




**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Калужский филиал

Факультет Агротехнологий, инженерии и землеустройства  
Кафедра Механизации сельскохозяйственного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. директора по учебной работе

 Е.С. Хропов

« 25 » 06 2021 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО  
ПРОЕКТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
Б1.В.ДВ.01.01.01 ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.06 Агроинженерия


Направленность: Технический сервис в АПК

Курс 3

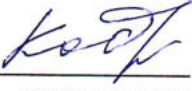
Семестр 6

Форма обучения очная, заочная

Калуга, 2021

Разработчик:  С.А.Плахов, к.т.н., доцент кафедры Механизации сельскохозяйственного производства КФ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

«25» 06 2021 г.

Рецензент:  Кодинцев Н.П.: канд. техн. наук, доцент кафедры Механизации сельскохозяйственного производства КФ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

«25» 06 2021 г.

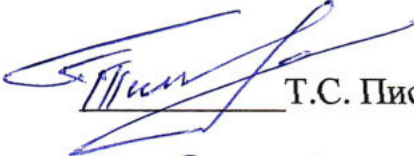
Методические указания обсуждены на заседании кафедры Механизации сельскохозяйственного производства протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Зав. кафедрой  Ф.Л. Чубаров

«25» 06 2021 г.


**Согласовано:**

Начальник УМЧ

 Т.С. Писаренко


«25» 06 2021 г.

Декан факультета Агротехнологий,  
инженерии и землеустройства

 С.Д. Малахова

«25» 06 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению 35.03.06 Агроинженерия

 Чубаров Ф.Л.

«25» 06 2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. Цель и задачи Курсового проекта .....	4
2. Перечень планируемых результатов выполнения Курсового проекта по дисциплине «Технология сельскохозяйственного машиностроения», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	5
3. Структура Курсового проекта .....	5
4. Порядок выполнения Курсового проекта .....	7
4.1 Выбор темы .....	7
4.2 Составление плана выполнения Курсового проекта .....	7
4.3 Требования к разработке структурных элементов Курсового проекта .....	8
4.3.1 Разработка введения .....	8
4.3.2 Разработка основной части Курсового проекта .....	8
4.3.3 Разработка заключения/выводов .....	9
5. Требования к оформлению Курсового проекта .....	9
5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011) .....	9
5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5) .....	9
5.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95) .....	10
5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95) .....	10
5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95) .....	11
5.6 Электронные ресурсы .....	12
5.7 Оформление графических материалов .....	12
5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95) .....	12
5.9 Требования к лингвистическому оформлению Курсового проекта .....	12
5.10. Порядок защиты Курсового проекта .....	13
6. Пример выполнения Курсового проекта .....	14
6.1 Введение, задачи работы .....	15
6.2 Служебное назначение и техническая характеристика изделия и деталей .....	15
6.3 Определение вида производства и его характеристика .....	15
6.4 Выбор вида заготовки и метода ее получения .....	17
6.4.1 Общие рекомендации .....	17
6.4.2 Заготовки рабочих колес центробежных насосов .....	17
6.4.3 Заготовки валов насосов .....	19
6.5. Анализ технологичности конструкции изделия .....	19
6.6 Составление маршрута технологического процесса .....	23
6.7 Оформление технологической документации .....	24
6.8 Проектирование приспособления .....	26
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение Курсового проекта .....	30
8. Методическое, программное обеспечение Курсового проекта .....	30
8.1 Методические указания и методические материалы к Курсовому проекту .....	30
8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) для выполнения Курсового проекта .....	30
Приложение А .....	32
Приложение Б .....	33
Приложение В .....	34
Приложение Г .....	35
Приложение Д .....	36

## АННОТАЦИЯ

### Курсового проекта по учебной дисциплине Б1.В.ДВ.01.01.01 Технология сельскохозяйственного машиностроения для подготовки бакалавра по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Технический сервис в АПК

Машины сельскохозяйственного назначения играют огромную роль в хозяйственной деятельности человека. К числу наиболее распространенных относятся колесные машины (КМ), имеющие разнообразное конструктивное и технологическое назначение и обеспечивающие большую часть транспортных и технологических операций. В связи с чем, при подготовке квалифицированных кадров по направлению 35.03.06 Агроинженерия основополагающее место занимает изучение курса «Технология сельскохозяйственного машиностроения» как дисциплины, обобщающей связь между общетехническими предметами и специальными.

Курсовой проект имеет *конструкторско - технологический* характер и представляет собой творческую и самостоятельную работу студента.

Методические указания для выполнения Курсового проекта имеют своей целью научить студентов системному подходу к решению комплексных вопросов, связанных с расчетом и модернизацией систем, агрегатов, узлов и механизмов, правильно применять теоретические знания, практические навыки и умения, обучить студентов навыкам использования руководящей, патентной и справочной информацией, знанию основных положений стандартов ЕСКД, закрепить знания, полученные при изучении общетехнических и специальных дисциплин, а также обеспечить единообразное оформление курсовых проектов без ограничения творческих инициатив студентов.

#### 1.Цель и задачи Курсового проекта

Выполнение Курсового проекта по дисциплине «Технология сельскохозяйственного машиностроения» для направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия направленности «Технический сервис в АПК» проводится с целью сформировать общие профессиональные знания и навыки в области проектирования технологических процессов; их оснащения для производства с/х машин и аппаратов и их технической эксплуатации. Закрепления, систематизации и расширения теоретических и практических знаний по специальности и применение этих знаний для решения конкретных научных, технических и технологических задач: -развитие навыков самостоятельной работы и овладение методикой исследования при выполнении проектных заданий.

*Курсовой проект позволяет решить следующие задачи:*

##### *Цели проектирования*

- формирование навыков выполнения конструкторско-технологических расчетов и оформления соответствующей документации при проектировании и разработке технологических процессов в автомобиле- и тракторостроении;
- формирование навыков технического нормирования технологических операций в определенных производственных условиях;
- формирование навыков технологической подготовки производства продукции требуемого уровня качества;

##### *Задачи проектирования:*

- спроектировать заготовку;
- спроектировать технологический процесс обработки детали;
- разработать технологию сборки отдельного узла наземного транспортного средства;
- разработать технологию модернизации наземного транспортного средства;

## 2. Перечень планируемых результатов выполнения Курсового проекта по дисциплине «Технология сельскохозяйственного машиностроения», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Реализация в курсовой работе (проекте) по дисциплине «Технология сельскохозяйственного машиностроения» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 Агроинженерия направленность подготовки «Технический сервис в АПК» должна формировать следующие компетенции, представленные в таблице 1:

*Универсальные (УК):*

УК-2 - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

- УК-2.2 - Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.

*Профессиональные (ПКос):*

- ПКос-4 - Способен осуществлять производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники и оборудования.

- ПКос-4.1 - Обосновывает методы обеспечения надежности сельскохозяйственной техники и оборудования.

- ПКос-4.4 - Определять при разработке технологических карт норму времени на операцию, квалификацию исполнителя работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники.

## 3. Структура Курсового проекта

Структура Курсового проекта определяется кафедрой самостоятельно с учётом требований к результатам подготовки специалистов данного направления; характера Курсового проекта, специфики учебной дисциплины и т.д.

По объему Курсовой проект должен быть **не менее 30-35 страниц** печатного текста.

Таблица 2 - Структура Курсового проекта и объем отдельных разделов

№ п/п	Элемент структуры Курсового проекта	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист ( <i>Приложение А</i> )	1
2	Задание	1
3	Аннотация	1
4	Содержание	1-2
5	Обозначения и сокращения (при наличии)	1
6	Введение	1-2
7	Основная часть	
7.1	Теоретическая часть (теоретические и методические основы исследуемого вопроса)	
7.2	Практическая часть	
8	Заключение	
9	Предложения и рекомендации по теме исследования с обоснованием их целесообразности и эффективности	по необходимости
10	Библиографический список	не менее 5 источников
11	Приложения (включают примеры входных и выходных данных)	по необходимости

Методические указания по выполнению Курсового проекта дисциплины «Технология сельскохозяйственного машиностроения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Таблица 1 – Требования к результатам выполнения Курсового проекта по учебной дисциплине

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-2 -	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2 - Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	методы проектирования новой техники и технологии	выбирать при проектировании необходимое технологическое оборудование и технологическую оснастку	навыками проектирования новой техники и технологии
2.	ПКос-4	Способен осуществлять производственный контроль параметров технологических процессов, качества продукции и выполненных работ при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники и оборудования	ПКос - 4.1 - Демонстрирует знания по теории надежности сельскохозяйственной техники и оборудования	Основу теории надежности сельскохозяйственной техники и оборудования	Применять на практике законы теории надежности сельскохозяйственной техники и оборудования	Навыками обеспечения надежности сельскохозяйственной техники и оборудования
			ПКос-4.4 Определять при разработке технологических карт норму времени на операцию, квалификацию исполнителя работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники	основные принципы проектирования технологических процессов механической обработки	профессионально эксплуатировать машины, технологическое оборудование и электроустановки	профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок

## 4. Порядок выполнения Курсового проекта

### 4.1 Выбор темы

Обучающийся самостоятельно выбирает тему Курсового проекта из предлагаемого списка тем, или может предложить свою тему при условии обоснования им её целесообразности. Тема может быть уточнена по согласованию с руководителем Курсового проекта.

