

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области  
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Свердловской  
области «Верхнепышминский механико-технологический техникум «Юность»

РАССМОТРЕНО  
на заседании методического совета  
ГАПОУ СО «ВПМГТ «Юность»  
протокол № 1  
от «30» августа 2023г

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению и оформлению  
дипломного проектирования  
по специальности 15.02.08 Технология машиностроения**

Верхняя Пышма  
2023

Методические указания по выполнению и оформлению дипломного проекта по специальности 15.02.08 Технология машиностроения разработаны в соответствии с:

Федеральным законом «Об образовании Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ часть 5 статьи 59;

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования, утв. приказом Министерства просвещения РФ от 24.08.2022 г. № 762;

Методическими рекомендациями по реализации среднего общего образования в пределах освоения образовательной программы среднего профессионального образования на базе основного общего образования, утв. Министерством просвещения РФ 14.04.2021 г.)

Разъяснениями по формированию учебного плана основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования (письмо департамента профессионального образования Минобрнауки Российской Федерации от 20.10.2014 г. № 12-696);

Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 08.11.2021 г. № 800 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего профессионального образования»;

Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 15.02.08 Технология машиностроения, утвержденного Приказом Минобрнауки Российской Федерации № 350 от 18 апреля 2014;

Составитель:

Саламатина В.В., преподаватель, высшая квалификационная категория

Черепанова Т.М., преподаватель, высшая квалификационная категория

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.....	7
1.1 Организация и порядок выполнения дипломного проекта (дипломного проекта).....	7
1.2 Структура дипломного проекта .....	8
1.3 Требования к содержанию пояснительной записки и графической части дипломного проекта .....	9
Введение .....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1 Характеристика предприятия .....	9
1.2 Описание назначения детали и условий ее работы .....	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	10
2.1 Описание типа производства .....	10
2.2 Анализ чертежа детали и технологичность ее конструкции .....	10
2.3 Обоснование выбора базующих поверхностей .....	10
2.4 Обоснование метода получения заготовки, расчет припусков.....	11
2.6 Выбор технологического оснащения .....	16
2.7 Расчет режимов резания и техническое нормирование .....	17
2.8 Разработка управляющей программы на обработку заданной поверхности	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ .....	17
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
4.1 Расчет общей трудоемкости на деталь и программу.....	18
4.2 Расчёт показателей плана по труду.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.3 Расчёт среднегодовой и среднемесячной заработной платы по категориям работников	<b>Ошибка!</b>
4.4 Расчёт прямых затрат полной себестоимости детали	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.5 Расчёт прямых затрат полной себестоимости заданной детали	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.6 Расчет косвенных затрат себестоимости детали ....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4.7 Калькуляция производства детали.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	29
5.1 Охрана труда на предприятии	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
5.2 Экологическая безопасность на предприятии.....	29
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	29
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	29
1.4 Рецензирование ДП .....	30
2 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА.....	30
2.1 Требования к оформлению пояснительной записки дипломного проекта (работы)	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.2 Требования к оформлению графической части дипломного проекта.....	30
2.3 Выделение заголовков частей и подчастей и их размещение	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.4 Оформление иллюстраций, таблиц, ссылок на источники	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.5 Оформление приложений ДП.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
3 защита дипломной работы (дипломного проекта).....	33
3.1 Предзащита ДП.....	33
3.2 Защита ДП .....	33
3.3 Критерии оценки дипломного проекта.....	34
Список рекомендуемых источников .....	35
Приложение А. Пример оформления титульного листа дипломного проекта .....	38
Приложение Б. Образец отзыва на дипломный проект .....	39
Приложение В. Образец рецензии на дипломный проект .....	40
Приложение Г. Образец титульного листа презентации .....	41

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению дипломного проекта по специальности 15.02.08 Технология машиностроения составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО в части подготовки и защиты дипломного проекта.

Дипломный проект (ДП) по специальности представляет собой законченную разработку по теме, соответствующей содержанию одного или нескольких профессиональных модулей, ДП должна способствовать продолжению формирования профессиональных и общих компетенций и демонстрировать сформированность компетенций в рамках основных видов профессиональной деятельности.

Целью выполнения ДП является оценка качества комплексной системы знаний, практических умений и навыков, полученных обучающимся в процессе формирования у него общих и профессиональных компетенций, позволяющих решать поставленные задачи на профессиональном уровне.

Общие компетенции обучающегося включают в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Кроме того, обучающийся должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

### **1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин.**

ПК 1.1. Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.

ПК 1.2. Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.

ПК 1.3. Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.

ПК 1.4. Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5. Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

### **2. Участие в организации производственной деятельности структурного подразделения.**

ПК 2.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 2.2. Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.

ПК 2.3. Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения.

### **3. Участие во внедрении технологических процессов изготовления деталей машин и осуществление технического контроля.**

ПК 3.1. Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.

ПК 3.2. Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

#### **4. Выполнение работ по профессии 18809 станочник широкого профиля.**

ПК 4.1. Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных, шлифовальных станках.

ПК 4.2. Осуществлять наладку обслуживаемых станков.

ПК 4.3. Проверять качество обработки деталей.

#### **5. Выполнение работ по профессии 151902.01 Токарь-универсал**

ПК 5.1. Обрабатывать детали и инструменты на токарных станках.

ПК 5.2. Обрабатывать детали и изделия на токарно-карусельных станках.

ПК 5.3. Растачивать и сверлить детали на расточных станках различных типов.

ПК 5.4. Обрабатывать детали на токарно-револьверных станках.

ПК 5.5. Проверять качество выполненных токарных работ.

#### **6. Выполнение работ по профессии 16045 Оператор станков с программным управлением**

ПК 6.1 Осуществлять обработку деталей на станках с программным управлением с использованием пульта управления.

ПК 6.2. Выполнять подналадку отдельных узлов и механизмов в процессе работы.

ПК 6.3. Осуществлять техническое обслуживание станков с числовым программным управлением и манипуляторов (роботов).

ПК 6.4. Проверять качество обработки поверхности деталей.

Государственная итоговая аттестация выполняется в форме защиты дипломного проекта. ДП выполняется на основе глубокого изучения учебной, справочной и дополнительной литературы по программам подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Качество выполнения дипломного проекта зависит от того, насколько студент овладел навыками сбора исходной информации, её обработки и анализа, а также от его способностей формулировать научно обоснованные выводы.

Дипломный проект, как правило, должен быть выполнен на базе конкретной организации (её структурного подразделения) в периоды прохождения преддипломной (производственной) практики и подготовки ДП.

В ходе работы над выполнением дипломного проекта студент учится грамотно и четко излагать мысли, правильно формулировать цели и задачи при рассмотрении конкретных задач, хорошо ориентироваться в нормативных актах, умело использовать знания для изучения производственной среды, используемой в организации, находить рациональные решения при реализации поставленной задачи.

Дипломный проект является завершающим этапом обучения и выполняется с целью решения поставленных задач:

- закрепление, расширение и углубление теоретических знаний студентов по соответствующей специальности;

- приобретение навыков практического применения полученных теоретических знаний к комплексному решению конкретных задач, предусмотренных работой;

- получение навыков самостоятельного и творческого подхода к решению конкретных инженерных задач;

- развитие совершенствование навыков по проведению расчетов и составлению технико-экономического обоснования применяемых технологических решений;

- обучение самостоятельной работе со справочной литературой, каталогами, справочниками, стандартами, нормами;

- отработка навыков оформления технической документации, составления пояснительной записки и оформления иллюстративного материала, чертежей и схем согласно стандартам ЕСКД и ЕСТД;

- овладение навыками использования современных информационных технологий.

В дипломной работе студент должен продемонстрировать:

- уровень сформированности общих и профессиональных компетенций в рамках исследуемой темы;
- умение изучать и обобщать различные источники информации, полученный опыт при прохождении производственной и преддипломной практики в структурных подразделениях организаций профессиональной направленности;
- владение методами и методиками исследовательского поиска, проектирования и разработки при решении рассматриваемой проблемы;
- умение разрабатывать практические предложения и рекомендации по исследуемой теме;
- умение анализировать результаты исследований, грамотно, логично оформлять их в соответствующий материал.

Необходимым условием допуска к государственной (итоговой) аттестации является представление документов, подтверждающих освоение обучающимся компетенций при изучении теоретического материала и прохождении практики по каждому из основных видов профессиональной деятельности (Федеральный государственный образовательный стандарт по специальности 15.02.08 Технология машиностроения пункт 8.5).

Защита дипломного проекта проводится на заседании Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Результаты защиты дипломного проекта являются основанием для принятия ГЭК решения о присвоении соответствующей квалификации и выдаче диплома государственного образца.

Данные методические указания составлены с учетом типовых требований к дипломным проектам (ДП). В указаниях рассматриваются общие вопросы выполнения ДП (сформулированы требования и даны указания по объему, структуре, содержанию работы, по организации выполнения ДП студентом).

# 1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

## 1.1 Организация и порядок выполнения дипломного проекта (дипломного проекта)

Дипломный проект - это самостоятельное исследование по одной из актуальных тем в сфере 15.00.00 Машиностроение. Она призвана продемонстрировать степень овладения профессиональными компетенциями в рамках одного или нескольких профессиональных модулей, а также умение выпускника конструктивно решать практические ситуации.

Весь период подготовки и оформления дипломного проекта делится на этапы:

1. Выбор темы ДП.
2. Получение задания на ДП.
3. Составление календарного плана-графика работы над ДП.
4. Поиск и изучение источников литературы.
5. Написание частей ДП.
6. Оформление дополнительных материалов по ДП (доклад, презентация).
7. Подготовка к защите ДП.
8. Защита ДП.

### *1.1.1. Выбор темы ДП.*

Примерная тематика разрабатывается преподавателями техникума, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена по специальности 15.02.08 Технология машиностроения, согласовывается председателем предметно-цикловой комиссии соответствующего профиля, рассматривается на заседании педагогического совета и утверждается заместителем директора по учебной работе, перечень примерных тем входит в Комплект документов для проведения государственной итоговой аттестации в форме дипломного проекта по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Перечень тем, предлагаемых выпускающей комиссией студентам, не является исчерпывающим. Каждый студент может заявить тему по своему усмотрению, представив соответствующее обоснование необходимости и целесообразности ее разработки и получив разрешение председателя ПЦК.

Тема дипломного проекта является индивидуальной и не может быть повторена другими студентами.

Руководителем дипломной работы может быть: преподаватель выпускающей комиссии; сотрудник организации, где дипломник проходит преддипломную практику или на материалах которой будет выполняться дипломный проект (работа).

Темы ДП, фамилии руководителей и консультантов утверждаются приказом директора за 6 месяцев до защиты ДП. Изменение темы ДП или замена руководителя по инициативе студента не допускается.

### *1.1.2. Получение задания на выполнение ДП.*

Задание содержит тему работы, перечень вопросов подлежащих разработке вопросов или краткое содержание, дату выдачи задания и срок сдачи готовой ДП.

Выдача студентам заданий на разработку дипломных работ производится не менее, чем за 6 месяцев до защиты ДП, на этом этапе определяются требования к ДП.

