

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

**ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ**

Методические рекомендации

по выполнению практических работ

по учебной дисциплине

**«КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ»**

для студентов специальности

**13.02.11**

**Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и  
электромеханического оборудования (по отраслям)**

г. Набережные Челны

2022

Методические рекомендации к практическим занятиям по ОП.15 «Компьютерное проектирование» для студентов по специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)»  
/Составитель: Афанасьев М.В. – Набережные Челны: Изд-во Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», 2022.- 53 с.

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

<b>№</b>	<b>Наименование работы</b>	<b>Количество часов</b>
1.	Выполнение простейших геометрических построений. Использование вспомогательных построений	2
2.	Построение тел вращения и деформация объекта. Расчет массово-центровочных характеристик	2
3.	Работа со слоями. Создание видов	2
4.	Создание 3D-модели методом вращения	2
5.	Создание 3D-модели методом выдавливания	2
6.	Моделирование тел кинематическим способом	2
7.	Создание ассоциативных чертежей	2
8.	Создание 3D-модели по сечениям	2
9.	Работа с менеджером параметрических библиотек. Создание параметризованной детали	2
10.	Создание моделей с ребром жесткости	2
11.	Создание сборки из 3D-модели	2
12.	Создание сборочного чертежа	2

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТОВ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок. При ответах на контрольные вопросы - правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий; строит ответ по собственному плану, умеет применить знания в новой ситуации.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета. Ответ студента удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку 5, но дан без использования собственного плана, без применения знаний в новой ситуации и студент допустил одну ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки. Студент правильно понимает сущность вопроса, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса «Технологии физического уровня передачи данных», не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала и допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов. Студент не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочетов, чем необходимо для оценки 3 и не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

**Название практической работы:** Выполнение простейших геометрических построений.  
Использование вспомогательных построений

**Цель работы:**

- Освоить приемы создания файлов различных технических документов.
- Научиться создавать разные типы документы и задавать требуемые параметры и элементы оформления документов.

**Знания (актуализация):**

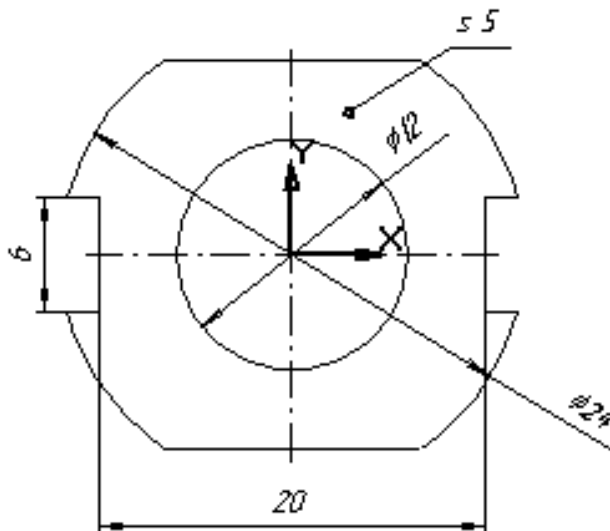
- основы геометрического моделирования;
- основные принципы моделирования.

**Умения:**

- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ.

**Ход работы:**

1. Запустите систему КОМПАС-3D. Создайте файл чертежа. Установите параметры чертежа (формат А4, ориентация вертикальная, оформление по образцу:)
2. Выполните Вставка – Вид и создайте контур Прокладки:



3. Выполните простановку размеров, заполните основную надпись, сохраните чертеж в папку **Практика 1** под именем **Чертеж**
4. Выполните копирование чертежа во фронтальную плоскость в КОМПАС-3D и выдавите деталь на 5 мм.
5. Сохраните под именем **Деталь**.
6. Создайте текстовый документ по образцу. Установите оформление:

Текст, констр. докум. Посл. листы. ГОСТ 2.104-2006.

6. Установите форматирование - высота символов заголовка – 5, «розы ветров» выполните в файлах фрагментов, сохранив их в папку **Практика 1**, и вставьте в документ через команду Вставка - фрагмент.

7. Сохраните в папку под именем **Исходные данные**

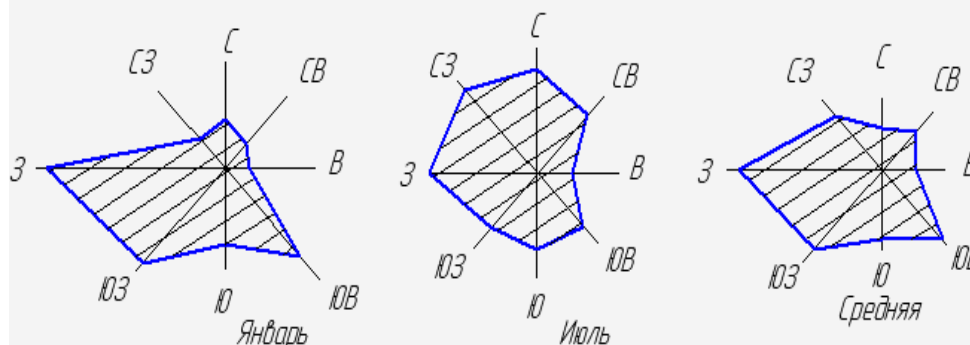
## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Строящееся здание – комплексный приемный пункт предприятия бытового обслуживания на 35 рабочих мест с приемным пунктом прачечной. Здание разработано для обычных условий строительства. Место строительства – город Екатеринбург. III климатическая зона  $t_{от.лер} = -6,4^{\circ}\text{C}$ ,  $Z_{от.лер} = 228$  суток, внутренняя расчетная  $t_b = 18^{\circ}\text{C}$ , влажность  $\varphi_b = 50-60\%$ , влажностный район строительства – влажный, условия эксплуатации влажные.

Участок строительства свободен от существующих строений. Рельеф участка слабо-выраженный с уклоном 8 %. На участке залегают грунты – почвенно – растительный слой – 0,5 м; суглинок мощностью слоя 4м. Грунтовые воды находятся на глубине 5м. Глубина промерзания нормативная 1,9м.

Таблица – Повторяемости направлений ветров.

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	7	5	4	18	11	19	30	6
Июль	15	12	6	11	10	11	18	17
Средняя	6	8,5	5	14	10	15	24	11



8. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Как выполнить вставку фрагмента в текстовый документ?
2. Как создать таблицу в текстовом документе?

9. Оформите отчет по форме и сдайте преподавателю.

**Форма отчета:**

### Практическая работа №1

**Название практической работы:** Выполнение простейших геометрических построений.

Использование вспомогательных построений

**Цель работы:**

- Освоить приемы создания файлов различных технических документов;
- научиться создавать разные типы документы и задавать требуемые параметры и элементы оформления документов.

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Система КОМПАС-3D включает в себя:	
Перечислите документы, создаваемые в	Чертеж, ...

КОМПАС-3D	
Укажите расширения файлов, создаваемых в КОМПАС-3D:	а. Чертеж – *.cdw

2. Выполните вставку скриншота Чертежа из Практики 1.
3. Сформулируйте вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

**Название практической работы:** Построение тел вращения и деформация объекта

### Цель работы:

- Освоить технологии расчета масс тел вращения и деформации детали.
- Научиться пользоваться командами расчета массо-центровочных характеристик для разных контуров, задавать требуемые параметры расчета, используя справочный файл плотностей, оформлять и сохранять протоколы расчета в системы КОМПАС – 3D.

