которой являются станки.

Санитарно-гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации, ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».

Для нашего случая выбираем категорию: 3 тип «а». Характеристика условий труда: технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Для ослабления действия вибрации на организм человека принимаются следующие меры: балансировка вращающихся масс; уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов; ограничение времени воздействия вибрации.

В качестве фундамента всегда рекомендуется использовать сплошную монолитную железобетонную плиту, сглаживающую влияние неоднородностей грунтового основания и способствующую распределению, а значит снижению колебаний по площади фундамента.

Требования к фундаменту:

- 1) Масса плиты должна быть в 4-5 раз возможной силы вибрации;

2) Фундаменты под виброоборудование располагают ниже уровня фундаментов под здание;

3) Обязательно устройство демпфирующего слоя между фундаментом под оборудование и грунтом (ракушечник, перлит, резина и тд.).

В качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) применяются: перчатки, виброизолирующая обувь, коврики [2].

#### **4.2.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Источником электрических полей являются системы передачи и распределения электроэнергии, а также электрооборудование.

В соответствии с ГОСТ 12.1.002 – 84 устанавливается допустимая мощность электромагнитных полей (ЭМП):  $< 10 \text{ мкВт/см}^2$  – допускается пребывание в течение 8 часов; от 10 до  $100 \text{ мкВт/см}^2$  – пребывание не более 2 часов;  $> 100 \text{ мкВт/см}^2$  – допустимое время пребывания  $< 20$  минут;

Для населения – не более  $1 \text{ мкВт/см}^2$ .

К коллективным средствам защиты относятся: стационарные устройства экранирования, переносные (передвижные) экранирующие средства защиты.

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитные костюмы; для защиты глаз-специальные радиозащитные очки, плотно прилегающие к коже лица и имеющие стекла, отражающие электромагнитные излучения (очки изготавливаются из стекол специальных марок, металлизированных диоксидом олова.); специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву [3].

Предельно допустимые уровни (ПДУ) магнитного поля устанавливаются в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия установлены в СанПиН 2.2.4.3359-16 и приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Предельно допустимые уровни магнитного поля

Время пребывания (ч)	Допустимые уровни МП Н (А/м)/В (мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
<1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

К коллективным средствам защиты относится проведение организационных и технических мероприятий.

Организационные мероприятия: выбор рациональных режимов работы оборудования, соблюдение правил безопасной эксплуатации источников МП, ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия МП, организация рабочих мест на расстояниях от токоведущих частей оборудования, обеспечивающих соблюдение ПДУ.

Технические мероприятия: использование технических средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места (экранов, отражателей, ограждений). Для изготовления экранов используются: листовая сталь толщиной до 2 мм, стальная (медная, латунная) сетка с ячейкой до 2.5 мм.

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитная одежда (из металлизированной ткани НАНОТЕКС) и обувь, щитки защитные лицевые.

#### **4.2.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны**

В механическом цехе №2 предусматривается естественное, совмещенное и искусственное освещение.

СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» – определяет нормы освещенности для производственных помещений в зависимости от

характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона.

Нормы освещенности производственных помещений приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Нормы освещенности для производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Искусственное освещение		Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			Освещенность, лк		КЕО* $e_n$ , %			
			при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Средней точности	IV	б*	500	200	4	1.5	2.4	0.9

\*К подразряду зрительной работы «б» относится периодическая работа при постоянном пребывании в помещении

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности: применение комбинированного освещения. Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

#### 4.2.1.5 Отклонение параметров микроклимата

К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха относятся: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения [2].

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения, в соответствии с «СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 33.

Таблица 33 – Оптимальные величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб* (233 - 290)	17 - 19	60 - 40	0.2
Теплый	Пб (233 - 290)	19 - 21	60 - 40	0.2

\*К категории Пб относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, представленным в таблице 34.

Таблица 34 – Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более **
Холодный	Пб (233-290)	15.0-16.9	19.1-22.0	15-75	0.2	0.4
Теплый	Пб (233-290)	16.0-18.9	21.1-27.0	15-75*	0.2	0.5

\* При температурах воздуха 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии со [специальными требованиями](#).

\*\* При температурах воздуха 26 - 28° С скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии со [специальными требованиями](#)

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тел работающих от производственных источников, представлены в таблице 35.

Таблица 35 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25-50	70
Не более 25	100

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин: 21°С - при категории работ Пб.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используется: механизация и автоматизация технологических процессов; устройство систем вентиляции, системы местного кондиционирования воздуха и отопления; защита от источников теплового излучения с помощью теплозащитных экранов; применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы.

К числу СИЗ от неблагоприятных климатических условий относят спецодежду, спецобувь, средства защиты рук и головные уборы.