Выполнение требований к дипломному проекту, рекомендаций и указаний руководителя ДП в период ее подготовки является обязательным для студента.

### *1.1.3. Составление календарного плана-графика поэтапного выполнения ДП.*

Календарный план-график поэтапного выполнения ДП составляется руководителем дипломного проекта (работы) совместно с обучающимся, в нем определяются этапы, сроки написания и оформления ДП студентом.

При составлении графика целесообразно предусматривать резерв времени для выполнения непредвиденных заданий или до оформления ранее разработанных пунктов, устранения выявленных ошибок, которые неизбежны в работе. Каждый студент должен периодически докладывать руководителю о ходе работы. Оптимальной, является периодичность доклада 1 – 2 раза в неделю.

#### *1.1.4. Поиск и изучение источников литературы.*

Руководителем дипломного проекта рекомендуются источники для подробного изучения и проработки примерных темы ДП. Необходимые для выполнения источники должны подбираться студентом самостоятельно с целью изучения состояния вопросов, поставленных в задании на выполнение ДП.

После того как литература подобрана, можно приступить к ее изучению.

Вначале надо изучить историю вопроса. Для этого нужно найти и ознакомиться с ранее осуществленными исследованиями по проблемам выбранной темы и осветить историю изучаемого вопроса. Далее необходимо проанализировать современное состояние изучаемого вопроса.

*1.1.5. Написание основных частей дипломного проекта.* На этом этапе пишется собственно текст дипломного проекта, проводится анализ и обобщение материалов исследования, описывается технология изготовления и организация процесса производства детали, совершенствование технологического процесса производства детали, приводятся выводы и рекомендации.

#### *1.1.6. Оформление дополнительных материалов по ДП.*

После завершения разработки всех пунктов задания и написания структурных частей дипломного проекта, оформляются титульный лист, приложения, иллюстрационный материал (чертежи, графики, схемы, плакаты, слайды и т.д.), список используемых источников, отзыв руководителя, рецензия, пишется доклад.

#### *1.1.7. Подготовка к защите ДП.*

На заключительном этапе работы студент готовит доклад и видеопрезентацию к защите. Структуру и содержание доклада целесообразно согласовать с руководителем ДП. Предзащита ДП студентом проводится за две недели до основной защиты дипломного проекта (работы).

#### *1.1.8. Защита ДП.*

Защита проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии, согласно Положению о государственной (итоговой) аттестации выпускников ГАПОУ СО «ВПМТТ «Юность». На защите выпускник делает доклад, сопровождающийся презентацией, в котором освещает цель и задачи работы, полученные результаты, выводы и практические рекомендации. После доклада студент отвечает на вопросы ГЭК.

## **1.2 Структура дипломного проекта**

Дипломный проект содержит пояснительную записку и графическую часть.

Структура ДП является логической схемой всей работы. Она состоит из элементов:

1. Титульный лист.
2. Задание на ДП.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Общая часть.
6. Технологическая часть.
7. Конструкторская часть.
8. Организационно-экономическая часть.
9. Охрана труда и экологическая безопасность.
10. Заключение.
11. Список использованных источников.
12. Приложения (при необходимости).

Общий объем графической части составляет 4 листа формата А1 и А3.

1. чертеж детали – А3;
2. чертеж заготовки – А3;
3. чертеж приспособлений – А3;
4. чертеж технологического процесса – А1.

Студенту предоставляется право выбора темы дипломного проекта.



Директор техникума приказом назначает руководителей дипломных работ из числа преподавателей специальных дисциплин с последующим закреплением обучающихся с указанием тем дипломных работ. Кроме основного руководителя, назначаются консультанты по отдельным частям (организационно-экономическая часть, охрана труда и экологическая безопасность) дипломного проекта.

Руководители проводят следующие мероприятия в течение всего периода выполнения работы:

- выдают студентам задание на выполнение дипломного проекта и календарный план-график поэтапного выполнения ДП (не менее, чем за 6 месяца до начала защиты);
- оказывают помощь обучающимся в подборе необходимой литературы;
- систематически консультируют обучающихся;
- осуществляют контроль над ходом выполнения дипломного проекта;
- предоставляют отзыв на выполненную ДП для направления на защиту;
- могут участвовать в заседании Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) при защите дипломного проекта (работы).

Основными функциями консультанта дипломного проекта являются:

- руководство разработкой индивидуального плана подготовки и выполнения дипломного проекта в части содержания консультируемого вопроса;
- оказание помощи обучающемуся в подборе необходимой литературы в части содержания консультируемого вопроса;
- контроль за ходом выполнения дипломного проекта в части содержания консультируемого вопроса.

Сбор информации. Студент техникума, перед преддипломной практикой, должен собрать материал и обобщить его на примере предприятия, где он проходит практику. Первичный материал предприятия должен быть систематизирован, тщательно обработан и обобщён в виде фотографий, презентаций.

### **1.3 Требования к содержанию пояснительной записки и графической части дипломного проекта**

#### ***ВВЕДЕНИЕ***

Во введении раскрываются актуальность выбранной темы, формулируются компоненты методологического аппарата: объект, предмет, проблема, цель, задачи работы, даётся характеристика отрасли, тенденции развития отрасли, новые направления, технологии, оборудование и т.д.

#### ***1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ***

Общая часть дипломного проекта (работы) включает в себя несколько частей:

##### ***1.1 Характеристика предприятия***

Данная часть носит аналитический характер, в ней даётся обоснование места расположения предприятия в соответствии с темой дипломного проекта (работы), указываются промышленная специализация данного предприятия, описывается структура подразделения, к которому относиться сфера, описывается организация работы цехов или участков (согласно теме).

##### ***1.2 Описание назначения детали и условий ее работы***

При описании назначения детали анализируется чертеж детали, обращается внимание на конструкцию детали, качественно-точные характеристики, назначаемые на отдельные поверхности. Исходя из этого анализа, даются и обосновываются предположения по общему назначению детали и условиям ее эксплуатации.

## ***2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ***

Технологическая часть представляет собой разработку технологического процесса механической обработки выбранного изделия и является основой для проработки остальных частей дипломного проекта. Технологическая часть может состоять из следующих подразделов:

- 1) описание типа производства и формы организации работы;
- 2) анализ чертежа детали и технологичность ее конструкции;
- 3) обоснование выбора базирующих поверхностей;
- 4) обоснование метода получения заготовки. Расчет припусков;
- 5) обоснование маршрута обработки элементарных поверхностей и маршрутной технологии;
- 6) обоснование выбора технологического оснащения;
- 7) расчет режимов резания и техническое нормирование;
- 8) разработка управляющей программы.

Приведенная последовательность и состав разработок не являются, разумеется, единственно возможными и подлежат коррекции в зависимости от задач и особенностей каждой темы работы.

### ***2.1 Описание типа производства***

Тип производства задается руководителем дипломного проекта. В пояснительной записке следует описать особенности заданного типа производства и форму организации работы, реализующую данный тип производства. В данном разделе эта информация представляется в общем виде, а конкретизируется при разработке технологического процесса.

### ***2.2 Анализ чертежа детали и технологичность ее конструкции***

При анализе технологичности конструкции детали обосновать, как выдержаны общие требования по технологичности, показать особенности технологичности применительно к данному типу производства. Проверяют достаточность проекций, правильность простановки размеров, изучают требования по точности и шероховатости обработки поверхностей, а также другие требования технических условий.

При контроле рабочего чертежа выявляют возможности улучшения технологичности конструкции детали. Обращают внимание на уменьшение размеров обрабатываемых поверхностей, что снижает трудоемкость механической обработки; повышение жесткости детали, что обеспечивает возможность многоинструментальной обработки, применение многолезвийных инструментов и высокопроизводительных режимов резания; облегчение подвода и отвода высокопроизводительных режущих инструментов из зоны обработки, в результате чего уменьшается основное и вспомогательное время; унификацию размеров пазов, канавок, галтелей, отверстий и других элементов, что сокращает номенклатуру размерных и профильных инструментов и уменьшает время обработки при последовательном выполнении технологических переходов; обеспечение надежного и удобного базирования заготовки, а при простановке размеров возможность совмещения установочных и измерительных баз; удобство осуществления многоместной обработки заготовок.

### ***2.3 Обоснование выбора базирующих поверхностей***

При определении базирующих поверхностей обосновать их использование по каждой технологической операции, показав при этом, как соблюдаются основные принципы базирования.

Выбор установочных баз производят с целью наметить как сами базы, так и порядок их смены (если необходимо) при выполнении технологического процесса механической обработки детали. Исходными данными при выборе баз являются: рабочий чертеж детали с простановкой заданных

размеров, технические условия на ее изготовление, вид заготовки, а также желаемая степень автоматизации процесса. При выборе баз учитывают условия работы детали в механизме. Принятая схема базирования определяет конструктивные схемы приспособлений и влияет на точность размеров и взаимного положения поверхностей детали. Наилучшие результаты по точности обработки обеспечиваются при выдерживании принципа совмещения баз. В этом случае погрешности базирования равны нулю. При невозможности выдержать данный принцип (например, из-за недостаточной устойчивости заготовки при малых размерах измерительной базы) за установочную базу принимают другую поверхность, стремясь уменьшить нежелательные последствия не совмещения баз.

Выдерживание принципа постоянства баз способствует повышению точности взаимного положения поверхностей детали. Высокая степень концентричности поверхностей вращения обеспечивается, в частности, при использовании одной и той же установочной базы. Соблюдение данного принципа повышает однотипность приспособлений и схем установки, что важно при автоматизации технологического процесса. Стремление более полно выдержать этот принцип приводит к созданию на детали искусственных (вспомогательных) баз: бобышек, платиков, центровых гнезд, установочных поясков и других элементов, а также к выполнению всей обработки за один установ на базе черных поверхностей исходной заготовки. Последний случай имеет место при обработке деталей из прутка на автоматах, многопозиционных и агрегатных станках, а также при использовании приспособлений-спутников на автоматических линиях.

При выборе баз должны быть сформулированы требования по точности и шероховатости их обработки, а также предусмотрена необходимость повторной обработки в целях ликвидации возможной деформации от действия остаточных напряжений в материале заготовки. Выбор баз связан с первой наметкой плана обработки детали, который подвергается дальнейшей детализации на последующих этапах проектирования технологического процесса.

При обработке валов и некоторых других заготовок, имеющих базовые поверхности в виде центровых гнезд (или конических фасок), в качестве установочных элементов используют центры.

Если базирование производится по наружной цилиндрической поверхности, то применяются самоцентрирующие трехлачковые патроны, которые производят базирование по одной цилиндрической шейке. Если вал длинный, то другой конец вала базируется по поверхности центрального отверстия.

Длинные валы, особенно при обработке на фрезерных станках (фрезерование шпоночных канавок, плоскостей), базируются по наружным цилиндрическим поверхностям, которые устанавливаются в призмы. Погрешности базирования при установке в призму зависят от допуска на диаметр цилиндрической поверхности заготовки, а также от погрешностей ее формы.

