

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**Методические рекомендации**  
**по выполнению дипломного проекта**  
**для студентов специальности**  
**15.02.16 Технология машиностроения**

ФП Профессионалитет

Челябинск, 2022

## **АКТ СОГЛАСОВАНИЯ**

на методические рекомендации по выполнению дипломного проекта  
для специальности 15.02.16 Технология машиностроения

Методические рекомендации являются руководством к дипломному проектированию и подготовлены в соответствии с ФГОС по специальности 15.02.16 Технология машиностроения и требований по организации выполнения и защиты выпускной квалификационной работы

В методических рекомендациях отражены цель и вопросы организации дипломного проектирования и требования к содержанию. Систематизированы и представлены основные параметры типового технологического оборудования, определены требования к структуре и содержанию экономического раздела, организации производства, охраны труда и экологии.

Методические рекомендации предназначены для студентов всех форм обучения, соответствуют требованиям, предъявляемым к такого рода методической продукции, и могут быть использованы в учебном процессе профессиональных образовательных организаций.

Генеральный директор ООО «ЧЗДТ»  
Гордеев Сергей Владимирович



## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	5
РАЗДЕЛ I. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	17
РАЗДЕЛ II. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	70
РАЗДЕЛ III. ОФОРМЛЕНИЕ МАРШРУТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ	76
РАЗДЕЛ IV. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	94
ПРИЛОЖЕНИЕ А	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	101
ПРИЛОЖЕНИЕ В	103

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дипломное проектирование является завершающим этапом обучения по специальности 15.02.16 Технология машиностроения.

Цели дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний студентов;
- овладение навыками самостоятельного решения технологических задач и организации производства;
- развитие у студентов навыков самостоятельной работы с отечественной и зарубежной технической литературой, в том числе патентной;
- овладение методиками анализа и выбора энерго- и ресурсосберегающих и «экологически чистых» технологий, решения задач по безопасности и охране труда;
- развитие расчетно-графических навыков студента;
- демонстрация уровня подготовленности выпускника к самостоятельной практической деятельности.

Задачи:

- самостоятельно изучить технологии в соответствии с темой проекта;
- отобрать из нескольких вариантов технических решений наиболее выгодный с технико-экономической точки зрения;
- обосновать расчетом (с требуемой степенью точности и с применением современных математических методов) свои проектные предложения;
- четко и наглядно отобразить свои предложения графически;
- разработать мероприятия по охране труда и технике безопасности;
- убедительно изложить свои расчеты и обоснование в пояснительной записке.

Дипломный проект должен отразить глубину теоретической, практической и профессиональной подготовки техника, которая предполагает наличие следующих ПК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентам

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержание необходимого уровня физической подготовленности

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.

ПК 1.1. Планировать процесс выполнения своей работы на основе задания технолога цеха или участка в соответствии с производственными задачами по изготовлению деталей.

ПК 1.2. Осуществлять сбор, систематизацию и анализ информации для выбора оптимальных технологических решений, в том числе альтернативных в соответствии с принятым процессом выполнения своей работы по изготовлению деталей.

ПК 1.3. Разрабатывать технологическую документацию по обработке заготовок на основе конструкторской документации в рамках своей компетенции в соответствии с нормативными требованиями, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.4. Осуществлять выполнение расчётов параметров механической обработки и аддитивного производства в соответствии с принятым технологическим процессом согласно нормативным требованиям, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.5. Осуществлять подбор конструктивного исполнения инструмента, материалов режущей части инструмента, технологических приспособлений и оборудования в соответствии с выбранным технологическим решением, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.6. Оформлять маршрутные и операционные технологические карты для изготовления деталей на механизированных участках машиностроительных производств, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.7. Осуществлять разработку и применение управляющих программ для металлорежущего или аддитивного оборудования в целях реализации принятой технологии изготовления деталей на механических участках машиностроительных производств, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 1.8. Осуществлять реализацию управляющих программ для обработки заготовок на металлорежущем оборудовании или изготовления на аддитивном оборудовании в целях реализации принятой технологии изготовления деталей на механических участках машиностроительных производств в соответствии с разработанной технологической документацией.

ПК 1.9. Организовывать эксплуатацию технологических приспособлений в соответствии с задачами и условиями технологического процесса механической обработки заготовок и/или аддитивного производства сообразно

с требованиями технологической документации и реальными условиями технологического процесса.

ПК 1.10. Разрабатывать планировки участков механических цехов машиностроительных производств в соответствии с производственными задачами, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК 5.1 Планировать деятельность структурного подразделения на основании производственных заданий и текущих планов предприятия

ПК 5.2 Организовывать определение потребностей в материальных ресурсах, формирование и оформление их заказа с целью материально-технического обеспечения деятельности структурного подразделения

ПК 5.3 Организовывать рабочие места в соответствии с требованиями охраны труда и бережливого производства в соответствии с производственными задачами

ПК 5.4 Контролировать соблюдение персоналом основных требований охраны труда при реализации технологического процесса, в соответствии с производственными задачами

ПК 5.5 Принимать оперативные меры при выявлении отклонений от заданных параметров планового задания при его выполнении персоналом структурного подразделения

ПК 5.6 Разрабатывать предложения на основании анализа организации передовых производств по оптимизации деятельности структурного подразделения

ЛР 4. Сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном

ЛР 7. Навыки сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности

ЛР 9. Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности

ЛР 13. Осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем

ЛР 15. Ответственное отношение к созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни

ЛР 17. Содействующий поддержанию престижа своей профессии, отрасли и образовательной организации.

*умений:*

- определять последовательность выполнения работ по изготовлению изделий в соответствии с производственным заданием;
- использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM системы) для планирования работ по реализации производственного задания на участке;
- определять необходимую для выполнения работы информацию, её состав в соответствии с принятым процессом выполнения работ по изготовлению деталей;
- читать и понимать чертежи, и технологическую документацию;
- проводить сопоставительное сравнение, систематизацию и анализ конструкторской и технологической документации;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из её служебного назначения.
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- выполнять эскизы простых конструкций;
- выполнять технические чертежи, а также чертежи общего вида в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД);
- особенности работы автоматизированного оборудования и возможности



применения его в составе роботизированного технологического комплекса;

- проводить технологический контроль конструкторской документации с выработкой рекомендаций по повышению технологичности детали;

- оформлять технологическую документацию с применением систем автоматизированного проектирования.

- оценивать технологичность разрабатываемых конструкций;

- рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок;

- рассчитывать коэффициент использования материала;

- рассчитывать штучное время;

- производить расчёт параметров механической обработки и аддитивного производства с применением САЕ систем.

- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;

- устанавливать технологическую последовательность и режимы обработки;

- устанавливать технологическую последовательность режимов резания.

- составлять технологический маршрут изготовления детали;

- оформлять технологическую документацию;

- определять тип производства;

- использовать пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов.

- составлять управляющие программы для обработки типовых деталей на металлообрабатывающем и аддитивном оборудовании, в том числе с использованием системы автоматизированного проектирования;

- рассчитывать технологические параметры процесса производства

- использовать пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов;

- рационально использовать автоматизированное оборудование в каждом конкретном, отдельно взятом производстве;

- создавать и редактировать на основе общего описания информационные

базы, входные и выходные формы, а также элементы интерфейса;

- корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей.

- обеспечивать безопасность при проведении работ на технологическом оборудовании участков механической обработки и аддитивного изготовления;

- читать технологическую документацию;

- разрабатывать технические задания для проектирования специальных технологических приспособлений.

- разрабатывать планировки участков механических цехов машиностроительных производств;

- использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM системы) для разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов механической обработки и аддитивного изготовления деталей;

- формировать рабочие задания и инструкции к ним в соответствии с производственными задачами;

- рассчитывать показатели, характеризующие эффективность организации основного и вспомогательного оборудования;

- оценивать наличие и потребность в материальных ресурсах для обеспечения производственных задач;

- рассчитывать энергетические, информационные и материально-технические ресурсы в соответствии с производственными задачами;

- определять потребность в персонале для организации производственных процессов;

*знаний:*

- общие сведения о структуре технологического процесса по изготовлению деталей на машиностроительном производстве;

- карта организации рабочего места;

- назначение и область применения станков и станочных приспособлений, в том числе станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и обрабатывающих центров;

- виды операций металлообработки;
- технологическая операция и её элементы;
- последовательность технологического процесса обрабатывающего центра с ЧПУ;
- правила по охране труда
- основные сведения по метрологии, стандартизации и сертификации;
- техническое черчение и основы инженерной графики;
- состав, функции и возможности использования информационных технологий в металлообработке;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;
- виды оптимизации технологических процессов в машиностроении;
- стандарты, методики и инструкции, требуемые для выбора технологических решений.
- назначение и виды технологических документов общего назначения;
- классификацию, назначение, область применения металлорежущего и аддитивного оборудования, назначение и конструктивно-технологические показатели качества изготавливаемых деталей, способы и средства контроля;
- требования единой системы классификации и кодирования и единой системы технологической документации к оформлению технической документации для металлообрабатывающего и аддитивного производства;
- методику проектирования маршрутных и операционных металлообрабатывающих, а также аддитивных технологий;
- структуру и оформление технологического процесса;
- методику разработки операционной и маршрутной технологии механической обработки изделий;
- системы автоматизированного проектирования технологических процессов;
- основы цифрового производства
- методику расчета режимов резания и норм времени на операции металлорежущей обработки;

- методику расчета межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;

- основы технической механики;

- основы теории обработки металлов;

- интерфейса, инструментов для ведения расчёта параметров механической обработки, библиотеки для работы с конструкторско-технологическими элементами, баз данных в системах автоматизированного проектирования.

- правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка;

- инструменты и инструментальные системы;

- основы материаловедения;

- классификацию, назначение и область применения режущих инструментов;

- способы формообразования при обработке деталей резанием и с применением аддитивных методов;

- системы автоматизированного проектирования для подбора конструктивного инструмента, технологических приспособлений и оборудования.

- назначение и виды технологических документов общего назначения;

- требования единой системы конструкторской и технологической документации к оформлению технической документации;

- правила и порядок оформления технологической документации;

- методику проектирования технологического процесса изготовления детали;

- формы и правила оформления маршрутных карт согласно единой системе технологической документации (ЕСТД);

- системы автоматизированного проектирования технологических процессов.

- системы графического программирования;

- структуру системы управления станка;
- методику разработки и внедрения управляющих программ для обработки изготавливаемых деталей на автоматизированном металлообрабатывающем и аддитивном оборудовании, в том числе с применением CAD/CAM/CAE систем;
- компоновка, основные узлы и технические характеристики многоцелевых станков и металлообрабатывающих центров;
- элементы проектирования заготовок;
- основные технологические параметры производства и методики их расчёта.
- коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами;
- основы автоматизации технологических процессов и производств;
- приводы с числовым программным управлением и промышленных роботов;
- технология обработки заготовки;
- основные и вспомогательные компоненты станка;
- движения инструмента и стола во всех допустимых направлениях;
- элементы интерфейса, входные и выходные формы и информационные базы.
- технологическую оснастку, ее классификацию, расчет и проектирование;
- классификацию баз, назначение и правила формирования комплектов технологических баз ресурсосбережения и безопасности труда на участках механической обработки и аддитивного изготовления;
- виды и применение технологической документации при обработке заготовок;
- этапы разработки технологического задания для проектирования;
- порядок и правила оформления технических заданий для проектирования изделий.

- принципы построения планировок участков и цехов;
- принципы работы в прикладных программах автоматизированного проектирования;
- виды участков и цехов машиностроительных производств;
- виды машиностроительных производств.
- организацию труда структурного подразделения на основании производственных заданий и текущих планов предприятия;
- нормирование работ работников;
- показатели эффективности организации основного и вспомогательного оборудования и их расчёт;
- правила и этапы планирования деятельности структурного подразделения с учётом производственных заданий на машиностроительных производствах;
- правила постановки производственных задач;
- виды материальных ресурсов и материально-технического обеспечения предприятия;
- правила оформления деловой документации и ведения деловой переписки;
- порядок учёта материально-технических ресурсов;
- принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов;
- виды производственных задач на машиностроительных предприятиях;
- требования, предъявляемые к рабочим местам на машиностроительных предприятиях.

Темой дипломного проекта является:

«Разработка технологического процесса обработки детали с разработкой элемента управляющей программы».

Вариативность дипломных проектов достигается за счет разработки технологического процесса обработки различных видов деталей.

Выполнение дипломного проекта предполагает консультационную помощь со стороны преподавателя и творческую проработку студентом разделов дипломного проекта.

## **РАЗДЕЛ I. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части

### Содержание пояснительной записки:

#### **ВВЕДЕНИЕ**

#### **1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

- 1.1 Описание детали, анализ конструкции и технических требований
- 1.2 Анализ технологичности детали
- 1.3 Обоснование выбора метода получения заготовки
- 1.4 Обоснование и расчет припусков
- 1.5 Разработка технологического процесса механической обработки

детали

- 1.6 Выбор основного технологического оборудования
- 1.7 Выбор стандартизированной технологической оснастки
- 1.8 Выбор режущего инструмента
- 1.9 Выбор методов контроля
- 1.10 Расчет режимов резания и норм времени

#### **2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

- 2.1 Выбор и описание приспособления
- 2.2 Разработка чертежа общего вида приспособления
- 2.3 Выбор измерительного устройства
- 2.4 Проектирование участка

#### **3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

- 3.1 Расчёт необходимого количества оборудования
- 3.2 Расчёт капитальных вложений проектируемого участка
- 3.3 Расчёт численности рабочих
- 3.4 Расчёт фонда заработной платы рабочих и отчислений на

социальные нужды



3.5 Расчёт себестоимости изделия

3.6 Расчёт изменения затрат на рубль товарной продукции

#### 4. ОХРАНА ТРУДА

4.1 Охрана труда и техника безопасности на участке

#### 5. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1 Последовательность составления управляющей программы

5.2 Разработка управляющей программы

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

#### ПРИЛОЖЕНИЯ

Объём пояснительной записки не должен превышать 50 – 70 страниц.

**Графическая часть** дипломного проекта состоит из 6 чертежей, выполненных на чертёжной бумаге формата A2, A1

- чертёж детали - 1 лист формата A1 или A2
- технологический процесс механической обработки детали – 1 лист формата A1
- плакат КИМ – 1 лист формата A1
- чертёж приспособления- 1 лист формата A1
- планировка участка – 1 лист формата A1 или A2
- расчетно-технологическая карта - 1 лист формата A1
- технико-экономические показатели проекта – 1 лист формата A2

#### 1.1 Разработка введения

Во введении следует обосновать актуальность темы курсового проекта, раскрыть ее теоретическую и практическую значимость, сформулировать цели и задачи проекта, определить объект и предмет проектирования, задачи проектирования.

Во введении также описывается теоретический аспект рассматриваемой в рамках курсового проектирования проблемы. В этой связи необходимо

проанализировать различные точки зрения, имеющиеся по данной проблеме, опираясь на достоверные информационные источники.

*Актуальность исследования* (почему это следует изучать?) рассматривается с позиций социальной, экономической и практической значимости. При обосновании актуальности необходимо раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности.

*Цель проектирования* (какой результат будет получен) должна заключаться в решении следуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации. Цель всегда направлена на объект.

*Объект исследования* (что будет исследоваться?) предполагает работу с понятиями. При определении объекта дается определение экономическому явлению, на которое направлена исследовательская деятельность, он напрямую связан с предметом дипломного проекта. Объектом может быть личность, среда, **процесс, структура**, хозяйственная деятельность предприятия (организации).

*Предмет проектирования* (как, через что будет идти поиск?) Здесь необходимо дать определение планируемым к исследованию конкретным свойствам объекта или способам изучения экономического явления. Предмет исследования направлен на практическую деятельность и отражается через результаты этих действий. Предмет исследования рассматривается как составляющая часть объекта.

*Задачи исследования* (как идти к результату?) – пути достижения цели. Определяются, исходя из целей работы. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов работы.

Таким образом, введение должно подготовить к восприятию основного текста проекта.

Краткие комментарии по формулированию элементов введения представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Комментарии по формулированию элементов введения

Элемент введения	Комментарий к формулировке
Актуальность темы	<i>Почему это следует изучать?</i> Раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности.
Цель проекта	<i>Какой результат будет получен?</i> Должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации.
Объект исследования	<i>Что будет исследоваться?</i> Дать определение явлению или проблеме, на которое направлена исследовательская деятельность.
Предмет исследования	<i>Как и через что будет идти поиск?</i> Дать определение планируемым к исследованию конкретным свойствам объекта или способам изучения явления или проблемы.
Задачи проектирования	<i>Как идти к результату?</i> Определяются исходя из целей работы и в развитие поставленных целей. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов работы.