#### **4.2.1.6 Химические вещества**

В металлообрабатывающем цехе присутствуют такие вредные вещества, как: смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) и технологические масла (ТС). Пары этих жидкостей в воздухе, не должны превышать величину предельно-допустимой концентрации. Предельно допустимые концентрации компонентов смазочно-охлаждающей жидкости приведены в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Таблица 36 – Предельно допустимые концентрации компонентов смазочно-охлаждающей жидкости

Наименование вещества	Величина ПДК, (мг/м3)	Класс опасности
Акриловая кислота	5.0	3
Акролеин	0.2	2
Аммиак	20.0	4
Ацетон	200	4
Бутадиен	100	4
Буталакрилат	10.0	3
Винилацетат	0.2	2
Гексахлорэтан	0.08	1
Дихлорэтан	10.0	2
Метанол	5.0	3
Метатиол	0.8	2
Метилакрилат	5.0	3
Метилпропионат	10.0	3
Масляный альдегид	5.0	3
Метилметакрилат	0.7	2
Минеральное масло	5.0	3
Метилнафталин	20.0	4
Меркаптан	0.1	1
Сероуглерод	10.0	2
Сера	6.0	4
Свинец	0.01	1
Сернистый газ	10.0	3
Нитрит натрия	5.0	3
Тетрахлорэтан	5.0	3
Трихлорэтан	20.0	4
Тетрахлорметан	2.0	2

#### Продолжение таблицы 36

Углерод оксид	20.0	4
Уксусная кислота	5.0	3
Фенол	0.3	2
Формальдегидд	0.8	2
Этанол	5.0	4
Этилметакрилат	0.048	1
Хлор	1.0	2
Хром 3+	1.0	3
Хром 6+	0.01	1
Хлористый водород	5.0	2
Бензол	5.0	2

Периодичность контроля за ПДК вредных веществ устанавливается в зависимости от класса опасности вредного вещества: для 1 класса - не реже 1 раза в 10 дней, 2 класса - не реже 1 раза в месяц, 3 и 4 классов - не реже 1 раза в квартал.

Средства защиты: коллективные средства – вентиляция, очистка воздуха; герметизация устройств, в которых ведутся производственные процессы связанные с образованием паров; механизация и автоматизация технологического процесса. Индивидуальные средства – спецодежда, средства защиты органов дыхания (респираторы), рук (перчатки), лица, глаз (защитные очки) [4].

#### **4.2.1.7 Механические опасности**

К механическим опасностям относят: движущиеся механизмы и их части, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; расположение рабочего места на значительной высоте; повышенная запыленность воздуха,

стружка от обработки деталей. Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рабочего. Возможно падение заготовки/детали при установке и снятии со станка, что может привести к ушибу или перелому. Процесс резания сопровождается пылевыделением, при обработке магния. Также в процессе резания испаряется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость), которая используется на станках.

Коллективные средства защиты реализуются при механизации и автоматизации производственных процессов; использовании роботов и манипуляторов, дистанционном управлении оборудованием; определении размеров опасной зоны; применении ограждений, блокировок, световой и звуковой сигнализации.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ): специальная одежда, обувь, защитные каски, маски.

#### **4.2.1.8 Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок.**

При обработке детали на месте выхода режущего инструмента с обрабатываемой поверхности образуется заусенец и острая кромка. Размер заусенца зависит как от вязкости материала, так и от геометрии и остроты режущих кромок инструмента. Заусенцы являются потенциальными источниками травм. При контакте с заусенцами может порезать руки тот, кому придется держать деталь в руках. Это не только операторы станков, но и контролеры, мастера, транспортные рабочие, и даже технологи, которые спроектировали технологический процесс, не предусмотрев решение проблемы удаления заусенцев.

Коллективные средства защиты: обертывание детали в ингибированную бумагу.

Индивидуальные средства защиты (СИЗ) :спецодежда, средства защиты рук (перчатки).

#### 4.2.2.1 Электроопасность

Безопасные номиналы:  $I < 0.1 \text{ А}$ ;  $U < 36 \text{ В}$ ;  $R_{\text{заземл}} < 4 \text{ Ом}$ .

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции, ошибочно поданное напряжение на рабочее место; отсутствие заземления, замыкание в результате аварии.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током производственное помещение (механический цех) относится к классу помещений с повышенной опасностью, так как характеризуется наличием токопроводящей пыли и токопроводящего железобетонного пола, также есть возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой).

Проблема токопроводящих полов решается оборудованием рабочих мест деревянными плитами (решетками). А токопроводящая пыль устраняется с помощью устройств местной вытяжной вентиляции.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства, которые делятся на:

- а) основные защитные средства;
- б) дополнительные защитные средства.

В электроустановках напряжением до 1000 В, используются СИЗ:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;

- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током.