Тематика Курсового проекта определяется техническим заданием, разработанным руководителем и утвержденным заведующим кафедрой. Студенты могут предложить руководителю скорректировать формулировку пунктов технического задания исходя из своего интереса к проблеме, личными предпочтениями, возможностями получения материалов и другими обстоятельствами.

При выдаче задания на выполнение Курсового проекта руководитель сообщает студенту тему, утвержденное техническое задание, уточняется содержание и график выполнения разделов РПЗ и листов графической части.

Задание на проектирование и график выполнения оформляются в двух экземплярах на специальном бланке, подписываются руководителем работы, утверждаются заведующим кафедрой, датируется днём выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью обучающегося в указанном журнале и на бланке задания.

Таблица 3 – Примерная тематика курсовых работ по дисциплине «Технология сельскохозяйственного машиностроения»

№ п/п	Тема Курсового проекта
1	Разработка технологического процесса изготовления рабочего колеса насоса системы охлаждения двигателя
2	Разработка технологического процесса изготовления штока гидроцилиндра
3	Разработка технологического процесса изготовления гильзы гидроцилиндра
4	Разработка технологического процесса изготовления шестерни ведущего вала
5	Разработка технологического процесса изготовления крышки подшипника
6	Разработка технологического процесса изготовления ротора насоса высокого давления
7	Разработка технологического процесса изготовления корпуса шестеренного насоса
...	Разработка технологического процесса изготовления плунжера топливного насоса

Выбор темы Курсового проекта регистрируется в журнале регистрации курсовых проектов на кафедре.

### 4.2 Составление плана выполнения Курсового проекта

Выбрав тему, определив цель, задачи, структуру и содержание Курсового проекта необходимо совместно с руководителем составить план-график выполнения Курсового проекта с учетом графика учебного процесса (табл. 4).

Таблица 4 – Примерный план-график выполнения Курсового проекта

№	Наименование действий	№ недели семестра
1	Выбор темы	1
2	Получение задания по курсовом проекте	1
3	Уточнение темы и содержания Курсового проекта	2

4	Составление библиографического списка	2
5	Изучение научной и методической литературы	3
6	Сбор материалов, подготовка плана Курсового проекта	4
7	Анализ собранного материала	4
8	Предварительное консультирование	5
9	Написание теоретической части	6-10
10	Проведение исследования, получение материалов исследования, обработка данных исследования, обобщение полученных результатов	9-10
11	Представление руководителю первого варианта Курсового проекта и обсуждение представленного материала и результатов	11
12	Составление окончательного варианта Курсового проекта	12-14
13	Заключительное консультирование	15
14	Рецензирование Курсового проекта	16
15	Защита Курсового проекта	17

### **4.3 Требования к разработке структурных элементов Курсового проекта**

#### **4.3.1 Разработка введения**

Введение должно содержать основные вопросы проектирования технологических процессов механической обработки деталей. Освещать также тематику, состав, объем, структурное построение оформления работы. Давать оценку современного состояния и использования материально-технической базы механообрабатывающих предприятий, перспективы их развития, а также новые прогрессивные методы обработки и получения деталей машин сельскохозяйственного назначения. Технического обслуживания, ремонта и хранения сельскохозяйственных машин в поддержании их работоспособности и восстановлении исправности.

#### **4.3.2 Разработка основной части Курсового проекта**

##### *Теоретическая часть*

Включает в себя:

- анализ детали модернизируемого узла наземного транспортно-технологического средства и проектирование заготовки;
- описание разрабатываемой технологии механической обработки детали модернизируемого узла наземного транспортно-технологического средства;
- описание разрабатываемой технологии сборки модернизируемого узла наземного транспортно-технологического средства;
- определение вида производства и его характеристика;
- выбор заготовки и методов ее изготовления;
- отработка конструкции детали на технологичность;
- разработка маршрутного технологического процесса изготовления детали;
- разработка технологических операций и маршрутно-операционного технологического процесса;
- расчет режимов резания;
- проектирование приспособления (при наличии);
- заключение;

##### *Графическая часть*

Включает в себя:

- рабочие чертежи заготовки и детали модернизируемого узла или системы наземного транспортно-технологического средства 2,0 листа формата А2;
- маршрутную карту изготовления детали модернизируемого узла или системы наземного транспортно-технологического средства 1,0 лист формата А1;



- маршрутную карту и технологическую схему сборки модернизируемого узла или системы наземного транспортно-технологического средства 1,0 лист формата А1;
- маршрутную карту оказания услуги по установке модернизируемого узла или системы наземного транспортно-технологического средства 1,0 лист формата А1;
- - технологические эскизы обработки заготовок 1,0 формата А1;
- - общий вид станочного или сборочного приспособления (при наличии) 1,0 формата А1

Общий объем графической части составляет не менее 4 листов формата А1.

#### 4.4.3 Разработка заключения/выводов

Основное назначение заключения/выводов - резюмировать содержание Курсового проекта, подвести итоги проведенных исследований, соотнеся их с целью и задачами исследования, сформулированными во введении.

В заключении необходимо оценить тип производства, эффективность использования металлорежущего оборудования, коэффициент использования материала при проектировании заготовки, технологичность детали, выбор и расчет приспособления и т.д.

### 5. Требования к оформлению Курсового проекта

#### 5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011)

1. Курсовой проект должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А 4 (210x297 мм).
2. Поля: с левой стороны - 25 мм; с правой - 10 мм; в верхней части - 20 мм; в нижней - 20 мм.
3. Тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полуторный. Абзацный отступ – 1,25 см.
4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине верхнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Рецензия - страница 2, затем 3 и т.д.
5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.
6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.
7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.
8. В работе необходимо чётко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторов и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.
9. На последней странице Курсового проекта ставятся дата окончания работы и подпись автора.
10. Законченную работу следует переплести в папку.

Написанный и оформленный в соответствии с требованиями Курсовой проект обучающийся регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней.

#### 5.2 Оформление ссылок (ГОСТР 7.0.5)

При написании Курсового проекта необходимо давать краткие внутритекстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. Например: По мнению Ван Штраалена, существуют по крайней мере три случая, когда биоиндикация становится незаменимой [7].

Допускается внутритекстовую библиографическую ссылку заключать в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. Например, (Черников, Соколов 2018).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. Например, [10, с. 81]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В данном случае пропущенные слова заменяются многоточием.

### **5.3 Оформление иллюстраций (ГОСТ 2.105-95)**

На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (*например*: Рисунок 1.1).

Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 - Жизненные формы растений

Точка в конце названия не ставится.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Независимо от того, какая представлена иллюстрация - в виде схемы, графика, диаграммы - подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диагр. 1.5» не допускаются.

Схемы, графики, диаграммы (если они не внесены в приложения) должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте Курсового проекта/проекта. Допускается размещение иллюстраций через определенный промежуток текста в том случае, если размещение иллюстрации непосредственно после ссылки на нее приведет к разрыву и переносу ее на следующую страницу.

Если в тексте документа имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций, а для электро- и радиоэлементов - позиционные обозначения, установленные в схемах данного изделия.

Исключение составляют электро- и радиоэлементы, являющиеся органами регулировки или настройки, для которых (кроме номера позиции) дополнительно указывают в подрисуночном тексте назначение каждой регулировки и настройки, позиционное обозначение и надписи на соответствующей планке или панели.

Допускается, при необходимости, номер, присвоенный составной части изделия на иллюстрации, сохранять в пределах документа.

Для схем расположения элементов конструкций и архитектурно-строительных чертежей зданий (сооружений) указывают марки элементов. При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита.

### **5.4 Общие правила представления формул (ГОСТ 2.105-95)**

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект.

Большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Это касается также и всех нумеруемых формул. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, отделенных от текста, можно подать в одной строке, а не одну под одну. Небольшие и несложные формулы, которые не имеют самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента нужно подавать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы нужно выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной свободной строки. Если уравнение не вмещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=), или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в следующем тексте.

Порядковые номера помечают арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы без точек от формулы к ее номеру. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой (Например, 4.2). Номер, который не вмещается в строке с формулой, переносят ниже формулы. Номер формулы при ее перенесении вмещают на уровне последней строки. Если формула взята в рамку, то номер такой формулы записывают снаружи рамки с правой стороны напротив основной строки формулы. Номер формулы-дроби подают на уровне основной горизонтальной черточки формулы.

Номер группы формул, размещенных на отдельных строках и объединенных фигурной скобкой, помещается справа от острия парантеза, которое находится в середине группы формул и направлено в сторону номера.

Общее правило пунктуации в тексте с формулами такое: формула входит в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру.

### **5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)**

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например*: Таблица 1.2). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (*например*: Приложение 2, табл. 2).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например*: Таблица 3 – Аккумуляция углерода в продукции агроценозов за 1981-2015 гг.).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (*например*: Продолжение таблицы 3).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно

предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но заголовков столбцов и строк таблицы должны быть отделены линией от остальной части таблицы.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

## **5.6 Электронные ресурсы**

1. Суров, В.В. Продуктивность звена полевого севооборота / В.В. Суров, О.В. Чухина // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – №4(8) [Электронный журнал]. – С.18-23. – Режим доступа: URL [molochnoe.ru/journal](http://molochnoe.ru/journal).

2. Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrkomi.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2014).