Установку заготовок с базированием по отверстиям производят на пальцы или оправки. Упорной базой служат торцевая поверхность заготовки, определяющая ее положение по длине, и различные элементы (шпоночная канавка, отверстие и др.), определяющие угловое положение обрабатываемой заготовки относительно оси основной базы.

При обработке заготовки плит, рам, станин, корпусных и других деталей применяют установку на два отверстия с параллельными осями и перпендикулярную им плоскость. Она обеспечивает простую конструкцию приспособления, принцип постоянства баз и фиксацию заготовок на автоматических линиях. Базовую плоскость заготовки подвергают чистовой обработке, а отверстия развертывают с точностью по 7-му качеству. Установочными элементами служат два пальца (жестких или выдвижных) и опорные планки.

#### ***2.4 Обоснование метода получения заготовки, расчет припусков***

При определении метода получения заготовки учесть, что предлагаемый метод должен обеспечить наиболее высокий для данного типа производства коэффициент использования материалов, возможности использования принципа групповой технологии, экологические требования. Рассмотреть принципы конструирования заготовки. В этом же разделе следует показать знания методов расчета припусков, для одной из поверхностей по указанию преподавателя выполнить аналитический и табличный расчеты.

Выбор метода получения заготовки определяется:

- технологической характеристикой материала детали, т. е. его литейными свойствами и способностью претерпевать пластические деформации при обработке давлением, а также структурными изменениями материала заготовки, получаемыми в результате применения того или иного метода выполнения заготовки (расположение волокон в поковках; величина зерна в отливках и пр.);

- конструктивными формами и размерами заготовки;

- требуемой точностью выполнения заготовки, шероховатостью и качеством ее поверхностных слоев;

- величиной программы выпуска и заданными сроками выполнения этой программы.

На выбор метода выполнения заготовки оказывает большое влияние время подготовки технологической оснастки (изготовление штампов, моделей, прессформ и пр.); наличие соответствующего технологического оборудования и желаемая степень автоматизации процесса. Выбранный метод должен обеспечивать наименьшую себестоимость детали, т. е. издержки на материал, выполнение заготовки и последующую механическую обработку вместе с накладными расходами должны быть минимальны.

После определения оптимального метода получения заготовки производят расчет припусков.

Припуск - слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали.

Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков.

Расчетно-аналитический метод определения припусков на обработку базируется на анализе факторов, влияющих на припуски предшествующего и выполняемого переходов технологического процесса обработки поверхности. Значение припуска определяется методом дифференцированного расчета по элементам, составляющим припуск.

Метод предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим переходам обработки данной поверхности детали (промежуточные припуски), их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих положение поверхности, и размеров заготовки. Расчетной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе. Промежуточные размеры, определяющие положение обрабатываемой поверхности, и размеры заготовки рассчитывают с использованием минимального припуска.

Расчетно-аналитический метод предусматривает следующие правила расчета припусков на обработку:

1) минимальный припуск при последовательной обработке противоположных поверхностей (односторонний припуск) рассчитывается по формуле:

$$z_{i \min} = (R_z + h)_{i-1} + \rho_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i; \quad (1)$$

при параллельной обработке противоположных поверхностей (двусторонний припуск) – по формуле:

$$2z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \rho_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i]; \quad (2)$$

при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск) – по формуле

$$2z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}]. \quad (3)$$

Здесь  $R_{z_{i-1}}$  – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;  $h_{i-1}$  – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или от-

беленный слой);  $\rho_{\Sigma_{i-1}}$  - суммарные отклонения расположения поверхности (отклонения от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонения формы поверхности (отклонения от плоскостности, прямолинейности на предшествующем переходе);  $\varepsilon_i$ , - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

2) допуск и параметры качества поверхности на конечном технологическом переходе ( $Rz$  и  $h$ ) принимают по чертежу детали, проверяя по нормативам возможность получения их выбранным способом обработки.

3) для серого и ковкого чугунов, а также цветных металлов и сплавов после первого технологического перехода и для стали после термической обработки при расчете припуска слагаемое  $h$  из формулы исключают. В конкретных случаях те или иные слагаемые, входящие в расчетные формулы для определения припусков на обработку, также исключают. Так исключают те погрешности, которые не могут быть устранены при выполняемом переходе: например, при развертывании плавающей разверткой и протягивании отверстий смещение и увод оси не устраняются. Следовательно, минимальный припуск в этом случае

$$2z_{\min i} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \varepsilon_i). \quad (4)$$

При шлифовании у заготовки после ее термической обработки поверхностный слой должен быть сохранен: следовательно, слагаемое  $h_{i-1}$  должно быть исключено из расчетной формулы:

$$z_{\min i} = (Rz_{i-1} + \rho_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i). \quad (5)$$

4) отклонения расположения  $\rho_{\Sigma}$  необходимо учитывать у заготовок (под первый технологический переход); после черновой и получистовой обработки лезвийным инструментом (под последующий технологический переход); после термической обработки, если даже деформации не было. В связи с закономерным уменьшением отклонений расположения поверхностей при обработке за несколько переходов на стадиях чистовой и отделочной обработки ими пренебрегают.

Порядок определения предельных промежуточных размеров по технологическим переходам и окончательных размеров заготовки следующий:

1) расчетные формулы для определения размеров наружных поверхностей

$$a_{\min i-1} = a_{\min i} + z_{\min i}, \quad (6)$$

$$a_{\max i-1} = a_{\min i-1} + T_{i-1}, \quad (7)$$

$$D_{\min i-1} = D_{\min i} + 2z_{\min i}, \quad (8)$$

$$D_{\max i-1} = D_{\min i-1} + T_{D i-1}, \quad (9)$$

где  $z_{\min i}$  - минимальный (расчетный) припуск на сторону на выполняемый технологический переход;  $2z_{\min i}$  - минимальный (расчетный) припуск на обе стороны или по диаметру;  $a_{\min i-1}$ ,  $D_{\min i-1}$ ,  $a_{\max i-1}$  и  $D_{\max i-1}$  - соответственно наименьшие и наибольшие предельные размеры, полученные на предшествующем технологическом переходе;  $a_{\min i}$ ,  $D_{\min i}$ ,  $a_{\max i}$  и  $D_{\max i}$  - соответственно наименьшие и наибольшие предельные размеры, полученные на выполняемом технологическом переходе.

2) размеры элементарной поверхности определяются следующим образом.

Из чертежа детали берут и заносят в расчетную карту для конечного перехода наименьший для наружных (или наибольший для внутренних) поверхностей размер. Для переходов обработки наружных поверхностей наименьший размер рассчитывают прибавлением к наименьшему предельному размеру по чертежу припуска  $z_{\min}$ . При обработке внутренних поверхностей расчетным размером является наибольший размер. Размер на предшествующем переходе определяют путем вычитания  $z_{\min}$ .

Наименьшие (наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам округляют увеличением (уменьшением) их до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Наибольшие (наименьшие) предельные размеры определяют прибавлением (вычитанием) допуска к округленному наименьшему (из округленного наибольшего) предельному размеру. Находят фактические предельные значения припусков  $z_{\max}$  как разность наибольших (наименьших) предельных размеров и  $z_{\min}$  как разность наименьших (наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов (выполняемого и предшествующего переходов).

Общие припуски  $z_{0\max}$   $z_{0\min}$  определяют, как сумму промежуточных припусков на обработку.

Правильность проведенных расчетов проверяют по формулам:

$$z_{i\max} - z_{i\min} = T_{i-1} - T_i, \quad (10)$$

$$2z_{i\max} - 2z_{i\min} = T_{D_{i-1}} - T_{D_i}, \quad (11)$$

$$z_{0\max} - z_{0\min} = T_z - T_\partial, \quad (12)$$

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = T_{D_z} - T_{D_\partial}. \quad (13)$$

При необходимости находят номинальные размеры: для наружных поверхностей номинальный размер заготовки равен наибольшему размеру, т.е.  $a = a_{\max}$  на чертеже указывают  $a_{\max} - T$ ; для внутренних поверхностей номинальный размер заготовки равен наименьшему размеру, т.е.  $a = a_{\min}$  на чертеже указывают  $a_{\min} + T$ .

Если допуск расположен симметрично относительно номинального размера, то

$$a = a_{\max} - \frac{T}{2} = a_{\min} + \frac{T}{2}. \quad (14)$$

На чертеже указывают и  $a \pm \frac{T}{2}$ .

Итогом данного подраздела будет являться таблица с приведенными расчетами по припускам, которая представлена на примере в таблице 1.

Таблица 1 – Припуск на механическую обработку на размер  $\varnothing 50_{-0,021}$

№ п/п	Маршрут обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск мкм	Расчетный размер мм	Допуск по переходам в мкм	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мм	
		$R_{z_{i-1}}$	$T_{i-1}$	$\rho_{i-1}$	$\varepsilon$				max	min	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Наружная пов. $\varnothing 50_{-0,021}$											
	Штамповка	160	200	1026	-	-	53,22	840	54,06	53,22	-	-
A	Точен. черн.	50	50	62	200	2811	50,409	520	50,93	50,41	3,13	2,81
B	Точен. чист.	25	25	3	0	324	50,085	84	50,169	50,085	0,761	0,325
B	шлифован.	5	10	0	0	106	49,979	21	50	49,979	0,169	0,106
									$\Sigma 4,06$	$\Sigma 3,241$		

## 2.5 Обоснование маршрута обработки элементарных поверхностей и маршрутной технологии

Выбор маршрута производят, исходя из требований рабочего чертежа и принятой заготовки. По заданной точности и шероховатости поверхностей детали и с учетом ее размера, веса и конфигурации выбирают один или несколько возможных методов окончательной обработки, а также тип соответствующего оборудования. Зная вид заготовки, таким же образом решается вопрос

о выборе первого метода маршрута. Если, например, точность заготовки невысока, то обработку данной поверхности начинают с использования предварительного метода. При точной заготовке сразу можно начинать чистовую, а в некоторых случаях и отделочную обработку.

Базируясь на завершающем и первом методах маршрута, устанавливают промежуточные методы. При этом исходят из того, что каждому методу окончательной обработки предшествует один или несколько возможных предварительных (менее точных) методов. Так, чистовому развертыванию отверстия предшествует предварительное, а предварительному развертыванию - чистовое зенкерование или сверление.

При построении маршрута исходят из того, что каждый последующий метод должен быть точнее предыдущего. Технологический допуск на промежуточный размер и качество поверхности, полученное на предыдущем этапе обработки, должны находиться в тех пределах, при которых возможно нормальное использование намечаемого последующего метода обработки. После чернового растачивания нельзя, например, применять чистовое развертывание, так как для устранения всех погрешностей предшествующей обработки зубья развертки работали бы с недопустимо большой глубиной резания. Выбор маршрута обработки поверхности на последующих этапах проектирования связан с установлением припусков на эту поверхность.

Количество возможных вариантов маршрута обработки данной поверхности может быть довольно большим. Все они, однако, различны по эффективности и рентабельности. Выбор окончательного варианта по этим показателям важен, но сложен и трудоемок.