## 1.2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.2.1 Описание детали, анализ конструкции и технических требований

В этом подразделе необходимо описать деталь, по рабочему чертежу. Краткое первоначальное описание детали по основным конструкторским элементам можно получить путем декодирования конструкторского кода детали. Приводится ее описание и принцип работы, указываются наиболее

точные поверхности или конструктивные элементы, обосновывается правильность выбора материала конструктором и твёрдость поверхностей детали, выданной в качестве объекта курсового проектирования. Также следует привести данные о материале детали: по химическому составу, механическим свойствам (в зависимости от термической обработки). Данные свести в таблицы 2 и 3.

**Например:** сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Это сталь конструкционная углеродистая качественная.

Таблица 2 - Химический состав, % (ГОСТ 4543-71)

C	Si	Mn	Cr	Ni	P	Cu	S
				не более			
0,36 – 0,44	0,17 – 0,37	0,50 – 0,80	0,8-1.1	0,3	0,035	0,3	0,03 5

Таблица 3 - Механические свойства материала (ГОСТ 4543-71)

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\psi$	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>	НВ поверхност и
	МПа ≤		% ≤			
40	785	980	10	45	390	217

### 1.2.2 Анализ технологичности детали

Студент должен проанализировать конструкторский чертёж и определить достаточность числа проекций сечений, разрезов, оценить простановку размеров и предельных отклонений, допуски формы и расположение поверхностей, соответствие точности поверхности и шероховатости.

Достаточность простановки размеров определяют путём мысленного построения детали, аналогично тому, как это делает конструктор при выполнении чертежа.

При необходимости студент вносит изменения в конструкторский чертёж, т.е. устраняет недостатки конструкторской подготовки производства.

После анализа конструкторского чертежа и внесённых изменений студент оформляет чертёж детали, который включает в себя следующее:

- необходимое число проекций, разрезов, сечений;

- достаточность простановки размеров, предельных отклонений;
- допуски формы и расположения;
- обозначение шероховатости поверхности по ГОСТ2789-73;
- материал детали;
- твёрдость рабочих поверхностей детали, вид термической обработки;
- точность обработки свободных поверхностей.

Для специфических деталей могут быть указаны и другие технические требования (например, допустимая величина неуравновешенности масс, давление и время выдержки при контроле герметичности, вид покрытия, требования к качеству поверхностного слоя и др.).

### **1.2.3 Обоснование выбора метода получения заготовки**

В машиностроении основными видами заготовок для деталей являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданном объёме выпуска деталей. Для выбора формы, размеров и способа получения заготовки большое значение имеет конструкция и материал детали. Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоёмкость и экономичность её обработки.

При выборе вида заготовки необходимо учитывать не только эксплуатационные условия работы детали, её размеры и форму, но и экономичность производства. Если при выборе заготовок возникают затруднения, какой метод изготовления принять для той или другой детали, то производят технико-экономический расчёт двух или нескольких выбранных вариантов. После обоснования способа получения заготовки необходимо дать краткое описание технологического процесса её получения и обосновать выбор плоскости разъёма формы или штампа, величину принятых радиусов скруглений и формовочных уклонов.

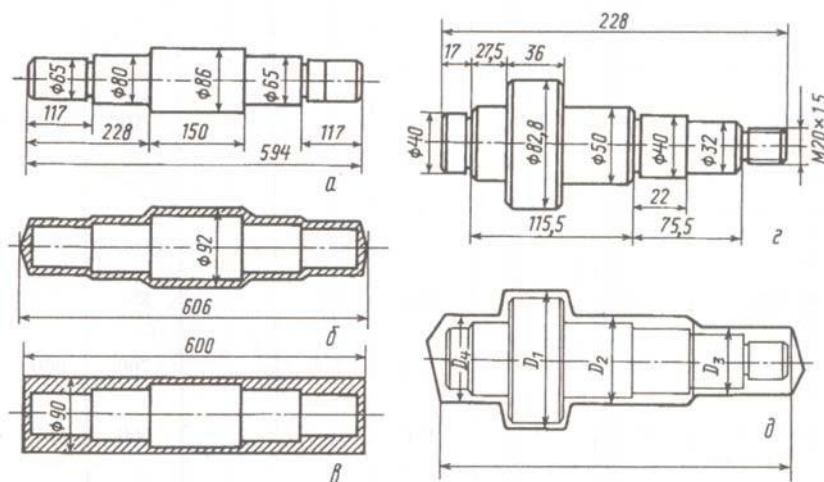


Рисунок 1 - Вал ступенчатый

*a, c* - готовая деталь; *б*- штампованная заготовка; *в*- заготовка из горячекатаного проката; *д* - заготовка, полученная ковкой

#### 1.2.4 Обоснование и расчет припусков аналитическим методом

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

Обычно в заготовках, полученных методом литья, могут содержаться раковины, песочные включения, а в штампованных заготовках имеются обезуглероженный слой, микротрещины и другие дефекты.

Дефектный слой чугуновых отливок по деревянным моделям составляет 1-6 мм, у поковок - 0,5-1,5 мм и у горячекатаного проката - 0,5-1,0 мм. Для более точного определения припуска на обработку и предотвращения перерасхода материала применяют аналитический метод для каждого конкретного случая с учётом всех требований выполнения заготовок и промежуточных операций.

Для получения деталей более высокого качества необходимо при каждом технологическом переходе механической обработки заготовки предусматривать производственные погрешности, характеризующие отклонения размеров, геометрические отклонения формы поверхности, микронеровности, отклонения

расположения поверхностей. Все эти отклонения должны находиться в пределах поля допуска на размер поверхности заготовки.

### **1.2.5 Разработка технологического процесса механической обработки**

Для условий единичного или мелкосерийного производства обработку необходимо вести на универсальном оборудовании, стремясь к более полному использованию его возможностей. Чтобы избежать трудоемких переустановок крупногабаритных и тяжелых заготовок, черновую и чистовую обработку таких заготовок выполняют за одну операцию. Наиболее точные станки используют для чистовой и отделочной обработки, выделяемые в отдельные операции.

Дальнейшую последовательность обработки устанавливают в зависимости от требуемой точности. Чем точнее поверхность, тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка последующей поверхности может вызвать погрешности ранее обработанной. Это происходит из-за перераспределения внутренних напряжений, деформаций детали после снятия каждого нового слоя металла.

Последними должны обрабатываться наиболее точные поверхности, а также поверхности с наименьшими шероховатостью и волнистостью.

Процесс механической обработки должен укладываться в следующие этапы.

1. Обработка поверхностей, образующих установочные базы для всех последующих операций.
2. Черновая обработка основных поверхностей детали.
3. Чистовая обработка основных поверхностей детали.
4. Черновая и чистовая обработка второстепенных поверхностей.
5. Термическая обработка детали, если она предусмотрена чертежом и техническими требованиями.
6. Выполнение второстепенных операций, связанных с термической обработкой.
7. Выполнение отделочных операций основных поверхностей.

## 8. Выполнение доводочных операций основных поверхностей.

Формирование операций для поточных видов производства должно быть подчинено получению трудоёмкости каждой операции равной или кратной такту.

Станкоёмкость каждой операции по возможности должна быть равна или кратна такту для лучшего использования оборудования во времени.

Переходы, в которых удельный вес машинного времени достаточно велик, следует формировать в операции с расчётом возможности обслуживания одним рабочим нескольких станков или даже различных видов оборудования.

При большой программе выпуска экономично использовать наиболее производительные виды оборудования с максимальной концентрацией переходов в одной операции и максимальным совмещением их во времени. Здесь уместны три «много»: многоместная, многоинструментальная, многопозиционная обработка.

С уменьшением количества деталей формирование операций ведут путём включения в них переходов, при помощи которых решаются аналогичные задачи у разных деталей.

При формировании операций в условиях действующего завода необходимо учитывать возможности имеющегося оборудования, перспективы его модернизации, замены или пополнения новым.

Из сформированных операций составляют технологический маршрут обработки детали. При этом необходимо в самых широких пределах использовать типовые технологические процессы, опыт предприятий, справочную и периодическую литературу.



## ПРИМЕР:

Таблица 4 – Маршрутный технологический процесс

Название и номер операции	Оборудование
000 Заготовительная	
005 Токарная с ЧПУ	DMG CTX310 ecolin
010 Фрезерная с ЧПУ	DMG DMU50 ecolin
011 Моечная	Ванна
015 Контрольная	Стол контрольный

### 1.2.6 Выбор основного технологического оборудования

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

В зависимости от объёма выпуска изделий, выбирают станки по степени специализации и высокой производительности, а также станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Выбор каждого вида станка должен быть экономически обоснован. Производится расчёт технико-экономического сравнения обработки данной операции на разных станках. При заданном объёме выпуска изделий необходимо принимать ту модель станка, которая обеспечивает наименьшие трудовые и материальные затраты, а также себестоимость обработки заготовки. При выборе необходимо дать краткое описание моделей станков, применяемых в технологическом процессе, указать предпочтение выбранной модели станка по сравнению с другими аналогичными.

Характеризуя выбранные модели станка, можно ограничиваться краткой их технической характеристикой. Если выбранные станки специальные, агрегатные или специализированные, то следует описать их принципиальную схему.

При выборе станочного оборудования необходимо учитывать следующее:

- характер производства;
- методы достижения заданной точности при обработке;
- необходимую сменную (или часовую) производительность;
- соответствие станка размерам детали;
- мощность станка;
- удобство управления и обслуживания станка;
- габаритные размеры и стоимость станка;
- возможность оснащения станка высокопроизводительными

приспособлениями и средствами автоматизации и механизации;

- кинематические данные станка (диапазоны подачи, частота вращения шпинделя ит.д.).

При выборе станочного оборудования необходимо также учитывать современные достижения отечественного станкостроения.

### **ПРИМЕР:**

Таблица 5 - Выбор оборудования

№ операции	Наименование операции	Наименование, модель оборудования, паспортные данные
010 020 055	Токарный многоцелевой станок с ЧПУ	Токарный многоцелевой станок 11Б40ПФ4; - -частота вращения шпинделя обр./мин: 1. 50-4000 (левое) 2. 40-315 (правое); -подача: продольная –0,7-6000мм/мин; поперечная – 0,7-6000мм/мин; -мощность э/двигателя глав. движения - 15кВт.
045	Протяжная	Протяжной станок модели 7512 Скорость рабочего хода протяжки - 0,5-3,6 м/мин мощность э/двигателя главного движения - 55кВт.
065	Шлифовальная	Внутришлифовальный станок модели 3К225В -частота вращения шпинделя – 50-1000об/мин; -частота вращения шпинделя шлифовального круга: Наружном-1900об/мин Внутреннем - нет - мощность э/двигателя глав. движения - 7,2кВт.

### **1.2.7 Выбор стандартизированной технологической оснастки**

При проектировании технологического процесса механической обработки заготовки необходимо правильно выбрать приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок даёт ряд преимуществ:

- повышает качество и точность обработки деталей;
- сокращает трудоёмкость обработки заготовок за счёт резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку, выверку и закрепление;
- расширяет технологические возможности станков;
- создаёт возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закреплённых в общем приспособлении.

Выбор станочного приспособления должен быть основан на анализе затрат на реализацию технологического процесса в установленный промежуток времени при заданном числе заготовок. Правила выбора технологической оснастки (ГОСТ 14.305-78) предусматривает шесть систем технологической оснастки, которые предназначены для выполнения различных видов работ в зависимости от типа производства.

К системам технологической оснастки относятся следующие:

- системы неразборной специальной оснастки (НСО);
- системы универсально-наладочные оснастки (УНО);
- системы универсально-сборной оснастки (УСО);
- системы сборно-разборной оснастки (СРО);
- системы универсально - безналадочной оснастки (УБО);
- системы специализированной наладочной оснастки (СНО).

## ПРИМЕР:

Таблица 6 - Выбор приспособлений

№ операции	Наименование операции	Приспособление
010 020 055	Токарный многоцелевой станок с ЧПУ	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий
045	Протяжная	Трехкулачковый патрон
065	Шлифовальная	Трехкулачковый патрон

### 1.2.8 Выбор режущего инструмента

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Для обработки стали рекомендуется применять инструмент, режущая часть которого изготовлена из титановольфрамовых твёрдых сплавов (Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4), быстрорежущих инструментальных сталей (Р18, Р9, Р9Ф4, Р14Ф4), вольфрамовых твёрдых сплавов (ВК2, ВК3М, ВК4, ВК8) и др. Для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов используют инструмент из вольфрамовых твёрдых сплавов. Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент необходимо выбирать по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки деталей.

Если технологические особенности детали не ограничивают применение высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащённого твёрдым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твёрдым сплавом и хорошо отработаны.

В пояснительной записке необходимо сделать анализ выбранного режущего инструмента на операцию или переход.

При выборе режущего инструмента необходимо руководствоваться данными работы. Рекомендации по выбору абразивного инструмента даны в ГОСТ 3647-71.

### **ПРИМЕР:**

Таблица 7 - Выбор режущего инструмента

№ операции	Наименование операции	Режущий инструмент
010	Токарная многоцелевая с ЧПУ	Резец проходной упорный PCLNR2525-M09, пластина CNMG08TMV Расточной резец PDJNR2020-R015, пластина DNMG1504MV Канавочный резец FSDUG1612R-07E, пластина DCMT0704 SV Фреза монолитная твердосплавная MSSHD1600
020	Токарная многоцелевая с ЧПУ	Долбяк хвостовой P6M5 M=8,7 Z=8 ГОСТ10059-80
045	Протяжная	Протяжка P6M5 ГОСТ 25158-82 Ø60 Z=8
055	Токарная многоцелевая с ЧПУ	Сверло твердосплавное монолитное Ø8,5 MWE085DSA Фреза резьбовая монолитная твердосплавная M10x1,5 R217.15-080150AC16H
065	Внутришлифовальная	Абразивный камень 25А-2340П-25МСМ1-См2-8К5-6

### 1.2.9 Выбор методов контроля

Метод контроля должен способствовать повышению производительности труда контролёра и станочника, создавать условия для улучшения качества выпускаемой продукции и снижения её себестоимости.

В единичном и серийном производствах обычно применяется универсальный измерительный инструмент (штангенциркуль, штангенглубиномер, микрометр, угломер, индикатор и т. д.).

В массовом и крупносерийном производствах рекомендуется применять предельные калибры (скобы, пробки, шаблоны и т. п.) и методы активного контроля, которые получили широкое распространение во многих отраслях машиностроения.

В пояснительной записке необходимо дать объяснение применяемого метода контроля и краткую техническую характеристику измерительного инструмента или контрольного приспособления на данную технологическую операцию.

#### **ПРИМЕР:**

Таблица 8 - Выбор средств контроля

№ операции	Наименование операции	Измерительный инструмент
010	Токарная многоцелевая сЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80 Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ 162-80 Калибр-пробка гладкая Ø85,5H10 ГОСТ 24853-81
020	Токарная многоцелевая сЧПУ	Шлицевой калибр предварительный ГОСТ 7951-80
045	Протяжная	Шлицевой калибр В=9 Z=8 D=60 ГОСТ 7951-80
055	Токарная многоцелевая сЧПУ	Калибр пробка гладкая Ø8,5H11 ГОСТ 24853-81 Калибр резьбовой М10х1,5-7H ГОСТ 24939-81
065	Внутришлифовальная	Контроль отверстия бесконтактным пневматическим устройством Профилограф - профилометр А1 ГОСТ 19299-73 Нутромер индикаторный НИ 50-100 ГОСТ 868-82

### **1.2.10 Расчет режимов резания и норм времени**

Рассчитанные или выбранные режимы резания при выполнении технологической операции должны обеспечивать требуемую точность обработки при максимальной производительности труда и минимальной себестоимости.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определённого порядка, т. е. при назначении и расчёте режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

При расчёте режимов резания сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности, шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную с учётом погрешности обработки жёсткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности по нормативным таблицам. Величину подачи согласовывают с паспортными данными станка. От правильно выбранной подачи во многом зависят точность и качество обработки, и производительность труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу.

После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам с учётом жёсткости технологической системы.

Аналитический расчёт режимов резания производится с учётом необходимых поправочных коэффициентов на две технологические операции.

Для остальных операций технологического процесса механической обработки детали режимы резания определяются по табличным нормативам соответствующей учебной и справочной литературы.

После назначения режимов резания необходимо провести проверку станка на мощность. Потребная мощность для резания не должна превышать фактической мощности электродвигателя станка. При недостаточной мощности привода станка рекомендуется уменьшить скорость резания или перенести обработку на более мощное оборудование.

При выполнении курсового проекта подробный расчет режимов резания, как правило, приводится в расчетно-пояснительной записке на две разнотипных операции.

#### **ПРИМЕР:**

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

010 Токарная с ЧПУ: поверхности 1,2,14,15,21,22,23,24.

Оборудование: Токарный станок с ЧПУ модели 11Б40Ф4;

Резец проходной: SKJNR/L 2525-M16, Пластины: KNUX 160405-R11/L11;

Резец канавочный: HELIR 2525-4T25, Пластины: GRIP – 4004Y; Резец расточной: SER/L 2525-M16, Пластины: 16 ER/L M2.00 ISO; Сверло Ø18 мм (P6M5) ГОСТ 10903-77.