### Знания (актуализация):

- основы геометрического моделирования;
- возможности использования 3D-моделирования в дальнейшей профессиональной деятельности.

### Умения:

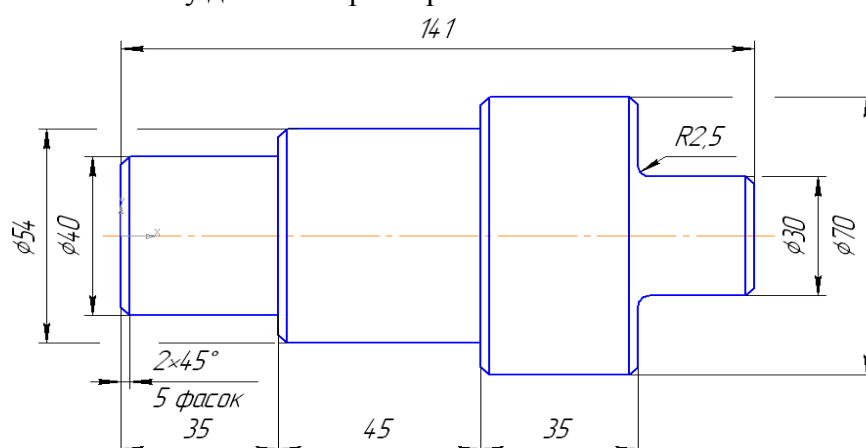
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели;
- использовать системы автоматизированного проектирования для решения инженерных задач.

### Ход работы:

1. Создайте новый чертеж формата А3, ориентация - альбомная. Сохраните под именем

**Вал;**

2. Выполните половину детали по размерам:



3. Выполните симметрию детали относительно осевой;
4. Проставьте размеры;

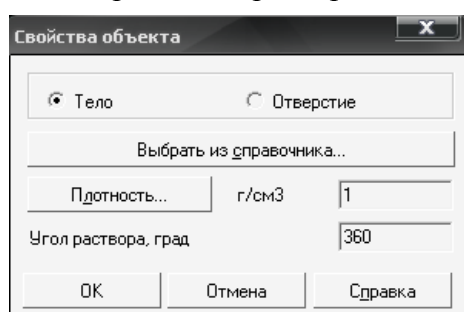
5. Заполните основную надпись;

6. На панели инструментов

**Измерения командой расчет**



**МЦХ**



**тел вращения** рассчитайте массу вала. Задайте требуемую точность (2 знака после запятой) и размерность (кг);

7. Командой **Ручное рисование границ** укажите половину контура тела вращения;

8. В диалоговом окне Свойства объекта выберите тело, задайте угол раствора  $360^\circ$ . Материал вала выберите из справочного файла плотностей (кнопка **Плотность**), выберите материал по варианту.

9. Протокол расчета сохраните в виде текстового файла под именем **Расчет массы вала** в папке **Практика 4**;

10. Рассчитанную массу втулки и выбранный для него материал занесите в основную надпись чертежа;

11. Сохраните изменения чертежа;

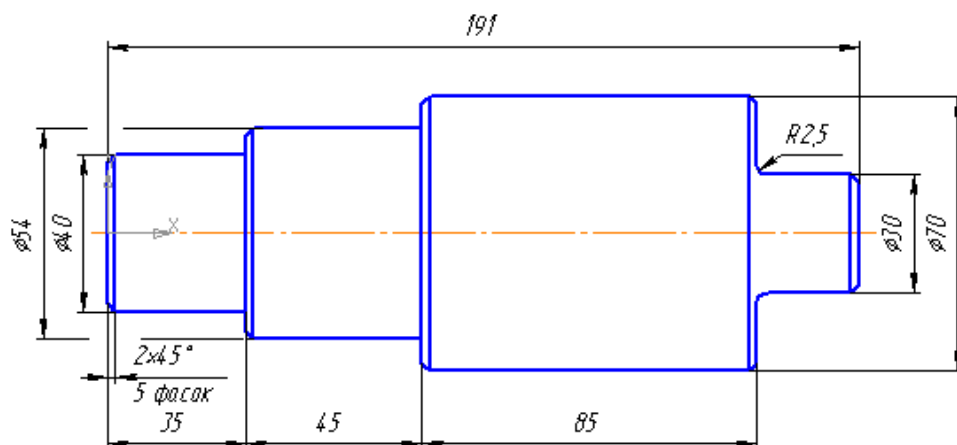
12. Выполните деформацию Вала:

a. Выполните команду Редактор – Деформация – Сдвигом;

b. Выделите рамкой последнюю ступень Вала;

c. Выполните сдвиг по Оси OX на 50 мм вправо, по оси OY мм.

**Результат:**



d. Выполните повторную деформацию Вала (Редактор – Деформация – Масштабирование – МасштабХ2 ).

13. Заполните основную надпись (Вал деформированный);

14. Рассчитайте МЦХ полученного вала с тем же материалом по своему варианту;

15. Результаты массы вала занесите в основную надпись;

16. Сохраните под именем **Вал деформированный**.

Вариант	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9
Материал	Сталь 10 ГОСТ 1050-88	Чугун СЧ18 ГОСТ 1412-85	Алюм. сплав АДО ГОСТ 4784-97	Сталь 15 ГОСТ 1050-88	Бронза БрАж 9-4 ГОСТ 18175-78	Уран	Свинец	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Дерево
Вариант	В-10	В-11	В-12	В-13	В-14	В-15	В-16	В-17	В-18
Материал	Алюм. сплав АМг2 ГОСТ 4784-97	Сталь 20 ГОСТ 1050-88	Бронза БрКМц 3-1 ГОСТ 18175-78	Уран	Алюм. сплав АМг6 ГОСТ 4784-97	Сталь 25 ГОСТ 1050-88	Чугун СЧ18 ГОСТ 1412-85	Молибден	Дерево
Вариант	В-19	В-20	В-21	В-22	В-23	В-24	В-25	В-26	В-27
Материал	Чугун	Уран	Алюм.		Бронза	Чугун	Свинец	Молибд	Стекло



	СЧ25 ГОСТ 1412-85		сплав Сплав АЛ2		БрБ2 ГОСТ 18175- 78	ВЧ45		ен	
--	-------------------------	--	-----------------------	--	------------------------------	------	--	----	--

### 17. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Назначение операции Деформация.
2. Как производить деформацию детали?

### 1. Оформите и сдайте отчет преподавателю по образцу первой работы.

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Перечислите виды деформации, используемые в КОМПАС-График	
Изменилась ли масса Вала после деформации и на сколько?	масса Вала деформированного – масса Вала = ... кг

2. Выполните вставку скриншотов чертежей Вала и Вала деформированного (отдельно скриншоты, заполненных основных надписей чертежей);
3. Сформулируйте вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

**Название практической работы:** Работа со слоями. Создание видов

### Цель работы:

- Освоить технологию работы со слоями.
- Закрепить умение пользоваться командами расчета массо-центровочных характеристик для разных контуров, задавать требуемые параметры расчета, используя справочный файл плотностей, оформлять и сохранять протоколы расчета в системы КОМПАС – 3D.