## **5.7 Оформление графических материалов**

Графическая часть выполняется на одной стороне белой чертёжной бумаги в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68 формата А1 (594x841). В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68\* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68\* «Линии»; ГОСТ 2.304-81\* «Шрифты», ГОСТ 2.305-68\*\* «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т. д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-68\*. Оформления основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС.

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС (ГОСТ 21)) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы, приложение Г.

## **5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95)**

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху по середине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовков, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

## **5.9 Требования к лингвистическому оформлению Курсового проекта**

Курсовой проект должен быть написан логически последовательно, 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 по-

строенные 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.

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты.

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте Курсового проекта/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 Курсового проекта/проекта значение.

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

#### **5.10. Порядок защиты Курсового проекта**

Порядок защиты Курсового проекта разрабатывается кафедрой самостоятельно. Ответственность за организацию и проведение защиты Курсового проекта возлагается на заведующего кафедрой и руководителя выполнения Курсового проекта. Заведующий кафедрой формирует состав комиссии по защите курсовых работ, утвержденный протоколом заседания кафедры. Руководитель информирует обучающихся о дне и месте проведения защиты курсовых работ, обеспечивает работу комиссии необходимым оборудованием, проверяет соответствие тем представленных курсовых работ примерной тематике.

К защите могут быть представлены только работы, которые получили положительную рецензию. Не зачтенная работа должна быть доработана в соответствии с замечаниями руководителя в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Защита курсовых работ проводится до начала экзаменационной сессии.

В соответствии с установленными правилами Курсовой проект оценивается по следующей шкале:

Оценка	Критерии
Отлично	Доклад длится 5-7 мин. В ходе защиты автор уверенно и аргументировано отвечает на задаваемые комиссией вопросы, показывает глубину и полную проработку рассматриваемой предметной области.
Хорошо	Длительность доклада близка к установленному регламенту. В ходе защиты студент достаточно полно и обоснованно отвечает на вопросы и замечания членов комиссии. Процесс защиты демонстрирует достаточно проработку тематики курсового проекта. Вместе с тем, в ходе доклада и дискуссии в речи и ответах на вопросы имеется ряд недостатков, не имеющих принципиального характера, но свидетельствующих о недоскональной проработке материала.
Удовлетворительно	Длительность доклада отличается от установленного регламента. В ходе защиты студент демонстрирует слабые знания предметной области. Речь содержит значительные фактические ошибки. Ответы на вопросы членов комиссии свидетельствуют о пробелах в понимании как междисциплинарных связей, так и показывают фрагмен-

	тарный характер знаний студента по дисциплине.
Не удовлетвори- тельно	Длительность доклада значительно отличается от установленного регламента. В процессе защиты неуверенно и логически непоследовательно излагается материал, отсутствует план доклада, студент не понимает сущности задаваемых вопросов, в ответах присутствуют грубые ошибки или студент затрудняется с ответом.

По итогам защиты за Курсовой проект выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося.

### 6. Пример выполнения Курсового проекта

Темой Курсового проекта является разработка технологического процесса изготовления заданной детали системы охлаждения двигателя. Под этим понимается не только процесс механической обработки, но и получение заготовки специальными методами литья, штамповки,ковки с разработкой стержней, ящиков, штампов, приспособлений и т.д.

Исходные данные на курсовую работу:

- чертеж детали (заготовки);
- годовая программа выпуска изделий;
- продолжительность выпуска изделий по неизменной конструкторской документации.

Чертеж детали (заготовки) или выдается преподавателем или разрабатывается студентом в рамках выполнения магистерской диссертации.

При необходимости в задании или в самой теме курсового проекта может быть указан конкретный метод изготовления детали или заготовки. Например, тема Курсового проекта может быть сформулирована так: «Спроектировать технологический процесс получения заготовки насосного колеса методом литья по выплавляемым моделям».

Пояснительная записка является основным документом курсового проекта, в котором приводится исчерпывающая информация о выполненных расчетных, технологических, конструкторских и организационно-экономических разработках.

Объем пояснительной записки должен составлять 40-60 страниц текста.

Состав и структура пояснительной записки:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- служебное назначение и техническая характеристика детали;
- определение вида производства и его характеристика;
- выбор заготовки и методов ее изготовления;
- отработка конструкции детали на технологичность;
- разработка маршрутного технологического процесса изготовления детали;
- разработка технологических операций и маршрутно-операционного технологического процесса;
- расчет режимов резания;
- проектирование приспособления (при наличии);
- список использованной литературы;
- приложения.

Общий объем графической части составляет не менее 4 листов формата А1. Графический материал включает:

- чертеж детали – 0,5...1 лист;
- технологические эскизы обработки заготовок – 2...3 листа;
- общий вид станочного или сборочного приспособления (при наличии) – 1 лист.

Последовательность и состав разработок, представляемых в пояснительной записке и графической части Курсового проекта, корректируется в зависимости от особенностей каждой темы.

### 6.1 Введение, задачи работы

Во «Введении» к Курсовому проекту описывают общие направления решения задач проектирования, обосновывают актуальность разрабатываемой темы, ее значение для повышения эффективности производства и формулируют основные задачи, поставленные перед студентами.

Рекомендуется следующая последовательность построения введения:

- 1) основные требования научно-технического прогресса к объекту производства и технологии его изготовления;
- 2) состояние и перспективы развития производства на базовом предприятии;
- 3) обоснование актуальности разработки темы курсового проекта, новизны и эффективности предлагаемых проектных решений;
- 4) основные задачи, решаемые в курсовом проекте.

При формулировании задач по п.4 особое внимание следует обратить на их практическую значимость, новизну технико-экономических решений и перспективность.

Объем введения, как правило, не превышает 2 страниц рукописного текста.

### 6.2 Служебное назначение и техническая характеристика изделия и деталей

Этот раздел ПЗ начинают с описания изделия и его общего назначения.

Описание изделия проводят после тщательного анализа конструкции собираемого изделия и функционирования его основных узлов и деталей, действующих нагрузок, изучения характера соединений и закреплений сборочных единиц и деталей, позволяющих дать полное представление о порядке работы изделия и взаимодействии его узлов и деталей.

При отсутствии отдельных данных на сборочном чертеже, например массы изделия, посадок, размеров допусков, выдерживаемых при сборке, студент должен на основании проведения необходимых обоснований и расчетов назначить их самостоятельно.

Описание должно быть развернутым, учитывая специфику работы изделия.

Объем данного раздела ПЗ составляет 2-3 страницы рукописного текста.

### 6.3 Определение вида производства и его характеристика

Вид производства зависит в основном от программы выпуска и трудоемкости изделия.

Вид производства и соответствующая ему форма организации работы определяют характер технологического процесса и его построение. Поэтому, прежде чем приступить к проектированию технологического процесса изготовления, необходимо, исходя из заданной производственной программы и характера подлежащих обработке деталей, установить, хотя бы ориентировочно, вид производства: единичное, серийное, массовое, - и соответствующую ему организационную форму технологического процесса.

На первом этапе определяется коэффициент закрепления операции  $K_{зо}$  :

$$K_{зо} = \frac{t_{д}}{t_{ш}}, \quad (1)$$

где  $t_{д}$  - такт выпуска;  $t_{ш}$  - среднее штучное время по операциям.

Такт выпуска можно определить, используя следующее соотношение

$$t_{д} = \frac{60\Phi_{д}}{N}, \quad (2)$$

где  $\Phi_{д}$  - годовой фонд времени, ч;  $N$  - годовая программа выпуска.

При односменной работе годовой фонд времени  $\Phi_{д} = 2070$  часов; при двухсменной –  $\Phi_{д} = 4140$  часов.

Для нахождения среднего штучного времени по операциям  $t_{ш}$  можно использовать данные по трудоемкости существующей на производстве аналогичной детали. Если воспользоваться заводскими данными по основным операциям обработки, то

$$t_{\text{ш}} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{\text{ш}i}}{n}, \quad (3)$$

где  $t_{\text{ш}i}$  - штучное время по  $i$ -й операции;  $n$  - число операций.

По значению коэффициента закрепления операции  $K_{30}$ , рассчитанного по формуле (1) можно принять решение о типе производства (см. табл. 1).

Таблица 1

Типы производства и соответствующие им значения коэффициента закрепления операции

Значение коэффициента закрепления операции $K_{30}$	Тип производства
1	массовое
1...10	крупносерийное
10...20	среднесерийное
20...40	мелкосерийное
больше 40	единичное

Тип производства определяет его характерные особенности с точки зрения применяемого оборудования, построения технологического процесса, использования квалификации рабочих и т.д.

Единичным называется такое производство, при котором изделия изготавливают единичными экземплярами, разнообразными по конструкции и размерам, причем повторяемость этих изделий редка или совсем отсутствует.

Единичное производство универсально, т.е. охватывает различные типы изделий, а следовательно должно быть гибким, быстропереналаживаемым.

Технологический процесс изготовления деталей при этом типе производства имеет «уплотненный» характер: на одном станке выполняется несколько операций и часто производится полная обработка заготовок разнообразных конструкций и из различных материалов.

Для единичного производства характерны следующие особенности:

- оборудование ставится по типам станков;
- используется универсальное оборудование;
- обслуживающий персонал высокой квалификации;
- длительное время обработки;
- высокая стоимость обработки;
- низкая производительность;
- высокая точность обработки.

