



**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»**

**Кафедра «Технология машиностроения»**

## **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
по курсовому проектированию для студентов  
специальностей 1-36 01 01 «Технология  
машиностроения» и 1-53 01 01 «Автоматизация  
технологических процессов  
и производств (по направлениям)»  
дневной и заочной форм обучения**

**Гомель 2023**

УДК 621.002(075.8)  
ББК 34я73  
О-75

*Рекомендовано научно-методическим советом  
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 5 от 09.06.2022 г.)*

Составитель *Е. М. Акулова*

Рецензент: декан механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. техн. наук, доц. *И. Б. Одарченко*

**Основы** технологии машиностроения : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» днев. и заоч. форм обучения / сост. Е. М. Акулова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 41 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Изложены общие требования, основные этапы и последовательность выполнения курсового проекта. Приведены ключевые моменты выполнения разделов проекта. Представлены методические рекомендации по разработке отдельных вопросов курсового проектирования.

Для студентов машиностроительных специальностей дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.002(075.8)  
ББК 34я73

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2023

## **ВВЕДЕНИЕ**

Современное автоматизированное производство требует высокого качества выпускаемых изделий при минимальных затратах труда и средств на их изготовление. Для реализации подобных требований необходим такой процесс проектирования технологии механической обработки, который надежно обеспечивал бы допустимые точностные требования для каждой детали, подвергаемой обработке.

Для выполнения данной задачи в учебном процессе предусмотрен курсовой проект по дисциплине «Основы технологии машиностроения», призванный закрепить теоретические знания студентов в данной области и способствовать получению ими практических навыков применения этих знаний при технологическом проектировании.

Технологическое проектирование, как основная составляющая технической подготовки, является наиболее трудоемким процессом.

Целью данного методического пособия является помощь студентам в работе над курсовым проектом по технологии машиностроения. В пособии рассмотрены основные требования к тематике, организации и содержанию курсового проекта, оформлению пояснительной записки, технологической документации и графической части работы, приводятся методические указания к выполнению отдельных разделов проекта. Методические положения, содержащиеся в пособии, позволяют студентам научиться использовать техническую литературу и стандарты, видеть взаимосвязь между чертежом и технологией изготовления, применять теоретический материал на практике в процессе технологического проектирования.

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы технологии машиностроения» разработаны в соответствии с образовательным стандартом и учебным планом по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» для студентов дневной и заочной формы обучения.

# 1 СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

## 1.1 Цель и задачи курсового проектирования

*Целью* курсового проектирования по дисциплине «Основы технологии машиностроения» является выработка у студентов навыков самостоятельного решения комплекса задач по разработке технологий изготовления деталей машин, закрепление, углубление и обобщение теоретических знаний по естественнонаучным, общетехническим и профессиональным дисциплинам, полученных в процессе обучения в университете. При этом студент должен приобрести практический опыт решения различных технологических задач и разработки технологических процессов, научиться пользоваться справочной и нормативно-технической литературой, государственными стандартами.

При выполнении курсового проекта студентом самостоятельно решаются следующие *задачи*:

- проводится анализ служебного назначения узлов и деталей машин, изучаются рабочие чертежи, технические требования к ним;
- оценивается технологичность деталей;
- производится выбор метода получения заготовки;
- обосновываются методы обработки отдельных поверхностей;
- выбираются технологические базы, схемы базирования и установки заготовок;
- формируется структура технологического процесса, разрабатывается маршрут обработки, составляется технологическая документация;
- выполняются расчеты припусков, режимов резания, техническое нормирование технологических операций;
- производится выбор технологической оснастки, режущего инструмента и средств контроля, необходимых для реализации технологического процесса;
- совершенствуется умение пользоваться нормативно-технической литературой, справочными материалами, ГОСТами.

Курсовой проект по основам технологии машиностроения является основополагающей частью в подготовке студента к выполнению дипломного проекта.

## 1.2 Тема, состав и объем курсового проекта

*Темой курсового проекта* является разработка технологического процесса механической обработки детали типа вал средней сложности (6-10 операций) с размерным анализом чертежа. Задание на курсовой проект может быть выдано по материалам конструкторско-технологической практики или из банка данных кафедры.

При курсовом проектировании должны решаться практические инженерные задачи, результаты работы над которыми впоследствии помогут студентам при выполнении дипломного проекта.

Важным условием курсового проектирования является обеспечение более высокого технологического уровня изготовления деталей по сравнению с действующим на производстве в области применения новых методов получения заготовок и механической обработки.

Исходными данными к курсовому проекту являются конструкторский чертеж детали и тип производства.

Курсовой проект – конструкторско-технологический документ, который состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 35–50 страниц, комплекта технологической документации и графической части.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- титульный лист (Приложение, рис. П.1);
- задание на курсовой проект, утвержденное заведующим кафедрой;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список литературы;
- приложение.

Задание на курсовой проект студентам выдается его руководителем и оформляется на бланке (Приложение, рис. П.2, П.3).

Во введении на 1 странице обосновывается актуальность выбранной темы, формируются цель и технологические задачи курсового проектирования.

В основной части проекта на основании выданного задания рассматриваются вопросы, связанные с размерным анализом и проектированием технологического процесса изготовления детали. В основную часть записки должны входить следующие разделы:

1 Размерный анализ чертежа детали и анализ технологичности конструкции детали.

2 Выбор метода получения заготовки.

3 Выбор и обоснование маршрута обработки отдельных поверхностей детали.

4 Выбор технологических баз.

5 Обоснование принятого маршрута обработки в целом.

6 Расчет припусков на механическую обработку.

7 Расчет режимов резания.

8 Техническое нормирование.

9 Маршрутно-операционный технологический процесс изготовления детали.

10 Размерный анализ технологического процесса.

В заключении на 1 странице кратко излагаются основные выводы по результатам выполнения курсового проекта.

Список литературы включает полный перечень библиографических источников, которыми пользовался студент при написании всего курсового проекта.

В приложении помещается комплект документов на технологический процесс механической обработки.