### Знания (актуализация):

- основы геометрического моделирования;
- возможности системы автоматизированного проектирования с использованием их в дальнейшей профессиональной деятельности.

### Умения:

- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели;
- использовать системы автоматизированного проектирования для решения инженерных задач.

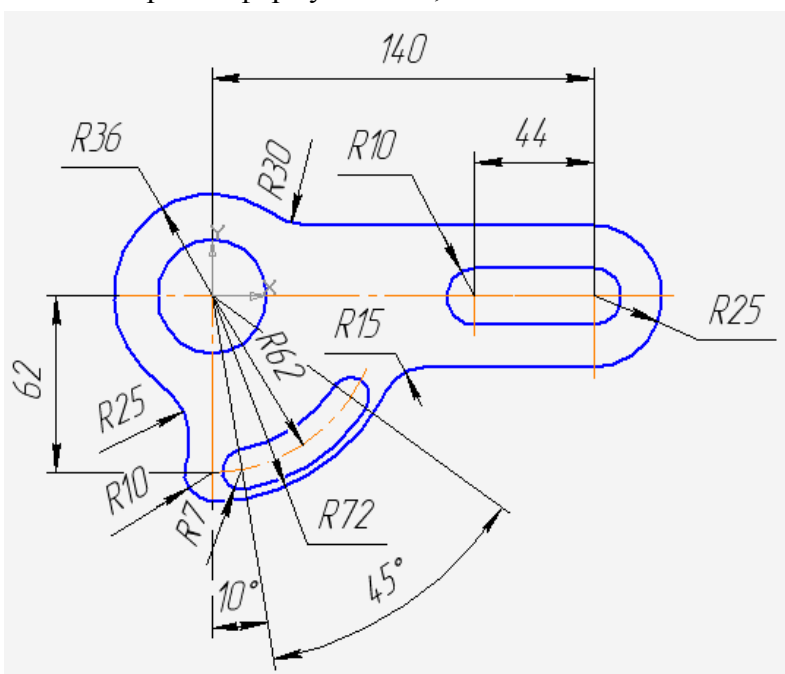
### Ход работы:

1. Создайте новый чертеж

**Ключ** и сохраните в свою папку  
**Практика 3**

2. Выполните построение чертежа по слоям:

- 1 слой – осевая
- 2 слой – контур ключа
- 3 слой – размеры



3. На панели инструментов **Измерения** командой **Расчет МЦХ тел выдавливания** рассчитайте массу и объем детали. Задайте требуемую точность (2 знака после запятой), длина в см и размерность (кг);

4. Командой



**Обход границы по стрелке** укажите контур тела;

5. В диалоговом окне **Свойства объекта** выберите тело, задайте толщину (по варианту);

6. Материал пластины выберите из справочного файла плотностей (кнопка **Плотность**), выберите материал по варианту;

7. Выберите **Расчет МЦХ тел выдавливания** и рассчитайте массу и объем ключа без отверстий, для этого в диалоговом окне **Свойства объекта** укажите отверстия;

8. Протокол расчета сохраните в виде текстового файла под именем **Расчет массы ключа** в папке **Практика 3**;

9. Повторите команду **Расчет МЦХ тел выдавливания** и просчитайте массу и объем тела с отверстиями. Для этого высчитайте МЦХ тела, затем отверстия (выполнится перерасчет);

10. Протокол расчета сохраните в виде текстового файла под именем **Расчет ключа с отверстиями** в папке **Практика 3**;

11. Результаты массы занесите в основную надпись;

12. Сохраните изменения чертежа и закройте его;

13. Создайте деталь и на Плоскость ХУ выполните копирование чертежа;

14. Выдавите на заданное расстояние эскиз;

15. Назначьте материал по варианту;

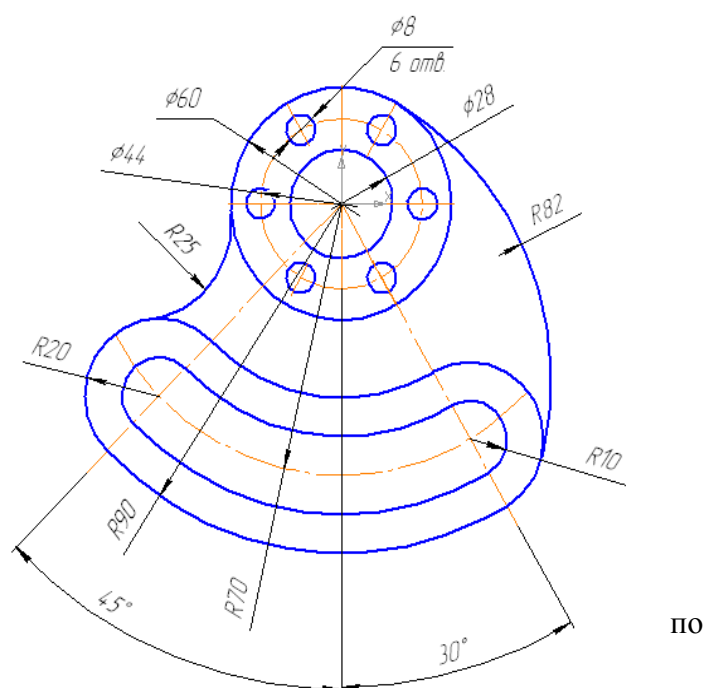
16. Рассчитайте МЦХ детали и посмотрите массу (в кг);

17. Совпадает ли значение массы детали с массой указанной Вами в основной надписи чертежа?

18. Сохраните деталь под именем **Ключ\_модель**;

19. Создайте новый чертеж.

Выполните чертеж пластины с отверстиями образцу:



20. Выполните расчет МЦХ тела

выдавливания с отверстиями (материал и толщина из таблицы по своему варианту);

21. Протокол расчета сохраните в виде текстового файла под именем **Расчет пластины с отверстиями** в папке **Практика 3**;

22. Заполните основную надпись;

23. Сохраните файл под именем **Пластина**.

Вариант	В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9
Материал	Сталь 10 ГОСТ 1050-88	Чугун СЧ18 ГОСТ 1412-85	Алюм. сплав АДО ГОСТ 4784-97	Сталь 15 ГОСТ 1050-88	Бронза БрАж 9- 4 ГОСТ 18175-78	Уран	Свинец	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Дерево
Толщина	10	12	15	8	13	16	9	17	30
Вариант	В-10	В-11	В-12	В-13	В-14	В-15	В-16	В-17	В-18
Материал	Алюм.	Сталь 20	Бронза	Уран	Алюм.	Сталь 25	Чугун	Молибде	Дерево

Материал	сплав АМг2 ГОСТ 4784-97	ГОСТ 1050-88	БрКМц 3-1 ГОСТ 18175-78		сплав АМг6 ГОСТ 4784-97	ГОСТ 1050-88	СЧ18 ГОСТ 1412-85	н	
Толщина	10	11	19	25	20	15	14	21	
Вариант	<b>В-19</b>	<b>В-20</b>	<b>В-21</b>	<b>В-22</b>	<b>В-23</b>	<b>В-24</b>	<b>В-25</b>	<b>В-26</b>	<b>В-27</b>
Материал	Чугун СЧ25 ГОСТ 1412-85	Уран	Алюм. сплав Сплав АЛ2		Бронза БрБ2 ГОСТ 18175-78	Чугун ВЧ45	Свинец	Молибден	Стекло
Толщина	8	10	16	14	20	21	22	25	13

**24. Ответьте на контрольные вопросы:**

1. Чем отличается расчет МЦХ тел вращения и тел выдавливания?
2. В каком случае применяется команда Обход границы по стрелке, а в каком – Ручное рисование границ?