Сверло Ø48мм (P6M5) ГОСТ 10903-77.

1) Глубина резания

Переход 1  $t=1,5$  мм

Переход 2 Глубина сверления  $t=30$ мм

Переход 3 Глубина сверления  $t=30$  мм

Переход 4  $t=2$  мм

Переход 5  $t=2$  мм

2) Подача

Переход 1  $S=0,3$  мм/об



Переход 2  $S = 0,3$  мм/об

Переход 3  $S = 0,15$  мм/об

Переход 4  $S = 0,3$  мм/об

Переход 5  $S = 0,3$  мм/об

3) Скорость резания

Расчетная скорость резания

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} k_V \quad (1)$$

где  $C_V$  – поправочный коэффициент;

$T$  – стойкость инструмента, мин;

$m, x, y$  – показатели степени;

$k_V$  – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

$$k_V = k_{MV} \cdot k_{IV} \cdot k_{EV} \quad (2)$$

где  $k_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

$$k_{MV} = k_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)$$

где  $\sigma_B$  – предел прочности;

$k_r$  – коэффициент, характеризующий группу, стали по обрабатываемости.

$n_V$  – показатель степени.

$k_{PV}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

$k_{IV}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Переход 2

$$V = \frac{C_V \cdot D^g}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

$C_V=28,1$ ;  $g=0,25$ ;  $y=0,55$ ;  $m=0,125$ ;  $T=35$ ;  $k_v=1$ .

$$V = \frac{28,1 \cdot 18^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,3^{0,55}} \cdot 1 = 23,4 \text{ м/мин.}$$

Переход 3

$C_v=28,1$ ;  $g=0,25$ ;  $y=0,55$ ;  $m=0,125$ ;  $T=35$ ;  $k_v=1$ .

$$V = \frac{28,1 \cdot 48^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,15^{0,55}} \cdot 1 = 28,9 \text{ м/мин}$$

Переход 1

$$v = \frac{182}{120^{0,23} \cdot 1,5^{0,12} \cdot 0,3^{0,3}} \cdot 1,512 = 96 \text{ м/мин.}$$

$C_v=182$ ;  $X=0,12$ ;  $Y=0,3$ ;  $m=0,23$ ;  $K_v=1,512$ ;  $T=120$  мин.

Переход 4

$$v = \frac{182}{120^{0,23} \cdot 2^{0,12} \cdot 0,3^{0,3}} \cdot 1,512 = 94 \text{ м/мин.}$$

$C_v=182$ ;  $X=0,12$ ;  $Y=0,3$ ;  $m=0,23$ ;  $K_v=1,512$ ;  $T=120$  мин.

Переход 5

$$v = \frac{182}{120^{0,23} \cdot 2^{0,12} \cdot 0,3^{0,3}} \cdot 1,512 = 94 \text{ м/мин.}$$

$C_v=182$ ;  $X=0,12$ ;  $Y=0,3$ ;  $m=0,23$ ;  $K_v=1,512$ ;  $T=120$  мин.

4) Частота вращения шпинделя

Переход 1

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$$
$$n = \frac{1000 \cdot 96}{3,14 \cdot 54,2} = 564 \text{ об/мин.}$$

$n_D=550$  об/мин.

Переход 2

$$n = \frac{1000 \cdot 23,4}{3,14 \cdot 18} = 414 \text{ об/мин.}$$

$n_D=412$  об/мин.

Переход 3

$$n = \frac{1000 \cdot 28,9}{3,14 \cdot 48} = 191,74 \text{ об/мин.}$$

$n_D=180$  об/мин.

Переход 4

$$n = \frac{1000 \cdot 94}{3,14 \cdot 93} = 321 \text{ об/мин.}$$

$$n_d = 280 \text{ об/мин.}$$

Переход 5

$$n = \frac{1000 \cdot 94}{3,14 \cdot 68} = 440 \text{ об/мин.}$$

$$n_d = 420 \text{ об/мин.}$$

5) Действительная скорость резания

Переход 1

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 54,2 \cdot 550}{1000} = 93,6 \text{ м/мин}$$

Переход 2

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 412}{1000} = 23,2 \text{ м/мин}$$

Переход 3

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 48 \cdot 180}{1000} = 27 \text{ м/мин}$$

Переход 4

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 93 \cdot 280}{1000} = 81,8 \text{ м/мин}$$

Переход 5

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 420}{1000} = 89,6 \text{ м/мин}$$

6) Сила резания

Переход 1

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 1,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 93,6^0 \cdot 1,1 = 1364,44 \text{ кгс.}$$

Переход 2

$$P_0 = 10 \cdot 31,5 \cdot 18^1 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 2164 \text{ Н}$$

Переход 3

$$P_0 = 10 \cdot 31,5 \cdot 48^1 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1 = 3314,6 \text{ Н}$$

Переход 4

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 81,8^0 \cdot 1,1 = 1898,19 \text{ кгс.}$$

Переход 5

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 89,6^0 \cdot 1,1 = 1898,19 \text{ кгс.}$$

7) Мощность резания

Переход 1

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}$$

$$N_e = \frac{1364,44 \cdot 93,6}{1020 \cdot 60} = 2,08 \text{ кВт.}$$

Переход 2

$$N_y = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

$$N_y = \frac{14,83 \cdot 412}{9750} = 0,62 \text{ кВт.}$$

Переход 3

$$N_y = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

$$N_y = \frac{10,6 \cdot 180}{9750} = 1,11 \text{ кВт.}$$

Переход 4

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}$$

$$N_e = \frac{1817,64 \cdot 81,8}{1020 \cdot 60} = 2,42 \text{ кВт.}$$

Переход 5

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}$$

$$N_e = \frac{1817,64 \cdot 88,6}{1020 \cdot 60} = 2,66 \text{ кВт.}$$

8) Машинное время

Переход 1

$$T_o = \frac{\alpha \cdot i}{S \cdot n}$$

$$T_o = \frac{35 \cdot 4}{0,3 \cdot 550} = 0,85 \text{ мин.}$$

Переход 2

$$T_o = \frac{36 \cdot 5}{0,3 \cdot 412} = 1,45 \text{ мин.}$$

Переход 3

$$T_o = \frac{36 \cdot 5}{0,15 \cdot 180} = 3,33 \text{ мин.}$$

Переход 4

$$T_o = \frac{7 \cdot 14}{0,3 \cdot 280} = 1,16 \text{ мин.}$$

Переход 5

$$T_o = \frac{10 \cdot 10}{0,3 \cdot 420} = 0,79 \text{ мин.}$$

По паспорту станка мощность двигателя  $N_{\Sigma} = 15$  кВт и КПД=0,85. Мощность электродвигателя с учетом КПД станка  $N_{\Sigma} = 15 \cdot 0,85 = 12,75$  кВт. Следовательно, установленный режим резания при такой мощности осуществим

**Расчет норм времени.** Под техническим нормированием понимается установление нормы времени на выполнение определенной работы. Техническая норма времени, определяющая затраты времени на обработку (сборку), служит основой для оплаты работы, калькуляции себестоимости детали и изделия. На основе технических норм времени рассчитываются длительность производственного цикла, необходимое количество станков, инструментов и рабочих, определяется производственная мощность цехов или участков. Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки.

При выполнении курсового проекта все операции механической обработки, для которых рассчитывались или выбирались режимы резания, обязательно подлежат техническому нормированию. При этом для трех разнотипных операций выполняется подробный поэлементный расчет штучного или штучно-калькуляционного времени, который приводится в расчетно-пояснительной записке. Для остальных операций рассчитанные нормы времени, без подробного пояснения, оформляются в таблицах расчетно-пояснительной записки и заносятся в операционные и маршрутные карты технологического процесса.

В единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени ( $t_{ш-к}$ ), а в массовом и крупносерийном – норма штучного времени ( $t_{шт}$ ):

$$t_{ш-к} = t_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}$$

$$t_{шт} = t_o + t_b + t_{об} + t_{от}$$

где  $T_{п-з}$  - подготовительно-заключительное время, определяемое на партию деталей, мин;

$t_o$  - основное время, рассчитываемое для каждой операции на основании назначенных режимов резания, мин;

$t_b$  - вспомогательное время, определяемое по нормативам, мин;

$t_{об}$  - время на обслуживание рабочего места, мин; физические потребности человека, мин.

$t_{от}$  - время перерывов на отдых и личные

Подготовительно-заключительное время ( $T_{п-з}$ ) включает время на ознакомление

рабочего с работой и на чтение чертежа; время на подготовку рабочего места, настройку станка, инструмента и приспособления для обработки заданной партии деталей; время на пробную обработку заготовок; время на

снятие инструмента и приспособления со станка по окончании обработки данной партии деталей.

Подготовительно-заключительное время при работе на станках с ЧПУ, оснащенных устройством автоматической смены режущих инструментов, включает время на получение и изучение технологической документации, которое для всех моделей станков с ЧПУ принимается равным 12 мин; время на ввод управляющей программы с пульта оператора, равное примерно 25 мин, и привязку инструментов к системе координат станка (около 20 мин); время, необходимое для проверки управляющей программы в пошаговом режиме (примерно 10 мин). Кроме того, в подготовительно-заключительное время, как и при работе на станках с ручным управлением, включается время на получение и сдачу инструментов, приспособлений, а также время на обработку пробных деталей. Ориентировочно величину  $T_{п-з}$  при работе на станках с ЧПУ можно определить из технической литературы.

Основное время  $t_o$  затрачивается на непосредственное изменение размеров, формы и качества обрабатываемой заготовки или на соединение деталей при сборке. Основное время может быть машинным, если процесс обработки совершается только станком, без непосредственного участия рабочего, и машинно-ручным или ручным, если процесс обработки ведется при непосредственном управлении инструментом или перемещении детали рукой рабочего. Расчет основного времени производится по формулам, установленным на основании кинематики используемого метода обработки и выбранных режимов резания. В некоторых случаях допускается принимать основное время по данным хронометража. Как правило, это имеет место при закруглении или притирке зубьев зубчатых колес, при зубострогании, круговом протягивании зубьев, суперфинишировании и внутреннем бесцентровом шлифовании.

При определении основного времени многоинструментальных работ и работ на многошпиндельных станках допускается введение корректирования (в сторону уменьшения) режимов резания для нелIMITированных по

продолжительности обработки инструментов. Корректирование желательно осуществлять за счет некоторого уменьшения скорости резания. Снижение скорости на нелимитированных инструментах значительно облегчает условия их работы и экономит время на смену или переточку. Определяя основное время, необходимо учитывать одновременность работы суппортов и не включать в расчет перекрывающиеся времена.

Вспомогательное время ( $t_{\theta}$ ) затрачивается на различные действия, обеспечивающие выполнение основной работы.

При определении величины вспомогательного времени суммируются следующие его элементы: время на установку и снятие заготовки; время на пуск и остановку станка, включение и выключение подачи, изменение частоты вращения, поворот и перемещение частей станка и приспособлений, смену инструмента, быстросменных кондукторных втулок и другие приемы, непосредственно обеспечивающие выполнение обработки; время на измерение деталей. При обработке на станках с ЧПУ вспомогательное время дополнительно может включать время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов станка, подвод и отвод режущих инструментов в зоне обработки, смену режущих инструментов. Эти составляющие вспомогательного времени зависят от скорости и длины перемещений рабочих органов, от компоновки основных элементов станка и конструкции вспомогательных устройств. Вспомогательное время может быть неперекрываемым. Если вспомогательные работы выполняют не в процессе обработки заготовки, то такое вспомогательное время называют неперекрываемым. Если же часть вспомогательных работ выполняют в процессе обработки заготовки, то эта часть вспомогательного времени называется перекрываемой. При расчете нормы штучного или штучно-калькуляционного времени учитывают лишь ту часть вспомогательного времени, которая не может быть перекрыта основным машинным временем.

При использовании многооперационных станков, оснащенных многопозиционными столами со сменными паллетами – спутниками, вместо



времени на установку и снятие заготовки во вспомогательное время включается время на смену паллеты и перемещение стола в рабочую позицию.

Сумма основного и вспомогательного времени называется оперативным временем. Время на обслуживание рабочего места ( $t_{об}$ ) состоит из времени на техническое и организационное обслуживание. Время технического обслуживания затрачивается на смену затупившегося и отработавшего режущего инструмента, на правку шлифовального круга, на регулировку и подналадку станка во время работы, ввод исходных данных и коррекций в систему ЧПУ, уборку стружки из зоны резания. Время на организационное обслуживание включает затраты времени на раскладку инструмента в начале смены и уборку его в конце смены, осмотр и опробование оборудования, получение инструктажа в

течение рабочего дня, смазку и чистку станка, уборку рабочего места в конце смены.

Время на обслуживание рабочего места может устанавливаться по нормативам или определяться в процентах от оперативного времени: 4-8% - для станков с ручным управлением и 6-12% - для станков с ЧПУ.

Время перерывов на отдых и личные физические потребности ( $t_{ом}$ ) зависит от массы обрабатываемой заготовки, величины оперативного времени, характера подачи (ручная или механическая), регламентируется законодательством и исчисляется в процентах к оперативному времени. Для механических цехов это время составляет 2-4% к оперативному времени.

Иногда в технической литературе задается суммарное значение времени на обслуживание рабочего места и перерывы на отдых и физические потребности, которое в зависимости от конкретных условий производства может составлять 8-14% от оперативного времени.

### **ПРИМЕР:**

010 Токарная с ЧПУ

1) Основное технологическое время

$$\sum T_o = 0,85 + 1,45 + 3,33 + 0,16 + 0,79 = 7,58 \text{ мин.}$$

2) Вспомогательное время ручной работы, не перекрываемое временем автоматической работы станка

$$T_v = (t_{уст} + t_{в.оп} + t_{контр}), \text{ мин}$$

где  $t_{уст}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$$t_{уст} = 0,26 \text{ мин.}$$

$t_{в.оп}$  – вспомогательное время, связанное с выполнением операции;

$$t_{в.оп} = 1,05 \text{ мин.}$$

$t_{контр}$  – вспомогательное неперекрываемое время на контрольное измерение детали

$$t_{контр} = 0,22$$

$$T_v = 0,26 + 1,05 + 0,22 = 1,53 \text{ мин.}$$

3) Поправочный коэффициент

$$k_{сер} = 4,17[(T_a + T_v)n_n + T_{п-з}]^{-0.216}$$

где  $n_n$  – число обрабатываемых деталей в партии

$$k_{сер} = 4,17[(7,58 + 1,53)278 + 14]^{-0.216} = 0,76$$

4) Подготовительно-заключительное время на партию

а) на наладку станка приспособлений и инструментов – 10 мин.

б) на получение инструмента и приспособлений до начала и сдача их после окончания работы – 4 мин.

$$T_{пз} = 10 + 4 = 14 \text{ мин.}$$

5) Норма штучного времени на операцию

$$T_{ш} = (T_a + T_v \cdot k_{сер}) \cdot \left[ 1 + \frac{(a_{обс} + a_{от.л})}{100} \right]$$

$$T_{ш} = (7,58 + 1,53 \cdot 0,76) \cdot \left[ 1 + \frac{(10)}{100} \right] = 8,83 \text{ мин.}$$

6) Норма времени на обработку партии деталей

$$T_{п} = T_{ш} \cdot n_n + T_{п-з}$$

$$T_{п} = 8,83 \cdot 278 + 14 = 2468,8 \text{ мин.}$$

7) Норма штучно-калькуляционного времени

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п}}}{n_n}$$
$$T_{\text{ш-к}} = \frac{2468,8}{278} = 8,88 \text{ мин.}$$

## **1.3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.3.1 Выбор и описание приспособления**

В данном пункте необходимо описать принцип работы и обоснование конструкции станочного приспособления, произвести расчет приспособления с технико-экономическим обоснованием.

При разработке конструкторской документации необходимо ознакомиться с существующими аналогами, их достоинствами и недостатками, а также изучить условия, в которых будет применяться конструируемое приспособление.

Для проектирования необходимо иметь данные о размерах изделия и заготовки, годовом объеме выпуска, условиях эксплуатации, режимах резания, виде охлаждения, применяемом станке, располагать нормальными на режущий инструмент, альбомами нормализованных деталей и сборочных единиц приспособлений. Задача сводится к тому, чтобы из готовых элементов скомпоновать наиболее выгодный для данных конкретных условий вариант конструкции приспособления.

Работа по выбору приспособления состоит из нескольких этапов:

1) подбора исходных данных для проектирования чертежей обрабатываемых заготовок, описания технологического процесса механической обработки, данных о предыдущей операции и возможных погрешностях, возникающих на ней, наилучшего способа базирования заготовки, принципиальной схемы базирования;

2) описания основных требований к приспособлению;

3) разработки эскиза приспособления;

4) расчетов элементов приспособления.