В комплект технологической документации должны входить:

1) титульный лист (ГОСТ 3.1105–84 форма 2) технологического процесса;

2) маршрутные карты (ГОСТ 3.1118–82 форма 1 и форма 1а);

3) операционные карты (ГОСТ 3.1404–86 форма 3 и 2а);

4) карты операционных эскизов (ГОСТ 3.1105–84 форма 7 и 7а);

5) карты технического контроля (ГОСТ 3.1507–85 форма 2 и 2а).

Графическая часть проекта должна включать:

– чертеж детали – 0,25-0,5 листа формата А1;

– чертеж заготовки – 0,25 листа формата А1;

– операционные эскизы – 2 листа формата А1;

– плакаты по размерному анализу – 2 листа формата А1.

В ходе выполнения курсового проекта руководитель консультирует студента и контролирует соблюдение им календарных сроков выполнения отдельных разделов, указанных в задании.

При выполнении курсового проекта допускается использовать программные и технические средства автоматизированного проектирования технологических процессов для изготовления деталей машин.

### 1.3 Организация курсового проектирования

Задание на курсовой проект студент очной формы обучения получает в первые две недели после начала семестра, в котором он предусмотрен учебным планом, а заочной формы – на экзаменационной сессии, предшествующей семестру, в котором он предусмотрен. Выполнение курсового проекта является самостоятельной работой студента, которая выполняется вне расписания занятий. Ее успешное выполнение зависит от правильной организации работы студента.

Руководство курсового проекта поручается ведущим преподавателям кафедры. В течение семестра кафедрой организуются групповые консультации, которые проводятся руководителем курсового проекта не реже одного раза в неделю. Консультации проводятся по вопросам общего характера, возникающим в процессе выполнения курсового проекта, по анализу типовых ошибок, методике использования рекомендованной литературы и т.д. При необходимости, к проведению консультаций могут привлекаться преподаватели других кафедр и специалисты предприятий.

Курсовой проект должен выполняться студентом в соответствии с календарным графиком, разрабатываемым руководителем курсового проекта. Трудоемкость отдельных этапов работы над курсовым заданием должна быть оценена в процентах от общего объема работ и занесена в бланк задания.

Текущий контроль выполнения курсового проекта осуществляет руководитель. Законченный проект студентом должен быть сдан в установленный заданием срок.

Защита курсового проекта проводится до начала зачетно-экзаменационной сессии, в соответствии с утвержденным графиком. Студент защищает курсовой проект перед комиссией из 2–3 преподавателей, назначенной заведующим кафедрой, при непосредственном участии руководителя. К защите допускаются только те студенты, которые в полном объеме выполнили все задание. Подготовка к защите предусматривает устранение замечаний руководителя, подписание расчетно-пояснительной записки и графического материала у руководителя, составление доклада. На доклад при защите студенту отводится 5–6 минут. В докладе должны быть изложены основные вопросы курсового проекта.

При защите студент должен уметь четко обосновать принятые в курсовом проекте решения. Сделав доклад, студент отвечает на до-

полнительные вопросы комиссии. Оценка за курсовой проект выводится как средняя из оценок по содержанию и оформлению текстовых документов, качеству доклада и ответов на заданные вопросы, соблюдению требований стандартов к выполнению графической части.

## **2 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **2.1 Оформление пояснительной записки**

Расчетно-пояснительная записка выполняется на компьютере и оформляется в соответствии с общими требованиями к текстовым документам по ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам» и по ГОСТ 1.106–95 «Текстовые документы» и печатается на принтере на листах белой бумаги формата А4 ГОСТ 2.301–68 (210 x 297 мм).

Набор текста осуществляется с использованием текстового редактора Microsoft Word шрифтом Times New Roman (размер – 14 пунктов (pt), интервал – одинарный, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 12,5 мм, размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 15 мм и нижнее – 20 мм). Страницы нумеруются арабскими цифрами.

Первым листом является титульный лист (он не нумеруется), вторым листом – лист задания на курсовой проект, третьим – лист содержания с основной надписью, выполненной по ГОСТ 2.104–2006 форма 2. Все последующие листы, кроме чертежей, выполняются с основной надписью по ГОСТ 2.104–2006 форма 2а. Страницы, содержащие список литературы и приложения, входят в общую нумерацию.

Все разделы расчетно-пояснительной записки, содержание, введение, заключение, список литературы начинают с новой страницы.

Названия разделов, содержание, введение, заключение, список литературы записывают прописными буквами без точек в конце с абзацного отступа полужирным шрифтом. Названия подразделов печатают полужирным шрифтом строчными буквами (кроме первой прописной) без точек в конце с абзацного отступа. Разделы и подразделы нумеруются арабскими цифрами. Содержание, введение, заключение и список литературы не нумеруют. Названия разделов и подразделов, приведенные в содержании, должны полностью соответствовать заго-



ловкам этих разделов и подразделов в тексте пояснительной записки. Расстояние между заголовками, подразделами и основным текстом составляет два межстрочных интервала.

Расчетно-пояснительная записка переплетается (брошюруется).

Таблицы, рисунки, схемы должны быть пронумерованы в пределах раздела и иметь краткие пояснительные заголовки. Заголовки таблиц размещают слева без абзацного отступа. Рисунки и схемы с названиями располагают по центру. Номера формул указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Единицы физических величин должны соответствовать ГОСТ 8.417–81. В тексте пояснительной записки на все таблицы, рисунки, формулы должны быть приведены ссылки.

Ссылки на литературные источники и соответствующие страницы, рисунки, таблицы, формулы, из которых они заимствованы, указывают в квадратных скобках. Сведения об источниках в списке литературы необходимо располагать либо в порядке появления ссылок в тексте работы, либо в алфавитном порядке фамилий первых авторов или заглавий и оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003.

## **2.2 Оформление графической части проекта**

Графическая часть проекта, включающая чертежи детали и заготовки, операционные эскизы и размерный анализ детали, должна быть выполнена на ЭВМ и оформлена на листах бумаги формата А1, А2, А3 или А4 по ГОСТ 2.301–68 в масштабе 1:1 (допускается применение других масштабов).