**25. По образцу первой практической работы выполните отчет:**

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Дайте определение слою	
Дайте определение понятию МЦХ.	
Какие характеристики можно рассчитать у плоского тела и у тел выдавливания.	

2. Выполните вставку скриншотов текстовых документов Расчет ключа с отверстиями, Расчет пластины с отверстиями.
3. Выполните вставку скриншотов чертежей Ключа и Пластины (отдельно скриншоты, заполненных основных надписей чертежей).
4. Сформулируйте вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

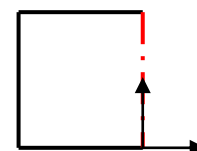
**Название практической работы:** Создание 3D-модели методом вращения

**Цель работы:**

– Освоить приемы использования операции вращения, на основании исходных данных научиться создавать трехмерные модели методом вращения в КОМПАС-3D.

**Ход работы:**

1. **Построение цилиндра:** (Цилиндр – геометрическое тело, образованное вращением прямоугольника вокруг одной из его сторон)
  - В дереве построения укажите плоскость XY
  - **Эскиз** – постройте вертикальный отрезок стилем **Осевая** из начала координат длиной 50 мм
  - С помощью непрерывного ввода отрезка постройте эскиз прямоугольника высотой 50 мм и длиной 20 мм
  - Закончите **эскиз** и выберите операцию вращения
  - На панели **Свойств** на вкладке **Параметры** укажите способ построения - сфероид, тип построения тонкой стенки – **Нет**



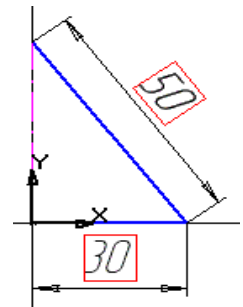
- Создать объект
- На инструментальной панели **Вид** выберите команду **Полутоновое**
- В строке Меню выберите Сервис – Параметры – Текущая деталь – Точность отрисовки и МЦХ. Установите «бегунок» точность отрисовки – Точно - ОК
- В контекстном меню детали выберите Свойства – установите любой цвет.
- Сохраните под именем **Цилиндр** в папке **Практика 4**.

2. **Построение открытого тора:** (образован вращением круга вокруг оси, расположенной вне его):

- Аналогично, в эскизе постройте осевую линию на расстоянии 20 мм вверх и вниз, на расстоянии 40 мм от начала координат постройте окружность радиусом 20 мм:

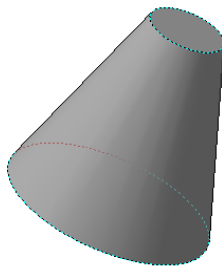
– Выполните операцию выдавливания вращения, тонкой стенки – Нет.

- Сохраните под именем **Тор** в папке **Практика 4**.



### 3. **Построение конуса:**

- На плоскости ХУ постройте эскиз по образцу с заданными размерами:



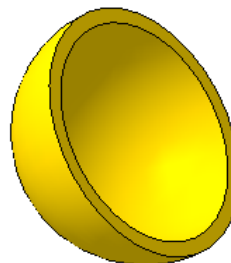
- Примените к эскизу операцию вращения
- Сохраните под именем **Конус** в папке **Практика 4**.

### 4. **Построение усеченного конуса:**

- Высота конуса 54 мм;
- Диаметр верхнего основания 18 мм;
- Диаметр нижнего основания 58 мм.

### 5. **Построение шара:**

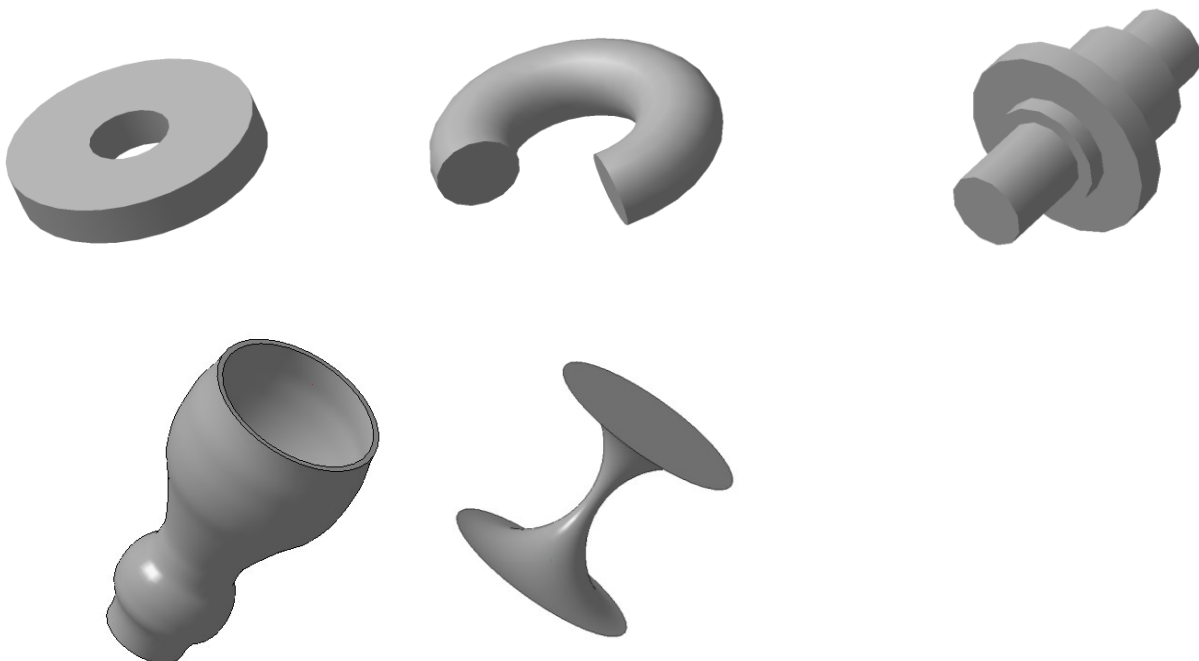
- Диаметр 100мм.



### 6. **Построение полусферы:**

- Диаметр сферы 50 мм;
- Толщина стенки 3 мм.

### 7. **Постройте трехмерные модели по образцу:**



## 8. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Что такое эскиз?
2. Чем отличаются операции вращения и выдавливания?

## 9. По образцу первой практической работы выполните отчет:

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Дайте определение образующей	
Перечислите требования к эскизу операции вращения.	