Серийным называется производство, в котором выпуск изделий осуществляется партиями или сериями, состоящими из одноименных, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам изделий, запускаемых в производство одновременно. Основным принципом этого вида производства является изготовление всей партии целиком как в обработке деталей так и в сборке.

При серийном производстве изделия выпускаются повторяющимися сериями по неизменным чертежам. В зависимости от числа выпускаемых изделий и их повторяемости в течение года производство может быть мелко-, средне- или крупносерийным. Мелкосерийное производство приближается по организации к единичному, а крупносерийное – к массовому.

В серийном производстве технологический процесс дифференцирован. Отдельные операции закреплены за определенными станками. Используются станки универсальные, специализированные, специальные, автоматизированные, агрегатные. После окончания



изготовления одной серии деталей станки на данном производственном участке перенастраивают на изготовление других серий деталей.

Серийное производство значительно экономичнее, чем единичное, так как лучше используется оборудование, выше специализация рабочих, ниже себестоимость продукции.

Массовым называется производство, в котором при достаточно большом числе одинаковых выпусков изделий изготовление ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же повторяющихся операций.

Для массового производства характерны следующие основные признаки:

- большинство операций по обработке заготовок закрепляется за отдельными станками;
- на линии обработки имеет место непрерывное перемещение заготовок с одного рабочего места на другое;
- оборудование специализированное или специальное;
- низкая трудоемкость и стоимость обработки;
- короткий технологический цикл.

Массовое производство позволяет производить значительные затраты на оборудование, так как последнее легко окупается.

При массовом производстве имеется возможность использовать самое высокопроизводительное оборудование и технологическую оснастку. Массовое производство может быть организовано по поточному и непоточному методам. Оборудование в этом случае устанавливается в виде поточных автоматических или автоматизированных линий.

## **6.4 Выбор вида заготовки и метода ее получения**

### **6.4.1 Общие рекомендации**

Правильный выбор заготовки оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса изготовления деталей, способствует снижению удельной металлоемкости машин и уменьшению отходов.

В курсовой работе (проекте) способ получения заготовки определяют на основании чертежа детали, результатов анализа ее служебного назначения и технических требований, программы выпуска и величины серии, типа производства и экономичности изготовления.

Исходя из необходимости максимального приближения формы и размеров заготовок к параметрам готовой детали, следует рассмотреть возможность использования прогрессивных методов и способов получения заготовок, такие как литье по выплавляемым моделям, литье в оболочковые формы, литье под давлением, штамповка в закрытых штампах и др. Прогрессивные методы получения заготовок обеспечивают снижением затрат на механическую обработку и повышения качества продукции.

### **6.4.2 Заготовки рабочих колес центробежных насосов**

При выборе заготовки рабочего колеса центробежного насоса в первую очередь следует обратить внимание на материал колеса насоса. В принципе, рабочий чертеж колеса, материал колеса (литейная сталь, бронза, чугун) уже предполагает какой-то конкретный тип заготовки, например отливку или сборную сварную или паяную конструкцию из штампованных элементов.

В данном случае студенту необходимо показать связь между материалом, его технологическими свойствами и оптимальным типом заготовки. При этом, обосновав тип заготовки, студент должен выбрать конкретный способ получения заготовки, например вид литья: в песчаные формы, в кокиль, по выплавляемым моделям и др.

Если студент в рамках выпускной квалификационной или другой работы сам проектирует рабочее колесо, то у него есть некий ограниченный выбор как материала колеса, так и типа заготовки: отливка или сборная конструкция из штампованных элементов. При этом необходимо подчеркнуть, что материал рабочего колеса, а следовательно и тип заготовки зависят в первую очередь от рабочей среды. Так, например, рабочая среда требует

от материала колеса повышенных антикоррозионных свойств и в качестве материала выбрана нержавеющая сталь определенной марки. Обобщенно можно сказать, что в качестве заготовки принимается сварная сборная конструкция, так как нержавеющие стали определенных марок обладают плохими литейными свойствами.

В мелкосерийном производстве заготовки рабочих колес отливают в песчаные формы. Песчаные формы изготавливают в опоках ручным или машинным способами. При машинном формовании трудоемкость снижается в восемь и более раз.

При машинной формовке целесообразно в целях повышения точности отливок использовать металлические стержневые ящики, стержни которых изготавливаются машинным способом и собираются с помощью кондукторов.

Одним из основных показателей технологических возможностей литья в песчаные формы является минимальная толщина стенки отливки: для чугуна серого – 5 мм; ковкого – 4 мм; для стали – 7 мм, для цветных металлов – 3 мм. Для отливок серийного и массового производства стержни имеют диаметр не менее 30 мм, а для единичного и мелкосерийного – не менее 50 мм. Литье в песчаные формы имеет сравнительно невысокую точность: 14-17 квалитеты.

Метод литья в песчаные формы чаще всего используют для получения заготовок рабочих колес из алюминиевых сплавов.

Другой технологией мелкосерийного производства заготовок рабочих колес является способ изготовления со сборными элементами. Для этого используют сварку (в том числе точечную). Лопатки при сварке устанавливаются с помощью хвостовиков или по кондуктору. В последнем случае при установке лопаток пользуются круговым шаблоном с делениями.

В средне- и крупносерийном производстве центробежных насосах, где окупается дорогостоящая оснастка, применяется более совершенные технологии литья рабочих колес. Это технология отливки в песчаную форму при безопасной формовке и отливка в кокиль на центробежной машине.

При отливке в песчаную форму при безопасной формовке модели изготавливают из алюминиевого сплава, такого как АЛ18В, а стержневые ящики из чугуна СЧ18-36. Две половины модели монтируются на общей плите. Формовка каждой половины модели производится на встряхивающей формовочной машине.

К преимуществам отливки в кокиль на центробежной машине относятся:

- увеличенная плотность и повышенные механические свойства металла;
- возможность получения тонкостенных отливок из сплавов с низкой жидкотекучестью;
- уменьшение массы литниковой системы;
- исключение необходимости применения большого количества формовочной смеси;
- улучшение санитарно-гигиенических условий.

Другими преимуществами кокильного литья перед литьем в разовые песчаные формы является более чистая поверхность отливки, меньшие припуски (что в среднем на 15% увеличивает выход годного литья), более высокие механические свойства отливок, лучшие санитарно-гигиенические условия труда.

Однако при кокильной отливке чугунные детали в тонких местах отбеливаются в результате более быстрого охлаждения металла в форме, что затрудняет последующую механическую обработку. Поэтому перед такой обработкой заготовку отжигают.

К недостаткам отливки чугунных деталей в кокилях можно отнести:

- большую стоимость оснастки;
- относительно частое появление поверхностного отбела, что затрудняет механическую обработку;
- повышенную теплопроводность формы, что приводит к быстрой потере жидкотекучести застываемого металла.

Широкое распространение в мелкосерийном и среднесерийном производстве получило литье рабочих колес по выплавляемым моделям. Этот метод литья позволяет по-

лучить поверхности отливок с высокой точностью и малой шероховатостью и дает возможность высоколегированных сталей и сплавов с низкой жидкотекучестью. Существенным фактором, повышающим точность отливки, является отсутствие разъемов в модели и форме. Трудоемкость получения отливки выше, чем при обычных методах формовки, однако повышенное качество отливок, влияющее на улучшение эксплуатационных показателей насосов, делает целесообразным применение литья рабочих колес по выплавляемым моделям при небольшой серийности.

#### **6.4.3 Заготовки валов насосов**

В единичном и мелкосерийном производстве при изготовлении заготовок валов применяют свободную ковку на молотах. Точность размеров заготовки определяет ГОСТ 7829-70. Полученные заготовки имеют большие припуски и напуски для обработки резанием, точность их низкая (порядка 17 качества), а дефектный слой весьма значительный. Этот способ пластического деформирования грубый, но универсальный и дешевый.

Наиболее распространенным способом получения заготовок валов в серийном и крупносерийном производстве является метод горячей объемной штамповки.

Штампуют заготовки под молотом, на прессах или горизонтальноковочных машинах. Разъем штампов в зависимости от формы заготовки может быть вдоль и поперек оси вала. Поперечный разъем возможен обычно в тех случаях, когда вал имеет на конце фланец, а остальная часть его гладкая или ступенчатая с постепенным (от фланца) уменьшением диаметров ступеней. При поперечном разьеме можно получить отверстие со стороны большого торца (у разьема), особенно если заготовка куется на машине. Однако это делают тогда, когда диаметр отверстия достаточно велик.

Еще один способ получения заготовок валов при больших объемах производства – ротационное обжатие. Заготовки валов, полученные ротационным обжатием, наиболее близко приближаются по конфигурации и размерам к готовой детали. Этот метод заключается в периодических обжатиях и вытягивании по уступам отрезанной от прутка цилиндрической заготовки в специальных матрицах. Большое число следующих друг за другом (примерно через 0,01 с.) обжатий, пластически деформируют заготовку, уменьшая ее поперечное сечение, и заставляя металл течь в осевом направлении.

#### **6.5. Анализ технологичности конструкции изделия**

Отработка конструкции изделия на технологичность в курсовом проекте предусматривает сокращение затрат времени и средств на технологическую подготовку производства и процессы его изготовления.