### **1.3.2 Разработка чертежа общего вида приспособления**

При оформлении графической части проекта выполняются следующие этапы:

- согласно принципиальной расчетной схеме, вычерчивают контур обрабатываемой заготовки (М1:1) в необходимом количестве проекций, расположенных на расстоянии, достаточном для дальнейшего нанесения деталей приспособления. Контур обрабатываемой заготовки вычерчивают штрихпунктирной линией, заготовка считается условно прозрачной. Чертеж заготовки на главном виде должен соответствовать рабочему положению заготовки при обработке на станке;

- вычерчивают контур выбранных установочных элементов приспособления (штыри, планки, пальцы, призмы, оправки и т.п.). При размещении опор следует учитывать принятую схему базирования заготовки, направление действия сил резания и зажима; действующие стандарты на детали и узлы станочных приспособлений;

- вычерчивают контуры зажимного устройства с учетом выбранного типа приспособления;

- вычерчивают направляющие детали приспособления, определяющие положение режущего инструмента (кондукторные втулки, установы);

- выбирают по стандартам и вычерчивают контуры вспомогательных деталей и механизмов приспособлений (краны, выталкиватели и т.п.);

- наносят контуры корпуса приспособления, объединяя в одно целое все элементы приспособления, используя при этом по возможности стандартные формы заготовок корпусов;

- вычерчивают остальные проекции приспособления и определяют правильность расположения всех элементов и механизмов приспособления с учетом удобства его сборки и разборки, ремонта, установки и снятия заготовки, удаления стружки, управления и контроля. Особое внимание

уделяют вопросам техники безопасности при обслуживании приспособления, а также требованиям технической эстетики;

- вычерчивают необходимые проекции разрезов и сечений, поясняющих конструкцию приспособления;

- проставляют размеры, допуски и посадки на основные сопряжения деталей, определяющие точность обработки, наладочные размеры, а также габаритные, контрольные и координирующие размеры с отклонениями, характеризующими расстояние между осями кондукторных втулок, пальцев и т.д.;

- в соответствии с ЕСКД составляют спецификацию деталей приспособления, над штампом чертежа записывают техническую характеристику и технические требования на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления; определяют уровень унификации приспособления.

При выборе и конструировании деталей и узлов приспособления стремятся к получению достаточно прочной и жесткой конструкции при наименьшей массе и размерах. Важно, чтобы каждая деталь спроектированного приспособления была технологична для обработки, а приспособление – для сборки.

Пример оформления чертежа общего вида приспособления для расточки Ø58Н9 в детали «Крышка» приведен на рисунок 2.

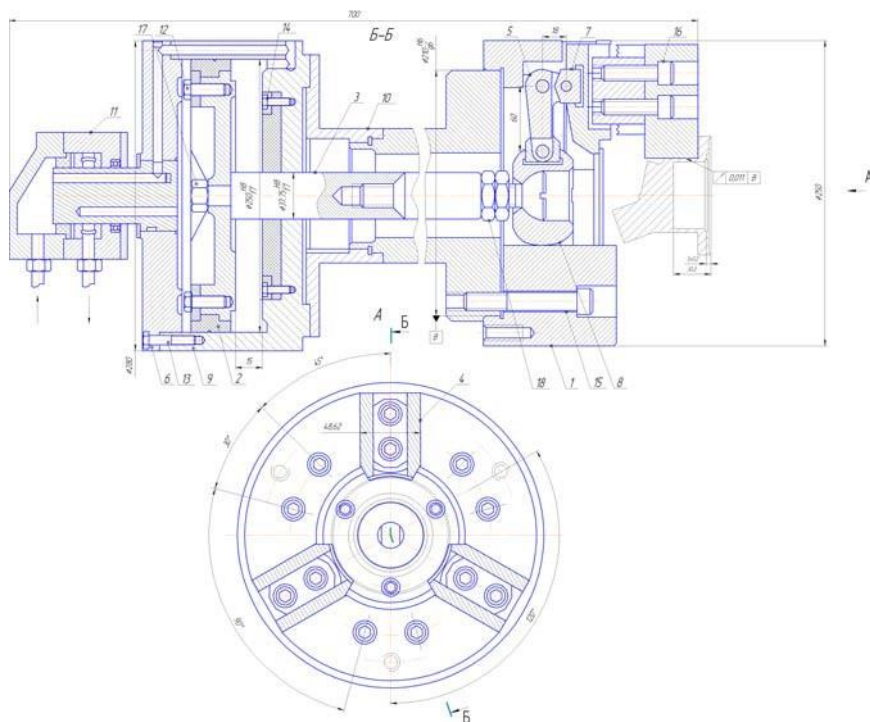


Рисунок 2 - Общий вид приспособления для расточки Ø58H9 детали  
«Крышка»

## ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В качестве технологической оснастки выбираем клиновой самоцентрирующий трехкулачковый патрон. Патроны самоцентрирующие предназначены для базирования заготовок деталей типа «короткий валик», «фланец», «гильза» и т.д. при их обработке на многоцелевых токарно–фрезерно-сверлильных станках с ЧПУ.

Патрон трехкулачковый самоцентрирующий клиновой, в отличие от патронов с рычажным зажимом сближения кулачков, производится затягиванием гильзы 1, соединенной через болт 2 с пневматическим приводом, имеющим наклонные пазы, связанные с клиновыми выступами кулачков 3. При угле наклона пазов  $15^\circ$  усилие зажима по сравнению с осевым усилием (для каждого кулачка) возрастает в 3-4 раза. Фиксатор 4 удерживает гильзу относительно корпуса. Для смены кулачков необходимо повернуть гильзу так, чтобы выступы клиньев вышли из зацепления с гильзой. К патронам для токарных станков с ЧПУ предъявляются следующие требования:

- 1) высокая точность и жесткость, обеспечивающая возможность использования полной мощности станка при черновой обработке;
- 2) быстрое действие зажима-разжима заготовки;
- 3) быстрая переналадка на требуемый диаметр;
- 4) быстрая замена каленых кулачков сырыми;
- 5) снижение или даже исключение влияния центробежных сил на уменьшение силы зажима при высоких частотах вращения шпинделя;
- 6) наличие достаточно большого отверстия для возможности обработки прутковых заготовок;
- 7) широкая универсальность, обеспечивающая установку заготовок различных форм и размеров;
- 8) быстрая переналадка с патронных на центровые работы.

### **1.3.3 Выбор измерительного устройства**

На данном этапе для проведения контрольных измерений детали рассматривается координатно-измерительная машина

### **1.3.4 Проектирование участка**

Одни из этапов дипломного проекта является разработка плана участка (планировки).

Основные принципы, определяющие выбор компоновки участка, следующие:

- обеспечение прямолинейности производственного процесса, исключение по возможности возвратных грузопотоков.
- компактность, т.е. использование минимальной производственной площади для размещения оборудования.
- использование наиболее экономичных прогрессивных видов транспорта.

Оформление планировки участка начинают с нанесения сетки продольных и поперечных разбивочных осей. При этом продольные

разбивочные оси, образующие пролеты здания, обозначают прописными буквами русского алфавита, а поперечные – арабскими цифрами (см. рис. 2).

Металлорежущие станки участков располагают в цехе одним из двух способов:

- 1) по типам оборудования;
- 2) в порядке технологических операций.

Первый способ характерен для единичного и мелкосерийного производств и для отдельных деталей в серийном производстве, станки располагаются по признаку однородности.

Второй способ (по порядку технологических операций) характерен для цехов серийного и массового производства, станки располагают последовательно в соответствии с технологическими операциями.

При размещении станков в линии необходимо предусматривать кратчайшие пути движения деталей в процессе обработки и не допустить обратных, кольцевых или петлеобразных движений, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортирование обрабатываемых деталей.

Поворотные консольные краны с ручными или электрическими талями устанавливаются на колоннах, разделяющих пролеты, или на специально предназначенных для них колоннах. Манипулятора для загрузки станков устанавливают так, чтобы они не мешали работать.

При вычерчивании габаритов станка принимают его контур по крайним выступающим частям, причем в габарит входят крайние положения движущих частей. для револьверных станков и автоматов, обрабатывающих детали из прутка, в габарит станка входит также наибольшая длина выступающей части прутка, что дает правильное представление о фактически требующейся площади.

В случае, если форма станка в плане не известна, а габаритные размеры известны, то на плане участка такой станок изображается прямоугольником с габаритами станка.



При планировке оборудования всегда нужно стремиться получить возможно короткую технологическую линию, чтобы детали не совершали длинный путь. В серийном производстве деталей средних размеров нормальная длина технологической линии составляет 46-60 м.

После того, как найдено наиболее удачное положение всех станков линии, удовлетворяющие порядку технологических операций, на план наносят технологические линии движения этих деталей, которые и дают наглядное изображение правильного расположения станков.

Особенно важное значение имеет рациональная планировка и организация рабочего места.

При обработке деталей партиями, а также при обработке деталей больших размеров необходимо предусматривать места для расположения этих деталей у станков.

Кроме того, необходимо предусмотреть у станков места для инструментальных тумбочек для размещения инструмента, технологической и конструкторской документации.

При разработке плана расположения станков следует координировать их положение относительно колонн, этим достигается возможность точного определения места каждого станка независимо от положения соседних станков. При изображении колонн на плане необходимо указывать пунктирными линиями их основания.

При расстановке станков надо руководствоваться нормальными размерами промежутков между станками и размерами расстояния от стен и колонн. Эти размеры должны гарантировать удобство выполнения работ на станках, безопасность рабочих.

Эти данные см. в таблице 2.

Размеры проездов и проходов между станками определяются в соответствии с габаритами применяемых транспортных средств (рольганги, конвейеры, ручные, электрические, автотележки, грузовые автомобили и др.). При этом транспортируемое изделие не должно выходить за пределы габаритов

транспортных средств. Ширина прохода обычно принимается 3 м, проезда – 4 м.

Станки могут быть установлены вдоль пролета, поперек него или под углом.

Наиболее удобное и часто встречающееся расположение большинства станков – вдоль пролета. Поперечное расположение применяется в случае, когда при этом может быть достигнуто лучшее использование площади или когда при продольном расположении получаются слишком большие, не вызванные необходимостью проходы, а большее количество рядов станков не размещается.

Расположение под углом применяется для revolverных станков, прутковых автоматов, для протяжных, расточных, продольно-строгальных, продольно-фрезерных и продольно-шлифовальных станков и обеспечивает лучшее использование площади. Revolverные станки и автоматы при прутковой работе ставятся под углом 15-20° или несколько больше в зависимости от отводимой под них площади, при этом они располагаются загрузочной стороной к проходу.

Ширина пролета для механических цехов принимается 18, 24 30 и 36 м (последние два размера – для цехов тяжелого машиностроения, изготавливающих крупные детали и изделия).

Длина участка определяется длиной технологической линии станков, расположенных вдоль пролета, а также всеми вспомогательными отделениями, находящимися на участке.

Высота пролета цеха определяется исходя из размеров изготавливаемых изделий, размеров оборудования по высоте, а также санитарно-гигиенических требований, по которым на каждого работающего должно приходиться не менее 15 м<sup>2</sup> объема производственного помещения и не менее 4,5 м<sup>2</sup> площади.

Высоту помещений (от отметки чистого пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре) в зданиях без мостовых кранов назначают для пролетов 18 и 24 м – 6,0; 7,2; 8,4 м.

В зданиях с мостовыми кранами высоту помещений (от отметки чистого пола до низа несущих конструкций) следует принимать независимо от грузоподъемности кранов для пролетов 18; 24; 30 м – 8,4; 9,6; 10,8; 12,6 м

При планировке станочного оборудования следует соблюдать приведенные в таб. минимальные расстояния между оборудованием и элементами зданий, имея в виду, что:

А) к мелким отнесены станки, имеющие габаритные размеры до 1800х800 мм, к средним – станки – с габаритами до 8000х4000 мм, к особо крупным – с габаритами до 15000х6000;

Б) станки при габарите более 15000х6000 мм относятся к особо тяжелым и уникальным станкам.

Чем крупнее размеры обрабатываемых деталей, а значит и оборудования, тем больше будет величина этого показателя. Средняя величина удельной площади составляет для малых станков 10-12, средних 15-25, крупных 30-45, особо крупных и уникальных станков тяжелого машиностроения 50-150 м<sup>2</sup> на один станок.

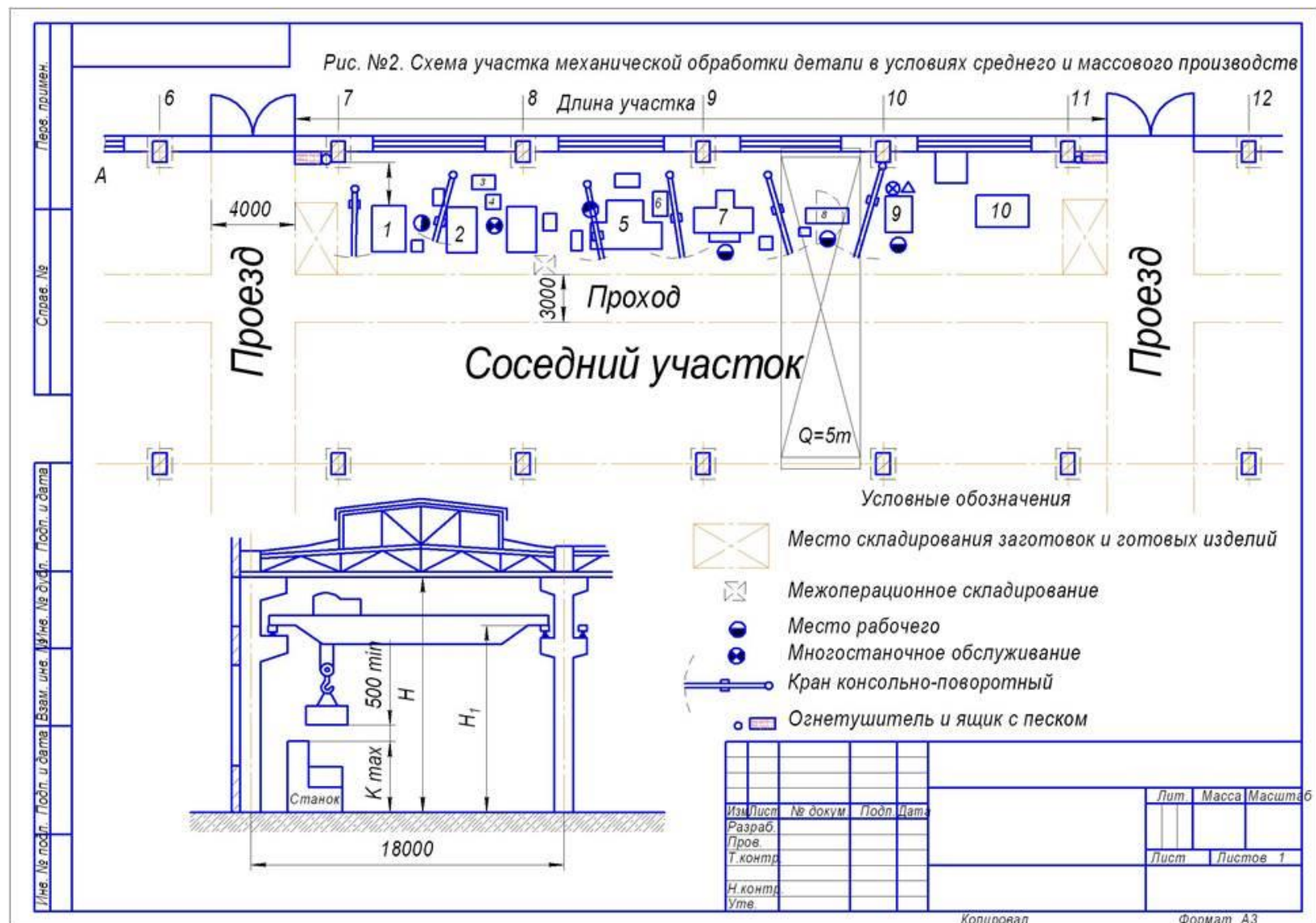


Рисунок 3 - Схема участка механической обработки детали

## 1.4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.4.1 Расчёт необходимого количества оборудования

Определение необходимого количества оборудования выполняется по каждой операции по формуле 1:

$$C_p = \frac{N_g \times T_{шт}}{F_d \times 60} \quad (1)$$

где  $C_p$  – расчётное число станков на операции;

$N_g$  – годовая программа выпуска деталей, шт. (выдается преподавателем);

$T_{шт}$  – норма штучного времени на операцию, мин;

$F_d$  – годовой действительный фонд времени работы оборудования, час;

Принятое число станков ( $C_{прин}$ ) определяется округлением расчётного числа до целого в большую сторону.

Годовой действительный фонд времени работы оборудования ( $F_d$ ) рассчитывается по формуле 2:

$$F_d = (D_k - D_v - D_p) \times S \times F_{см} \times K_{и}, \quad (2)$$

где  $D_k$  – число календарных дней в году (365 дней);

$D_v$  – число выходных дней

$D_p$  – число праздничных дней;

$S$  – количество смен (выдается преподавателем);

$F_{см}$  – время смены (8 часов);

$K_{и}$  – коэффициент использования времени работы оборудования.