2. Выполните вставку скриншотов Полусферы, Усеченного конуса и самостоятельной работы.
3. Сформулируйте вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

**Название практической работы:** Создание 3D-модели методом выдавливания

### Цель работы:

– Освоить приемы использования операции выдавливания, на основании исходных данных научиться создавать трехмерные модели методом выдавливания в КОМПАС-3D.

### Знания (актуализация):

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- классификацию 3D-объектов и методы их создания;
- основные принципы моделирования;
- возможности использования 3D-моделирования в дальнейшей профессиональной деятельности.

### Умения:


- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- использовать системы автоматизированного проектирования для решения инженерных задач.


### Ход работы:

#### Операция выдавливания

##### 1. Построение куба: (Куб – призма, все грани которого квадраты)

- В дереве построения укажите плоскость XY

-  - Эскиз панель инструментов Текущее состояние
- Постройте Прямоугольник высотой 40 мм и шириной 40 мм

- Прервите команду и нажмите  - Эскиз

- Выберите операцию выдавливания – 

– На панели **Свойств** на вкладке **Параметры** укажите прямое направление выдавливания, глубина выдавливания – на расстояние, в поле **Расстояние1** – 40 мм,  
**Угол1** - 0°

- На панели **Свойств** на вкладке **Тонкая стенка** укажите тип построения тонкой стенки –

**Нет**



– На инструментальной панели **Вид** выберите команду **Полутоновое**, поверните модель -

– В контекстном меню детали выберите Свойства – установите любой цвет.

– Сохраните под именем **Куб** в папке **Практика 5**

2. **Построение призмы:** (Призма - многогранник, две грани которого – основания – равные многоугольники, а остальные грани - прямоугольники):

– Аналогично, в эскизе постройте многоугольник с количеством вершин – 6, по описанной окружности – радиус – 30 мм

– Выполните операцию выдавливания на расстоянии 60 мм, углом - 00

– Отображение – Полутоновое с каркасом

– Сохраните под именем **Призма** в папке **Практика 5**

3. **Построение пирамиды:** (Пирамида – многогранник, основание которого многоугольник, остальные грани – треугольники с общей вершиной)

– Выберите тип документа Деталь; в дереве построения укажите плоскость XY

– Эскиз панель инструментов Текущее состояние

– Постройте многоугольник с количеством вершин – 6, по описанной окружности – радиус – 30 мм

– Прервите команду и выберите операцию выдавливания; на панели Свойств на вкладке Параметры укажите в поле Расстояние1 – 40 мм, Уклон1 – внутрь, Угол1 – 20.50

– На панели Свойств на вкладке Тонкая стенка укажите тип построения тонкой стенки – Нет, отображение - Полутоновое

– Установите любой цвет, сохраните под именем **Пирамида** в папке **Практика 6**.

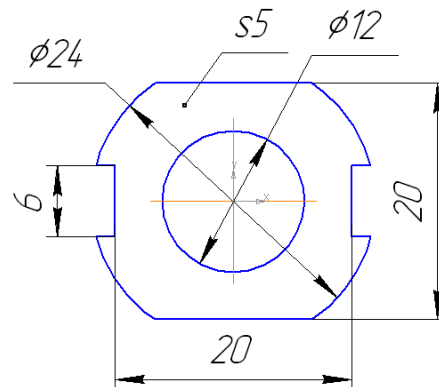
4. **Постройте 3-х мерную модель параллелепипеда с размерами:**

**$x = 10, z = 20, y = 30$ .**

5. **Постройте модель пластины.**

Выполнив эскиз, выдавите на 5 мм.

Сохраните под именем **Пластина**

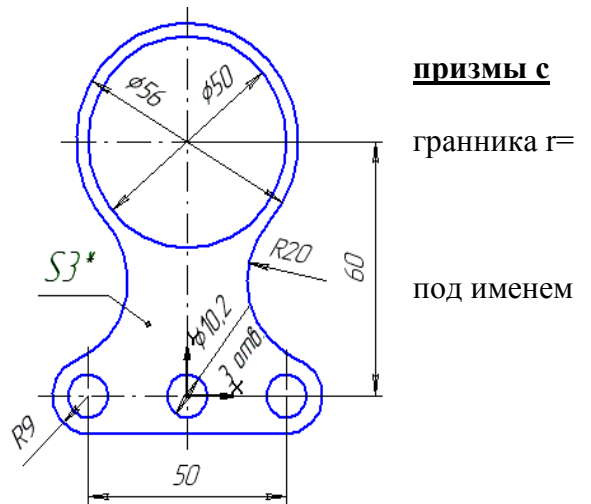


**6. Выполните трехмерную модель 8-гранной призмы с параметрами:**

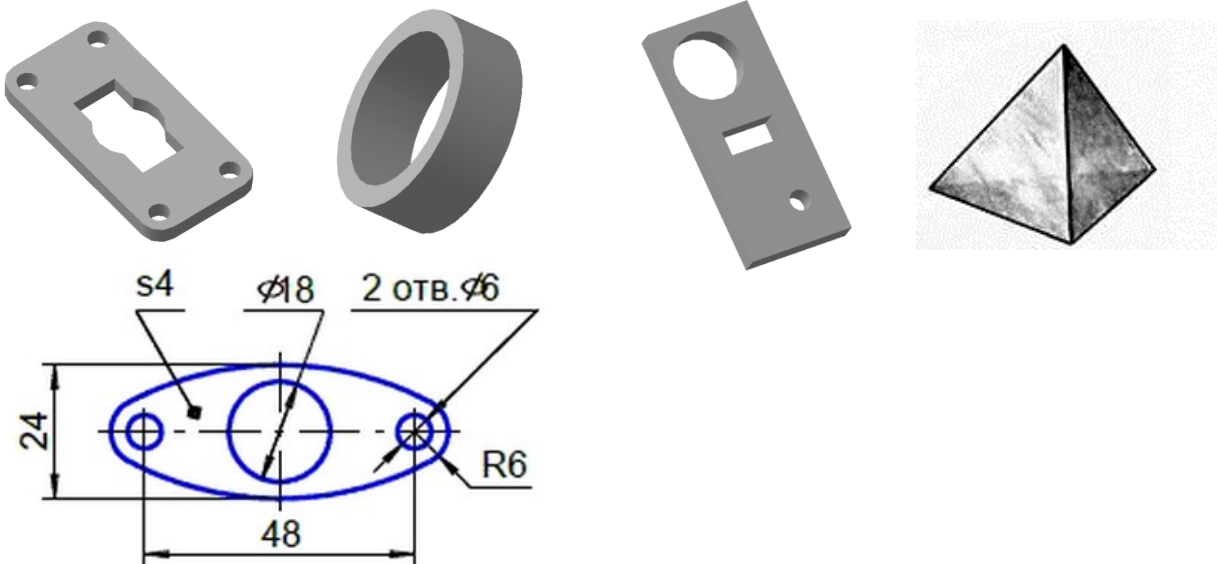
радиус вписанной окружности основания 8-50мм, высота призмы = 50мм.

**7. Постройте модель подвески.**

Выполнив эскиз, выдавите на 3 мм. Сохраните Подвеска



8. Самостоятельно выполните построение деталей без по образцу:



**9. Ответьте на контрольные вопросы:**

1. Что такое формообразующая операция?
2. Чем отличаются тела выдавливания от тел вращения?