Анализ технологичности конструкции изделия (качественную оценку технологичности) начинают уже на этапе технологического контроля чертежа изделия или сборочной единицы и анализа их служебного назначения. Хотя ответственными исполнителями отработки конструкции изделия на технологичность являются разработчики конструкторской документации, студент может при внимательном функционально-стоимостном и размерном анализе конструктивных исполнений деталей и сборочных единиц внести отдельные изменения, позволяющие улучшить технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса. Технологичность конструкции изделия должна в максимальной мере соответствовать технологическим требованиям производства, заданной серийности и степени автоматизации сборки.

Порядок и правила отработки конструкции изделия на технологичность регламентируется ГОСТ 14.201-83.

Одной из основных задач отработки конструкций изделия на технологичность является правильный выбор минимального, но достаточного числа показателей технологичности для ее количественной оценки, приведенных в ГОСТ 14.201-83.

Основными факторами, влияющими на выбор показателей, являются требования к изделию; вид изделия; объем выпуска; тип производства; наличие информации, необходимой для определения показателей и стадии разработки конструкторской документации.

Основными показателями технологичности изделий машиностроения являются показатели трудоемкости изготовления и технологической себестоимости изделия. Основные положения указанных требований сводятся к наличию в конструкции следующих свойств:

- рациональность членения, компоновки изделий и их составных частей, а также выбора типа применяемых заготовок;
- широкое использование принципов конструктивной и технологической преемственности, унификации и стандартизации;
- рациональное ограничение количества марок и сортов применяемых материалов;
- более широкое использование недефицитных материалов и материалов, обработка которых не вызывает трудностей;
- рациональное назначение допусков и параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей;
- целесообразная простановка размеров с учетом особенностей обработки деталей на определенных видах технологического оборудования;
- обеспечение удобства базирования деталей при их обработке и, по возможности, достижение достаточной жесткости конструкции;
- соблюдение условий взаимозаменяемости деталей, упрощение сборочных работ и возможности их механизации;
- создание деталей таких конструктивных форм, которые позволяют применять более производительные методы механической обработки и использовать высокопроизводительное оборудование;
- обеспечение условий врезания и выхода режущего инструмента, а также хорошего доступа для обработки и осуществления замеров поверхностей детали;
- уменьшение многообразия видов обрабатываемых поверхностей и геометрических размеров однотипных элементов конструкции детали;
- максимально возможное упрощение конструкции сборочных единиц и деталей;
- возможность применения прогрессивных технологических процессов, высокопроизводительного оборудования и более совершенных методов организации труда, для чего может потребоваться наличие в деталях или сборочных единицах определенных конструктивных элементов;
- удобство технического обслуживания и ремонта в процессе эксплуатации, что может потребовать внесения в конструкцию определенных элементов.

Общие требования к технологичности конструкции изделия конкретизируются и уточняются с учетом особенностей определенных видов работ (штамповки, литья, механической обработки, сборки и т. д.).

При механической обработке технологичность детали зависит от ее габаритных размеров, конфигурации, рационального выбора заготовки, простановки размеров и правильного установления точности и параметров шероховатости обрабатываемых поверхностей. Требования к конструктивным формам детали во многом определяются возможностями технологического оборудования и конкретными условиями производства.

Обеспечение удобного и надежного закрепления детали на станке накладывает ограничение на жесткость ее конструкции, так как недостаточность или отсутствие этого свойства приводит к необходимости разработки специальной технологической оснастки, а также к уменьшению предельных режимов обработки.

Отдельные геометрические элементы могут быть признаны технологичными, если их размеры и конфигурация будут соответствовать параметрам стандартного режущего инструмента

Более предпочтительна конфигурация поверхностей, позволяющая производить их обработку на проход. Необходимо по возможности избегать глубоких отверстий, глухих отверстий с двух сторон детали и внутренних выточек, изготовленных с высокой точностью, а также отверстий, пересекающих зону закалки. Соосные отверстия в конструкции детали следует располагать с учетом убывания диаметров в одном направлении, а ступен-

чатые валы должны иметь по возможности небольшие перепады диаметров. Наиболее технологичными являются сквозные цилиндрические отверстия. Необходимо располагать обрабатываемые поверхности в одной плоскости, применять стандартные размеры диаметров, допусков, посадок, параметров шероховатости.

В деталях, подвергающихся термической обработке, требуется предусматривать галтели или радиусные переходы. Внутренние резьбы должны быть по возможности сквозными. Ряд дополнительных требований к деталям, подвергающимся механической обработке, обуславливается особенностями применяемого технологического оборудования.

Применение рациональных видов заготовок должно быть обосновано соответствующими технико-экономическими расчетами. При этом учитывают материал, габаритные размеры и массу детали, серийность производства, точность размеров и допуски на обработку, а также специфические условия эксплуатации. Вид применяемой заготовки может накладывать определенные ограничения на конфигурацию детали и предъявляемые к ней требования с точки зрения технологичности.

Например, применение такого способа формообразования заготовок, как литье, накладывает ряд ограничений на форму и увязку отдельных поверхностей детали:

- стремление к уменьшению габаритных размеров;
- наружные поверхности должны состоять из прямолинейных контуров, соединенных плавными переходами;
- толщина стенок должна назначаться такой, чтобы исключить резкие отклонения в их размерах;
- необходимо избегать выступающих частей, больших тонких ребер и таких сочетаний поверхностей, которые затрудняли бы изготовление литейной формы;
- форма заготовки должна исключать затруднения при разьеме модели и т. п.

В зависимости от применяемого способа литья (литье в песчано-глинистые формы, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, под давлением и др.) требования к технологичности литых деталей дополняются и уточняются. Применение той или иной разновидности литья определяется особенностями конструкции детали, ее назначением, условиями эксплуатации, а также производственными возможностями.

Необходимость обеспечения высококачественного проведения сборочных работ определяет номенклатуру специальных требований к конструкции изделий. Известно, что их членение на отдельные составные части должно быть произведено таким образом, чтобы можно было проводить одновременно сборку многих составных частей изделия. Предпочтительно осуществлять членение изделия с учетом функционального назначения отдельных составных частей. Необходимо учитывать принцип взаимозаменяемости, совмещать технологические и измерительные базы, обеспечивать удобство подходов к соединениям с тем, чтобы использовать различные средства малой механизации.

Конструкция должна обеспечивать возможность применения несложных приспособлений и стандартного инструмента.

Следует предусматривать возможность проведения параллельной сборки сборочных единиц. Сборка должна быть удобной. Объем механических работ при сборке изделия — минимальным. При сборке должна обеспечиваться взаимная фиксация собираемых деталей и сборочных единиц.

При членении сложной сборочной единицы на более простые элементы необходимо предусмотреть минимальное количество различных видов технологических процессов сборки (соединение болтами, клепкой, сваркой, пайкой и т. д.). Они должны быть простыми, представлять собой законченное изделие для определенного производственного участка и иметь минимально возможное количество сочленений.

Существенное место при отработке конструкции деталей на технологичность отводится уменьшению материалоемкости изделий, которое обеспечивается комплексным ре-

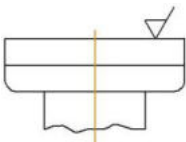
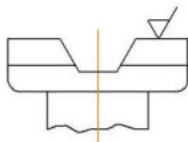
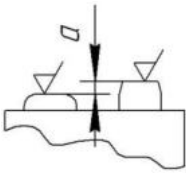
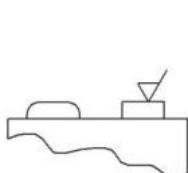
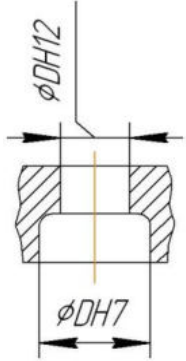
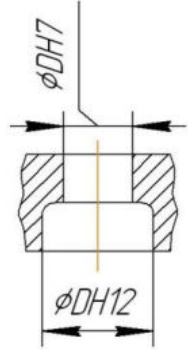
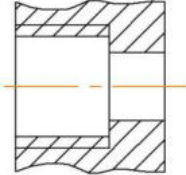
шением ряда взаимосвязанных вопросов. Мероприятия по сокращению расхода материалов могут быть разделены на конструктивные и технологические мероприятия.

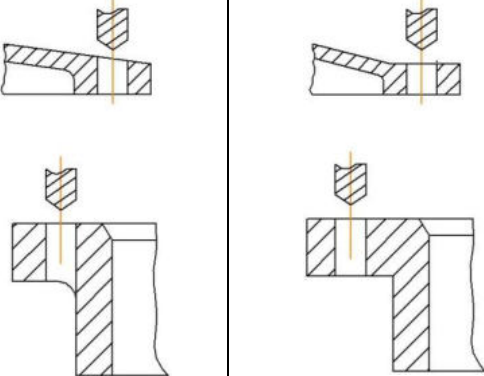
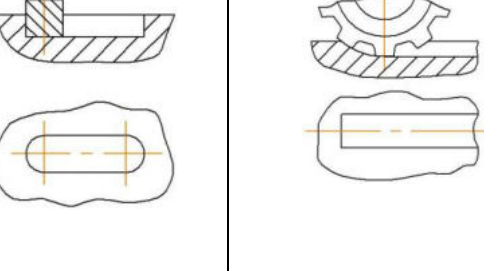
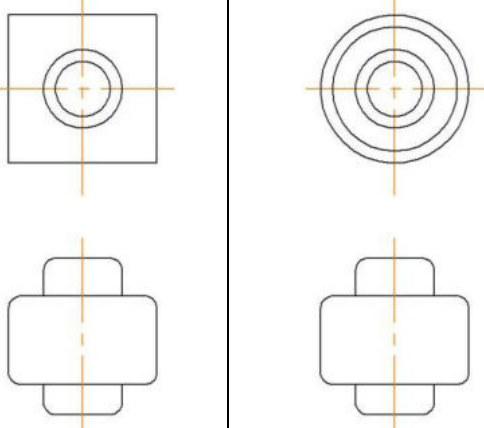
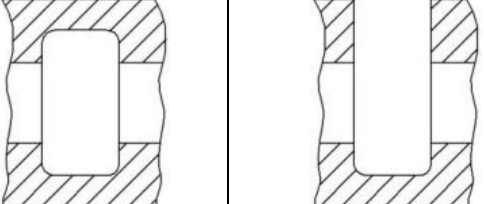
Применение рациональных видов заготовок должно быть обосновано соответствующими технико-экономическими расчетами. При этом учитывают материал, габаритные размеры и массу детали, серийность производства, точность размеров и допуски на обработку, а также специфические условия эксплуатации. Вид применяемой заготовки может накладывать определенные ограничения на конфигурацию детали и предъявляемые к ней требования с точки зрения технологичности.