Оформление чертежей, рамки, основных надписей выполняется в соответствии со стандартами ЕСКД и ЕСТД.

Чертеж детали должен соответствовать стандартам ЕСКД и быть отредактирован, содержать минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов) необходимых для полного представления о детали с размерами, предельными отклонениями и др. параметрами.

Технические требования должны указываться на чертежах графически или в виде текста в правой части чертежа над угловым штампом и регламентироваться ГОСТ 2.316–2008.

Технические требования к детали записываются в следующей последовательности:

- требования, предъявляемые к материалу, заготовке, термической обработке и к свойствам материала готовой детали, указания материалов-заменителей;
- размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т.п.;
- требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии;
- зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- требования, предъявляемые к настройке и регулированию изделия;
- другие требования к качеству изделий;
- условия и методы испытаний;
- указания о маркировании и клеймении;
- правила транспортирования и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Сведения о неуказанных предельных отклонениях размеров и неуказанных технических требованиях записывают в виде:

Общие допуски по ГОСТ 30893.1–2002: H14, h14,  $\pm IT14/2$ .

Чертеж заготовки, выполненной из проката в графической части не вычерчивают, а приводят в пояснительной записке в разделе «Выбор метода получения заготовки». Внутри заготовки контур детали вычерчивают в тонких линиях с указанием предельных отклонений на диаметр по ГОСТ 2590–88.

На чертеж штампованной заготовки, выполненной по ГОСТ 7505–89, ГОСТ 7829–70, наносятся припуски, допуски и напуски. Вычерчивается он в масштабе детали. Внутри заготовки тонкими линиями вычерчивается контур детали. Технические требования на чертеже поковки указываются по ГОСТ 8479–70.

Чертежи отливок выполняют по ГОСТ 26645–85 и ГОСТ 3.1125–83. Чертеж заготовки вычерчивается сплошными контурными линиями, а деталь – тонкими, с указанием припусков на обработку.

На чертежах отливок и поковок указываются:

- вид термообработки;
- твердость поверхностей;

- способ очистки;
- радиусы закруглений
- литейные или штамповочные уклоны;
- погрешности относительного расположения поверхностей;
- технологические базы, используемые на первой операции механической обработки.

На операционных эскизах, выполняемых на 2 листах формата А1, помещается 6–10 эскизов операций или переходов механической обработки. Над эскизом арабскими цифрами записывается номер и наименование операции (например «010 Фрезерно-центровальная»). В правом нижнем углу эскиза располагается таблица с указанием модели станка, режимов обработки, норм времени (рис. 1, 2).

									15
Наименование и модель ст анка	$V$ , м/ мин	$n$ , об/ мин	$t$ , мм	$S$ , мм/ об	$S_{м'}$ , мм/ мин	$T_{м'}$ , мин	$T_{шт'}$ , мин		20
	18	18	18	18	18	18	18	18	
185									

Рис. 1. Форма таблицы для операционных эскизов одноинструментальной обработки

									15
									15
Наименование и модель ст анка	Номер инст ру- мент а	$V$ , м/ мин	$n$ , об/ мин	$t$ , мм	$S$ , мм/ об	$S_{м'}$ , мм/ мин	$T_{м'}$ , мин	$T_{шт'}$ , мин	20
50		17	17	17	17	17	17	17	
185									

Рис. 2. Форма таблицы для операционных эскизов многоинструментальной обработки

Деталь на эскизе изображается в рабочем положении, которое она занимает на станке при обработке в произвольном масштабе, но одном для всех эскизов. На эскизах должны быть упрощенно показа-

ны режущие инструменты в конечном для обработки положении, а осевые – в исходном. При многоинструментальной обработке на операционном эскизе должны быть изображены все режущие инструменты в той последовательности относительно друг друга и обрабатываемой детали, в какой они находятся в наладке в конечный момент резания. Обрабатываемые поверхности выделяются сплошной линией толщиной  $(2...3)S$  по ГОСТ 2.303–68. Проставляются полученные на данной операции размеры с допусками. Условно изображаются знаки базирования и зажимы по ГОСТ 3.1107–81. Также указываются достигнутая после операции шероховатость поверхности, технические требования, направление перемещения заготовки и инструмента в процессе обработки.

На лист с размерным анализом детали выносится размерная схема технологического процесса (по продольным и диаметральному размерам), исходный граф и граф-дерево (для продольных и диаметральных размеров).

### **2.3 Оформление технологической документации**

Оформление комплекта технологических документов должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1119–83, ГОСТ 3.1702–79, ГОСТ 3.1107–81, ГОСТ 3.1103–82.

Рекомендуется следующий состав комплекта технологической документации:

- 1) титульный лист форма 2 – ГОСТ 3.1105–84 (Приложение, рис. П.4);
- 2) маршрутные карты (МК) форма 1 и форма 1а – ГОСТ 3.1118–82 (Приложение, рис. П.5, П.6);
- 3) операционные карты (ОК) форма 3 и 2а – ГОСТ 3.1404–86 (Приложение, рис. П.7, П.8);
- 4) карты операционных эскизов (КЭ) форма 7 и 7а – ГОСТ 3.1105–84 (Приложение, рис. П.9, П.10);
- 5) операционные карты технического контроля (ОКТК) форма 2 и 2а – ГОСТ 3.1507–85 (Приложение, рис. П.11, П.12).

Маршрутная карта выполняет задачу сводного документа, в котором описывается весь процесс выполнения операций в технологической последовательности. Формы МК унифицированы и их следует применять независимо от типа производства и степени детализации технологического процесса (ТП).

Операционные карты содержат описание технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о технологической оснастке, применяемого режущего и вспомогательного инструмента, средств измерения, указываются режимы резания и нормы времени. Наименование операции обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже (например «долбежная», «шлифовальная»). В содержание перехода должны быть включены:

- ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме повелительного наклонения (например «расточить», «зенковать»), наименование обрабатываемой поверхности;

- информация по размерам или условным обозначениям;

- дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки (например «окончательно», «на проход»).