Количество вариантов часто можно значительно сократить с учетом ряда практических соображений. К их числу можно отнести необходимость обработки данной поверхности на одном станке за несколько последовательных переходов, ограничение возможности применения других методов обработки из-за недостаточной жесткости детали, а также необходимость обработки данной поверхности совместно с другими поверхностями детали.

При установлении общей последовательности обработки сначала обрабатывают поверхности, принятые за установочные базы. Затем обрабатывают остальные поверхности в последовательности, обратной степени их точности; чем точнее должна быть обработана поверхность, тем позже она обрабатывается. Заканчивается обработка той поверхностью, которая является наиболее точной и имеет наибольшее значение для детали. В конец маршрута часто выносят обработку легкоповреждаемых поверхностей, к которым, например, относят наружные резьбы и другие элементы деталей.

В производстве точных ответственных машин маршрут обработки часто делят на три последовательные стадии: черновую, чистовую и отделочную. На первой снимают основную массу материала в виде припусков и напусков, вторая имеет промежуточное значение, на последней обеспечивается заданная точность и шероховатость поверхностей детали.

Вынесением отделочной обработки в конец маршрута уменьшается риск случайного повреждения окончательно обработанных поверхностей в процессе обработки и транспортировки. Кроме этого, черновая обработка может выполняться на специально выделенном изношенном или неточном оборудовании рабочими более низкой квалификации.

Если деталь подвергается термической обработке, то технологический процесс механической обработки расчленяется на две части: процесс до термической обработки и после нее.

Для проектирования отдельной операции необходимо знать: маршрут обработки заготовки, схему ее базирования и закрепления, поверхности обработки и класс точности их обработки, поверхности, обработанные на предшествующих операциях, и точность их обработки, припуск на обработку, а также темп работы, если операция проектируется для поточной линии. При проектировании операций уточняют ее содержание (намеченное ранее при составлении маршрута), устанавливают последовательность и возможность совмещения переходов во времени, выбирают оборудование, инструменты и приспособление (или дают задание на их конструирование), назначают режимы резания, определяют норму времени, устанавливают настроечные размеры и составляют схему наладки. Оценку возможных вариантов производят по производительности и себестоимости, сохраняя в силе технико-экономический принцип проектирования.

## 2.6 Выбор технологического оснащения

В состав технологического оснащения входит оборудование и технологическая оснастка—установочные приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструменты.

Выбор оборудования производится в следующей последовательности:

- учитываются метод обработки и вид обрабатываемой поверхности;
- согласовываются габариты детали с техническими характеристиками станка;
- обеспечиваются качественно-точностные характеристики;
- мощность электродвигателей подбираемого оборудования не должна значительно превышать требуемую мощность на обработку;
- учитывается возможность объединения переходов.

Выбор технологической оснастки предполагает проведение комплекса работ:

- анализ конструктивных характеристик изготавливаемого изделия (габаритные размеры, материал, точность, геометрия и шероховатость поверхностей и т. д.); организационных и технологических условий изготовления изделия (схема базирования и фиксации, вид технологической операции, организационная форма процесса изготовления и т. д.);
- группирование технологических операций для того, чтобы определить наиболее приемлемую систему технологической оснастки и повысить коэффициент ее использования;
- определение исходных требований к технологической оснастке;
- отбор номенклатуры оснастки, соответствующей установленным требованиям;
- определение исходных расчетных данных для проектирования изготовления новых конструкций оснастки;
- выдачу технических заданий на разработку и изготовление технологической оснастки.

Конструкцию оснастки необходимо определять, учитывая стандарты и типовые решения для данного вида технологических операций на основе габаритных размеров изделий, вида заготовок, характеристики материала заготовок, точности параметров конструктивных характеристик обрабатываемых поверхностей, влияющих на конструкцию оснастки, технологических схем базирования и фиксации заготовок, характеристик оборудования, объемов производства.

При выборе приспособлений учитывают:

- серийность производства и форму организации работы, предопределяющие целесообразность применения универсальных или специальных приспособлений, а также их быстродействие;
- форму и размеры базовой поверхности;
- возможность использования параллельной обработки нескольких деталей.

При выборе режущего инструмента учитывают:

- серийность производства;
- метод обработки;
- заданные качественно-точностные характеристики обрабатываемой на данном технологическом переходе поверхности;
- материал детали;
- требуемую производительность.

Метод измерения и необходимый мерительный инструмент определяется формой измеряемой поверхности и серийностью производства.

При описании принципов выбора технологического оснащения, в соответствии с конструкцией детали и заданным видом производства, необходимо рассмотреть общие принципы выбора: моделей оборудования; видов установочных приспособлений; основных геометрических характеристик и марок рабочей части режущего инструмента; методов контроля и диагностики. Более полно следует осветить эти вопросы применительно к тем технологическим переходам, в которых производится обработка заданной поверхности. На эти же переходы рассчитываются режимы резания, а одна из операций, включающая один или несколько данных переходов, полностью нормируется.



## 2.7 Расчет режимов резания и техническое нормирование

В оформлении данного раздела по каждой из операций технологического процесса заносится следующая информация:

1. Номер и наименование операции
2. Оборудование: полное наименование и модель
3. Краткое описание работы, выполняемой в операции
4. Тип приспособления

Затем по каждому переходу заносится:

5. Номер перехода и его содержание

6. Наименование режущего инструмента, его основная характеристика и материал рабочей части

7. Расчет режимов резания. Он выполняется в следующей последовательности:

- Глубина резания
- Подача
- Скорость резания
- Частота вращения
- Коррекция частоты вращения (по паспорту станка)
- Действительная скорость резания

8. Техническое нормирование, связанное с переходом:

- Основное время
- Вспомогательное время

Примечание. Пункты 5 - 8 повторяются по количеству переходов.

9. Основное время на операцию. Определяется как сумма основного времени по переходам.

10. Вспомогательное время на операцию определяется как сумма времени на установку и снятие детали и вспомогательного времени по переходам. В автоматизированном производстве при определении вспомогательного времени, связанного с переходом, следует учитывать время, затраченное на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов станка, подвод инструмента вдоль оси в зону обработки и последующий отвод, автоматическую смену режущего инструмента. Вспомогательное время определяется по таблицам (приложение 3).

11. Оперативное время

12. Дополнительное время

13. Штучное время

Расчет режимов резания на один - два технологических перехода выполняется расчетно-аналитическим методом. На остальные переходы оптимальные режимы резания определяются по таблицам.

## 2.8 Разработка управляющей программы на обработку заданной поверхности

Исходя из маршрута обработки детали написать управляющую программу на обработку заданной поверхности, заполнив таблицу.

№ ячейки	Команда	Признак	Комментарий
1	2	3	4
1	G54	Селектор рабочей системы координат G54	Выбор системы координат

## 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Цель конструкторской части – выявление навыков проектирования специальной оснастки: приспособления или инструмента. В данном разделе должны быть отражены расчеты на

проектируемую оснастку, приведены схемы резания, базирования и закрепления. Структура раздела может варьироваться исходя из задания на проектирование, составленное в технологической части.

Например, если приведена разработка технологической оснастки, то в части должно быть отражены: расчет необходимых усилий и сил зажима, учтена схема базирования и рассчитана погрешность базирования и закрепления, устройство и принцип действия приспособления. Если же приведена разработка специального инструмента, то следует привести расчет геометрических параметров инструмента, изобразить конструктивные особенности и обосновать целесообразность применения проектируемого инструмента.

Конструкторская часть должна быть отражена в чертежах и необходимой технологической документации (например, для приспособления – спецификация).

#### 4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части приведены расчеты основных технико-экономических показателей, которые позволяют оценить преимущества проектируемого технологического процесса механической обработки и получить экономический эффект.

Консультирование по организационно-экономической части проводит преподаватель, закрепленный в качестве консультанта. Подробное содержание данной части может варьироваться в зависимости от исходных данных и разработанной технологической и конструкторской частей.

##### 4.1 Расчет общей трудоемкости и показателей плана по труду

###### 4.1.1 Расчет общей трудоемкости на деталь и программу

Для расчета технико-экономических показателей работы участка необходимо определить годовой объем работ по видам обработки. На участках серийного типа производства изготавливается, как правило, несколько наименований деталей. Поэтому необходимо определить трудоемкость обработки не только заданной детали, но и программы.

Годовая трудоемкость обработки заданной детали по каждой операции  $T_{год}$ , ч, рассчитывается по формуле:

$$T_{год} = H_{вр} \times N, \quad (15)$$

где  $H_{вр}$  – норма времени на обработку заданной детали по каждой операции технологического процесса, ч;

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Трудоемкость обработки остальных деталей определяется через коэффициент дополнительной трудоемкости  $K_{д.тр.}$  по формуле:

$$K_{д.тр.} = \frac{M_{уч} - (H_{вр} \times N)}{H_{вр} \times N}, \quad (16)$$

где  $M_{уч}$  - годовая производственная мощность участка, шт.

$H_{вр}$  - суммарная норма времени на обработку заданной детали по всем операциям технологического процесса, ч.

Результаты расчетов представляются в таблице 2.

Таблица 2 – Годовая трудоемкость по видам работ на участке

Номер и название Операции	Норма времени на операцию, ч	Годовая трудоемкость обработки заданной детали, ч	Коэффициент дополнительной трудоемкости	Дополнительная трудоемкость, ч	Общая Годовая трудоемкость работ участка, ч
Итого:					

#### 4.1.2 Расчёт показателей плана по труду

Потребное количество станков рассчитывается для каждой операции отдельно, исходя из годовой трудоемкости работ участка и действительного годового фонда времени работы единицы оборудования.

Действительный фонд времени работы единицы оборудования за год  $F_d$ , ч, определяется по формуле:

$$F_d = F_n \times K, \quad (17)$$

где  $F_n$  - номинальный годовой фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$K$  – коэффициент полезного использования оборудования.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования за год рассчитывается по формуле:

$$F_n = D_p \times t_{см} \times C, \quad (18)$$

где  $D_p$  - число рабочих дней в году; (принять на 2024 год -248 дней);

$t_{см}$  - продолжительность рабочей смены, ч (принять 8 часов);

$C$  – число смен в сутках (принять 2 смены).

Коэффициент полезного использования оборудования учитывает планируемый процент потерь времени для ремонта и определяется по формуле:

$$K = 1 - \frac{\alpha}{100}, \quad (19)$$

где  $1$  – номинальный фонд, ч;

$\alpha$  - планируемый процент потерь времени для ремонта оборудования, % (принять для универсальных станков – 3%, для станков повышенной сложности – 6 %, для станков с ЧПУ – 7-8 %).

Расчетное количество станков  $C_{расч\ i}$  определяется по формуле:

$$C_{расч\ i} = \frac{\sum T_{год\ i}}{F_d \times K_{в.н.}}, \quad (20)$$

где  $\sum T_{год\ i}$  – общегодовая трудоемкость работ участка для каждой операции, ч (таблица 1.1, графа 6);

$K_{в.н.}$  - планируемый коэффициент выполнения норм (принять 1,05).

Полученная величина округляется до целого числа в большую сторону и считается количеством принятых станков  $C_{прин\ i}$  шт.