Технологичность конструкции оценивается качественно и количественно.

Количественную оценку технологичности заданной конструкции изделия студент выполняет, как правило, по указанию консультанта проекта. Качественная же оценка технологичности конструкции изделия должна быть неотъемлемой частью каждого проекта, при этом каждый студент должен разработать рекомендации по изменению заданной конструкции. Основные качественные показатели технологичности приведены в таблице 5.

Таблица 5 Качественные показатели технологичности

Основные технологические требования	Конструкция		Преимущества технологичной конструкции
	нетехнологичная	технологичная	
Обрабатываемые плоскости не должны быть сплошными			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшение расхода шлифовальных кругов</li> <li>2. Повышение точности и снижения шероховатости обработки</li> <li>3. Снижение трудоемкости</li> </ol>
Обрабатываемые плоскости следует располагать на одном уровне			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность обработки за один ход производительными методами - торцовым фрезерованием, плоским шлифованием и протягиванием</li> <li>2. Возможность обработки нескольких заготовок одновременно</li> <li>3. Упрощение контроля</li> </ol>
В ступенчатых отверстиях наиболее точную ступень следует делать сквозной			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижение трудоемкости обработки</li> <li>2. Повышение точности обработки и стойкости инструмента</li> <li>3. Упрощение конструкции инструмента</li> </ol>
Глухие отверстия с резьбой должны иметь канавки для выхода инст-			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Улучшение качества резьбы</li> <li>2. Улучшение условий</li> <li>3. Снижение трудоемкости</li> </ol>

румента			
Возможность нормального входа и выхода режущего инструмента			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предохранение инструмента от поломок</li> <li>2. Повышение точности сверления</li> <li>3. Повышение производительности</li> </ol>
Следует избегать закрытых пазов, обрабатываемых концевыми фрезами			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение более производительного инструмента</li> <li>2. Улучшение условий работы инструмента и особенно его врезания</li> <li>3. Снижение трудоемкости обработки</li> </ol>
Безударная работа инструмента			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предохранение инструмента от поломок</li> <li>2. Плавное врезание инструмента в материал заготовки и его выход</li> </ol>
Свободный доступ к обрабатываемой поверхности			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Упрощается процесс обработки</li> <li>2. Уменьшение трудоемкости, повышение производительности</li> </ol>

Дальнейшая разработка технологии изготовления производится для отработанной на технологичность конструкции.

### 6.6 Составление маршрута технологического процесса

Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает последовательность выполнения технологических операций.

При невысокой точности исходной заготовки технологический процесс следует начинать с предварительной обработки поверхностей, имеющих наибольшие припуски, для раннего выявления литейных и других дефектов (раковины, трещины) и отсеивания брака. В дальнейшем обрабатывают менее точные, а затем и более точные поверхности.

Операции обработки поверхностей, имеющих второстепенное значение и не влияющих на точность основных размеров детали, как правило, выполняют в конце технологического процесса до операций окончательной обработки ответственных поверхностей.

Легко повреждаемые поверхности, такие как наружные резьбы, шлифованные поверхности обрабатывают в заключительной части технологического процесса.

Заготовки корпусных деталей часто обрабатывают с разделением технологического процесса на стадии черновой и чистовой обработки. На стадии черновой обработки снимают основные припуски, в результате чего происходит перераспределение остаточных напряжений в заготовке, сопровождаемое ее деформированием и возникновением соответствующих погрешностей. В наиболее ответственных случаях после предварительных операций проводят естественное или искусственное старение, во время которого происходит релаксация остаточных напряжений. При обработке достаточно жестких заготовок, имеющих сравнительно небольшие обрабатываемые поверхности, технологический процесс можно построить по принципу концентрации операций (без разделения на предварительные и окончательные). В этом случае первую операцию следует сделать наиболее концентрированной (т.е. содержащей максимально возможное число технологических переходов).

Технологический маршрут обработки разрабатывают следующим образом:

- выбирают методы обработки поверхностей;
- назначают число и последовательность переходов;
- определяют содержание операций;
- определяют типаж применяемого оборудования.

### **6.7 Оформление технологической документации**

После разработки технологического процесса изготовления детали оформляют технологическую документацию в соответствии с требованием ЕСТД.

Ниже приведены специфические требования по оформлению указанных документов применительно к операциям обработки резанием.

Правила записи операций и переходов обработки резанием регламентированы ГОСТ 3.1702-79.

Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже, например «Зубодолбежная», «Притирочная» и т.д.

Запись содержания операций выполняют в форме маршрутного или операционного описания. Первое применяют в единичном и опытном производстве на соответствующих формах маршрутных карт (МК). Второе применяют в массовом и серийном производстве. Допускается применять операционное описание в единичном и опытном производствах.

В содержание операции (перехода) должно быть включено:

ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме (например: точить, шлифовать и т.д.); наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства;

информация по размерам или их условным обозначениям.

При записи содержания операции допускается полная или сокращенная форма записи. Сокращенную запись следует выполнять при наличии графических изображений.

Формы и правила оформления маршрутных карт при разработке технологических процессов изготовления деталей установлены ГОСТ 3.1118-82.

Пример оформления первого листа маршрутной карты приведен в приложении 2.

При заполнении текстовых документов разрабатывают эскизы отдельных технологических операций обработки резанием на листах графической части или в ПЗ на картах эскизов.

Режущий инструмент показывают в конце рабочего хода. Если последовательно применяют несколько различных инструментов, то один из них показывают в конечном положении, а остальные вычерчивают рядом в порядке выполнения переходов. Изображают и часть заготовки с обрабатываемой поверхностью, указывают ее размеры и шероховатость, а также траекторию движения подачи. Сложный инструмент не следует вычер-



чивать полностью, достаточно, например, показать габариты и форму фрезы, два-три зуба и способ их крепления. Во всех случаях из эскиза должен быть ясен способ крепления инструмента на шпинделе, суппорте и т.д.

На всех эскизах графической части проекта рекомендуется показывать не условное, а конструктивное изображение установочных, зажимных элементов, а так же, приспособлений в целом.

Примеры выполнения технологических эскизов приведены на рисунках 1-3.

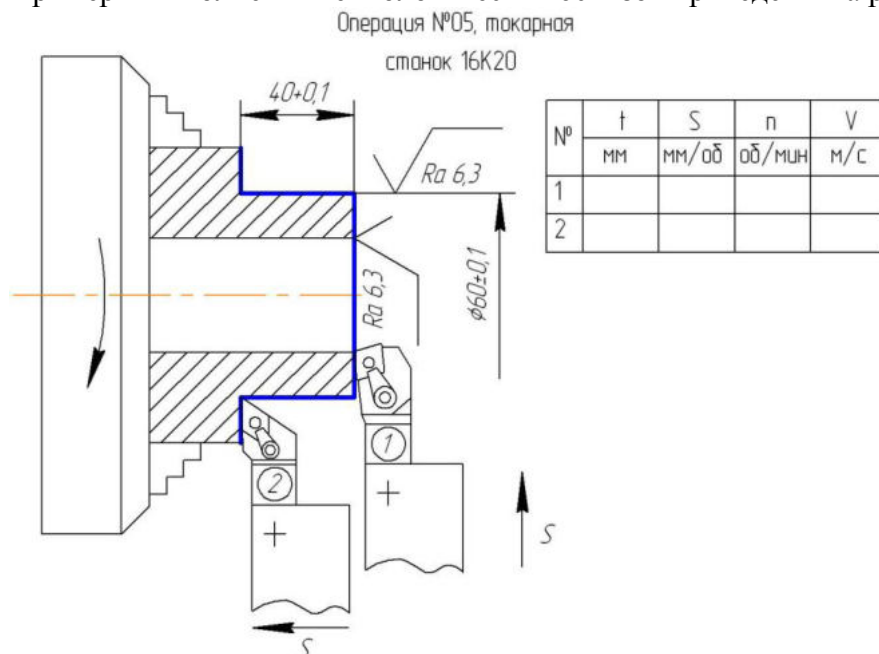


Рис. 1. Технологический эскиз операции 05 «Токарная»