Карты операционных эскизов – графический документ, предназначенный для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода. Эскизы вычерчивают с соблюдением или без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорций в необходимом количестве пропорций. На КЭ показывают

- заготовку в рабочем положении в виде, в каком она получается в конце данной операции или установка;

- поверхности, подлежащие обработке (выделяют линиями толщиной  $2S$  по ГОСТ 2.303–68);

- условное обозначение опор, зажимов по ГОСТ 3.1107–81;

- размеры, получаемые на данной операции, с указанием предельных отклонений;

- шероховатости обрабатываемых поверхностей;

- допуски на погрешности формы и взаимного расположения поверхностей, если их необходимо обеспечить на данной операции.

При обработке на станках с ЧПУ на КЭ должны быть показаны:

- оси координат станка;

- оси координат заготовки;

- оси координат инструментов;

- условное обозначение наладки инструментальной головки или магазина.

Инструмент на КЭ для станков с ЧПУ располагается в исходной точке. Координаты исходной точки и всех осей координат связываются размерами.

Операционные карты технического контроля используются для операционного описания технологических операций технического контроля в технологической последовательности с указанием переходов, применяемой технологической оснастки и норм времени.

Во всех картах технологического процесса необходимо отражать требования охраны труда и техники безопасности, указывая соответствующие средства и устройства защиты, призванные обеспечить безопасные условия труда согласно ГОСТ 3.1120-83 и ГОСТ 23.002-75.

### **3 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

#### **3.1 Служебное назначение и анализ технологичности конструкции детали**

Для составления качественного технологического процесса изготовления детали необходимо тщательным образом изучить ее конструкцию.

В данном разделе приводится описание работы и служебного назначения детали в узле машины по материалам конструкторско-технологической практики. Указываются конструктивные особенности, дается краткая характеристика основных эксплуатационных параметров машины, в которую входит деталь. При этом определяется класс деталей, к которому она относится (класс валов, зубчатых колес, рычагов и т. д.), указываются основные и вспомогательные конструкторские базы. Приводится функциональное назначение ее основных поверхностей (исполнительные и свободные поверхности), шероховатость, анализируются допуски на размеры, форму и взаимное расположение поверхностей детали, указывается, почему к этим поверхностям предъявляются такие требования.

Также рассматриваются вопросы, связанные с материалом детали и его свойствами, целесообразностью его замены, с видом термической обработки и целью ее проведения. Приводится чертеж детали с размерами, параметрами точности и техническими требованиями. Выполняется оценка правильности простановки размеров на конструкторском чертеже.

Заканчивается подраздел таблицами химического состава, механических и физических свойств материала детали.

Далее проводится анализ детали на технологичность, который является одним из важнейших этапов в разработке ТП, от его зависят его основные технико-экономические показатели.

Оценка технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественная и количественная.

Качественная оценка технологичности конструкции детали характеризует технологичность конструкции обобщенно на основании опыта исполнителя и допускается на всех стадиях проектирования как предварительная [15]. Она характеризуется показателями «хорошо – плохо», «допустимо – недопустимо» и зависит от квалификации и опыта исполнителя (ГОСТ 14.204-73). Качественный анализ технологичности конструкции детали подробно рассмотрен в работах [2], [14].

Количественная оценка технологичности конструкции может быть осуществлена лишь при использовании соответствующих базовых показателей технологичности. При такой оценке технологичность детали оценивается числовыми показателями и не зависит от исполнителя. В качестве количественных показателей могут рассматриваться следующие [8]:

– коэффициент шероховатости поверхностей

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}},$$

где  $\text{Ш}_{\text{ср}}$  – среднее значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей, мкм:

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

–  $\text{Ш}_i$  –  $i$ -е значение параметра шероховатости обрабатываемой поверхности, мкм;  $n_i$  – число поверхностей имеющих шероховатость поверхности, равную  $i$ -му значению.

По коэффициенту шероховатости деталь технологична, если  $K_{\text{ш}} < 0,32$  [16].

Результаты расчета технологичности поверхностей по коэффициенту шероховатости сводятся в табл. 1.

Таблица 1

Определение коэффициента шероховатости  $K_{ш}$ 

Шероховатость $Ш_i$	Число поверхностей $n_i$	Произведение, $Ш_i \cdot n_i$
1	2	3
...	...	...
<i>Итого</i>		

– коэффициент точности обработки

$$K_{ТЧ} = 1 - \frac{1}{T_{СР}}$$

где  $T_{СР}$  – средний класс точности обработки изделия:

$$T_{СР} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i},$$

$T_i$  –  $i$ -й квалитет точности;  $n_i$  – число размеров  $i$ -го квалитета точности.

По коэффициенту точности деталь технологична, если  $K_{ТЧ} > 0,8$  [16].

Результаты расчета технологичности поверхностей по коэффициенту точности обработки сводятся в табл. 2

Таблица 2

Определение коэффициента точности  $K_{ТЧ}$ 

Квалитет $T_i$	Число размеров $n_i$	Произведение $T_i \cdot n_i$
1	2	3
...	...	...
<i>Итого</i>		

Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{N_{Р}},$$

где  $M_{Д}$  – масса детали, кг;  $N_{Р}$  – норма расхода материала, кг;

Норму расхода материала приблизительно можно определить по формуле:

$$N_{Р} = M_{Д} + M_{Т},$$

где  $M_{Т}$  – масса технологических отходов (литники, облой и т. п.), кг.



Деталь считается технологичной, если коэффициенты использования материала  $K_{им}$  не менее:

- 0,75 – для заготовок, полученных литьем;
- 0,65 – для заготовок, полученных горячей штамповкой;
- 0,45 – для заготовок, полученных из проката;
- 0,38 – для заготовок, полученных свободной ковкой.

Заканчивается этот подраздел проекта выводами о технологичности конструкции детали и предложениями о путях ее повышения на основе изменений конструкции детали.