Степень использования оборудования во времени определяется коэффициентом его загрузки  $K_{загр\ i}$ , который рассчитывается отдельно для каждой операции по формуле:

$$K_{загр\ i} = \frac{C_{расч\ i}}{C_{прин\ i}}, \quad (21)$$

Этот коэффициент не должен быть  $\geq 1$ , т.к. в этом случае имеется «узкое» место, оборудование перегружено, что ставит под угрозу выполнение запланированного объема работ.

Далее определяется средний коэффициент загрузки оборудования участка по формуле:

$$K_{загр.ср.} = \frac{C_{расч}}{C_{прин}}, \quad (22)$$

где  $C_{расч}$  - расчетное количество оборудования по всем операциям технологического процесса;

$C_{прин}$  - принятое количество оборудования по всем операциям технологического процесса, шт.

Результаты расчетов представлены в таблицах 3.

Таблица 3 – Сводная ведомость состава оборудования участка

№ опер.	Тип и модель станка	Принятое количество станков, шт.	Коэффициент загрузки станков	Балансовая стоимость, руб.		Габаритные размеры станков, мм
				одного станка	всех станков	
Итого:						

#### 4.1.3 Расчет численности промышленно-производственного персонала (ППП) участка

Правильное определение численности работающих влияет на организацию их труда и производительность. Расчет численности ППП на участке производится по следующим категориям:

- 1) основные производственные рабочие;
- 2) вспомогательные рабочие;
- 3) специалисты;
- 4) служащие.

Необходимая численность основных производственных рабочих рассчитывается для каждой операции отдельно, исходя из годовой трудоемкости работ участка и действительного годового фонда времени работы одного рабочего.

Действительный годовой фонд рабочего времени  $F_{д.р.}$ , ч, определяется по формуле:

$$F_{д.р.} = (D_p - O) \times t_{см}, \quad (23)$$

где  $D_p$  – количество рабочих дней в году (берется как для оборудования) – 247 дней;

$O$  – среднее количество дней отпусков и невыходов на работу по уважительным причинам (отпуск – 28 дней);

$t_{см}$  – продолжительность рабочей смены, ч (принять 8 часов).

**Численность основных производственных и вспомогательных рабочих  $Ч_{oi}$** , чел., рассчитывается по формуле:

$$Ч_{oi} = \frac{\sum T_{годи}}{F_{д.р.} \times K_{в.н.}}, \quad (24)$$

где  $K_{в.н.}$  – коэффициент выполнения норм (берется как для оборудования - 1,05),

Расчетное количество рабочих, как правило, бывает дробным числом. Оно округляется до целого числа в ту или иную сторону в зависимости от количества рабочих мест по данному виду работ и режима работы участка и считается принятым количеством рабочих.

Состав вспомогательных рабочих на участке и их численность может определяться в соответствии с потребностями производства, как по нормам обслуживания, так и в процентном отношении к числу основных производственных рабочих.

На участке в соответствии с расчетным количеством станков, со штатным расписанием, состав и **численность вспомогательных рабочих в процентном отношении к основным рабочим** будут следующими: слесарь по ремонту оборудования – 12-15% (3-5 разряд); наладчик оборудования – 5-10% (4-6 разряд); кладовщик 1 – 6-8% (2 разряд); контролер – 10-12% (3- 5 разряд).

К специалистам на участке относится мастер. Сменный мастер в условиях серийного производства назначается при наличии не менее 25 рабочих на участке. Должность старшего мастера вводится при условии подчинения ему не менее трех сменных мастеров.

Уборщицы производственных помещений назначаются при наличии не менее 500 м<sup>2</sup> площади.

На основе произведенных расчетов составляется сводная ведомость состава ППП, которая представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Сводная ведомость состава ППП участка

Категория и должность работающих	Разряды					Численность работающих, чел.	По сменам		Структура, %
	2	3	4	5	6		1	2	
1	2	3	4	5	6	9	10	11	12
1 Основные производственные рабочие, в том числе:									
-токаря									
-фрезеровщики									
-шлифовщики									
2 Вспомогательные рабочие, в том числе:									
- слесарь по ремонту оборудования/- наладчик оборудования									
- кладовщик /- инструментальщик									
- контролер									
3 Специалисты, в том числе:									
- сменный мастер									
Итого:									

## 4. 2. Расчет заработной платы по категориям работающих сотрудников

4.2.1 Расчёт среднегодовой и среднемесячной заработной платы по категориям работающих

Средний тарифный разряд основных производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$P_{cp} = \frac{P_1 \times Ч_1 + P_2 \times Ч_2 + \dots + P_6 \times Ч_6}{Ч}, \quad (25)$$

где  $P_1, P_2, \dots, P_6$  – тарифные разряды основных производственных рабочих;

$Ч_1, Ч_2, \dots, Ч_6$  – численность рабочих соответствующих разрядов, чел.;

$Ч$  – общая численность рабочих, чел.

4.2.1.1 Расчет годового фонда оплаты труда и средней заработной платы ППП на участке

Годовой фонд оплаты труда работающих на участке определяется для каждой категории отдельно.

Для расчета заработной платы ППП участка применяются наиболее распространенные системы:

- 1) сдельно-премиальная для основных производственных рабочих;
- 2) повременно-премиальная для вспомогательных рабочих;
- 3) система должностных окладов (штатно-окладная) для специалистов и служащих.

Исходными данными для расчета годового фонда оплаты труда и средней заработной платы основных производственных рабочих являются средний тарифный разряд, средний тарифный коэффициент и средняя часовая тарифная ставка основных производственных рабочих, а также годовая трудоемкость работ участка. Часовые тарифные ставки берутся из тарифной сетки предприятия, которое анализируется для сдельщиков, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5– Выписка из тарифной сетки

Тарифные разряды	2	3	4	5	6
Тарифные коэффициенты	1	1,25	1,5	1,75	2
Часовые тарифные ставки:					
- для сдельщиков	116,71	145,89	175,07	204,25	233,43
- для повременщиков					

После расчета средней часовой тарифной ставки определяется годовой фонд заработной платы рабочих.

Фонд заработной платы представляет собой общую сумму затрат на оплату труда рабочих за год.

Порядок расчета годового фонда оплаты труда основных производственных рабочих состоит в следующем:

а) определяется тарифный фонд заработной платы рабочих  $\Phi ЗП_{тар}^o$ , руб.:

$$\Phi ЗП_{тар}^o = C_{ч.ср.}^o \times \sum T_{год}, \quad (26)$$

где  $\sum T_{год}$  - общая годовая трудоемкость работ участка, ч (таблица 1, итог графы 6);

$C_{ч.ср.}^o$  - средняя тарифная ставка (рассчитывается как произведение минимальной часовой тарифной ставки и среднего тарифного коэффициента).

б) рассчитывается основной фонд заработной платы рабочих  $\Phi ЗП_{осн}^o$  руб., (за отработанное время), включающий в себя тарифный фонд оплаты труда, премии по действующей премиальной системе, доплаты за работу в вечернее и ночное время, в выходные и праздничные дни, за неблагоприятные условия труда, доплаты бригадирам, не освобожденным от основной работы, и т.д.:

$$П = \Phi ЗП_{тар}^o \times \frac{H_n}{100}, \quad (27)$$

$$Д = \Phi ЗП_{тар}^o \times \frac{H_d}{100}, \quad (28)$$

$$\Phi ЗП_{осн}^o = \Phi ЗП_{тар}^o + П + Д, \quad (29)$$

где П – премии, руб.;

Д – доплаты, руб.;

$H_n$  – норматив премий, установленный по действующей премиальной системе, % (принять 40 %);

$H_d$  – норматив доплат, % (принять 15 %).

в) рассчитывается дополнительный фонд заработной платы рабочих  $\Phi ЗП_{доп}^o$ , руб., включающий оплату труда за неотработанное на производстве время (оплата очередных и дополнительных отпусков, льготных часов подросткам, выполнение государственных обязанностей, вознаграждение за выслугу лет и т.д.):

$$\Phi ЗП_{доп}^o = \Phi ЗП_{осн}^o \times \frac{H_{доп}}{100}, \quad (30)$$

где  $H_{доп}$  – норматив дополнительной заработной платы, % (принять 10 %);

г) определяется общий фонд заработной платы рабочих  $\Phi ЗП_{общ}^o$ , руб., представляющий собой сумму основной и дополнительной заработной платы:

$$\Phi ЗП_{общ}^o = \Phi ЗП_{доп}^o + \Phi ЗП_{осн}^o, \quad (31)$$

Расчет годового фонда оплаты труда завершается определением средней заработной платы рабочих за месяц.

Среднемесячная заработная плата основных производственных рабочих  $ЗП_{ср.м.}^o$ , руб. рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{ср.м.}^o = \frac{\Phi ЗП_{общ}^o}{Ч_о \times 12}, \quad (32)$$

Далее производится расчет годового фонда оплаты труда и средней заработной платы вспомогательных рабочих.

#### 4.2.1.2 Расчет годового фонда оплаты труда и средней заработной платы вспомогательных рабочих

Исходными данными для расчета являются средний тарифный разряд, средний тарифный коэффициент и средняя часовая тарифная ставка вспомогательных рабочих, а также действительный годовой фонд времени работы одного рабочего.

Часовые тарифные ставки берутся из таблицы 5 для повременщиков.

Средний тарифный коэффициент и средняя часовая тарифная ставка вспомогательных рабочих рассчитываются по формулам, аналогичным формулам расчетов для основных производственных рабочих.

Годовой тарифный фонд оплаты труда вспомогательных рабочих  $\Phi ЗП_{тар}^в$ , руб., определяется по формуле:

$$\Phi ЗП_{тар}^в = C_{ч.сп.}^в \times Fд.р. \times Ч_в, \quad (33)$$

где  $C_{ч.сп.}^в$  - средняя часовая тарифная ставка вспомогательных рабочих, руб./ч.

Годовой основной, дополнительный и общий фонды оплаты труда, а также среднемесячная заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываются по формулам, аналогичным формулам расчетов для основных производственных рабочих (27-32).

#### 4.2.1.3 Расчет фонда оплаты труда и средней заработной платы инженерно-технических рабочих (далее-ИТР) (при наличии сменного мастера, старшего мастера, начальника цеха) *если их нет, подпункт удаляем.*

Оплата труда ИТР определяется в соответствии со штатным расписанием на основе должностных окладов и числа работников.

Произведем расчет ИТР (для сменного мастера и старшего мастера оклад - 50000 руб., начальник цеха – 70000 руб.).

Годовой тарифный фонд оплаты труда рабочих  $\Phi ЗП_{мар}^{сп}$ , руб., рассчитывается по формуле:

$$\Phi ЗП_{мар}^{сп} = O_m * Ч_{сп} * 12, \quad (34)$$

где  $O_m$  – месячный оклад по данной должности, руб.;

$Ч_{сп}$  – численность специалистов, чел.

Премии  $\Pi$ , руб., начисляются за основные результаты хозяйственной деятельности и определяются расчетом:

$$\Pi = \Phi ЗП_{мар}^{сп} \times \frac{H_n}{100}, \quad (35)$$

где  $H_n$  – норматив премий, % (принять 30 %).