В электроустановках напряжением до 1000 В:

- диэлектрические галоши;
- диэлектрические резиновые коврики;
- изолирующие подставки.

Основные и дополнительные защитные средства при всех операциях должны применяться совместно друг с другом.

Средства коллективной защиты в механическом цехе от поражающего действия тока:

1. Защитное заземление.
2. Зануление.
3. Защитное отключение.
4. Защитные ограждения.
5. Разделительные трансформаторы.

К средствам защиты от повышенного уровня статического электричества относятся: заземляющие устройства; нейтрализаторы; увлажняющие устройства; антиэлектростатические вещества; экранирующие устройства.

#### **4.2.2.2 Пожаробезопасность**

В соответствии с «НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение цеха №2 относится к категории «В4», так как в цехе обрабатывается магний, который относится к огнеопасным веществам.

Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются специальными государственными постановлениями и указами СНиП 21-0197\* Пожарная

безопасность зданий и сооружений, ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда «Пожарная безопасность. Общие требования».

### **Источники пожарной опасности в помещении механического цеха**

Магний - сильно огнеопасен в виде порошка. Вещество может спонтанно воспламеняться при контакте с искрой в мелкораздробленном состоянии. В огне выделяет раздражающие или токсичные пары (или газы)); Высокая температура: перегрев оборудования в огнеопасной атмосфере; Выход из строя, например, короткое замыкание.

### **Меры по обеспечению пожарной безопасности. Средства пожаротушения**

Средства пожаротушения подразделяют на первичные, стационарные и передвижные (пожарный автомобили).

К первичным средствам относятся передвижные (свыше 25 л) и ручные (до 10 л) огнетушители, переносные огнегасительные установки, внутренние пожарные краны, ящики с песком, асбестовые покрывала, противопожарные щиты с набором инвентаря и др. Для быстрой локализации очагов возгорания служат ручные огнетушители.

В производственном помещении, где изготавливается деталь "Втулка" размещено электрооборудование, находящееся под напряжением. Так же изготавливаются детали из магния. Для ликвидации возгорания применяются только порошковые огнетушители для тушения металлов (ОП-5) и углекислотные (ОУ-3) огнетушители для тушения возгораний в электроустановках [6].

Для быстроты оповещения о начале пожара используется система пожарной сигнализации.

### **Для предотвращения возникновения пожаров:**

- 1) Проводятся профилактические мероприятия, инструктажи рабочих.
- 2) В каждом цехе предусмотрены меры эвакуации: запасные выходы, пожарные проходы, планы эвакуации.
- 3) Присутствуют средства пожаротушения.

4) В доступном месте висят инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планы эвакуации с телефонами спецслужб.

5) Имеется звуковая пожарная сигнализация.

6) Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

План эвакуации цеха №2 приведен на рисунке 4.1.