Загрузка оборудования определяется по каждой операции отдельно и рассчитывается по формуле 3:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{прин}} \times 100\% \quad (3)$$

где  $C_{прин}$  – принятое число станков.

В целом по участку загрузка оборудования рассчитывается по формуле 4:

$$K_3 = \frac{\sum C_p}{\sum C_{\text{прин}}} \times 100\% \quad (4)$$

где  $\sum C_p$  – суммарное расчётное число станков на участке;

$\sum C_{\text{прин}}$  – суммарное принятое число станков на участке.

### 1.4.2 Расчёт капитальных вложений проектируемого участка

Капитальные вложения складываются из стоимости производственной площади и балансовой стоимости оборудования.

Стоимость производственной площади ( $C_{\text{пл}}$ ) определяется по формуле 5:

$$C_{\text{пл}} = S \times C_{\text{пл}} \quad (5)$$

где  $S$  – площадь, м<sup>2</sup>;

$C_{\text{пл}}$  – цена за м<sup>2</sup> площади, руб.

Производственная площадь рассчитывается по формуле 6:

$$S = S \times 1,3 \quad (6)$$

где 1,3 – коэффициент, учитывающий проходы и проезды.

Расчёты сводятся в таблицу 9.

Таблица 9 – Ведомость оборудования участка

Наименование и модель станка	Количество станков, шт.	Габариты, мм	Цена станка, руб.	Стоимость доставки и монтажа, руб.	Балансовая цена станков, руб.
1	2	3	4	5	6
Итого					

Данные графы 4 берутся из справочника «Прейскурант № 18-01 «Оптовые цены на станки металлорежущие» с учётом стоимости доставки и монтажа. Стоимость доставки и монтажа принимается в размере 15% от стоимости станка. Балансовая цена станка – это произведение цены станка со стоимостью доставки и монтажа, и количества станков на операции.

### 1.4.3 Расчёт численности рабочих

Численность рабочих определяется отдельно по категориям: основные и вспомогательные рабочие.

#### 1) Расчёт численности основных рабочих

Численность основных рабочих (ЧР<sub>осн</sub>) определяется по формуле 7:

$$\text{ЧР}_{\text{осн}} = \frac{N_{\text{г}} \times T_{\text{шт}}}{F_{\text{д}} \times 60} \quad (7)$$

где  $N_{\text{г}}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$T_{\text{шт}}$  – норма времени на обработку изделия, на операции, мин;

$F_{\text{д}}$  – годовой действительный фонд времени работы одного рабочего, час;

Годовой действительный фонд времени работы одного рабочего рассчитывается по формуле 8:

$$F_{\text{д}} = F_{\text{н}} \times (1 - K_{\text{н}}), \quad (8)$$

где  $F_{\text{д}}$  – номинальный фонд времени работы, час;

$K_{\text{н}}$  – коэффициент невыходов (0,12).

Рассчитанное по формуле количество рабочих округляется до целого числа в большую сторону. Данные сводятся в таблицу 10.

Таблица 10 – Ведомость основных рабочих

Наименование операции	Расчётное число рабочих	Принятое число рабочих	Разряд рабочего
1	2	3	4
Итого			

#### 2) Расчёт численности вспомогательных рабочих

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается по специальностям: наладчики, слесари, контролёры, транспортные рабочие.

Расчёт численности производится по нормам обслуживания или в процентах от числа основных рабочих.

По нормам обслуживания один наладчик должен обслужить 6-8 станков, один слесарь 6-8 станков, число контролёров принимается в размере 7% от

числа основных рабочих, один транспортный рабочий обслуживает 30 рабочих мест. По данным расчёта составляется таблица 11.

Таблица 11 – Ведомость вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Расчётное число рабочих	Принятое число рабочих	Разряд рабочего
1	2	3	4
Итого			

#### 1.4.4 Расчёт фонда заработной платы рабочих и отчислений на социальные нужды

Расчёт фондов заработной платы ведётся отдельно по основным рабочим и вспомогательным рабочим. В каждом случае рассчитываются фонды:

основной заработной платы;

дополнительной заработной платы.

##### 1) Расчёт фонда заработной платы основных рабочих

Основные рабочие оплачиваются по сдельной форме. Расценки рассчитываются на каждую операцию по формуле 9:

$$R = \frac{\text{ЧТС} \times T_{\text{шт}}}{60} \quad (9)$$

где ЧТС – часовая тарифная ставка, руб./час;

$T_{\text{шт}}$  – норма времени на обработку продукции на операцию, мин.

Данные сводятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Сдельные расценки по операциям

Наименование операции	Разряд	$T_{\text{ст}}$	$T_{\text{шт}}$	Сдельная расценка
	2	3	4	5
Итого				



Основная заработная плата рабочих рассчитывается по формуле 10:

$$ЗП_{\text{осн}} = R \times N_r \times K_p \times K_{\text{пр}} \quad (10)$$

где  $K_p$  – (районный) коэффициент (15%);

$K_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент (45%).

Затем определяется общая основная заработная плата на всех рабочих ( $\sum ЗП_{\text{осн}}$ ).

Дополнительная заработная плата на каждого рабочего рассчитывается по формуле 11.

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} \times 10\% \quad (11)$$

Затем определяется общая основная заработная плата на всех рабочих ( $\sum ЗП_{\text{доп}}$ ).

Отчисления на социальные нужды принимаются в размере 30% от суммы основной и дополнительной заработных плат. Страховые взносы необходимо уплачивать по следующим тарифам:

в пенсионный фонд России (ПФР) – 22%,

в фонд обязательного медицинского страхования (ФОМС) – 5,1%;

в фонд социального страхования (ФСС) – 2,9%.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний находится в диапазоне от 0,2 до 8,5%.

Таким образом, отчисления на социальные нужды и обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний рассчитываются по формуле 12:

$$O_{\text{сн}} = (ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}) \times \% \text{ суммы страховых взносов} \quad (12)$$

Годовой фонд заработной платы рассчитывается как сумма фондов основной и дополнительной заработных плат по формуле 13:

$$\Phi OT_{\text{осн}} = \sum ЗП_{\text{осн}} + \sum ЗП_{\text{доп}} \quad (13)$$

2) Расчёт фонда заработной платы вспомогательных рабочих

Фонд заработной платы вспомогательных рабочих рассчитывается по видам заработной платы.

Основная заработная плата рассчитывается отдельно для рабочих разных разрядов по формуле 14:

$$ЗП_{\text{ов}} = T_{\text{ст}} + F_{\text{д}} + Ч_{\text{р}} + K_{\text{р}} + K_{\text{пр}} \quad (14)$$

где  $T_{\text{ст}}$  – тарифная ставка рабочих данного разряда, руб./час;

$F_{\text{д}}$  – годовой действительный фонд времени работы одного рабочего, час;

$Ч_{\text{р}}$  – численность рабочих данного разряда.

$K_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент. Для вспомогательных рабочих – 1,3.

Дополнительная заработная плата и отчисления на социальные нужды рассчитываются аналогично расчётам соответствующих зарплат основных рабочих.

Годовой фонд зарплаты рассчитывается как сумма основной и дополнительной заработных плат вспомогательных рабочих.

Средняя заработная плата рассчитывается по всем рабочим вместе по формуле 15:

$$ЗП_{\text{ср}} = \frac{\Phi OT_{\text{осн}} + \Phi OT_{\text{в}}}{12} \times (ЧР_{\text{осн}} + ЧР_{\text{всп}}) \quad (15)$$

где  $\Phi OT_{\text{осн}}$  – годовой фонд заработной платы основных рабочих;

$\Phi OT_{\text{в}}$  – годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих;

$ЧР_{\text{осн}}$  – численность основных рабочих;

$ЧР_{\text{всп}}$  – численность вспомогательных рабочих.

Расчёт заработной платы сводится в таблицу 13.

Таблица 13 – Сводная ведомость заработной платы рабочих участка

Категория рабочих	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого
1	2	3	4	5
Основные рабочие				
Вспомогательные рабочие				
Итого				

### 1.4.5 Расчёт себестоимости изделия

Себестоимость изделия – это выраженные в денежной форме текущие затраты на производство продукции и её реализацию.

Целью планирования себестоимости является экономически обоснованное определение величины затрат, необходимых для производства и реализации продукции требуемого качества.

Себестоимость изделия складывается из материальных, трудовых затрат и накладных расходов. Калькуляция рассчитывается на единицу изделия нормативным методом.

#### 1) Расчёт стоимости основных материалов

Стоимость основных материалов рассчитывается без стоимости возвратных отходов по формуле 16:

$$M_3 = B_{\text{ч}} + Ц_{\text{м}} - ((B_{\text{ч}} - B_{\text{гд}}) \times Ц_{\text{м}}) \quad (16)$$

где  $B_{\text{ч}}$  – черновой вес, вес заготовки, норма расхода материала, кг;

$B_{\text{гд}}$  – вес годовой детали, чистый вес, кг.

$Ц_{\text{м}}$  – цена материала, руб./кг;

#### 2) Расчёт трудовых затрат

Трудовые затраты в калькуляции складываются из основной заработной платы, дополнительной заработной платы и отчислений на социальные нужды (таблица 5, итого).

Чтобы получить эти данные на одно изделие, необходимо разделить соответствующие числа на величину годового выпуска деталей. Общие затраты рассчитываются по формуле 17:

$$O_3 = \frac{\text{ФОТ}_{\text{осн}} + \text{ФОТ}_{\text{в}} + \sum O_{\text{сн}}}{N_{\text{г}}} \quad (17)$$

где  $\sum O_{\text{сн}}$  – сумма отчислений на социальные нужды основных и вспомогательных рабочих.

#### 3) Расчёт стоимости накладных расходов

Накладные расходы на уровне цеха складываются из расходов на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО) и общепроизводственных (цеховых) расходов.

РСЭО определяются как 130% от основной заработной платы основных рабочих по формуле 18:

$$РСЭО = \frac{1,3 \times \sum ЗП_{осн}}{N_r} \quad (18)$$

#### 4) Расчет амортизационных отчислений

Для того, чтобы рассчитать амортизационные отчисления, необходимо знать первоначальную стоимость оборудования. Эти данные возьмём из таблицы 1. Рассчитаем годовую амортизацию оборудования по формуле 19:

$$A_r = \frac{\sum ОПФ_{перв} \times H_a}{N_r} \quad (19)$$

где  $\sum ОПФ_{перв}$  – первоначальная стоимость основных производственных фондов руб.;

$H_a$  – средняя норма амортизации оборудования в год (15%).

#### 5) Расчет общепроизводственных и внепроизводственных расходов

Общепроизводственные расходы принимаются в размере 120% от основной заработной платы основных производственных рабочих и рассчитываются по формуле 20:

$$O_{пр} = \frac{\sum ЗП_{осн} \times \%}{N_r} \quad (20)$$

Рассчитаем производственную себестоимость по формуле 21:

$$C/c_{пр} = M_z + O_z + РСЭО + A_r + O_{пр} \quad (21)$$

Внепроизводственные расходы принимаются 40% от производственной себестоимости и рассчитываются по формуле 22:

$$ВПР = C/c_{пр} \times \%ВПР \quad (22)$$

Определим полную себестоимость по формуле 23:

$$C/c_{полн} = C/c_{пр} + ВПР \quad (22)$$

Все расчёты сводятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Себестоимость изделия

Наименование статьи	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1. Основные материалы		
2. Основная заработная плата		
3. Дополнительная заработная плата		
4. Отчисления на социальные нужды		
5. РСЭО		
6. Амортизация		
7. Общепроизводственные расходы		
8. Аренда производственных площадей		
9. Производственная себестоимость		
10. Внепроизводственные расходы		
11. Полная себестоимость		100

Расчет розничной цены изделия

Расчёт производится по условию, что рентабельность изделия составляет 15 – 30%, торговая надбавка (наценка) – 25%, НДС – 20%. Расчёт сводится в таблицу 15.

Таблица 15 – Расчёт розничной цены изделия

Наименование статьи	Формула	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1. Себестоимость изделия	Строка 11 в таблице 6		
2. Прибыль	$\Pi = (R \times C/c) / 100\%$		
3. НДС	$\text{НДС} = 0,2 \times (C/c + \Pi)$		
4. Отпускная цена	$\text{Цотп} = C/c + \Pi + \text{НДС}$		
5. Торговая надбавка	$\text{ТН} = 0,25 \times \text{Цотп}$		
6. Розничная цена	$\text{Цр} = \text{Цотп} + \text{ТН}$		100

#### 1.4.6 Расчёт изменения затрат на рубль товарной продукции

Методика расчёта изменения затрат на рубль товарной продукции:

По условию на будущий год предприятие планирует заменить часть оборудования на более современное. При этом себестоимость продукции снизится на 7,5%.

Себестоимость продукции в будущем году рассчитывается по формуле 23:

$$C/c_2 = C/c_1 \times \frac{100\% - \text{ПС}\%}{100\%} \quad (23)$$

где  $C/c_1$  – базовая (полная) себестоимость (таблица 6);

ПС% - процент снижения себестоимости.

Снижение затрат на рубль товарной продукции рассчитывается по формуле 24:

$$z^{1p} = \frac{C/c_2}{C_{отп}} \quad (24)$$

где  $C_{отп}$  – отпускная цена изделия.

Расчёт эффективности мероприятий по снижению себестоимости изделия  
Методика расчёта изменения затрат на рубль товарной продукции:

Расчёт эффективности капитальных вложений производят на основе балансовой стоимости станков и стоимости арендованных производственных площадей.

Прежде всего необходимо рассчитать годовую экономию текущих затрат, которая показывает какую сумму экономит предприятие за счёт снижения себестоимости изделия по формуле 25:

$$\mathcal{E}_k = (C/c_2 - C/c_1) \times N_{\Gamma} \quad (25)$$

Далее считают годовой экономический эффект, который показывает насколько рублей годовая экономия текущих затрат превышает нормативную сумму эффективности капитальных вложений по формуле 26:

$$\mathcal{E}_k = (C/c_2 - C/c_1) \times N_{\Gamma} - E_n \times K \quad (26)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, в машиностроительной отрасли равный 0,15;

$K$  – капитальные вложения.

Затем рассчитывают срок окупаемости капитальных вложений по формуле 27:

$$T_o = \frac{K}{\mathcal{E}_k} \quad (27)$$

$T_n = 6,67$  года – нормативный срок окупаемости капитальных вложений по отрасли.

Далее считают коэффициент эффективности капитальных вложений по формуле 28:

$$K_э = \frac{\mathcal{E}_к}{K} \quad (27)$$

Сводим все расчеты в таблицу 16.

Таблица 16 – Техничко-экономические показатели

№ п/п	Показатель	Формула	Значение
1	Программа выпуска, шт.	Ср.мес×Nдет.мес. ×12 мес	
2	Число операций обработки	-	
3	Количество станков, шт.	-	
4	Количество инструмента, шт.	-	
5	Число основных рабочих	-	
6	Число вспомогательных рабочих	-	
7	Трудоемкость изготовления изделия, час.	$N \times T1$ (N - количество операций; T1 - трудоёмкость одной операции, час.)	
8	Производительность труда, шт./смену	$Q \div T$	
9	Капитальные вложения	$C_{ст.б} \div Nr$	
10	Амортизация оборудования	-	
11	Затраты на основные материалы	-	
12	Фонд заработной платы основных рабочих	-	
13	Фонд заработной платы вспомогательных рабочих	$ЗП_{гв} \div Nr$	
14	Себестоимость технологическая	-	

15	Затраты на обслуживание оборудования (РСЭО)	-	
16	Общепроизводственные затраты	-	
17	Себестоимость производственная	-	
18	Эффективность проекта	-	

## **1.5 ОХРАНА ТРУДА**

### **1.5.1 Охрана труда и техника безопасности на участке**

В структуру пояснительной записки дипломного проекта любого типа входит раздел охраны труда, где рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, связанные с конкретными производственными условиями в зависимости от темы дипломного проекта.

## **1.6 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.6.1 Последовательность составления управляющей программы**

При выполнении подраздела необходимо, описать последовательность разработки управляющей программы обработки детали на станке с ЧПУ, сопровождая описание рисунками.

#### **ПРИМЕР:**

Последовательность создания управляющей программы:

Устанавливаем заготовку, в нашем случае параметры заготовки Ø440x155.