**10. По образцу первой практической работы выполните отчет:**

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Перечислите требования к эскизу операции выдавливания.	
Перечислите формообразующие операции в КОМПАС-3D.	

2. Выполните вставку скриншотов Подвески и Пластины;
3. Сформулируйте вывод по работе.



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

**Название практической работы:** Моделирование тел кинематическим способом

**Цель работы:**

– Освоить операции создания кинематических элементов, на основании исходных данных научиться создавать трехмерные модели кинематическим способом в КОМПАС-3D.

**Знания (актуализация):**

– основы геометрического моделирования;  
– правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;  
– классификацию 3D-объектов и методы их создания;  
– основные принципы моделирования;  
– возможности системы автоматизированного проектирования с использованием их в дальнейшей профессиональной деятельности.

**Умения:**

– создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;  
– использовать системы автоматизированного проектирования для решения инженерных задач.

**Ход работы:**

**I. Создание канцелярской скрепки**

1. Выберите тип документа **Деталь**;

2. На плоскости XY постройте эскиз направляющей с помощью команд Непрерывного ввода объектов и Ортогонального черчения, последовательно откладывая величины 19 мм; 7 мм; 26 мм; 5,5 мм; 20 мм; 13 мм, начиная построение от начала координат;

3. Скруглите все углы радиусом 2 мм и закончите

4. На плоскости ZX

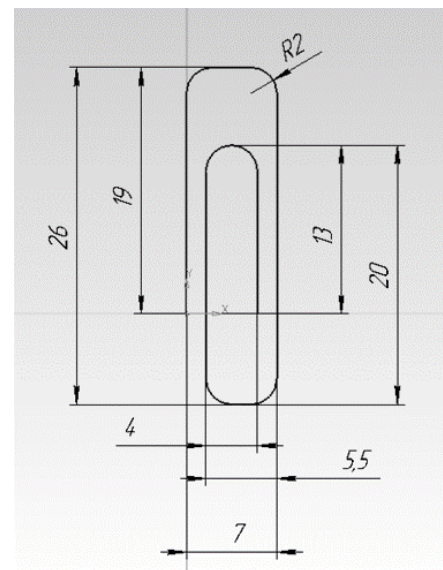
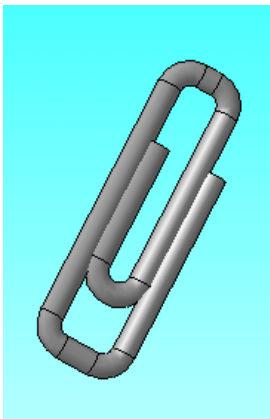
постройте окружность диаметром 0,1 мм с центром в начале координат (разверните для удобства построения и увеличьте масштаб);

5. Перейдите в режим трехмерного моделирования;

6. Выберите

Кинематическая операция, на панели свойств активизируйте переключатель **Сечения** и в Дереве построения укажите **Эскиз: 2**;

– переключатель **Траектория** и в Дереве построения укажите



4 мм;

эскиз;

эскиз

**Эскиз: 1;**

– **Движение сечения** – Сохранять угол наклона. На экране появится фантом канцелярской скрепки;

7. В строке меню выберите **Вид – Скрыть – Системы координат, Эскизы**;

8. Сохраните под именем **Скрепка**.

**II. Построение пружины**

1. Создайте деталь;

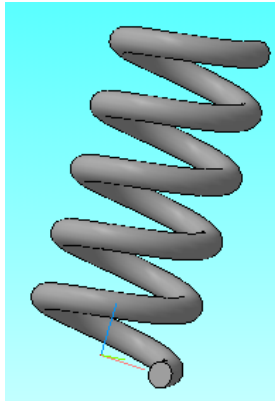
2. Выберите плоскость XY, на панели **Компактная** переключите на **Пространственные кривые** и выберите **Спираль цилиндрическая**;

3. На панели свойств установите по образцу:





4. Укажите точку привязки – Начало координат;
5. На вкладке **Диаметр** активизируйте переключатель – **Диаметр по размеру** и в поле **Диаметр:1** введите величину 30 мм. Фантом спирали отобразится в окне модели;
6. Создайте объект;
7. На плоскости ZX постройте окружность эскиз (разверните эскиз для удобства построения);
8. Чтобы точно построить эскиз сечения, необходима привязка к крайней точке спирали, которой пока нет. Спроецируйте эту точку из эскиза спирали на плоскость ZX, для этого в строке Меню – Операции, укажите **Спроецировать объект** и щелкните по началу координат;

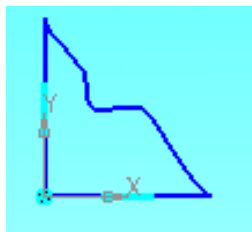


9. Прервите команду;
10. Постройте окружность радиусом 3 мм с центром в начале спирали, используя привязку – **Ближайшая точка**;
11. Перейдите в режим трехмерного моделирования;
12. Выберите Кинематическая операция, на панели свойств активизируйте переключатель **Сечения** и в Дереве построения укажите **Эскиз: 2**;
- переключатель **Траектория** и в Дереве построения укажите **Спираль цилиндрическая: 1**; Тонкой стенки – Нет;
13. В строке меню выберите **Вид – Скрыть – Системы координат, Эскизы**;

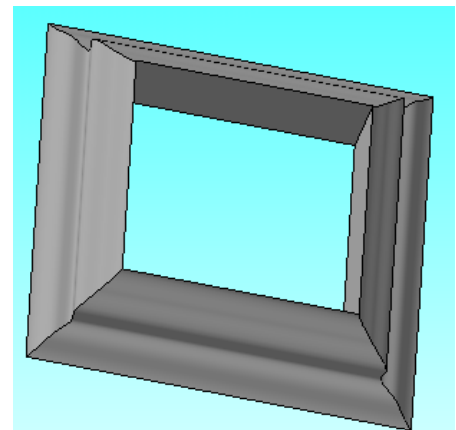
14. Сохраните под именем **Пружина**.

### III. Построение багетной рамки

1. Создайте деталь;
2. Выберите плоскость XY постройте эскиз по образцу:
3. Закончите работу с эскизом;



4. На плоскости ZY постройте эскиз – квадрат со стороной 70 мм (вершина в начале координат);
5. Выполните кинематическую операцию. На экране появится фантом рамки;



6. Сохраните под именем **Рамка**;

### IV. Самостоятельная работа

1. Выполните построение шестигранного ключа, следуя



рекомендациям:

2. Создайте два эскиза.

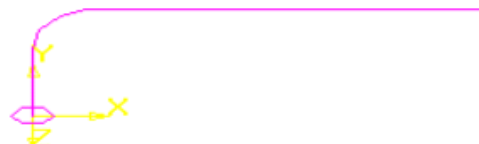
**Эскиз:1** (сечение-шестигранник с размером "под ключ" 10 мм и центром в начале координат) в Горизонтальной плоскости. **Эскиз:2** (траектория движения сечения: отрезки 40 и 120 мм, скругленные радиусом 15 мм) во Фронтальной плоскости и начинается в начале координат.