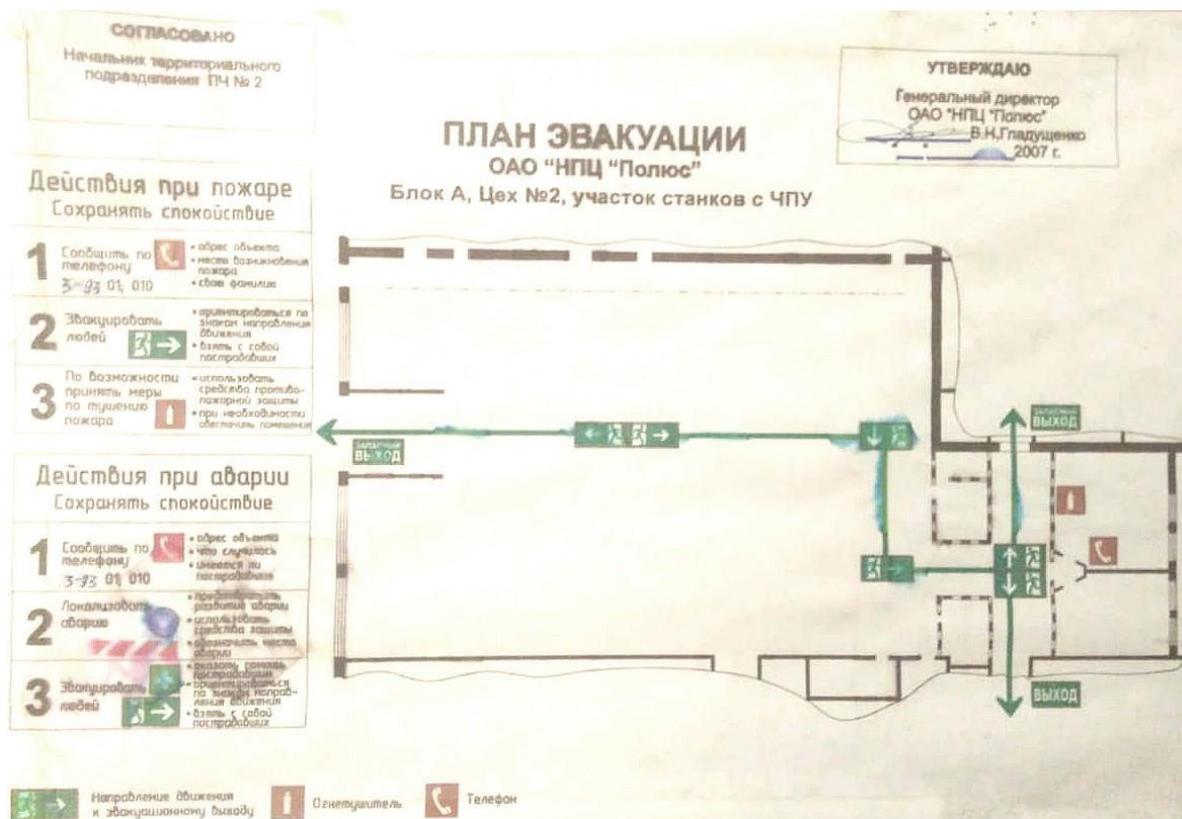


Рисунок 4.1 – План эвакуации цеха №2

### 4.3. Экологическая безопасность. Анализ влияние объекта исследования на окружающую среду

Механическая обработка металлов на станках сопровождается образованием: металлической стружки, отработанной смазочноохлаждающей жидкости (СОЖ), пыли. Пары эмульсии и пыль через вентиляционную систему

поступают из помещений в атмосферу. Помимо этого имеется и промышленный мусор. Загрязнение гидросферы металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, которые наблюдают за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды [7].

#### **Обоснование мероприятий по защите окружающей среды**

- совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем негативного воздействия на окружающую среду;
- замена токсичных отходов на нетоксичные.
- вовлечение образовавшихся отходов во вторичное производство.
- ограничение выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов.
- разработка и внедрение малоотходных технологий.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.**

##### **Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.**

Возможные чрезвычайные ситуаций, которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации проектируемого решения:

- стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, ураганы, снежные заносы, грозы, ливни, аномальные морозы.);
- техногенные катастрофы (аварии на энергетических, химических, биотехнологических объектах предприятия.);
- антропогенные катастрофы (ошибочные действия операторов обслуживающего персонала.);
- социально-политические конфликты (терроризм);
- биологические (эпидемии).

#### **4.4.1 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.**

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие оборудовано системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи. Также предусмотрено исключение распространения информации о системе охраны объекта (закрытой внутренней сети интернет и введением режима секретности), расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. На предприятии создана служба гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, способная быстро и правильно реагировать на любые возможные ЧС на предприятии.

Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

## Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 30,2%, выплата составит 39478,3 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат проекта, который составил 243184,8 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

## Список литературы

1. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2016.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
3. Жуков Э.Л. и др. Технология машиностроения. В 2-х кн. Кн.2 . Производство деталей машин. - М. В. шк. 2003.
4. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - М. В. шк. 2012.
5. Сысоев С.К. и др. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. - СПб. 2014.
6. Мухаевич Е.П.. Технология машиностроения (пособие по курсовому проектированию). - Томск. 2010.
7. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х. томах / под ред. Дельского А.М. и др. М. Машиностроение.- Т1 и Т2. 2003.
8. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Панов А.А. и др. М. Машиностроение. 2004.
9. Султан-заде Н.М. и др. Технология машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. М. 2016.
10. Лебедев В.А. и др. Технология машиностроения: проектирование технологии изготовления изделий. – Ростов Н/Д. Феникс. 2008.
11. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
12. Клещева И.В. Оценка эффективности научно-исследовательской деятельности студентов. – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 91 с.

13. Давыдов, Борис Ильич. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / Б. И. Давыдов, В. С. Тихончук, В. В. Антипов. — Москва: Энергоатомиздат, 1984. — 177 с.: ил.: 21 см.

14. .Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.

15. Ларионов Н. М. Промышленная экология [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / Н. М. Ларионов. – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). – Москва : Юрайт, 2013. – 1 Мультимедиа CD-ROM. – (Электронные учебники издательства Юрайт) . – Электронная копия печатного издания. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – <URL:<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2431.pdf>>.

16. Авраамов, Ю. С. Защита человека от электромагнитных воздействий / Ю. С. Авраамов, Н. Н. Грачев, А. Д. Шляпин. — Москва: Изд-во МГИУ, 2002. — 232 с.: ил. — Это важно знать!. — Библиогр.: с. 227-231