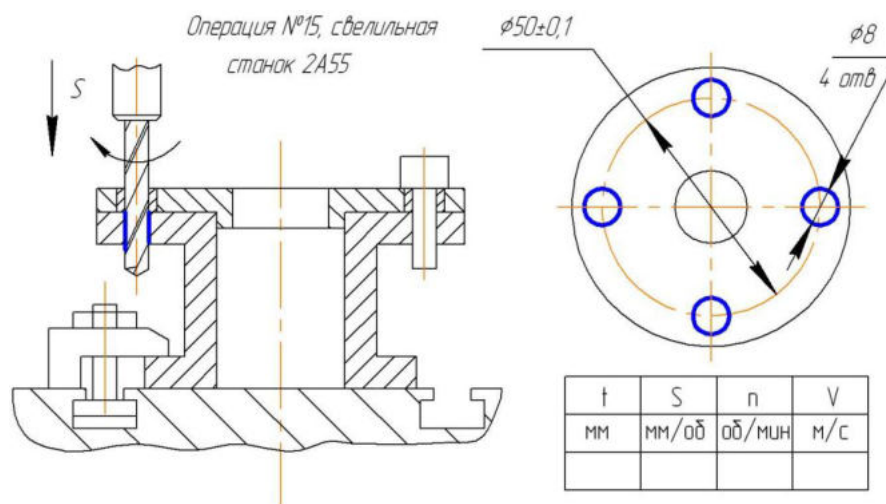


Рис. 2. Технологический эскиз операции 15 «Сверлильная»

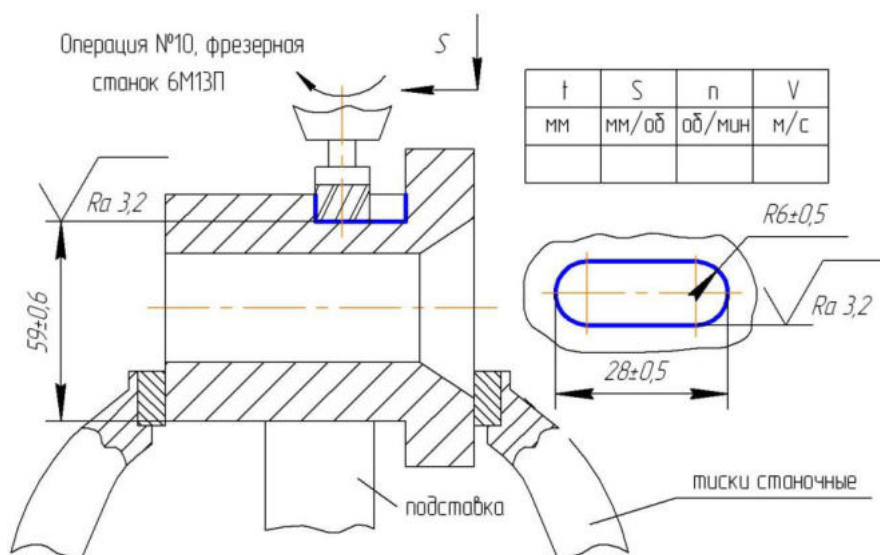


Рис. 3. Технологический эскиз операции 05 «Фрезерная»

### 6.8 Проектирование приспособления

Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления детали завершается в курсовой работе разработкой технического задания (ТЗ) на проектирование станочного или, в отдельных случаях, контрольного приспособления.

ТЗ на проектирование специальных средств технологического оснащения в курсовой работе (проекте) разрабатывается студентом по согласованию с консультантом в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Начинать разработку ТЗ и непосредственное проектирование конструкции студент должен после тщательного изучения типовых конструкций аналогичного назначения по научно-технической, патентной литературе, паспортам и стандартам на средства технологического оснащения, а так же имеющейся технологической оснастки на базе прохождения практики.

Изучив известные технические решения и исходные данные, студент приступает к проектированию приспособления.

Проектирование приспособления рекомендуется проводить в следующем порядке.

Первый этап. Эскизная проработка компоновки конструкции приспособления:

- устанавливаем принадлежность выбираемых конструкций приспособлений к системам технологической оснастки в зависимости от продолжительности выпуска изделия и организационной формы производства;
- разрабатывают несколько эскизных вариантов будущей компоновки приспособления, анализируют их и с учетом рациональной кинематической и силовой схем приспособления, удобства взаимного расположения основных узлов и деталей, накопленного опыта промышленности применяют оптимальный вариант.

Второй этап. Расчет приспособления:

- рассчитывают составляющие силы резания, уточняют их направление и точки приложения на расчетной схеме приспособления;
- рассчитывают силу зажима заготовки, учитывая при этом массу заготовки и составляющие силы резания;
- определяют допустимую погрешность установки заготовки в приспособлении;
- по найденной силе зажима в зависимости от конструкции заготовки, вида оборудования и типа производства выбирают зажимные механизмы и рассчитывают параметры силового привода;
- производят расчеты точности приспособления, обосновывающие технические требования к его изготовлению;

- производят расчет на прочность и жесткость конструктивных элементов приспособления;
- выполняют технико-экономический расчет целесообразности применения приспособления.

Третий этап. Разработка чертежа общего вида:

- вычерчивают в тонких линиях контур обрабатываемой заготовки в необходимом количестве проекций. 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;
- вычерчивают контуры вспомогательных деталей и механизмов;
- 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;
- 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, сборку и эксплуатацию приспособления.

Таблица 6

Ключевые слова технологических переходов обработки резанием. Коды (ГОСТ 3.1702-79)

Код	Ключевое слово	Код	Ключевое слово
01	Вальцевать	34	Цековать
02	Врезаться	35	Центровать
03	Галтовать	36	Фрезеровать
04	Гравировать	80	Выверить
05	Довести	81	Закрепить
06	Долбить	82	Настроить
07	Закруглить	83	Переустановить
08	Заточить	84	Переустановить и закрепить
09	Затыловать		
10	Зенкеровать, зенковать	85	Переустановить, выверить и закрепить
11	Навить		
12	Накатать	86	Переместить
13	Нарезать	87	Поджать
14	Обкатать	88	Проверить
15	Опилить	89	Смазать
16	Отрезать	90	Снять
17	Подрезать	91	Установить
18	Полировать	92	Установить и выверить
19	Притирать		

20	Приработать	93	Установить и закрепить
21	Протянуть		
22	Развернуть	94	Установить, выверить и за- крепить
23	Развальцевать		
24	Раскатать		
25	Расверлить		
26	Расточить		
27	Сверлить		
28	Строгать		
29	Суперфинишировать		
30	Точить		
31	Хонинговать		
32	Шевинговать		
33	Шлифовать		

Маршрутная карта (первый или заглавный лист). Пример оформления

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

										3		1			
<b>Дубл.</b>															
<b>Взам.</b>															
<b>Подл.</b>															
<b>Разраб.</b>	<i>Иванов В.В.</i>			19.01.16		АО «Ресурс»		1012.01.01.101		Крышка					
<b>Провер.</b>	<i>Петров В.А.</i>			19.01.16											
<b>Н.контр.</b>	<i>Сидоров А.Ю.</i>			19.01.16											
<b>М 01</b>	<b>Отливка ТУ 24.04.03.179-87/ Сталь 20Л ГОСТ 977-88</b>														
	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры		КД	МЗ		
<b>М 02</b>															
<b>А</b>	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
<b>Б</b>	Код, наименование оборудования				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>шт</sub>	Т <sub>п.з.</sub>	Т <sub>шт.</sub>
<b>А</b>	<b>2</b>	<b>005 Фрезерная</b>													
<b>Б</b>	<i>Горизонтально-фрезерный 6Р83</i>														
<b>О</b>	1. Установить отливку на станке, закрепить.														
<b>О</b>	2. Фрезеровать кронштейны в размер 170 <sub>1</sub> .														
<b>О</b>	3. Фрезеровать 4 обнизки ф 40 на фланце.														
<b>О</b>	4. Контроль ОТК.														
<b>Т</b>	<i>Фреза ф50, фреза-сверло ф40</i>														
<b>А</b>	<b>2</b>	<b>010 Слесарная</b>													
<b>Б</b>	<i>Слесарный верстак</i>														
<b>О</b>	Снять заусенцы после фрезерной операции.														
<b>Т</b>	<i>Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80</i>														

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение Курсового проекта**

### **7.1 Основная литература**

1. Технология сельскохозяйственного машиностроения : методические указания / составитель Е. И. Артамонов. — Самара : СамГАУ, 2020. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143452> (дата обращения: 24.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Технологическое оснащение производства машин и оборудования. Лабораторный практикум : Методические указания/ Н. В. Титов, А. В. Коломейченко, И. Н. Кравченко [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-4725-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142340> (дата обращения: 24.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сысоев, С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : Методические указания для вузов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-9942-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/201644>

### **7.2 Дополнительная литература**

4. Мычко, В. С. Основы технологии машиностроения: Методические указания/ В. С. Мычко. — Минск: Вышэйшая школа, 2011. — 382 с. — ISBN 978-985-06-2014-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20244.html>.
5. Рахимьянов, Х. М. Технология машиностроения: Методические указания/ Х. М. Рахимьянов, Б. А. Красильников, Э. З. Мартынов. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 254 с. — ISBN 978-5-7782-2291-5. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47721.html>.