### 3.2 Размерный анализ чертежа детали

Между размерами исходной заготовки, технологическими размерами, обеспечиваемыми на каждой из операций ТП, припусками и конструкторскими размерами существуют связи, которые могут быть обобщенно представлены в виде размерной схемы и графа размерных связей ТП. Теория графов представлена в работах [10], [17].

Размерный анализ начинается с преобразования чертежа и его проверки. В каждой из проекций чертежа размеры располагают только горизонтально. Поэтому число проекций должно быть достаточным, чтобы это условие было выполнено.

Граф на плоскости изображается множеством соответствующих поверхностям вершин, соединенных дугами или ребрами, каждая из которых соответствует размеру, связывающему две поверхности. Граф размерных связей строится для каждой координатной оси. Размерный анализ ТП обработки деталей типа тел вращения проводят в двух направлениях: осевом и радиальном.

В качестве исходных данных для построения размерной схемы ТП, графа размерных связей и проведения размерного анализа ТП необходимо иметь эскиз детали и операционные эскизы ее обработки с выдерживаемыми размерами.

Для преобразования чертежа в первой проекции (продольные размеры) вначале считают число поверхностей и осей отверстий, связанных продольными размерами. Затем строится сетка с таким же числом вертикалей и горизонталей. Вертикали слева направо нумеруют теми же цифрами, что и на чертеже детали с добавлением в конце цифры 9. Под сеткой располагается проекция чертежа с нанесенными номерами поверхностей и соединяют их с вертикальными линиями. На горизонталях сетки располагают продольные размеры.

Затем проводится проверка диаметральных размеров.

В преобразованном чертеже число осевых линий соответствует числу цилиндрических, поверхностей, и все осевые линии наносятся на сетку. Число всех связей должно оказаться на единицу меньше, чем число осей на сетке преобразованного чертежа.

Методика и пример преобразования чертежа приведены в работе [3], [17].

После преобразования чертежа детали, проводя преобразование чертежа заготовки, которое во многом сходно с ним, но имеет некоторые отличия:

- сетку располагают не сверху, а снизу чертежа;
- шаг сетки нужно выбирать такой же, что и при преобразовании чертежа детали, так как впоследствии они должны будут стыковаться;
- при нумерации поверхностей и осей в конце кода нужно добавлять не 9, а 0.

В данном подразделе должны быть представлены рисунки с чертежом детали (с пронумерованными поверхностями), с преобразованным чертежом детали (первая проекция и вторая), с преобразованным чертежом заготовки (первая проекция и вторая) и с преобразованным чертежом получения детали.

### **3.3 Выбор метода получения заготовки**

При выборе метода получения заготовки определяющими факторами являются:

- технологическая характеристика материала детали;
- конструктивные формы, масса и размеры заготовки;
- требуемая точность выполнения заготовки, шероховатость и качество ее поверхностного слоя;
- величина объема выпуска и времени, на которое рассчитано выполнение этого задания.

Метод получения заготовки, ее качество и точность определяют объем механической обработки.

Следует стремиться к наибольшему коэффициенту использования материала, т. е. максимально приближать форму и размеры исходной заготовки к форме и размерам готовой детали при условии наименьшей себестоимости ее изготовления. Для этого рекомендуется широко применять прогрессивные методы получения заготовок.

На выбор метода получения заготовки оказывают также большое влияние время подготовки технологической оснастки (изготовление штампов, литейных форм и т. д.), наличие соответствующего технологического оборудования и желаемая степень автоматизации процесса.

Окончательное решение о выборе метода получения заготовки принимается на основе технико-экономических расчетов.

Для выбора метода получения заготовки сравнивается их стоимость по двум возможным вариантам ее получения.

При выполнении экономических расчетов в данном разделе значения базовых стоимостей методов получения заготовок, оборудования и тарифные ставки рабочих принимаются на основе данных предоставленных предприятиями, где студенты проходили конструкторско-технологическую практику, на момент выполнения проекта.

При выборе заготовок и расчете их себестоимости рекомендуется пользоваться литературой [1], [5], [8], [9].

### **3.4 Выбор и обоснование маршрута обработки отдельных поверхностей детали**

Выбор маршрута обработки отдельных поверхностей заготовки производят, исходя из требований рабочего чертежа и принятой заготовки.

В зависимости от типа производства выбирают оборудование, на котором будет производиться обработка и назначают маршрут обработки отдельных поверхностей заготовки.

Для детали записываются конкретные черновая и чистовые базы в порядке их использования при изготовлении детали. Рекомендации по выбору баз даны [6], [16].

После приводятся конкретные маршруты обработки отдельных поверхностей заготовки, начиная с наиболее протяженного маршрута и заканчивая фразой – «Все остальные поверхности получаем однократной обработкой».

Примеры и рекомендации по назначению маршрутов обработки отдельных поверхностей заготовки приведены [6], [16].

### **3.5 Выбор технологических баз**

Исходными данными при выборе баз являются:

- рабочий чертеж детали;
- вид заготовки;
- условия работы детали в механизме.

Выбор баз для механической обработки должен производиться с учетом достижения требуемой точности взаимного расположения поверхностей детали по линейным и угловым размерам. Поверхности заготовки, принятые в качестве баз, должны быть такими, чтобы можно было использовать наиболее простую и надежную конструкцию приспособления, удобства установки, закрепления, открепления и снятия заготовки, возможность приложения в нужных местах сил зажима и подвода режущих инструментов.

При выборе баз следует учитывать основные принципы базирования. В общем случае полный цикл обработки детали от черновой операции до отделочной производится при последовательной смене комплектов баз. Однако с целью уменьшения погрешностей и увеличения производительности обработки деталей нужно стремиться к уменьшению переустановок заготовки при обработке.