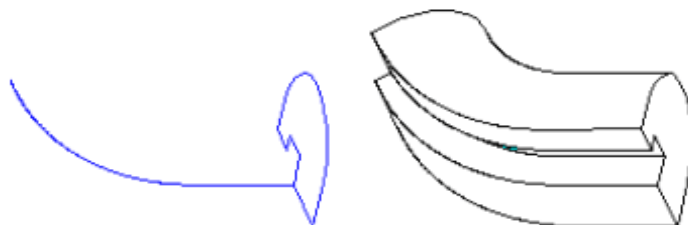
3. Выполните Кинематическую операцию.

4. В группе опций **Объект** включите опцию **Сечение** и выберите **Эскиз:1**, для задания траектории движения сечения включите опцию **Траектория** и выберите **Эскиз:2**. Выберите тип движения сечения **Ортогонально траектории**.

5. Сохраните под именем **Ключ**.

6. Создайте деталь по образцу:





7. Сохраните под именем **Уплотнитель**.

8. **Ответьте на контрольные вопросы:**

1. Что такое кинематический элемент?
2. Чем отличается эскиз-траектория от эскиза-сечения?

9. **По образцу первой практической работы выполните отчет:**

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Перечислите требования к эскизу-траектории.	
Перечислите требования к эскизу-сечения.	
Как должны располагаться эскизы относительно друг друга?	

2. Выполните вставку скриншота пружины.
3. Выполните вставку скриншота шестигранного ключа.
4. Выполните вставку скриншота Уплотнителя.
5. Сформулируйте вывод по работе.

Создание ассоциативных чертежей

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 (4 часа)

**Название практической работы:** Создание ассоциативных чертежей

**Цель работы:**

- Научиться создавать ассоциативный рабочий чертеж из модели 3D, освоить приемы редактирования ассоциативных видов.
- Закрепить умение создавать произвольные виды 3-хмерной модели.

**Знания (актуализация):**

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.

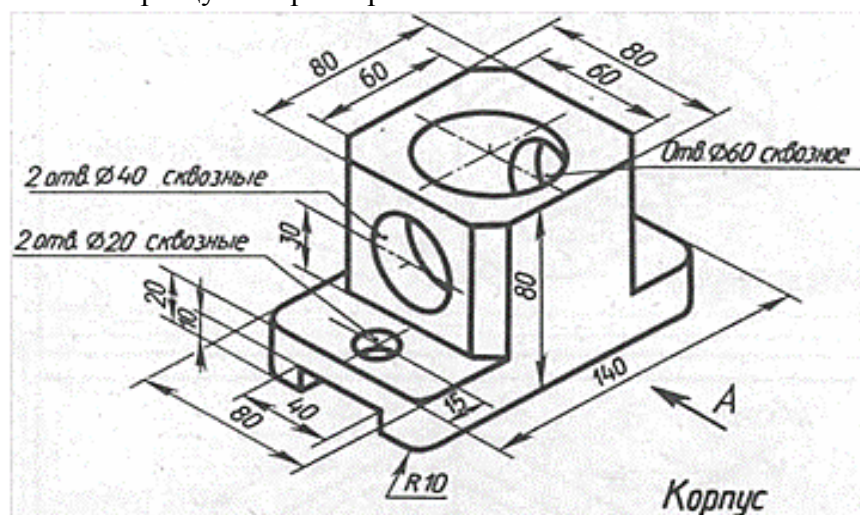
**Умения:**

- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

**Ход работы:**

**I. Создание ассоциативных видов:**

1. Создайте деталь по образцу и по размерам:



2. Не проставляя размеров, разверните деталь по направлению стрелки А и сохраните под именем **Корпус**;

3. Заполните свойства детали и назначьте материал Бронза;

4. Создайте чертеж и постройте ассоциативные виды: **Вставка – Вид с модели – Стандартные** – выберите файл **Корпус** и укажите точку привязки главного вида (при необходимости измените масштаб);

5. Проверьте основную надпись и сохраните под именем **Корпус\_виды**.

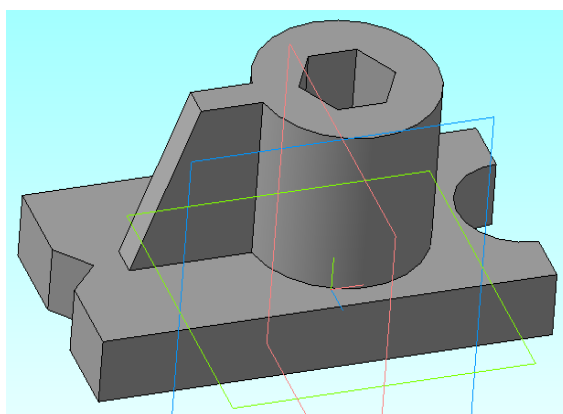
## II. Построение ребра жесткости

1. Создайте новую деталь, сохраните именем **Основание**;

2. Выполните построение детали по стандартным видам и по образцу (без жесткости):

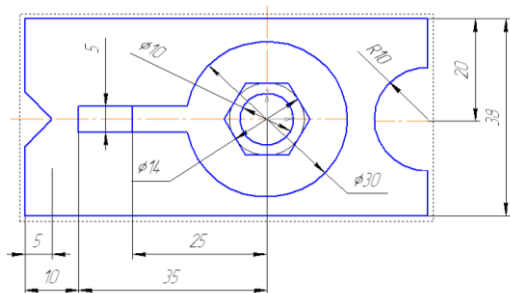
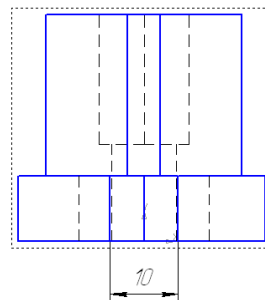
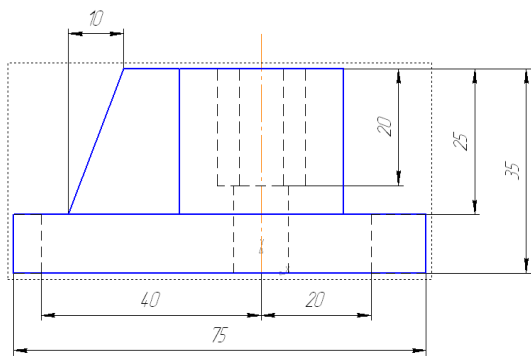
3. Начните построение с эскиза на плоскости ZX (вид сверху);

4. По размерам приведенных видов постройте деталь (без ребра жесткости);



под

ребра



5. При построении ребра жесткости в плоскости XY создайте эскиз по образцу:

6. Выполните команду

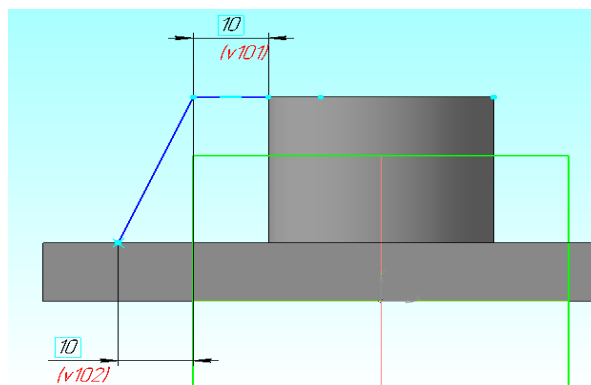
Редактирование детали – Ребро жесткости, установите параметры: Направление – прямое, Угол наклона 0, Тип построения тонкой стенки – средняя плоскость, Толщина стенки 5 мм.