Доплаты, годовой основной, дополнительный и общий фонды оплаты труда, а также среднемесячная заработная плата специалистов определяются по формулам, аналогичным формулам расчетов для основных производственных рабочих (27-33).

Результаты расчета годового фонда оплаты труда ППП участка представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Сводная ведомость годового фонда заработной платы ППП участка

Категория работающих	Тарифный фонд заработной платы, руб.	Премия, руб.	Доплаты, руб.	Основной фонд заработной платы, руб.	Дополнительный фонд заработной платы, руб.	Общий фонд заработной платы, руб.	Средне-месячная заработная плата, руб.
1 Основные производственные рабочие							
2 Вспомогательные рабочие							
3 ИТР							
Итого:							

### 4.3 Расчет затрат себестоимости изделия и калькуляция производства детали

#### 4.3.1 Расчёт прямых затрат полной себестоимости детали

##### 4.3.1.1 Определение стоимости производственных площадей.

Производственные площади рассчитываются с учетом габаритов оборудования исходя из площадей, включаемых в зону рабочего места, а также с учетом транспортных разъездов и требований противопожарной безопасности.

На проектируемом участке производственная площадь определяется расчетно по удельным нормам, приходящимся на единицу оборудования, с учетом всех вышеперечисленных требований.

Производственная площадь участка  $S_{\text{произв}}$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$S_{\text{произв}} = \sum (S_{\text{ст}} \times K_{\text{д}} \times C_{\text{прин}}), \quad (36)$$

где  $S_{\text{ст}}$  – площадь станка по габаритам, м<sup>2</sup>;  
 $K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь;  
 $C_{\text{прин}}$  – принятое количество станков, шт.  
 Для расчетов используется таблица 7.

Таблица 7 – Нормативы производственных площадей

Площадь станка по габаритам, м <sup>2</sup>	0-2	2-3	3-5	6-9	10-14	15-20	21-40
Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5

Производственная площадь станков определяется исходя из следующих нормативов:

- для малогабаритных станков и верстаков – 5-7 м<sup>2</sup>;
- для средних станков – 12-15 м<sup>2</sup>;
- для станков с ЧПУ – 16-18 м<sup>2</sup>;
- для крупногабаритных станков – более 25 м<sup>2</sup>.

Стоимость производственных площадей  $C_{\text{произв}}$ , руб., определяется по формуле:

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{произв}} \times S_{\text{произв}}, \quad (37)$$

где  $C_{\text{произв}}$  – стоимость 1 м<sup>2</sup> производственной площади механического цеха, руб.

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{произв.т.}} + C_{\text{произв.ф.}} + C_{\text{произв.и.}} + C_{\text{произв.ЧПУ}};$$

#### 4.3.2 Определение стоимости служебно-бытовых помещений.

Площадь служебно-бытовых помещений  $S_{\text{быт}}$ , м<sup>2</sup>, рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{быт}} = 7 \times (C_{\text{о}} + C_{\text{г}}), \quad (38)$$

где 7 – площадь служебно-бытовых помещений, приходящаяся на одного работника, м<sup>2</sup>;



$Ч_о, Ч_в$  – численность основных производственных и вспомогательных рабочих в одну смену, чел.

Стоимость служебно-бытовых помещений  $C_{быт}$ , руб., определяется по формуле:

$$C_{быт} = Ц_{быт} \times S_{быт}, \quad (39)$$

где  $Ц_{быт}$  – стоимость 1 м<sup>2</sup> площади служебно-бытовых помещений, руб.

После произведенных расчетов составляется сводная ведомость стоимости основных фондов участка.

Таблица 8 – Сводная ведомость стоимости основных производственных фондов участка

Название объекта основных производственных фондов	Балансовая стоимость основных фондов, руб.
1 Производственные площади	
2 Служебно-бытовые помещения	
3 Технологическое оборудование участка	
4 Специальные приспособления	
Итого:	

#### 4.3.2 Расчёт прямых затрат полной себестоимости заданной детали

Себестоимость продукции – это важнейший технико-экономический показатель деятельности промышленного предприятия, выражающий в денежной форме его текущие затраты, связанные с производством и реализацией продукции. Себестоимость показывает, во что обходится предприятию выпускаемая продукция, и характеризует величину используемых в производстве ресурсов. Себестоимость продукции является одним из оценочных показателей, характеризующих эффективность работы предприятия.

Расчет себестоимости на одну деталь называется калькуляцией. В ней учитываются следующие статьи затрат:

- 1) материальные затраты;
- 2) основная и дополнительная заработная плата основных производственных рабочих;
- 3) страховые взносы во внебюджетные фонды;
- 4) расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- 5) цеховые расходы;
- 6) общезаводские расходы;
- 7) внепроизводственные расходы.

##### 4.3.2.1 Расчет материальных затрат

Расчет производится на основании цены единицы материала и нормы расхода.

Стоимость основных материалов  $C_м$ , руб., расходуемых на одну деталь, определяется по формуле:

$$C_м = Ц_з \times m_з - Ц_о \times m_о, \quad (40)$$

где  $Ц_з$  – цена 1 кг материала заготовки с расходами по доставке, руб.;

$m_з$  – масса заготовки, кг; (рассчитывается по габаритам)

$Ц_о$  – цена 1 кг отходов, руб.;

$m_о$  – масса отходов, кг.

*Стоимость основных материалов расходуемых на одну деталь из заготовки прокат.*

*Стоимость основных материалов расходуемых на одну деталь из заготовки штамповка.*

##### 4.3.2.2 Расчет косвенных затрат себестоимости детали

Оплата труда основных производственных рабочих производится по сдельно-премиальной системе. В соответствии с этим тарифная заработная плата на деталь определяется в виде суммарной сдельной расценки.

Расценка – это размер заработной платы за единицу продукции по тарифной ставке, соответствующей разряду работы. Расценка определяется по каждой операции технологического процесса, а затем затраты суммируются.

Суммарная сдельная расценка дает тарифную заработную плату ( $\sum P_{cd} = ЗП_{тар}$ )

Для определения расценки на каждую операцию  $P_{cdi}$ , руб., используется формула:

$$P_{cdi} = C_{чи} \times H_{ври}, \quad (41)$$

где  $C_{чи}$  – часовая тарифная ставка сдельщиков, соответствующая разряду выполняемой работы, руб.;

$H_{ври}$  – норма времени на обработку заданной детали по каждой операции, ч.

Основная заработная плата  $ЗП_{осн}$ , руб., на обработку детали по всем операциям рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{тар} \times K_{пр}, \quad (42)$$

где  $K_{пр}$  – коэффициент приработка, учитывающий премии и доплаты к тарифному заработку (принять 1,5).

Дополнительная заработная плата на одну деталь  $ЗП_{доп}$ , руб., рассчитывается по формуле (отдельно на каждую категорию рабочих):

$$ЗП_{доп} = ЗП_{осн} \times \frac{H_{доп}}{100}, \quad (43)$$

где  $H_{доп}$  – норматив дополнительной заработной платы, % (принять 10 %).

Произведём расчет накладных расходов.

Накладные расходы – это затраты на обслуживание и управление производством и предприятием в целом. К ним относятся: расходы на содержание и эксплуатацию оборудования; цеховые расходы; общезаводские расходы.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования включают в себя: заработную плату с начислениями вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование; амортизацию оборудования; стоимость материалов для ухода и содержания оборудования; расходы всех видов энергии, воды, пара, сжатого воздуха; расходы на текущий и капитальный ремонт оборудования и другие расходы, связанные с его использованием. Сумма расходов на содержание и эксплуатацию оборудования  $P_{сэо}$ , руб., приходящаяся на одну деталь, рассчитывается по формуле:

$$P_{сэо} = ЗП_{общ} \times \frac{H_{сэо}}{100}, \quad (44)$$

где  $H_{сэо}$  – норматив расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, (принять 140 %).

$$ЗП_{общ}^o = ЗП_{осн}^o + ЗП_{доп}^o, \quad (45)$$

В состав цеховых расходов входят затраты на управление, обслуживание и содержание цехов: заработная плата с начислениями аппарата управления цехом; заработная плата с начислениями цехового персонала; амортизация и содержание зданий, сооружений, инвентаря; затраты на испытания, опыты, исследования, рационализацию; затраты по охране труда и прочие расходы. Сумма цеховых расходов на одну деталь  $P_{цех}$ , руб., определяется по формуле:

$$P_{цех} = ЗП_{общ} \times \frac{H_{цех}}{100}, \quad (46)$$

где  $H_{цех}$  – норматив цеховых расходов, % (принять 110 %).

Общезаводские расходы, направляемые на покрытие затрат по управлению и обслуживанию общехозяйственных нужд предприятия, состоят из: заработной платы с начислениями аппарата управления завода; содержания телефонной и радиосвязи; транспортных расходов; содержания зданий общезаводского назначения; расходов на содержание охраны; расходов на служебные коман-

дировки; затрат на подготовку кадров и т.д. Сумма общезаводских расходов  $P_{зав}$ , руб., приходящаяся на одну деталь, рассчитывается по формуле:

$$P_{зав} = ЗП_{осн} \times \frac{H_{зав}}{100}, \quad (47)$$

где  $H_{зав}$  – норматив общезаводских расходов, % (принять 90%).

#### 4. 3.4 Калькуляция производства детали

На основе выше произведенных расчетов составляется калькуляция полной себестоимости (один вид заготовки/при совершенствовании может быть два вида заготовки)

Таблица 9 – Калькуляция полной себестоимости изготовления детали из заготовки прокат

Статьи затрат	Сумма затрат, руб.		Структура затрат, %
	на одну деталь	на годовую программу	
1	2	3	4
1 Материальные затраты (за вычетом возвратных отходов)			
2 Основная заработная плата производственных рабочих			
3 Дополнительная заработная плата производственных рабочих			
Итого: технологическая себестоимость			
4 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования			
5 Цеховые расходы			
Итого: цеховая себестоимость			
6 Общезаводские расходы			
Итого: заводская (производственная) себестоимость			
7 Внепроизводственные расходы			
Итого: полная себестоимость			

Внепроизводственные расходы принять как 3% от фонда заработной платы вспомогательных рабочих с расчетом на одну деталь.

##### 4.3.4.1 Расчет свободной оптово-отпускной цены детали

Полная себестоимость является основой для установления цены детали. Произведенная предприятием продукция реализуется по свободным оптово-отпускным ценам, а в основу расчета положен затратный метод ценообразования. Оптово-отпускная цена детали включает в себя затраты на ее производство и реализацию (полную себестоимость), прибыль и налог на добавленную стоимость (НДС).

Прибыль  $\Pi$ , руб., включаемая в цену детали, рассчитывается на основе запланированного уровня рентабельности по формуле:

$$\Pi = C_{\text{п}} \times \frac{H_{\text{р}}}{100}, \quad (48)$$

где  $C_{\text{п}}$  – полная себестоимость детали, руб.;

$H_{\text{р}}$  – норматив рентабельности, % (принять 25%).