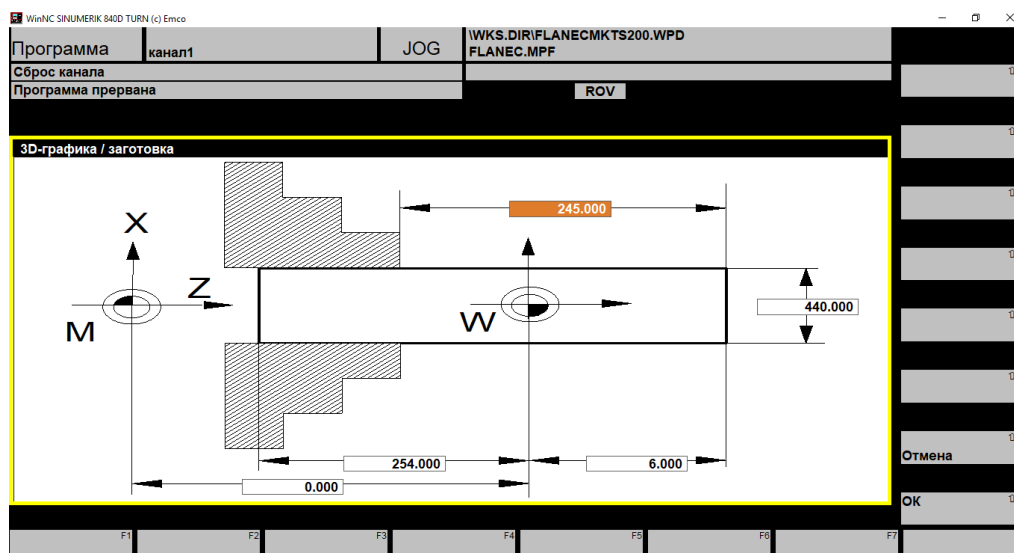


Рисунок 4 - Настройка параметров заготовки

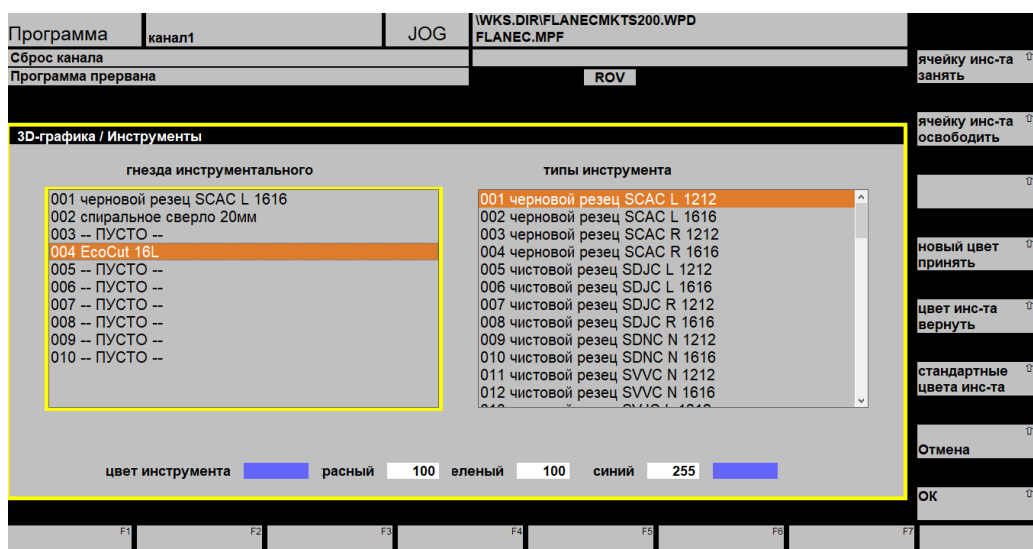


Рисунок 5 - Выбор инструмента

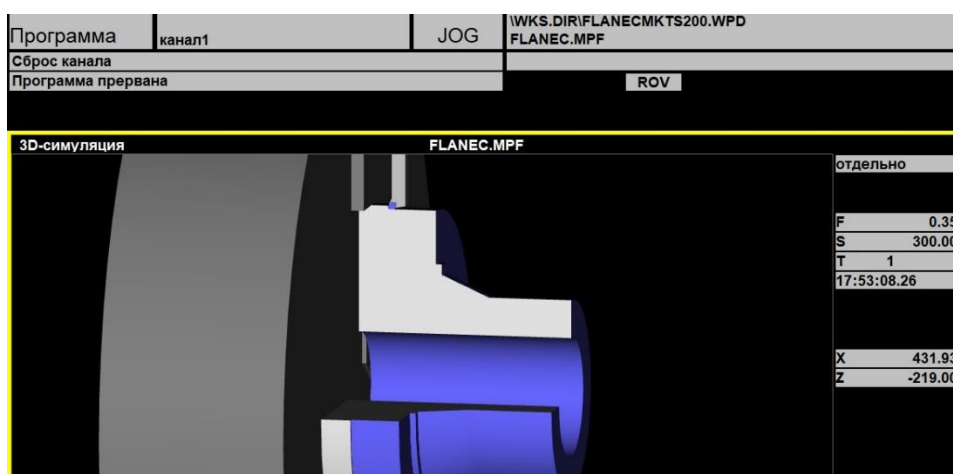


Рисунок 6 - Обработка внешнего контура

Парам.циклов: CYCLE95		
Имя	NPP	OSN
Глуб.подачи	MID	3.
Прип.чист.обр	FALZ	0.
Прип.чист.обр	FALX	0.5
Прип.чист.обр	FAL	0.
ПодачаЧернОбр	FF1	0.35
Подач.на врез	FF2	0.1
ПодачаЧистОбр	FF3	0.1
Обработка	VARI <input type="checkbox"/>	9
Время выд.	DT	0.
Длина траект.	DAM	0.
Траект отвода	VRT	0.

Рисунок 7 - Выбор параметров цикла обработки

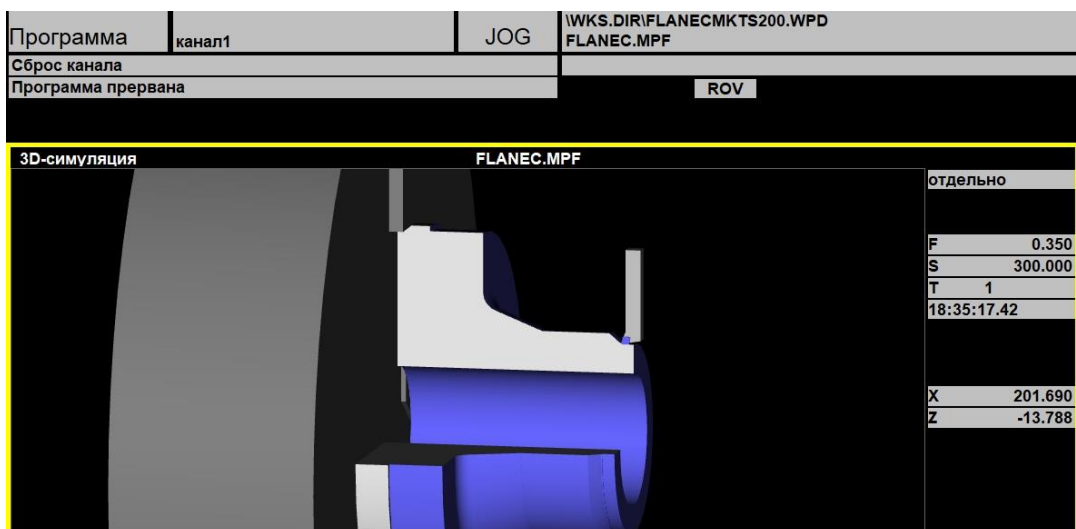


Рисунок 8 - Обработка внешнего контура

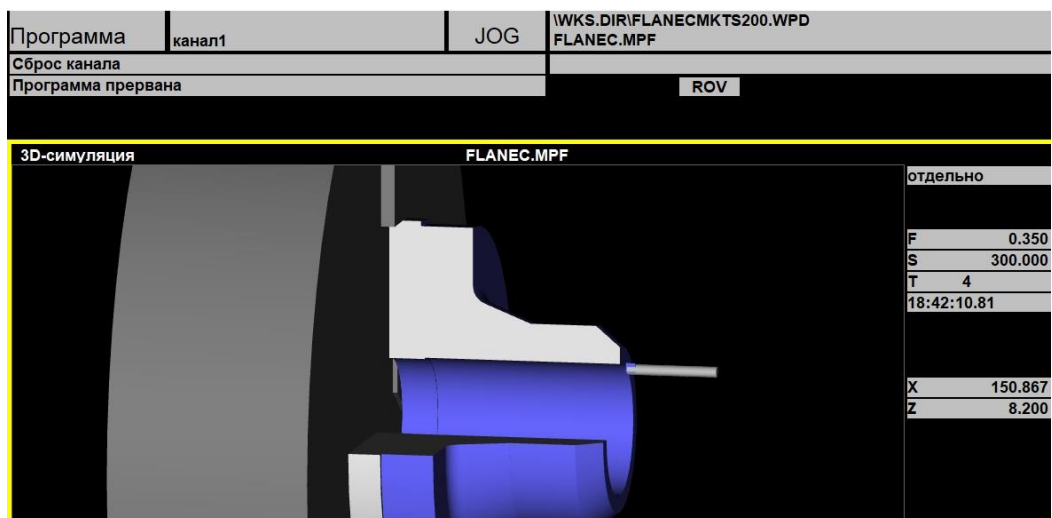


Рисунок 9 - Обработка внутреннего контура

### 1.6.2 Разработка управляющей программы

В данном разделе необходимо выписать управляющую программу для спроектированной операции в G-кодах, с расшифровкой необходимой информации.

#### ПРИМЕР:

Кадр УП	Комментарии
O0001 (VAL);	Номер программы (название)
N5 G00 X40 Z50;	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N10 T0202 (FINISHING TOOL SVJC (08));	Смена инструмента, включение корректора на инструмент
N15 M3 S2000;	Вращение шпинделя против часовой стрелки с частотой вращения 2000 об/мин.
N20 G00 X22 Z0;	Ускоренное перемещение в точку 1
N25 G01 X-2 F0.12;	Перемещение в точку 2 с подачей 0,12 мм/об.
N30 Z1;	Перемещение в точку 3
N35 G00 X19 S1600;	Ускоренное перемещение в точку 4, смена частоты вращения шпинделя на 1600 об/мин
N40 G01 Z-20 F0.1;	Перемещение в точку 5 с подачей 0,1 мм/об.
N45 X22;	Перемещение в точку 6
N50 G00 Z1;	Ускоренное перемещение в точку 7
N55 X15;	Ускоренное перемещение в точку 8
N60 G01 X18 Z-0.5 S1700 F0.05;	Перемещение в точку 9 с подачей 0,05 мм/мин. и частотой вращения шпинделя на 1700 об/мин
N65 Z-9.5;	Перемещение в точку 10.
N70 G02 X19 Z-10 R0.5;	Круговое перемещение радиусом 1 мм по часовой стрелке в точку 11.
N75 G01 X21 Z-10;	Перемещение в точку 12.
N85 M30;	Конец управляющей программы

## **1.7 Заключение**

Обращаем Ваше внимание, что по окончании работы подводятся итоги по теме. Заключение носит форму синтеза полученных в работе результатов. Его основное назначение - резюмировать содержание работы, подвести итоги проведенного исследования. В заключении излагаются полученные выводы и их соотношение с целью исследования, конкретными задачами, гипотезой, сформулированными во введении.

Проведенное исследование должно подтвердить или опровергнуть гипотезу исследования. В случае опровержения гипотезы даются рекомендации по возможному совершенствованию деятельности в свете исследуемой проблемы.

## **1.8 Список использованных источников**

В список использованных источников включаются источники, изученные Вами в процессе подготовки работы, в т.ч. те, на которые Вы ссылаетесь в тексте курсовой работы/проекта.

Список используемой литературы должен содержать 20 – 25 источников, с которыми работал автор курсового проекта.

Список использованных источников включает в себя:

- нормативные правовые акты;
- научную литературу и материалы периодической печати;
- практические материалы.

Источники размещаются в алфавитном порядке. Для всей литературы применяется сквозная нумерация.

При ссылке на литературу в тексте курсового проекта следует записывать не название книги (статьи), а присвоенный ей в указателе “список использованных источников” порядковый номер в квадратных скобках. Ссылки на литературу нумеруются по ходу появления их в тексте записки. Применяется сквозная нумерация.

## РАЗДЕЛ II. ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Качество графической части проекта, внешний вид чертежей, легкость и безошибочность их чтения во многом зависят от точного соблюдения правил, установленных в стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Все чертежи проекта выполняются с помощью компьютерной графики. Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах 1-1,5 мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Цифры, буквы и знаки должны быть отчетливы, их начертание и размеры соответствовать ГОСТ 2.304-81. Рекомендуется масштаб чертежей 1:1, так как он обеспечивает лучшее представление о действительных размерах элементов конструкций. Применение других масштабов (1:2 или 2: 1 по ГОСТ 2.302-88) в каждом конкретном случае решается студентом совместно с руководителем проекта.

Перечень обязательного графического материала указан в задании на курсовое проектирование и включает в себя:

- 1 лист (A1 или A2) - Чертеж детали (рисунок 9).
- 2 лист (A1) - Технологический процесс изготовления детали (рисунок 10).
- 3 лист (A1) – Координатно-измерительная машина (рисунок 11).
- 4 лист (A1) - Чертеж приспособления (рисунок 12).
- 5 лист (A1) – Расчетно-технологическая карта (рисунок 13)
- 6 лист (A2) – Техничко-экономические показатели

Внешнее оформление чертежей, формат, обводка рамок, форма основной надписи, наименование и обозначение самого документа, заполнение отдельных граф должны соответствовать стандартам ЕСКД, принятым образцам и примерам. Количество изображений (видов, разрезов, сечений) на чертеже должно быть минимальным, но вместе с тем и достаточным для полного представления о предмете.

Чертежи детали и заготовки (с техническими требованиями) должны содержать все данные, необходимые для их изготовления, контроля и приемки. Выполняются они в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД (ГОСТ 3.1125-88, ГОСТ 7505-89, ГОСТ 2590-88, ГОСТ 8479-70).

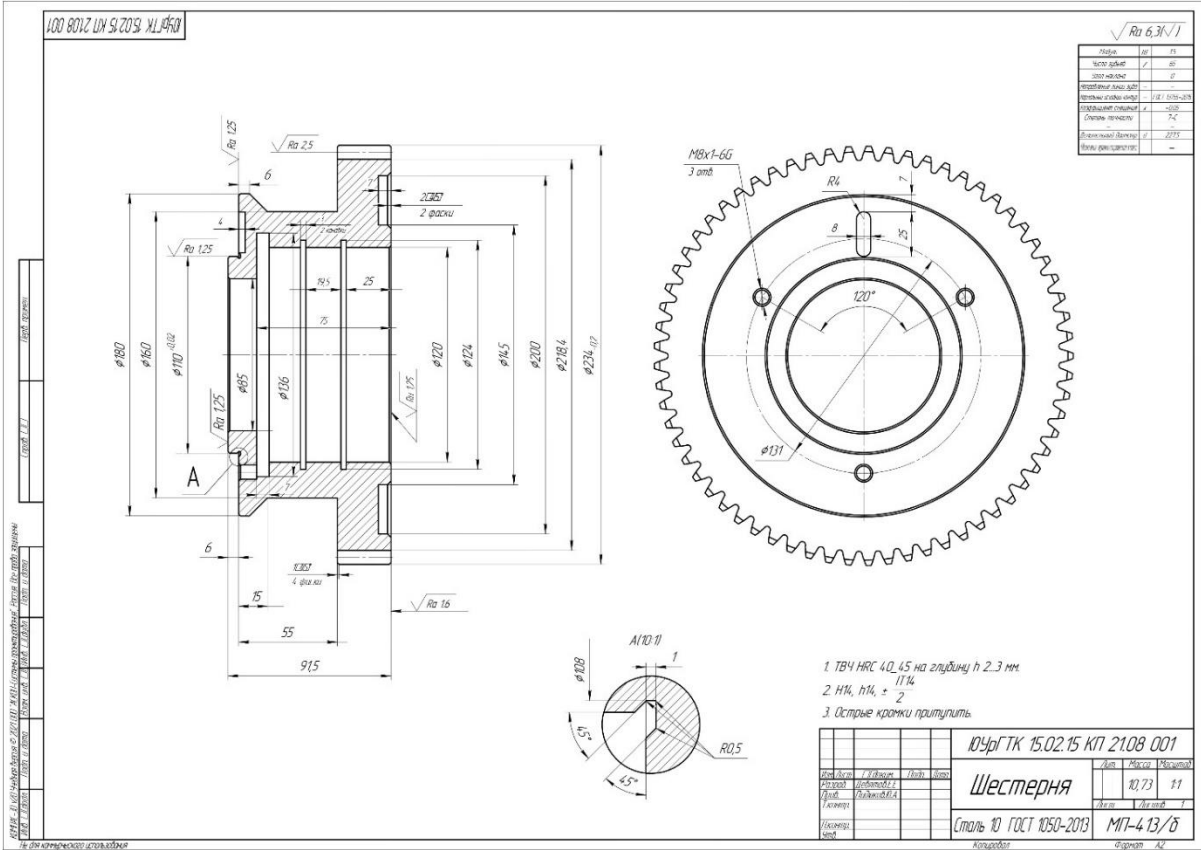


Рисунок 9 – Чертеж детали

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26



Рисунок 10 – Технологический процесс изготовления детали

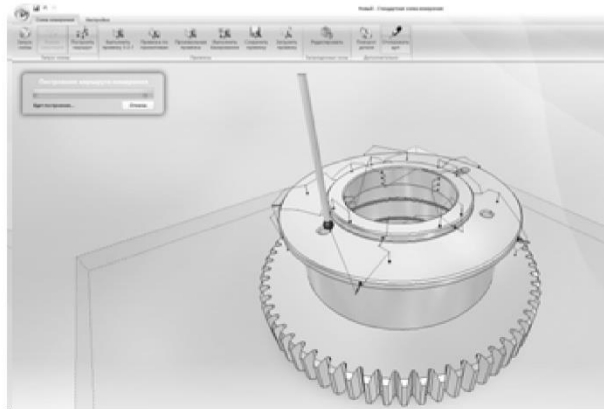
# Выбор координатно-измерительной машины