Для этого необходимо составить подробное описание поверхностей, которые служат технологическими базами на всех операциях механической обработки. Обосновать выбор черновых и чистовых баз. При этом необходимо руководствоваться следующими соображениями:

– в качестве черновых баз на первых операциях назначают те элементы, относительно которых обрабатываются будущие чистовые базы, и используют черновые базы только один раз. К поверхностям, используемым в качестве черновых баз, предъявляют следующие требования:

- а) их припуски и уклоны должны быть минимальными;
- б) эти поверхности должны быть без следов прибылей и других дефектов заготовки;
- в) они не должны являться поверхностями разъема;
- г) должны принадлежать матрице (а не пуансону) при штамповке и форме (а не стержню) при отливке;
- д) должны иметь наиболее высокую точность размеров и качество поверхности заготовок;
- е) в качестве черновых баз целесообразно использовать те поверхности заготовки, которые останутся необработанными в готовой детали;

– в качестве чистовых технологических баз следует принимать те элементы детали, которые являются базами конструкторскими и измерительными, что уменьшает погрешность базирования, так как выполняется принцип совмещения баз;

– строить обработку целесообразно таким образом, чтобы чистовые технологические базы были одними и теми же на протяжении всего технологического процесса, что обеспечивает выполнение принципа постоянства баз и является предпосылкой для увязки баз черновых и чистовых;

– смена чистовых баз целесообразна в том случае, если необходимо выполнить принцип совмещения баз для обеспечения нулевой погрешности базирования.

### **3.6 Обоснование принятого маршрута обработки в целом**

В данном подразделе требуется дать обоснование принятой структуры технологического процесса с использованием рекомендаций [6].

### **3.7 Расчет припусков на механическую обработку**

В курсовом проекте расчетно-аналитическим методом определяются припуски и межоперационные размеры в отношении наиболее точной поверхности по методике, приведенной в литературе [5], [8], [12].

Исходными данными для расчета являются:

- метод получения заготовки;
- размер поверхности по чертежу детали;
- маршрут обработки поверхности.

Расчеты сводятся в табл. 3.

Для точной поверхности строится схема расположения припусков и допусков.

На все остальные обрабатываемые поверхности припуски и допуски назначают на основе опытно-статистического метода по таблицам в соответствии с ГОСТ 26645–85 и ГОСТ 7505–89.

Таблица 3

Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности

Технологические переходы	Элементы припуска, мкм				$2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ ( $l_p$ ), мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельный размер, мм		Предельное значение припуска, мкм	
	$Rz$	$T$	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{\min}$ ( $l_{\min}$ )	$d_{\max}$ ( $l_{\max}$ )	$2Z_{\min}^{np}$ ( $Z_{\min}^{np}$ )	$2Z_{\max}^{np}$ ( $Z_{\max}^{np}$ )
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Итого	—	—	—		—	—	—	—	—	...	...

### 3.8 Расчет режимов резания

В курсовом проекте необходимо выполнить расчет припусков для двух разнохарактерных операций.

При этом в пояснительной записке приводятся расчеты режимов резания для одной операции, выполненные по эмпирическим формулам [13], а для другой операции – по нормативным данным [11]. На остальные операции режимы резания рекомендуется определять по нормативным данным и результаты расчетов следует представить в форме сводной таблицы 4. В эту же таблицу записывается основное время, определенное с использованием установленной величины минутной подачи.

Таблица 4

Сводные данные по расчетам режимов резания

Наименование операции, перехода	$D$ , мм	$i$	$L_{p.x}$ , мм	$t$ , мм	$S_o$ , мм/об	$S_m$ , мм/мин	$V$ , м/мин	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$T_o$ , мин	$N_p$ , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Расчет режимов резания для всех операций начинается с описания исходных условий обработки, которые включают:

- номер и наименование операции;
- краткое содержание операции;
- наименование и модель станка;
- наименование режущего инструмента, его размеры, марку материала режущей части.

Далее определяется глубина резания.

Выбирается подача в зависимости от глубины резания по [11]. Справочные значения подачи корректируются и принимаются окончательно по паспортным данным станка выбранной модели.

Скорость резания рассчитывается по формулам теории резания или нормативам. По полученному значению скорости определяется расчетная частота вращения шпинделя. Полученное значение частоты вращения корректируется по паспорту станка. По принятой частоте вращения определяется действительная скорость резания.

### 3.9 Расчет технических норм времени

Расчет норм времени выполняется также для всех операций в соответствии с методикой, представленной в [16].

На одну проектируемую операцию механической обработки назначение норм времени должно быть выполнено с подробным описанием выбора и расчета элементов штучного или штучно-калькуляционного времени.

На все остальные операции назначение норм времени выполняется с заполнением сводной таблицы 5 норм времени.

Таблица 5

Сводные данные по расчетам технических норм времени  
по операциям, мин

Номер и наименование операции	$T_0$	$T_v$			$T_{оп}$	$T_{об}$		$T_{от}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$n$	$T_{шт-к}$
		$T_{ус}$	$T_{уп}$	$T_{из}$		$T_{тех}$	$T_{орг}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

При определении норм времени основное время на каждую операцию должно быть назначено по сводной таблице режимов резания.

В картах комплекта документов (операционных и маршрутных) величина основного, вспомогательного, штучного или штучно-калькуляционного, а также подготовительно-заключительного времени и объема партий обрабатываемых деталей должна соответствовать сводной таблице норм времени.

Общие рекомендации [5, 9, 12].

### 3.10 Маршрутно-операционный технологический процесс изготовления детали

Маршрутно-операционный технологический процесс изготовления детали представляется в подразделе в виде табл. 6.

Таблица 6

#### Маршрутно-операционная запись технологического процесса изготовления детали

Шифр записи и номер строки		Содержание записи
1		2
А	01	010 Токарная
Б	02	16К20
Г	03	Патрон ...; центр ...; штангенциркуль ...; сверло ...; резцы ... Установить и снять заготовку; Подрезать торец ..., сверлить центровое отверстие ...; Поджечь заготовку центром задней бабки; Точить поверхность, выдерживая размеры ... (за два прохода); Точить поверхность, выдерживая размеры ... с образованием фаски...; Точить поверхность, выдерживая размеры ... предварительно; Контроль
О	04	
	05	
	06	
	07	
	08	
	09	
	10	
	11	
А	01	020 Вертикально-сверлильная
...		...

### 3.11 Размерный анализ технологического процесса

В данном разделе производится расчет значений припусков и конструкторских размеров, обеспечиваемых спроектированным технологическим процессом.