Оптовая цена детали  $C_{\text{о}}$ , руб., определяется по формуле:

$$C_{\text{о}} = C_{\text{п}} + \Pi, \quad (49)$$

Налог на добавленную стоимость НДС, руб., составляет 18 % от оптовой цены и рассчитывается по формуле:

$$\text{НДС} = 0,18 \times \text{Ц}_o, \quad (50)$$

Свободная оптово-отпускная цена детали  $\text{Ц}_{o-o}$ , руб., определяется расчетом:

$$\text{Ц}_{o-o} = \text{Ц}_o + \text{НДС}. \quad (51)$$

#### 4.3.4.2 Расчет рентабельности

Рентабельность продукции показывает результативных текущих затрат. Она определяется отношением прибыли от реализации товарной продукции к себестоимости продукции:

$$P_{\pi} = \frac{\Pi}{c_n} \times 100\%, \quad (52)$$

где -  $P_{\pi}$  – рентабельность реализуемой продукции к себестоимости продукции, руб.;

$\Pi$  – прибыль от реализации продукции, руб.

Необходимо рассмотреть пути снижения затрат. Одно из главных условий эффективности работы предприятия – снижение себестоимости продукции (работ, услуг).

К факторам, обеспечивающим снижение себестоимости, относятся:

- 1) применение новейших технологий;
- 2) экономия сырья, топлива, электроэнергии;
- 3) повышение производительности труда;
- 4) снижение потерь от браков, простоев;
- 5) улучшение использования основных производственных фондов;
- 6) сокращение расходов по сбыту продукции;
- 7) упорядочение затрат на аппарат управления.

#### 4.3.4.3 Расчет затрат на один рубль реализации

Затраты на один рубль реализации определяются по формуле:

$$Z_{1p} = \frac{c_n}{\text{Ц}_{o-o}}, \quad (53)$$

где -  $Z_{1p}$  – затраты на один рубль реализации, руб.

Выводы по разделу 4.

## 5 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Вопросы безопасности труда являются наиболее злободневными на производстве, поэтому к правилам безопасности труда необходимо относиться с большим вниманием. Студенты за время обучения неоднократно изучали эти вопросы в различных дисциплинах, при инструктажах в процессе производственного обучения, в учебном цеху и на производстве.

Важно отразить в выпускной квалификационной работе все характерные особенности технологического процесса в соответствии с рабочим местом на участке (цеху, лаборатории) и логически увязать проблемы производства с проблемами безопасности труда.

### 5.1 Охрана труда на предприятии

В этой части также, необходимо раскрыть с точки зрения охраны труда:

– введение, требования безопасности при работе в цехе или участка (опишите опасные и вредные производственные факторы, средства индивидуальной защиты и коллективной защиты работников цеха или участка, микроклимат, вентиляция, освещение);

– меры пожарной безопасности на предприятии;

– правила электробезопасности на предприятии;

– общие мероприятия при оказании первой медицинской помощи.

## **5.2 Экологическая безопасность на предприятии**

В части экологической безопасности необходимо рассмотреть влияние предприятия (цеха или участка) на экологическую ситуацию;

- дать характеристику:
- источников выбросов в атмосферу;
- воды, используемой в технологическом процессе;
- сточных вод, их загрязненность;
- твёрдых отходов;
- экологической безопасности сырья и продукции.

Сделать выводы по данному разделу (2-3 предложения).

Окончательное согласование тематики и выполненной части необходимо показать консультанту по охране труда.

### ***ЗАКЛЮЧЕНИЕ***

Заключение должно содержать:

- краткие выводы по выполнению задания на дипломного проекта;
- оценку полноты решения поставленных задач;
- предложения по использованию, включая внедрение.

Необходимо составить заключение таким образом, чтобы в нем четко прослеживался ход выполненной работы. Это поможет обучающемуся в составлении доклада для защиты дипломного проекта.

### ***СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ***

Список использованных источников включает все источники, которыми пользуется обучающийся при выполнении дипломной работы. Список должен содержать не менее 20 источников.

Источники систематизируются по алфавитному порядку.

При составлении описания книг под фамилией автора сообщаются следующие данные: фамилия и инициалы автора, заглавие книги и сведения, относящиеся к заглавию, сведения об ответственности, о повторности издания, место издания, издательство, год и число страниц (листов) (ГОСТ Р7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка»)

Например:

1. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве.-изд.2-ое, переработанное и дополненное - М.: 2010. - 432 с.

2. Яковлева С.В. Охрана труда на производстве. – М.: Экономика, 2010.- 144 с.

Книги, изданные без указания автора или имеющие четырех и более авторов, описываются под заглавием. При этом описание содержит следующие сведения: заглавие, сведения, относящиеся к заглавию, сведения об ответственности, о повторности издания, месте издания, издательстве, годе издания, количестве страниц (листов).

Например: Оборудование предприятий торговли и общественного питания: Полный курс: Учебник/ Под ред. Про. В.А.Гуляева.- М.: ИНФРА-М, 2010.- 543 с.

### ***ПРИЛОЖЕНИЯ***

В дипломном проекте обязательно должны быть приложения. Как правило, по материалам вспомогательного характера, которые были использованы автором в процессе разработки темы.

К таким материалам относятся: различные положения, инструкции, копии документов, на основе которых выполнена ДП; схемы, графики, диаграммы, таблицы, фотографии, выполненные и представленные натуральные образцы которые нецелесообразно размещать в тексте, так как они

носят прикладной или иллюстративный характер; иллюстративный материал, в том числе и примеры, на которые имеет место ссылка в тексте.

#### **1.4 Рецензирование ДП**

Общее руководство и контроль за ходом выполнения дипломных проектов (работ) осуществляют заместители директора по учебной работе.

Промежуточный контроль осуществляют заведующие отделениями, руководители ДП, которые в течение всего периода выполнения дипломного проекта, проверяют степень готовности каждой дипломной работы, что отражается в календарном плане работы над дипломным проектом.

К сопроводительным документам дипломной работы относятся:

1. Отзыв руководителя (приложение Б).
2. Рецензия специалиста профильной области (приложение В).

Законченный дипломный проект, подписанный выпускником, представляется руководителю. После просмотра и одобрения ДП руководитель подписывает её вместе со своим отзывом.

В отзыве должна быть дана характеристика проделанной работы по всем её частям.

В отзыве **руководитель не определяет оценку дипломной работы**, а только рекомендует или не рекомендует данный дипломный проект к защите, отмечает ее актуальность, ритмичность выполнения, может давать оценку личным и профессиональным качествам выпускника.

Дипломный проект, допущенная к защите и отвечающая всем установленным требованиям, направляется на рецензию.

#### **Рецензия на дипломный проект должен включать:**

- заключение о соответствии содержания дипломного проекта заявленной теме;
- оценку качества выполнения каждой части дипломного проекта;
- оценку степени разработки поставленных вопросов, теоретической и практической значимости работы;
- оценку дипломного проекта.

Внесение изменений в дипломный проект после получения рецензии не допускается.

## **2 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

### **2.1. Требования к оформлению дипломного проекта**

Оформление дипломного проекта выпускников осуществляется в соответствии со СТАНДАРТОМ ПРЕДПРИЯТИЯ по оформлению текстовых и графических документов дипломного и курсового проектирования.

Количество страниц ДП – **65 -75 листов**, не считая приложений.

### **2.2 Требования к оформлению графической части дипломного проекта**

Графическая часть должна выполняться в строгом соответствии с ЕСКД.

В графической части дипломного проекта должны быть представлены чертежи детали, заготовки, 4-8 технологических наладок, лист конструкторской части, а также информационно-технологическая карта обработки детали.

Представленный чертеж детали должен предварительно пройти технический контроль и отработку на технологичность. Он не должен иметь ошибок, которые могут быть на заводских чертежах. На чертеже детали следует тонкими линиями показать контур заготовки и проставить ее основные размеры.

Более детальные требования по оформлению чертежей изложены в Стандарте предприятия.

Внутренняя рамка должна располагаться на расстоянии не менее 5 мм от рамки чертежа. В месте расположения штампа листа допускается разрыв.

Допускается вертикальное или горизонтальное расположение листов, исходя из объема информации, габаритов детали, удобства расположения и т. д.

Чертеж заготовки может быть совмещен с чертежом детали, но желательно его выполнить отдельно. На чертеже заготовки должен быть указан метод ее получения и особенности

конфигурации, в частности литейные или штамповочные уклоны. Размеры заготовки должны отличаться от размеров детали на величину общего припуска.

Информационно-технологическая карта должна дать полное представление о технологическом процессе обработки детали.

В графу 1 заносятся номера операций. Нумерация производится арабскими цифрами: 005, 010, 015 и т.д.

В графу 2 заносятся наименования операций, например, «Токарная». Операцию «Заготовительная» в техпроцесс не включают, но перед началом техпроцесса записывают метод получения заготовки, например: «Литье в кокиль».

Графа 3 предназначена для информации о номере и содержании переходов при обработке детали, например:

А. Установить и снять деталь

1. Точить пов. 1 предварительно и снять фаску 2

2. Точить пов. 1 повторно

3. Точить пов. 1 окончательно

**В графе 4 представлен эскиз операции. В эскизах операций графически обозначаются места базирования и закрепления детали, указываются окончательные размеры, которые необходимо выдержать при выполнении конкретной операции, и шероховатость поверхности, подлежащей обработке, эти поверхности обозначаются красными линиями. Знак шероховатости поверхности размещается в правом верхнем углу эскиза операции.**

Если несколько поверхностей имеют разную шероховатость, то в правом верхнем углу проставляют знак шероховатости, которую должно иметь наибольшее число поверхностей, а в скобках – знак без указания количественного параметра, например:  $\sqrt{(\sqrt{R})}$ . Требования по шероховатости остальных поверхностей проставляются на поле эскиза. Точностные параметры, в т. ч. и допуски, указываются на эскизе только в своих количественных выражениях. Если в операции одна поверхность обрабатывается несколько раз, то на эскизе показывают ее окончательный размер и шероховатость.

В графе 5 записывается полное наименование используемого оборудования и его модель, в графе 6 – тип приспособления и его основные особенности, например: приспособление токарное с подпружиненным центром и пневмозажимом.

В графу 7 заносится полное наименование режущего инструмента, его основные характеристики, необходимые для расчетов, и сведения о материале режущей части, например: «Фреза торцовая  $\varnothing 100$  мм;  $z = 8$ ; T15K6».

В графе 8 дается информация о мерительном инструменте. Следует учитывать, что в гибком многономенклатурном производстве универсальный инструмент типа линейек, штангенциркулей, микрометров практически не используется.

В графах 9 и 10 должны быть представлены расчетные размеры детали. В графе 9 следует указывать: при точении – диаметр до обработки, при растачивании – диаметр после обработки, при сверлении и фрезеровании – диаметр инструмента. В графе 10 указывается длина обработки с учетом врезания и перебега.

В графы 11 – 14 заносятся режимы резания:

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$n$  – частота вращения, об/мин.