Leitz PMM-С



Характеристика	Значение
Диапазон измерений линейных размеров, мм	800/100/575
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, МРЕ, мкм	$\pm(0,8+L/500)$
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерительной головки, МРЕд, мкм	0,9
Предел допускаемой абсолютной погрешности сканирования, МРЕтнр/ф, мкм/с	1,3/45
Габариты КИМа	2395x2013x3026

Схема измерения детали “Шестерня”



Измерительная головка Renishaw RMP60M



Характеристика	Renishaw RMP60M
Методика оцупывания	Активная сканирующая измерительная головка
Погрешность линейного измерения, мкм	$0,8+L/500$
Интенсивность измерения	до 2с/точка, до 200т/с (методом сканирования)
Длина ИИ, макс	500 мм
Вес ИИ, макс	700 г
Мин. диаметр измерительной сферы	0.5 мм

Маршрут измерения детали “Шестерня”

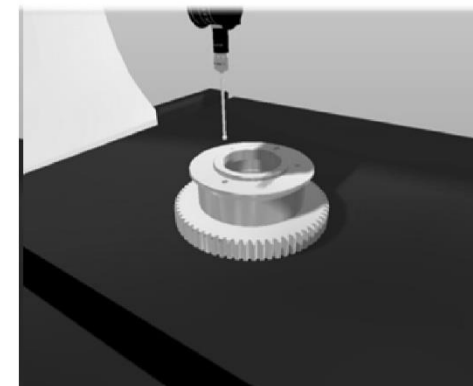
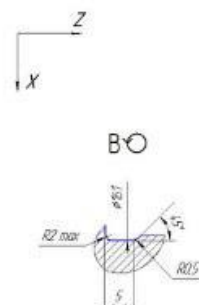
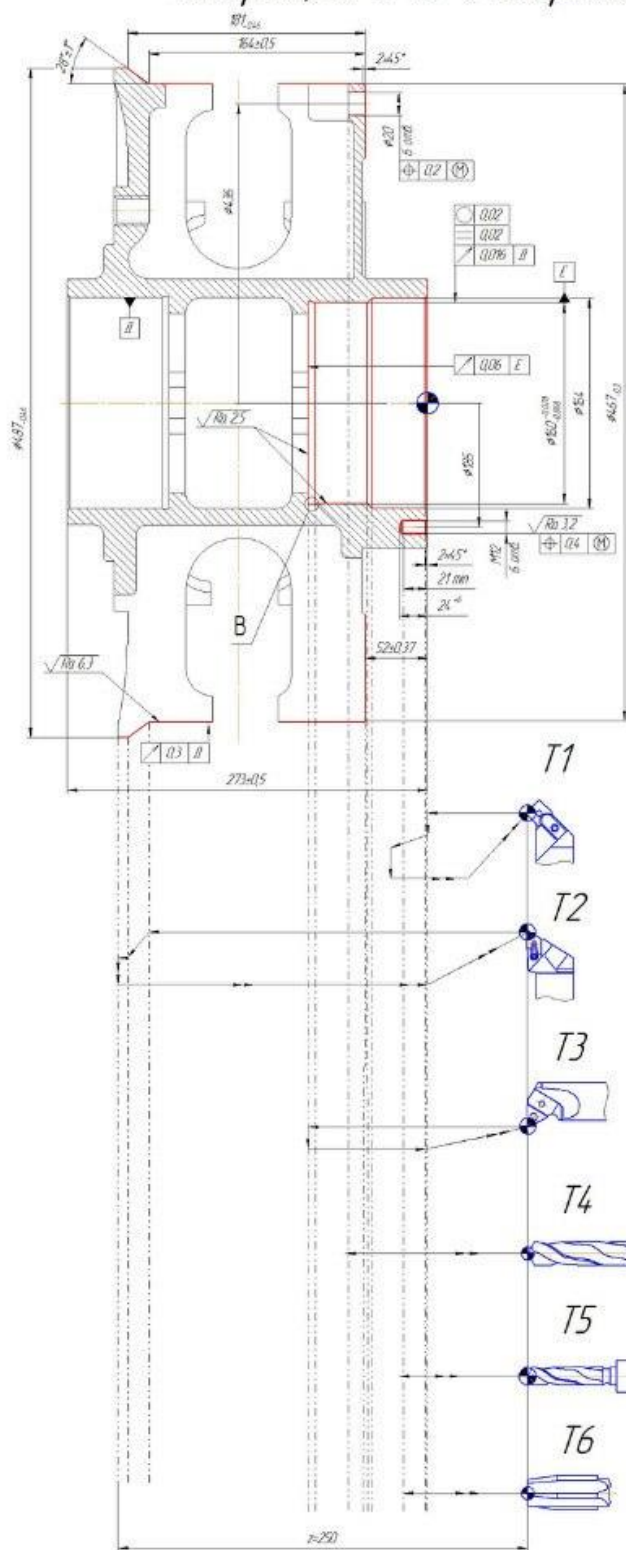


Рисунок 11 – Плакат координатно-измерительной машины





# Операция 010 Токарная с ЧПУ



Переход PMSM 2525H 12				
V, m/min	S, mm/об	n, min <sup>-1</sup>	f, mm	
230	0.6	400	15	
230	0.6	400	2.6	

Переход IS0001.20M-40705 15				
V, m/min	S, mm/об	n, min <sup>-1</sup>	f, mm	
170	0.6	400	15	
225	0.45	350	2	
170	0.6	400	2	
170	0.6	400	2	

Переход IS0001.20M-40706 15				
V, m/min	S, mm/об	n, min <sup>-1</sup>	f, mm	
230	0.3	450	15	
230	0.3	450	0.5	
255	0.3	500	1	
170	0.6	400	1	
170	0.6	400	1	
170	0.6	400	1	

Обработка R615-85.34220				
V, m/min	S, mm/об	n, min <sup>-1</sup>	f, mm	
68	0.19	1000	-	

Обработка R615-85.34220				
V, m/min	S, mm/об	n, min <sup>-1</sup>	f, mm	
68	0.19	1000	-	

Матрица T200-KM2004-M12				
V, m/min	S, mm/об	n, min <sup>-1</sup>	f, mm	
68	0.19	1200	-	

Рисунок 13 – Расчетно-технологическая карта

### РАЗДЕЛ III. ОФОРМЛЕНИЕ МАРШРУТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

В условиях крупносерийного и массового производства применяется операционное описание ТП, в которое должны быть обязательно включены маршрутная карта (МК) и комплект операционных карт (ОК). В этом случае маршрутная карта, являющаяся обязательным документом любого технологического процесса, содержит минимальный объем информации. В комплект документов на единичный технологический процесс при обработке на универсальных станках, кроме того, обычно включают титульный лист (ТЛ) и карты эскизов (КЭ). В среднесерийном производстве, как правило, применяется такая же комплектация технологических документов.

*Пример оформления титульного листа (ТЛ)* приведен в приложении. Заполнение общих сведений в «шапке» на всех перечисленных видах технологических документов (ТЛ, МК, ОК) производится примерно одинаково, поэтому рассмотрим это подробно на примере оформления МК.

*Оформление маршрутной карты (МК)* производится на формах, регламентированных ГОСТ 3.1118-82. Первый лист – это форма 1, последующие листы – форма 1,б. Покажем на примере правила заполнения МК (рисунок 3.19). Содержание строк в «теле» МК определяется типом строки, который обозначается соответствующим служебным символом в крайней левой колонке МК. В данном случае используются два типа строк. Они соответственно обозначаются символами «А» и «Б».

Рассмотрим в соответствии с позициями на рисунке 14 содержание информации, вносимой в МК. Часть этой информации вносится также в ТЛ; КЭ; ОК.

1. – Наименование изделия (детали) по основному конструкторскому документу.
2. – Обозначение изделия по основному конструкторскому документу. Слева от этого поля записывается наименование организации.
3. – Код по технологическому классификатору.

4. – Шифр технологического документа. Первые две цифры обозначают вид документации (01 – ТЛ; 10 – МК; 20 – КЭ; 60 – ОК). третья цифра – вид технологического процесса или операции (1 – единичный; 2 – типовой; 3 – групповой). Последние две цифры – вид ТП по методу выполнения (например, 41; 42 – обработка резанием; 50, 51 – термообработка). Последние четыре разряда (XXXX) – резервные.

5. – Количество листов, на которых выполнен данный документ (например, МК).

6 – Номер листа.

7. – Литеры учебного документа (ДП – дипломный проект).

8. – Графа особых указаний.

[illegible]

Далее рассмотрим содержание двух типов строк, обозначенных служебными символами «А» и «Б».

В строке со служебным символом «А» записывается самая общая информация о каждой технологической операции. Далее в скобках будет указан номер позиции на рисунке 14. Прежде всего, это информация о том, где должна быть реализована данная операция: цех (23); участок (24); рабочее место (25). В учебных документах каждая из этих позиций заполняется условным кодом «XX».

Затем записывается номер операции (26), на который отводится три символа. В позиции 22 сначала указывается код операции по классификатору технологических операций. Выборочно некоторые коды приведены в таблице 13. Рядом с кодом записывается наименование операции. Последнее поле в строке «А» (поз. 9) – обозначение документа, необходимого для выполнения данной операции. Например, ИОТ

– инструкция по охране труда. Если отсутствует информация об этой инструкции, то код обозначается условно «ИОТ XXXX».

Таблица 18 - Коды операций и оборудования

Наименование операции	Код операции	Код оборудования
Токарно-револьверная (с вертикальной осью револьверной головки)	4111	381131
Токарно-винторезная	4114	381148
Круглошлифовальная	4131	381311 381312
Внутришлифовальная	4132	381321
Плоскошлифовальная	4133	381313
Шлицешлифовальная	4141	381345
Зубошлифовальная	4151	381561
Зубодолбежная	4153	381572
Зубошевинговальная	4157	381574
Шлицефрезерная	4165	
Горизонтально-протяжная	4181	381751
Вертикально-протяжная (внутреннее протягивание)	4182	381752
Хонинговальная	4192	
Радиально-сверлильная	4212	381218
Вертикально-сверлильная	4214	381212 381213
Горизонтально-расточная	4221	381261
Алмазно-расточная	4224	381264
Вертикально-фрезерная (консольная)	4261	381611
То же (с крестовым столом)	4261	381612

Горизонтально-фрезерная (консольная)	4262	381621
То же (универсальная)	4262	381631
Фрезерно-центровальная	4269	381825

В строке со служебным символом «Б» записывается следующая информация (вскобках указаны позиции на рисунке 8):

$T_{шт}$  – норма штучного времени на операцию, мин (10);

$T_{пз.}$  – норма подготовительно-заключительного времени, мин (11);

$K_{шт}$  – коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании. При обслуживании одного станка он равен единице (12).

ОП – объем производственной партии, штук (13).

ЕН – единица нормирования, на которую установлена норма времени. Например, на 1 или 10 или 100 деталей. В других строках ЕН может быть связана с нормой материала(14).

КОИД – количество одновременно обрабатываемых заготовок при выполнении одной операции (15).

КР – количество рабочих, занятых при выполнении операции (16).

УТ – код условий труда (1 – нормальные; 2 – тяжелые и вредные). Второй символ – буква указывает на вид нормы времени, например, Р – расчетно-аналитическая, О – опытно-статистическая (17).

Р – разряд работы, необходимый для выполнения операции. Код включает три цифры: первая – разряд работы по тарифно-квалификационному справочнику; две следующие – код формы и системы оплаты труда, например, 11 – широкораспространенная сдельная оплата труда прямая (18).

ПРОФ – код профессии (таблица 19) согласно классификатору (19).

Таблица 19 - Коды профессий в машиностроении

Наименование профессий	Код
Зуборезчик	12273
Зубошлифовщик	12277
Оператор станков с ЧПУ	16045
Протяжчик	17485
Сверловщик	18355
Станочник специальных металлорежущих станках	18803
Токарь	19165
Токарь-револьверщик	19149

Фрезеровщик	19490
Шлифовщик	19630

СМ – код степени механизации труда (разрешается не указывать). Обозначается цифрой, например, 2 – работа с помощью машин и автоматов (20).

Позиция 21 – Сначала указывается код оборудования по классификатору оборудования, затем – наименование и модель оборудования.

В строке М01 «шапки» позиция 34 – наименование и марка материала. Кроме того, могут указываться сортамент и размер материала.

И в завершение рассмотрим строки со служебным символом М02. Укажем, что соответствует позициям (рисунок 3.18) этой строки.

27– Код материала. В учебных задачах можно не заполнять.

28 – ЕВ – единица величины массы, длины и т.п. заготовки. В данном случае для массы – кг.

28– МД – масса детали по конструкторскому документу.

30 – Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала (на 1 дет.; на 10 дет.; на 100 дет.). В нашем случае – 1.

31 – Н. расх. – норма расхода материала. Можно принять равной массе исходной заготовки МЗ – позиция 37.

32 и 35 – позиции в учебных задачах допускается не заполнять.

38 – КД – количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки.

37 – МЗ – масса исходной заготовки.

*Оформление операционных карт (ОК)* производится на формах, регламентированных ГОСТ 3.1404-86. Первый лист – это чаще всего форма 3, второй лист

– форма 2а. Пример заполнения ОК приведен на рисунке 15. Заполнение верхней части «шапки» ОК аналогично заполнению МК (см. рисунок 15). Вверху добавлена только позиция 12 (см. рисунок 15), для записи номера операции. Отметим особенности заполнения ОК.



Позиция 1 указывает на верхнюю строку «тела» карты, в которую обычно записывается вспомогательный переход. В последнюю колонку (11) этой строки вносится вспомогательное время, затрачиваемое на этот переход. В колонках (3) и (5) записываются соответственно суммарное основное и суммарное вспомогательное времена операции.

Графа (2) заполняется только для станков с ЧПУ. В ней указывается номер позиции инструментальной наладки.

Позиции 4; 6; 7; 8; 9; 10 относятся к строкам со служебным символом «Р». Эти позиции связаны с элементами режимов резания. Кроме того, графы 10 и 11 используются для внесения информации в строку со служебным символом «О» - содержание перехода. В графу 10 этой строки вносится информация об основном времени на выполняемом переходе, а в графу 11 – о вспомогательном времени.

В графу 13 (СОЖ) вносятся данные о смазывающе-охлаждающей технологической среде на выполняемой операции.

В «теле» ОК чередуются строки со служебными символами «О», «Т» и «Р». В строках со служебным символом «О» записывается содержание перехода. Все переходы (основные и вспомогательные) нумеруются арабскими цифрами 1, 2, 3 и т.д.

Дубл	Взам	Подп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			ИТП <sub>1</sub>			XXXX 711342, XXX			Б35024 244340Б			60141 XXXX
Разработ												1
И контр			СТАКАН			Твердость			МД			005
			Материал			ЕВ			Профиль и размеры			КР
			Сталь 40 ГОСТ 1050-88			1,75						МЗ
			Оборудование, устройство ЧПУ			1,9			1,35			СОЖ
			1Е365БП			19			3,46			1
			ПИ			D или B			S			Y
			001 1 Установить и снять заготовку									0,10
			102 Патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80 тип 1, исп 1, D									
			003 2. Подрезать торцы 5 и 1 одновременно									0,29 0,03
			104 Резец 2112-0005 Т5К10 ГОСТ 18890-73									
			105 Штангенциркуль ШЦ-Т-1-150-0,1 ГОСТ 166-89									
			P05			139,3			21,3 4,23			1 0,56 130 56,9
			007 3 Точить поверхность 2 предварительно									0,38 0,20
			108 Резец 2142-0443 Т5К10 ГОСТ 9795-84									
			109 Державка 6504-0278 ГОСТ 19914-74 D=40, L=138, се									
			110 Калибр-скоба 8118-015-2 D=102h12 ГОСТ 2216-84									
			P11			115,7			55 7			1 0,56 260 94,5
			012 4 Расточить отверстие предварительно 1-й раз									0,45 0,12
			113 Резец 2142-0024 Т5К10 ГОСТ 9795-84									
			ОК									1
			Операционная карта									

Рисунок 15 – Пример заполнения операционной карты

В строке со служебным символом «Т» записываются сведения о технологической оснастке в следующей последовательности:

- 1) приспособления;
- 2) вспомогательный инструмент;
- 3) режущий инструмент;
- 4) средства измерения.