Для этого по размерной схеме технологического процесса и графу технологических размерных цепей находится соответствующая размерная цепь. Записывается уравнение размерной цепи и рассчитывается значение замыкающего звена. Расчеты представляются в форме табл. 7.

Таблица 7

#### Расчет значений припусков и конструкторских размеров

Проверяемые размеры	Схемы размерных цепей	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев
1	2	3
...	...	...



Решение технологических размерных цепей по диаметральному размеру представляем в сводим в табл. 8.

Таблица 8

Расчет значений припусков и технологических размеров

Определяемый размер	Схема цепи	Расчетное и исходное уравнение	Значение припуска, мм	Значение размера, мм
1	2	3	4	5
...	...	...	...	...

### Заключение

В нем в краткой форме излагаются общие выводы по курсовому проекту, его особенности и оригинальность, приводятся наиболее существенные отличия принятого варианта технологического процесса от других возможных вариантов. Отмечается применение современных прогрессивных технологий, оборудования, инструмента и приспособлений. Отражается использование новых высокопроизводительных методов обработки.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Афонькин, М. Г. Производство заготовок в машиностроении / М. Г. Афонькин, М. В. Магницкая. – Л. : Машиностроение, 1987. – 256 с.

2 Балабанов, А. Н. Технологичность конструкции машин / А. Н. Балабанов. – М. : Машиностроение, 1987. – 356 с

3 Быстренков, В. М. Основы технологии машиностроения : метод. указания по курсовому проектированию по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» заоч. формы обучения/ В. М. Быстренков, М. П. Кульгейко – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 27 с.

4 Галкин, М. Г. Практика технологического размерного анализа: учеб.-метод. пособие/ М. Г. Галкин, А. С. Смагин. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 107 с.

5 Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для машиностр. специальностей / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск : Выш. шк., 1983. – 256 с

6 Петришин, Г. В. Основы технологии машиностроения : практикум по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» дневной формы обучения / Г. В. Петришин, А. В. Петухов – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 160 с.

7 Проектирование технологических процессов в машиностроении : метод. пособие / Н. В. Лысенко, Н. В. Носов – Самара : Самар. гос. техн. ун-т., 2008. – 90 с.

8 Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении : учеб. пособие / В. В. Бабук [и др.] ; под общ. ред. В. В. Бабука. – Минск : Выш. шк., 1987. – 255 с.

9 Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / И. П. Филонов [и др.] ; под общ. ред. И. П. Филонова. – Минск : Технопринт, 2003. – 910 с.

10 Размерный анализ технологических процессов / В. В. Матвеев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1982. – 264 с.

11 Режимы резания металлов : справочник / под ред. Ю. В. Барановского. – М.а : Машиностроение, 1972. – 408 с.

12 Сборник практических работ по технологии машиностроения : учеб. пособие / А. И. Медведев [и др.] ; под ред. И. П. Филонова – Минск : БНТУ, 2003. – 486 с.

13 Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2 / под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. – 944 с.

14 Технологичность конструкции изделия: справочник/ Ю. Д. Амиров [и др.] ; под общ. ред. Ю. Д. Амирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 768 с.

15 Технология машиностроения. Курсовое проектирование / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. К. Шелега. – Минск : Выш. шк., 2013. – 311 с.

16 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие/ М. Ф. Пашкевич [и др.] ; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск : Изд-во Гревцова, 2010. – 400 с.

17 Шашок, А. В. Элементы размерного анализа технологических процессов механической обработки деталей машин : учеб. пособие для студентов всех форм обучения направления 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / А. В. Шашок. – Рубцовск : индустр. ин-т, 2013. – 97 с.

18 ГОСТ 1.106–95. Общие требования к текстовым документам.

19 ГОСТ 2.104–2006. Основные надписи.

20 ГОСТ 2.105–95 Общие требования к текстовым документам.

21 ГОСТ 2.301–68. Форматы.

22 ГОСТ 2.303–68. Линии.

23 ГОСТ 2.316–2008. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения.

24 ГОСТ 3.1103–82. Основные надписи.

25 ГОСТ 3.1105–84. Формы и правила оформления документов общего назначения.

26 ГОСТ 3.1107–81. Опоры, зажимы и установочные устройства.

27 ГОСТ 3.1118–82. Формы и правила оформления маршрутных карт.

28 ГОСТ 3.1119–83. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на едичные технологические процессы.

29 ГОСТ 3.1120–83. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.

30 ГОСТ 3.1125–83. Конструирование литых заготовок.

31 ГОСТ 3.1404–86. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

32 ГОСТ 3.1507–85. Правила оформления документов на испытания.

33 ГОСТ 3.1702–79. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

34 ГОСТ 7.1–2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

35 ГОСТ 8.417–81. Государственная система обеспечения единства измерений единицы физических величин.

36 ГОСТ 14.204–73. Единая система технологической подготовки производства.

37 ГОСТ 23.002–75. Обеспечение износостойкости изделий. Трение, изнашивание и смазка.

38 ГОСТ 2590–88. Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент.

39 ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

40 ГОСТ 7829–70. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые ковкой на молотах. Припуски и допуски.

41 ГОСТ 8479–70. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия.

42 ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

43 ГОСТ 30893.1–2002. Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски.