## **8. Методическое, программное обеспечение Курсового проекта**

### **8.1 Методические указания и методические материалы к Курсовому проекту**

1. Пономарев А.И. Технология производства наземных транспортно-технологических средств. Конспект лекций. – Калуга: КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 77 с.
2. Пономарев А.И. Проектирование заготовок для производства наземных транспортно-технологических средств: Методические указания к выполнению домашних заданий по дисциплине «Технология производства наземных транспортно-технологических средств». – Калуга: КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 38 с.
3. Голубина С.А., Пономарев А.И. Проектирование предприятий автотракторного сервиса: методические указания к выполнению практических занятий. – Калуга: КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 68 с.

### **8.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) для выполнения Курсового проекта**

1. Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» <http://www.agrobase.ru> (открытый доступ).
2. Электронный каталог «Публикации ЦНСХБ» <http://www.cnsbh.ru> (открытый доступ).
3. Электронные каталоги «ЦНБ РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева» [www.library.timacad.ru](http://www.library.timacad.ru) (открытый доступ).
4. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ» (<http://e.lanbook.com>) (открытый доступ).
5. ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ» (<http://www.ckbib.ru>) (открытый доступ).
6. ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М» ([www.infra-m.ru](http://www.infra-m.ru)) (открытый доступ).

7. Российская государственная библиотека (РГБ) <http://rsl.ru> (открытый доступ).
8. Электронная библиотека диссертаций РГБ <http://diss.rsl.ru> (открытый доступ).
9. ООО "ПОЛПРЕД Справочники" <http://polpred.com> (открытый доступ).
10. Национальный цифровой ресурс Руконт – межотраслевая электронная библиотека (ЭБС) на базе технологии Контекстум <https://rucont.ru> (открытый доступ).
11. Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИКА» <http://cyberlenika.ru> (открытый доступ).
12. Научная электронная библиотека «ELIBRARY» <http://elibrary.ru> (открытый доступ).
13. Справочная правовая система «Гарант» [www.garant.ru](http://www.garant.ru) (открытый доступ).



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА  
имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)  
Калужский филиал

Факультет Агротехнологий, инженерии и землеустройства  
Кафедра «Механизации сельскохозяйственного производства»

## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

По дисциплине: **Технология сельскохозяйственного машиностроения**

На тему: **Разработка технологического процесса механической обработки деталей узлов сельскохозяйственной техники**

Выполнил (а) студент(ка)

Д-А302 группы очной формы обучения

\_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

№ зачетной книжки \_\_\_\_\_

Руководитель:

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание, Ф.И.О.)

Регистрация на кафедре: № \_\_\_\_\_ 20 г. \_\_\_\_\_  
(дата) (подпись ст.лаборанта кафедры)

На доработку \_\_\_\_\_ 20 г. \_\_\_\_\_  
(дата) (подпись руководителя)

К защите допускается \_\_\_\_\_ 20 г. \_\_\_\_\_  
(дата) (подпись руководителя)

Дата защиты: \_\_\_\_\_ 20 г.

Оценка: \_\_\_\_\_  
(подпись руководителя) (подписи членов комиссии)

Калуга 2021 г.





## МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

## Приложение Б

Калужский филиал

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Механизации  
сельскохозяйственного производства

\_\_\_\_\_ / Ф.Л.Чубаров/

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

## ЗАДАНИЕ на выполнение Курсового проекта

по дисциплине: Технология сельскохозяйственного машиностроения

Студент: \_\_\_\_\_ группа Д-А302

(фамилия, инициалы, индекс группы)

График выполнения работы: 25% к 4 нед., 50% к 8 нед., 75% к 12 нед., 100% к 16 нед.

1. Тема курсового проекта: \_\_\_\_\_

### 2. Техническое задание

2. Проектирование заготовки.

2.1 Анализ детали и технологичности её изготовления.

2.2 Выбор способа получения заготовки.

2.3 Проектирование заготовки с учетом припусков на механическую обработку.

### 3. Разработка технологии механической обработки вала.

3.1 Разработка схемы механической обработки.

3.2 Расчет режимов резания отдельных операций.

3.3 Нормирование операций и расчет штучного времени

### 4. Разработка технологии сборки изделия.

4.1 Разработка технологической схемы сборки.

4.2 Разработка маршрутной карты сборки узла

### 5. Технологический процесс установки разработанного механизма на с/х технику.

### 6. Оформление курсовой работы

6.1. Расчетно-пояснительная записка на \_\_\_\_\_ листах формата А4.

6.2. Перечень графического материала КП (плакаты, схемы, чертежи и т.п.)

6.3. Чертёж заготовки, включая 3d-модель (А2);

6.4. Рабочий чертёж детали (А2)

6.5. Маршрутная карта изготовления детали (А1);

6.6. Маршрутная карта и технологическая схема сборки узла (А1);

6.7. Технологическая маршрутная карта установки рассматриваемого узла (А1);

5. Выводы.

Тема задания на курсовой проект: «Разработка технологического процесса механической обработки деталей узлов сельскохозяйственной техники», утверждена на заседании кафедры "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_\_ г., протокол №1.

Дата выдачи задания «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

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

Задание получил \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

### Примечание:

Задание оформляется в двух экземплярах; один выдаётся студенту, второй хранится на кафедре.



## МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

## Приложение В

Калужский филиал

Утверждаю:

Зав. кафедрой Механизации СХП

Чубаров Ф.Л.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_г.

### Индивидуальный план выполнения Курсового проекта

по дисциплине «Технология сельскохозяйственного машиностроения»  
на тему: Разработка технологического процесса механической обработки де-  
талей узлов сельскохозяйственной техники

студент(ка) \_\_\_\_\_

(Фамилия, имя, отчество студента полностью)

руководитель \_\_\_\_\_

(Фамилия, имя, отчество)

№ п/п	Наименование работ	Дата выполнения		Примечание
		План	Факт	
1	Разработка технологического процесса восстановления детали			
2	Анализ детали и технологичности её и восстановления.			
3	Выбор способа восстановления детали.			
4	Расчет основных показателей ремонтного производства.			
5	Разработка общей компоновки производственного корпуса.			
6	Расчет количества оборудования.			
7	Планировка ремонтного участка.			
8	Разработка технологической схемы сборки.			
9	Разработка маршрутной карты сборки узла.			
10	Маршрутная карта восстановления детали.			
11	Маршрутная карта и технологическая схема сборки узла.			
12	Заключение, список литературы.			

Студент(ка) группы Д-А302 \_\_\_\_\_

Ф.И.О.подпись

Руководитель: \_\_\_\_\_

Должность

Ф.И.О.

подпись



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ–  
 МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА. КАЛУЖСКИЙ ФИЛИАЛ**  
 (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Калужский филиал

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на курсовой проект**

по дисциплине: Технология сельскохозяйственного машиностроения  
 тема: Разработка технологического процесса механической обработки деталей узлов сель-  
 скохозяйственной техники \_\_\_\_\_

выполнил студент(ка) 3 курса группы Д-А 302

\_\_\_\_\_  
 (Фамилия, инициалы студента)

Рецензент \_\_\_\_\_  
 (Ф.И.О. преподавателя)

Критерии оценки	Баллы
1.Правильность постановки целей и задач	2,3,4,5
2.Соответствие курсовой работы заданию	2,3,4,5
3.Оценка структуры выполненной работы	2,3,4,5
4.Стиль изложения и качество оформления работы	2,3,4,5
5. Использование научной и специальной литературы	2,3,4,5
6. Актуальность и степень разработанности темы	2,3,4,5
7. Аргументированность и конкретность выводов и предложений	2,3,4,5
8. Полнота раскрытия вопроса	2,3,4,5
9. Возможность использования в выпускной квалификационной работе	2,3,4,5

Основные замечания по работе: недостаточное количество источников, небольшие по-  
 грешности в оформлении библиографического списка, во введении необходимо больше  
 внимание уделять самой работе: цели и задачи, методы, краткое содержание глав, виды и  
 число использованных источников.

Допущен к защите (да, нет) «   » \_\_\_\_\_ 202 г.

Замечания по защите: иногда отступает от научного стиля изложения.

Курсовой проект защищен «   » \_\_\_\_\_ 202 г.

Оценка \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Фамилия, инициалы)

## Приложение Д

### Пример заполнения основной надписи (штампа) на чертежах

185

185									
120									
(1)									
(2)									
(3)									
(4)									
(8)									

11,5×55

10

10

10

10

15

10

Должность	Фамилия	Подпись	Дата		Стадия	Лист	Листов
Разработчик				(3)	(5)	(6)	(7)
Руководит.							
Зав. вып. каф.							
Норм. конт.							

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

- в графе 1 и 2 - обозначение шифра документа, в том числе: вид документа, год оформления графического документа, номер студенческого билета, номер графического документа. Например - шифр документа – КП. 2021. 12345. 001, где, КП – Курсовой проект, 2021 - год оформления графического документа, 12345 – номер студенческого билета, 001 - номер графического документа;

- в графе 3 - наименование работы;

- в графе 4 - наименование изображений, помещенных на данном листе, в соответствии с их наименованием на чертеже. Если на листе помещено одно изображение, допускается его наименование приводить только в графе 4.

Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе 4 не указывают (кроме случаев, когда спецификации или таблицы выполнены на отдельных листах).

- в графе 5 - условное обозначение вида документации: У - учебный.

- в графе 6 - порядковый номер листа документа.;

- в графе 7 - общее количество листов документа;

- в графе 8 - наименование учебного заведения и его подразделения, разработавшей документ.