В строку со служебным символом «Р» вносится информация по режимам резания и данные, необходимые для расчета основного времени на выполняемом переходе. Например, Позиция 6 (L) – это расчетная длина обработки; позиция 8 (i) – число рабочих ходов.

Оформление карт эскизов (КЭ) производится по ГОСТ 3.1105-81. Первый лист – это форма 7, последующие листы – форма 7а. Разработка технологической операции обычно начинается с разработки и оформления операционного эскиза на карте эскизов.

## **РАЗДЕЛ IV. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

### **4.1 Оформление текстового материала**

Шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, полуторный интервал, выравнивание по ширине. Страницы должны иметь поля (рекомендуемые): нижнее – 2,0; верхнее – 2; левое – 3; правое – 1,5. Объем курсового проекта – 40-50 страниц. Все страницы проекта должны быть подсчитаны, начиная с титульного листа и заканчивая последним приложением. Нумерация страниц должна быть сквозная, начиная с введения и заканчивая последним приложением. Номер страницы ставится на середине листа нижнего поля.

Весь текст проекта должен быть разбит на составные части. Разбивка текста производится делением его на разделы (главы) и подразделы (параграфы). В содержании проекта не должно быть совпадения формулировок названия одной из составных частей с названием самой работы, а также совпадения названий глав и параграфов. Названия разделов (глав) и подразделов (параграфов) должны отражать их основное содержание и раскрывать тему проекта.

При делении проекты на разделы (главы) (согласно ГОСТ 2.105-95) их обозначают порядковыми номерами – арабскими цифрами без точки и записывают с абзацного отступа. При необходимости подразделы (параграфы) могут делиться на пункты. Номер пункта должен состоять из номеров раздела (главы), подраздела (параграфа) и пункта, разделённых точками. В конце номера раздела (подраздела), пункта (подпункта) точку не ставят.

Если раздел (глава) или подраздел (параграф) состоит из одного пункта, он также нумеруется. Пункты при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т. д.

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Разделы (главы), подразделы (параграфы) должны иметь заголовки.

Пункты, как правило, заголовков не имеют. Наименование разделов (глав) должно быть кратким и записываться в виде заголовков (в красную строку) жирным шрифтом, без подчеркивания и без точки в конце. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов (глав), подразделов (параграфов), пунктов.

Нумерация страниц основного текста и приложений, входящих в состав проекта, должна быть сквозная.

В основной части проекта должны присутствовать таблицы, схемы, графики с соответствующими ссылками и комментариями.

В проекте должны применяться научные и специальные термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в специальной и научной литературе. Если принята специфическая терминология, то перед списком литературы должен быть перечень принятых терминов с соответствующими разъяснениями.

## **4.2 Оформление иллюстраций**

Все иллюстрации, помещаемые в проект, должны быть тщательно подобраны, ясно и четко выполнены. Рисунки и диаграммы должны иметь прямое отношение к тексту, без лишних изображений и данных, которые нигде не поясняются. Количество иллюстраций в работе/проекте должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации следует размещать как можно ближе к соответствующим частям текста. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте проекта. Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Ссылки на иллюстрации разрешается помещать в скобках в соответствующем месте текста, без указания *см.* (смотри). Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации записывают, сокращенным словом *смотри*, например, *см. рисунок 3*.

Размещаемые в тексте иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами, например: *Рисунок 1*, *Рисунок 2* и т.д. Допускается нумеровать

иллюстрации в пределах раздела (главы). В этом случае номер иллюстрации должен состоять из номера раздела (главы) и порядкового номера иллюстрации, например *Рисунок 1.1*.

Надписи, загромождающие рисунок, чертеж или схему, необходимо помещать в тексте или под иллюстрацией.

#### 4.3 Общие правила представления формул

В формулах и уравнениях условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать обозначениям, принятым в действующих государственных стандартах. В тексте перед обозначением параметра дают его пояснение, например:

*Временное сопротивление разрыву.*

При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

Формулы и уравнения располагают на середине строки, а связывающие их слова (*следовательно, откуда* и т.п.) – в начале строки. Например:

$$Q = 2\pi r v_r \quad (1)$$

Так как

$$v_r = \frac{\varphi}{r} = \frac{\omega}{r}$$

то

$$Q = \frac{2\pi r d\varphi}{dr} \quad (2)$$

Для основных формул и уравнений, на которые делаются ссылки, вводят сквозную нумерацию арабскими цифрами. Промежуточные формулы и уравнения, применяемые для вывода основных формул и упоминаемые в тексте, допускается нумеровать строчными буквами латинского или русского алфавита.

Нумерацию формул и уравнений допускается производить в пределах каждого раздела двойными числами, разделенными точкой, обозначающими номер раздела и порядковый номер формулы или уравнения, например: (2.3), (3.12) и т.д.

Номера формул и уравнений пишут в круглых скобках у правого края страницы на уровне формулы или уравнения.

**ПРИМЕР:**

$$N = S_{\text{пост}} / (\Pi - S_{\text{пер1}}),$$

где  $N$  – критический объём выпуска, шт.;

$S_{\text{пост}}$  – постоянные затраты в себестоимости продукции, руб;  $\Pi$  – цена единицы изделия, руб;

$S_{\text{пер1}}$  – переменные затраты на одно изделие, руб.

Переносы части формул на другую строку допускаются на знаках равенства, умножения, сложения вычитания и на знаках соотношения ( $>$ ,  $<$ ,  $\leq$ ,  $\geq$ ). Не допускаются переносы при знаке деления ( $:$ ).

Порядок изложения математических уравнений такой же, как и формул.

#### 4.4 Оформление таблиц

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Название таблицы должно отражать её содержание, быть точным и кратким. Лишь в порядке исключения таблица может не иметь названия.

Таблицы в пределах всей записки нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией, перед которыми записывают слово *Таблица*. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

**ПРИМЕР:**

Таблица 15 - Предельные величины разброса угловой скорости автомобилей, %

Категория автомобиля	Боковое ускорение автомобиля $w_y$ , $\text{м/с}^2$		
	1	2	4
$M_1$	10	30	80
$M_2$ , $N_1$	10	20	60
$M_3$ , $N_2$ , $N_3$	10	10	--

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово таблица в тексте пишут полностью, например: *в таблице 4*.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении. Допускается помещать таблицу вдоль стороны листа.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой, при этом в каждой части таблицы повторяют ее шапку и боковик.

При переносе таблицы на другой лист (страницу), шапку таблицы повторяют и над ней указывают: *Продолжение таблицы 5*. Название таблицы помещают только над первой частью таблицы.

В графах таблиц не допускается проводить диагональные линии с разноской заголовков вертикальных глав по обе стороны диагонали.

Основные заголовки следует располагать в верхней части шапки таблицы над дополнительными и подчиненными заголовками вертикальных граф. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Все слова в заголовках и надписях шапки и боковика таблицы пишут полностью, без сокращений. Допускаются лишь те сокращения, которые приняты в тексте, как при числах, так и без них. Следует избегать громоздкого построения таблиц с «многоэтажной» шапкой. Все заголовки надо писать по возможности просто и кратко.

Если в графе таблицы помещены значения одной и той же физической величины, то обозначение единицы физической величины указывают в заголовке (подзаголовке) этой графы. Числовые значения величин, одинаковые для нескольких строк, допускается указывать один раз (см. таблицы 16;17).

Таблица 16 – Параметры системы

Условный проход $D_y$ , в мм	D	L	$L_1$	$L_2$	Масса, кг, не более
1	2	3	4	5	6
50	160	130	525	600	160



Таблица 17 – Параметры системы

Тип изолятора	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
ПНР-6/400	6	400
ПНР-6/800		800
ПНР-6/900		900

Примечание к таблице помещают сразу под ней, выполняют курсивным шрифтом и сопровождают надписью: «*Примечание к таблице...*» с указанием номера этой таблицы.

#### 4.5 Оформление приложений

В приложениях курсового проекта помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть:

- графики, диаграммы;
- таблицы большого формата,
- статистические данные;
- фотографии,
- процессуальные (технические) документы и/или их фрагменты и т.д.

Приложения оформляют как продолжение основного текста на последующих листах или в виде самостоятельного документа.

В основном тексте на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложения располагают в последовательности ссылок на них в тексте. Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу страницы слова *Приложение* и номера.

Приложения обозначают арабскими буквами. Обозначение приложений римскими цифрами не допускается.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы отдельной строкой.

#### 4.6 Требования к лингвистическому оформлению курсового проекта

Курсовой проект должен быть написан в логической последовательности, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50 – 100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсового проекта не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т. д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- *изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...*,
- *на основе выполненного анализа можно утверждать ...*,
- *проведенные исследования подтвердили...;*
- *представляется целесообразным отметить;*
- *установлено, что;*
- *делается вывод о...;*
- *следует подчеркнуть, выделить;*
- *можно сделать вывод о том, что;*
- *необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;*
- *в работе рассматриваются, анализируются...*

При написании курсового проекта необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную

соотнесенность:

- *прежде всего, сначала, в первую очередь;*
- *во – первых, во – вторых и т. д.;*
- *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
- *до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;*
- *в последние годы, десятилетия;*
- *для сопоставления и противопоставления:*
  - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
  - *как..., так и...;*
  - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
  - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- *для указания на следствие, причинность:*
  - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
  - *отсюда следует, понятно, ясно;*
  - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
  - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
  - *в результате;*
- *для дополнения и уточнения:*
  - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*
  - *главным образом, особенно, именно;*
- *для иллюстрации сказанного:*
  - *например, так;*
  - *проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;*
  - *подтверждением выше сказанного является;*
- *для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:*
  - *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*
  - *как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;*
  - *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
  - *по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;*

- для введения новой информации:
  - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
  - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
  - *остановимся более детально на...;*
  - *следующим вопросом является...;*
  - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
  - *как показал анализ, как было сказано выше;*
  - *на основании полученных данных;*
  - *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
  - *резюмируя сказанное;*
  - *дальнейшие перспективы исследования связаны с....*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсового проекта было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы значение.

В курсовом проекте должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ильянков, А.И. Технология машиностроения: Практикум и курсовое проектирование [текст]: учеб. пособие для среднего проф. образования /А.И. Ильянков, В.Ю. Новиков. – М.: Академия, 2018.- 432с.- (Профессиональное образование)
2. Гуртяков, А.М. Metallорежущие станки. Расчет и проектирование [текст]: учеб. пособие для среднего проф. образования / А.М. Гуртяков. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2018. – 135с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2008. Т1. 656с; Т2. 496с.
4. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. М.: Машиностроение, 2007. – 288с.
5. С.В. Муравьев Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места, на работы, выполняемые на металлорежущих станках. – Москва: Изд. «Экономика», 2008. – 432 с.
6. ГОСТ 23495-76 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1976.
7. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. - М.: Изд-во стандартов, - 1987. – 250 с.
8. ГОСТ 3.1107-81. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения. - М.: Изд-во стандартов, 1981.
9. Режимы резания металлов: Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2010.
10. Ермолаев, В.В. Программирование для автоматизированного оборудования [текст]: учебник для среднего проф. образования / В.В. Ермолаев.

– 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2018. – 256с. –(Профессиональное образование)

11. Грибов, В.Д. Экономика организации (предприятия) : учебник / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов, В.А. Кузьменко, В.П. Грузинов. – 11-е изд., перераб. – Москва: КНОРУС, 2018. – 408 с.

12. Гуреева, М.А. Основы экономики машиностроения: учебник для студ. учреждения сред. проф. образования /М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.

13. Драчева, Е.Л..Менеджмент: учебник для сред. проф. образования / Е.Л. Драчева, Л.И. Юликов М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.

14. Прейскурант № 18-01 Оптовые цены на станки металлорежущие. Книга 2. – Москва. 2020. – 384 с.

15. Черепашин А.А. Материаловедение [текст] : учебник / А.А. Черепашин.,И.И. Колтунов, В.А. Кузнецова — 4-е изд,-М.: КНОРУС, 2018. — 238 с. — (Среднее профессиональное образование).

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Разработал студент группы  
Проверил руководитель проекта

Camara, 2013g

ТЛ	Титульный лист
----	----------------





ГОСТ 3.1404-88 форма 3														
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.														
Нач. ТПЦ														
Норм. контр														
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД			
Токарная с ЧПУ		40Х				к2	12,1	62x846		1				
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.		Тшт.		СОЖ				
MONFORTS – RNC 700										СОЖ				
P			ПИ		Д или В	L	t	i	s	n	V			
01	При выполнении операции соблюдать инструкцию по ТБ №65,2													
02														
003	Внимание оператору!													
04														
05	- Во избежания брака детали из-за неисправности станка перед началом работы проверить его работо-													
06	способность путем отработки программы без детали в ускоренном режиме.													
07														
08	- При включенном шпинделе станка зона обработки должна быть защищена ограждением (ограждение-													
09	принадлежность станка).													
10														
011	А. Установить и закрепить деталь													
12	Биеение наружной поверхности не более 0,05 мм													
13														
ОК		Операционная карта												



ГОСТ 3.1105-84 . форма 7											
убл.											
зам.											
обл.											
взрзб.											8
вч. ТПЦ											
орм. контр.											

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Карта оценивания выпускной квалификационной работы

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Специальность: **15.02.16 Технология машиностроения**

Квалификация: **техник-технолог**

№ п/п	Показатели и критерии оценивания	Баллы	Весовой коэффициент	Факт. кол-во баллов
1	<i>Структура ВКР</i>			
	Структура ВКР соответствует заданию, в наличии все требуемые разделы	3	2	
	Структура ВКР соответствует заданию, отсутствует один раздел из требуемых	2		
	Структура ВКР не соответствует заданию, отсутствует несколько разделов	1		
2	<i>Соответствие содержания ВКР теме, цели и задачам</i>			
	Полное соответствие	3	2	
	Частичное несоответствие	2		
	Низкая степень соответствия	1		
3	<i>Полнота раскрытия темы</i>			
	Тема раскрыта полностью, приведены необходимые пояснения, аргументы, сделаны выводы	3	3	
	Тема раскрыта полностью, однако приведены не все необходимые пояснения и (или) аргументы	2		
	Тема раскрыта частично, нет необходимых пояснений и (или) аргументов, не сделаны выводы по работе	1		
4	<i>Логика изложения материала ВКР</i>			
	Все структурные элементы работы логично организованы в систему, прослеживается логика в раскрытии темы	3	2	
	Все структурные элементы работы логично организованы в систему, логика в раскрытии темы частично нарушена	2		
	Структурные элементы работы не связаны между собой, нет логики в раскрытии темы	1		
5	<i>Соблюдение требований ГОСТ к оформлению ПЗ</i>			
	Требования ГОСТ соблюдены полностью	3	2	
	Имеются незначительные отклонения от ГОСТ	2		
	Есть существенные нарушения требований ГОСТ	1		

6	Содержание и оформление графической части ВКР			
	Соответствие графической части содержанию ВКР и соблюдение требований ГОСТ к оформлению чертежей	3	2	
	Соответствие графической части содержанию ВКР, имеют место незначительные отклонения от требований ГОСТ к оформлению чертежей	2		
	Частичное соответствие графической части содержанию ВКР, имеют место нарушения требований ГОСТ к оформлению чертежей	1		
7	Степень самостоятельности студента при выполнении ВКР			
	Студент самостоятельно выполнял задание к ВКР в строгом соответствии с графиком проектирования	3	3	
	Студент выполнял задание ВКР в сотрудничестве с руководителем, требовалась дополнительная консультация по отдельным вопросам задания, график проектирования в основном соблюдался	2		
	Самостоятельность студента низкая, работа велась только по указаниям руководителя, график не соблюдался.	1		
8	Личный вклад студента в раскрытие проблем и разработку предложений по их решению			
	Высокий	3	2	
	Средний	2		
	Низкий	1		
Максимальный балл				54
Итоговый балл				
9	Дополнительный балл за практическую часть ВКР (1-3 баллов)			
Итоговый балл				
Оценка				

*Перевод баллов в оценку: 50- 57 – «5»; 42 - 49 – «4»; 36 - 41 – «3».*

*Если набрано 35 и менее баллов, работа не оценивается.*

Руководитель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Выпускная квалификационная работа \_\_\_\_\_ к защите.  
допущена (не допущена)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ

**Зам. директора по УВР**

Родионов С.Л.

(фамилия)

(подпись)

(дата)

ЗАЩИЩЕНО

**Протокол ГЭК № \_\_\_\_\_**

**Председатель ГЭК**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

(тема проекта)

### Пояснительная записка к дипломному проекту

(обозначение документа)

СОГЛАСОВАНО

**Руководитель**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Рецензент**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Нормоконтролер**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Консультанты:**

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

(должность, место работы)

(подпись, фамилия)

(дата)

**Разработал**

**Студент группы \_\_\_\_\_**

(подпись, фамилия)

(дата)