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине «Основы технологии машиностроения»

Тема «Разработать технологический процесс механической обработки детали  
(*наименование детали*) с размерным анализом чертежа и технологическим  
процессом её изготовления»

Выполнил студент  
гр. (*номер группы, Ф.И.О*)

Принял преподаватель  
(*Ф.И.О.*)

Гомель 2022

*Рис. П.1.* Пример оформления титульного листа курсового проекта

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени П.О. СУХОГО»

Наименование факультета \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Л. Стасенко  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ

по курсовому проектированию  
по дисциплине «Основы технологии машиностроения»

I

Студенту группы \_\_\_\_\_

1. Тема проекта Разработать технологический процесс механической обработки детали с размерным анализом чертежа и технологическим процессом ее изготовления

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к проекту: \_\_\_\_\_

3.1 Чертеж детали \_\_\_\_\_

3.2 Тип производства \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Введение

1. Размерный анализ чертежа детали и анализ технологичности конструкции детали

2. Выбор метода получения заготовки

3. Выбор и обоснование маршрута обработки отдельных поверхностей детали

4. Выбор технологических баз

5. Обоснование принятого маршрута обработки в целом

6. Расчет припусков на механическую обработку

7. Расчет режимов резания

8. Техническое нормирование

9. Маршрутно-операционный технологический процесс изготовления детали

10. Размерный анализ технологического процесса

Заключение

Литература

Рис. П.2 .Пример бланка задания на курсовой проект (первая страница)

Приложение Комплект документов на технологический процесс механической обработки

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков)

5.1 Чертеж детали – 0.25 листа формата А1

5.2 Чертеж заготовки – 0.25 листа формата А1

5.3 Операционные эскизы – 2 листа формата А1

5.4 Размерный анализ – 2 листа формата А1

6. Консультанты по проекту (с указанием разделов проекта)

7. Дата выдачи задания

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов)

1. Размерный анализ чертежа детали

2. Выбор метода получения заготовки

3. Выбор и обоснование маршрута обработки отдельных поверхностей детали

4. Выбор технологических баз

5. Обоснование принятого маршрута обработки детали в целом

6. Расчет припусков на механическую обработку

7. Расчет режимов резания

8. Техническое нормирование

9. Маршрутно-операционный технологический процесс

10. Размерный анализ технологического процесса

11. Оформление пояснительной записки

Руководитель

(подпись, Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению

(дата и подпись студента)

Рис. П.3. Пример оформления титульного листа курсового проекта (вторая страница)

Дубл.				ГОСТ 3.1105-84				Форма 2			
				Взам.							
Подл.											
<b>ГГТУ</b> <b>им. П.О. Сухого</b>											
<b>МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ</b> <b>РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>											
СОГЛАСОВАНО								УТВЕРЖДАЮ			
_____								_____			
_____								_____			
_____								_____			
<b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b> <b>на технологический процесс</b> <b>механической обработки</b>											
Консультант								Разработал студент			
_____								_____			
_____								_____			
_____								_____			
_____								_____			
_____								_____			
Внедрено в производство								Комплект документов			
Акт № _____								Соответствует			
Дата _____											
ТЛ											

Рис. П.4. Форма титульного листа комплекта документов на технологический процесс



Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
Разраб.																						
ИГТУ им. П.О. Сухого																						
Н. контр.																						
M01																						
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры				КД	МЗ							
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Плз.	Лит-к.				
A 03																						
B 04																						
05																						
06																						
07																						
08																						
09																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
MK																						

Рис. П.5. Форма маршрутной карты (первый лист)

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования					CM	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тп.з.	Тшт.к.				
01																				
02																				
03																				
04																				
05																				
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
МК																				

Рис. П.6. Форма маршрутной карты (последующие листы)

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
Разраб.				ГТУ им. П.О. Сухого																
Консульт.																				
Н. контр.																				
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД		Профиль и размеры			МЗ	КОИД					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.		Тшт-к.		СОЖ								
Р			ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V									
01																				
02																				
03																				
04																				
05																				
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				
OK																				

Рис. П.7. Форма операционной карты (первый лист)





ГОСТ 3.11105-84

Форма 7

Дубл.											
Взам.											
Подл.											
Разраб.				ГГТУ им. П.О. Сухого							
Консульт.											
Н. контр.											
КЭ											

Рис. П.9. Форма карты эскизов (первый лист)

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7а		
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
КЭ														

Рис. П.10. Форма карты эскизов (последующие листы)

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
Разраб.																							
Консульт.																							
Н. контр.																							
Наименование операции										Наименование, марка материала										МД			
Наименование оборудования										То		Тв		Обозначение ИОТ									
Р	Контролируемые параметры				Код средств ТО				Наименование средств ТО				Объем и ПК		То/Тв								
01																							
02																							
03																							
04																							
05																							
06																							
07																							
08																							
09																							
10																							
11																							
ОКТК																							

Рис. П.11. Форма операционной карты технического контроля (первый лист)

										ГОСТ 3.1507-85				Форма 2а	
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
Р	Контролируемые параметры				Код средств ТО				Наименование средств ТО				Объем и ПК	Го/Тв	
01															
02															
03															
04															
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
ОКТК															

Рис. П.12. Форма операционной карты технического контроля (последующие листы)



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1 Содержание и организация курсового проектирования .....	4
1.1 Цель и задачи курсового проектирования .....	4
1.2 Тема, состав и объем курсового проекта .....	5
1.3 Организация курсового проектирования .....	7
2 Общие правила оформления курсового проекта .....	8
2.1 Оформление пояснительной записки .....	8
2.2 Оформление графической части проекта .....	9
2.3 Оформление технологической документации .....	12
3 Методика выполнения курсового проекта .....	14
3.1 Служебное назначение и анализ технологичности конструкции детали .....	14
3.2 Размерный анализ чертежа детали .....	17
3.3 Выбор метода получения заготовки .....	18
3.4 Выбор и обоснование маршрута обработки отдельных поверхностей детали .....	19
3.5 Выбор технологических баз .....	19
3.6 Обоснование принятого маршрута обработки в целом .....	21
3.7 Расчет припусков на механическую обработку .....	21
3.8 Расчет режимов резания .....	22
3.9 Расчет технических норм времени .....	23
3.10 Маршрутно-операционный технологический процесс изготовления детали .....	24
3.11 Размерный анализ технологического процесса .....	24
Заключение .....	25
Литература .....	26
Приложение .....	29

# **ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Учебно-методическое пособие  
по курсовому проектированию для студентов  
специальностей 1-36 01 01 «Технология  
машиностроения» и 1-53 01 01 «Автоматизация  
технологических процессов  
и производств (по направлениям)»  
дневной и заочной форм обучения**

**Составитель Акулова Елена Михайловна**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 29.11.23.

Рег. № 59Е.  
<http://www.gstu.by>