В графы 15 – 17 заносятся результаты технического нормирования: в графу 15 –  $T_{\text{осн}}$  – основное время, мин; в графу 16 –  $T_{\text{всп}}$  – вспомогательное время, мин, причем против перехода А записывается время на установку и снятие детали, а против рабочих переходов – вспомогательное время, связанное с переходом, т. е. время на изменение частоты вращения шпинделя, подачи и т. д. В графу 17 заносится  $T_{\text{шт}}$  – штучное время, мин. на всю операцию.

Эскиз наладки (приложение 5) представляет собой графическое изображение, соответствующее одному технологическому переходу. На эскизе наладки показывают взаимное расположение детали и инструмента, закрепленных в соответствующих приспособлениях, а также

их движения в процессе обработки. Не допускается схематичное изображение мест базирования и закрепления, но само приспособление может быть представлено на наладке своими элементами, отражающими базирующие и зажимные части приспособления. Режущий инструмент показывается в положении, соответствующем окончанию обработки. На каждом эскизе наладки в таблице указывается номер и наименование операции, наименование станка и его модель, а также информация по режимам обработки и техническому нормированию для данного перехода.

Точный объем графической части и форматы листов, на которых выполняются отдельные чертежи, согласовываются с руководителем проекта перед началом их выполнения.

Дипломный проект сдается переплетенным в твердую папку на пружине с отделением под информационный диск для дальнейшего хранения.



## 3 ЗАЩИТА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ (ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА)

### 3.1 Предзащита ДП

Подготовка и защита дипломного проекта является одним из видов государственной итоговой аттестации выпускников, позволяющая дать оценку качества подготовки (Федеральный государственный образовательный стандарт по специальности 15.02.08 Технология машиностроения (пункт 8.4) обучающихся.

К защите дипломного проекта допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение образовательной программы по специальности 15.02.08 Технология машиностроения, в том числе, выпускником могут быть предоставлены портфолио о достигнутых результатах, дополнительные сертификаты, свидетельства (дипломы) олимпиад, конкурсов, творческие работы по специальности, характеристики с мест прохождения преддипломной практики. (ФГОС пункт 8.5)

Дипломный проект при наличии положительного отзыва руководителя, положительной рецензии, представляется заместителю директору по УР не позднее, чем **за 5 дней** до начала государственной итоговой аттестации.

#### Условия допуска ДП к защите:

- наличие дипломного проекта в полностью готовом виде в соответствии с требованиями к написанию работы;
- наличие отзыва на дипломный проект руководителя;
- наличие рецензии на дипломный проект, подписанной специалистом области общественного питания.

При подготовке к защите дипломного проекта, обучающийся должен составить доклад, презентацию и согласовать их с руководителем.

### 3.2 Защита ДП

Защита ДП проводится по утверждённому графику на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

На защите дипломной работы студент должен выступить с докладом. Это выступление должно быть подготовлено в письменном виде. Его объем не должен превышать 3-3,5 печатных страницы.

На защиту ДП отводится 20 минут на каждого студента. Не рекомендуется зачитывать защитную речь с листа. Процедура защиты включает: чтение отзыва и рецензии; доклад студента (7-10 минут); вопросы членов комиссии и ответы обучающегося (не более 10 минут).

Защитное слово студента может быть выстроено в следующей последовательности:

- приветствие;
- презентация цели, задач, актуальности выбранной темы;
- презентация основных частей дипломного проекта (краткое теоретическое обоснование и основные аспекты разработки, принципы выбора, экономическая эффективность или результаты расчета себестоимости, требования техники безопасности и охраны труда, основные мероприятия по экологической безопасности);
- выводы по результатам работы.

Обязательным требованием является наличие электронной презентации в программе Microsoft PowerPoint для сопровождения защитной речи.

Структура презентации должна соответствовать структуре защитной речи и дополнять ее иллюстрациями, схемами, диаграммами, таблицами и т.д. Не следует выносить на слайд большой объем текстовой информации, т.к. электронная презентация является лишь сопровождением защитной речи. Слайды должны комментироваться, а не зачитываться. Каждый слайд должен иметь заголовок. Объем материала, представленного на слайде должен отражать заголовок слайда.

При разработке электронной презентации необходимо учитывать цветовые сочетания и изменение цвета на мониторе компьютера и показе через проектор. Чтобы не возникло проблем с вос-

приятием электронного варианта на защите ДП необходимо продумать цветовые композиции и проверить заранее их через проектор.

Не рекомендуется использовать на одном слайде более 3 цветов: один для фона, один для заголовков, один для текста. Шрифт на слайдах презентации должен соответствовать выбранному шаблону оформления и обеспечивать читаемость на экране. Не следует использовать разные шрифты в одной презентации.

Рекомендуемое количество слайдов - 10-15. Смена слайдов устанавливается по щелчку без времени.

В содержание первого слайда выносятся полное наименование образовательной организации, согласно уставу, тема дипломного проекта, ФИО выпускника, ФИО руководителя. Пример оформления титульного слайда представлен в приложении Ж.

В обязательном порядке на специальных стендах размещаются печатные наглядные материалы (чертежи формата А1), в той последовательности, в какой они будут использованы в процессе защиты.

### **3.3 Критерии оценки дипломного проекта**

Защита ДП оценивается по критериям:

1. Соответствия оформления дипломного проекта требованиям
2. Соответствие содержания заявленной теме
3. Актуальность работы ДП
4. Анализ основной части ДП
5. Владение профессиональной терминологией
6. Анализ теоретических аспектов
7. Анализ полученных данных, практические рекомендации по повышению эффективности и качества работы используемого объекта
8. Соответствие времени выступления регламенту
9. Аргументированные ответы на вопросы комиссии
10. Представлено портфолио

Каждый критерий оценивается от 1 до 2 баллов:

0 баллов показатель не проявляется;

1 балл проявляется частично;

2 балла – проявляется полностью.

Максимальное количество баллов за защиту 20 баллов, которые потом переводятся в пятибалльную систему:

18-20 баллов – «5» - отлично;

16-17 баллов – «4» - хорошо;

14-15 баллов – «3» - удовлетворительно;

менее 14 – «2» баллов - неудовлетворительно.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Основные источники:

1. Ансеров М.А. Приспособление для металлорежущих станков. - СПб.: Машиностроение, 2012.
2. Бабук В.В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения - Минск; Высшая школа, 2011.
3. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога – машиностроителю - М.: Издательство стандартов, 2012.
4. Горбачев Р.К. Мешерякова. - М.: Машиностроение, 2011.
5. Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения – Минск: Высшая школа, 2012.
6. Девисилов В.А. Безопасность труда. – М.: Форум – Инфа, 2012.
7. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету по технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2011.
8. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. – М.: Машиностроение, 2011.
9. Кукин П.К. Производственная безопасность и охрана труда - М.: Высшая школа, 2011.
10. Куликов О.Н., Ролин Е.И. Охрана труда в металлообрабатывающей промышленности. - М.: Академия, 2012.
11. Маталин А.А. Технология машиностроения. - СПб.: Машиностроение, 2011.
12. Нефедов Н.Е. Сборник задачи примеров по резанию металлов и режущему инструменту – М.: Машиностроение, 2011.
13. Общемашиностроительные нормативы режимов резанья для технического нормирования работ на металлорежущих станках – М.: Машиностроение, 2011.
14. Панов А.А. Обработка металлов резанья - М.: Машиностроение, 2011.
15. Сахаров С.Н. Металлорежущие инструменты – М.: Машиностроение, 2012.
16. Соколова С.В. Основы экономики: Учебное пособие. - М.: ИЦ «Академия», 2012.
17. Соколова С.В. Основы экономики. Рабочая тетрадь. М.: ИЦ «Академия», 2011.
18. Сорокин В.Г. Марочник сталей и сплавов - М.: Машиностроение, 2011.
19. Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. 4-е изд., перераб. и доп. / Под ред. А.Г. Косилова.
20. Чечевицына Л.Н. Микроэкономика. Экономика предприятия (фирмы) - Ростов-на/Д: Феникс, 2013.
21. Чечевицына Л.Н., Терещенко О.Н. Экономика предприятия организации: практикум.- Ростов-на/Д: Феникс, 2014.

### Дополнительные источники:

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. - М.: Изд-во стандартов, 2012.
2. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2011.
3. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 2011.
4. Справочник нормировщика-машиностроителя. - М.: Машиностроение, 2011. Т. 2.
5. Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин.- М.: Машиностроение, 2011.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Пример оформления титульного листа дипломной работы (дипломного проекта)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ «ВЕРХНЕПЫШМИНСКИЙ МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ  
«ЮНОСТЬ»

15.02.08 Технология машиностроения  
№ позиции, наименование специальности

«Защищена с оценкой»  
\_\_\_\_\_

«Допустить к защите»

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Вид работы дипломный проект

(дипломная работа, дипломный проект)

Тема работы: Совершенствование технологического процесса производства детали  
«Крышка»

Выпускник: Иванов Иван Иванович Группа \_\_\_\_\_

(Фамилия, Имя, Отчество)

Работа выполнена «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г. \_\_\_\_\_

подпись выпускника

Руководитель работы: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

подпись

(фамилия, инициалы)

дата

Верхняя Пышма  
2023

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Образец отзыва на дипломный проект

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ «ВЕРХНЕПЫШМИНСКИЙ МЕХАНИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ «ЮНОСТЬ»

Отделение среднего профессионального образования  
по подготовке специалистов среднего звена

#### ОТЗЫВ

Ф.И.О. выпускника

Группа

Специальность

Тема

Объем дипломного проекта

Количество страниц работы

Количество приложений

Заключение о степени соответствия выполняемой работы заданию, графической части  
пояснительной записке. Грамотность изложения материала.

Проявленные студентом самостоятельность при выполнении работы. Плановость,  
дисциплинированность в работе. Умение пользоваться литературным материалом.  
Способность применять теоретические знания при решении практических задач.

Положительные качества дипломного проекта (актуальность, практическая значимость)

Недостатки работы

Характеристика общепрофессиональной и специальной подготовки выпускника

Заключение и предлагаемая оценка дипломного проекта

Руководитель

подпись

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**Образец рецензии на дипломный проект**

РЕЦЕНЗИЯ

Ф.И.О. выпускника

Группа

Специальность

Тема

Объем дипломного проекта

Количество страниц работы

Количество приложений

Заключение о степени соответствия выполняемой работы заданию, графической части пояснительной записке

Проявленные студентом умение пользоваться литературным материалом. Способность решать производственные и конструкционные задачи на базе достижений науки, техники и новаторов производства

Положительные качества дипломного проекта (актуальность, практическая значимость)

Недостатки работы

Заключение и предлагаемая оценка дипломного проекта

Место работы и должность рецензента

Ф.И.О РЕЦЕНЗЕНТА

Подпись

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ Г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Государственное автономное профессиональное образовательное  
учреждение Свердловской области  
«Верхнешишимский механико-технологический техникум  
«Юность»**

**Совершенствование технологического  
процесса производства детали  
«Втулка ролика»**



**Студент группы ТМ-477  
Иванов Иван Иванович  
Руководитель ВКР  
Петрова Елена Сергеевна**