7. Заполните свойства детали и выполните расчет МЦХ, указав материал – Сталь 30;

8. Сохраните деталь под именем

**Основание** и создайте ассоциативные виды образцу. Проставьте размеры.

9. Сохраните чертеж под именем **Основание\_виды**.



по

10. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Что такое ассоциативный чертеж?
2. Что такое ассоциативный вид?

11. По образцу первой практической работы выполните отчет:

1. Выполните вставку скриншота Корпус\_виды.
2. Выполните вставку скриншота Корпус.
3. Выполните вставку скриншота 3D-модели Основание;
4. Выполните вставку текстового документа МЦХ детали с указанием материала;
5. Выполните вставку скриншота чертежа (с основной надписью) стандартных видов 3D-модели.
6. Сформулируйте вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

**Название практической работы:** Создание 3D-модели по сечениям

**Цель работы:**

– Освоить операции создания тела по сечениям, на основании исходных данных научиться создавать трехмерные модели по сечениям в КОМПАС-3D.

**Знания (актуализация):**

– основы геометрического моделирования;  
– правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;  
– классификацию 3D-объектов и методы их создания;  
– основные принципы моделирования;  
– возможности системы автоматизированного проектирования с использованием их в дальнейшей профессиональной деятельности.

**Умения:**

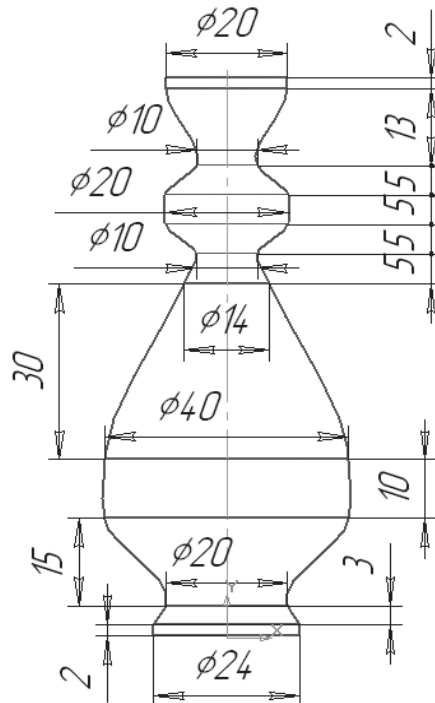
– создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;  
– использовать системы автоматизированного проектирования для решения инженерных задач.

**Ход работы:**

**I. Построение кувшина:**

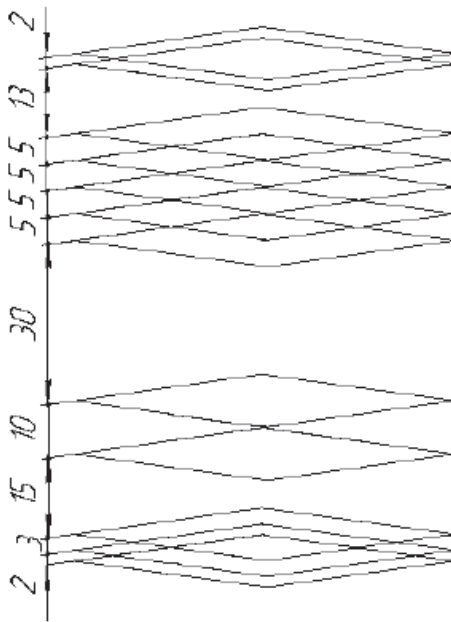
Рассмотрим создание элемента по нескольким поперечным сечениям без направляющей:

1. Выберите тип документа **Деталь**;
2. В Дереве построения щелчком ЛКМ укажите **Плоскость XY** – базовая;



3. Постройте смещенные плоскости: команда Смещенные плоскости

на панели Вспомогательная геометрия  на расстоянии по рисунку:



4. Последовательно указывая в Дереве построения Смещенные плоскости, постройте эскизы всех окружностей (обратите внимание: смещенных плоскостей 11, а эскизов 12, т.к. первый эскиз построен на базовой плоскости XY - окружность радиусом 12 (Эскиз: 1):

- Смещенная плоскость: 1 – окружность радиусом 12 (Эскиз: 2);
- Смещенная плоскость: 2 – окружность радиусом 10 (Эскиз: 3);
- Смещенная плоскость: 3 – окружность радиусом 20 (Эскиз: 4);
- Смещенная плоскость: 4 – окружность радиусом 20 (Эскиз: 5);
- Смещенная плоскость: 5 – окружность радиусом 7 (Эскиз: 6);
- Смещенная плоскость: 6 – окружность радиусом 5 (Эскиз: 7);
- Смещенная плоскость: 7 – окружность радиусом 10 (Эскиз: 8);
- Смещенная плоскость: 8 – окружность радиусом 10 (Эскиз: 9);
- Смещенная плоскость: 9 – окружность радиусом 5 (Эскиз: 10);
- Смещенная плоскость: 10 – окружность радиусом 10 (Эскиз: 11);
- Смещенная плоскость: 11 – окружность радиусом

(Эскиз: 12).

10

5. Используя кнопку  – Операция по сечениям:

6. На панели Свойств активизируйте переключатель Сечения и последовательно укажите их в Дереве построения щелчком ЛКМ. Перечень эскизов в порядке их указания появляется в окне Список сечений. В этом же порядке сечения будут соединены при построении элемента.

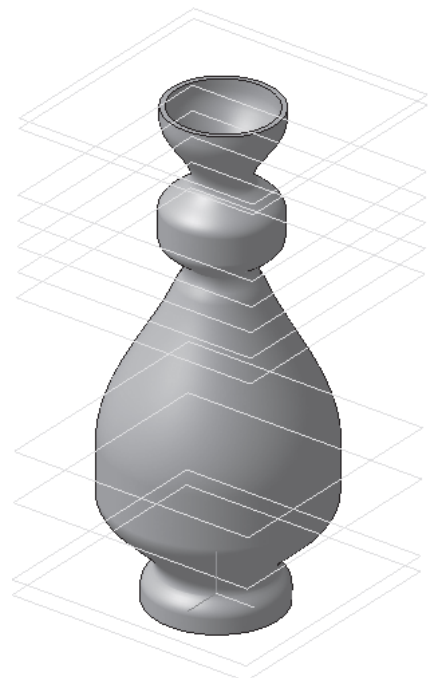
7. На Инструментальной панели Вид выберите команду Полутоновое,

Полутоновое с каркасом, уточните форму модели. строке Меню выберите Сервис – Параметры, после щелчка раскроется диалоговое окно, укажите Текущая деталь – Точность отрисовки и МЦХ. «Бегунок», удерживая ЛКМ, переведите в положение Точно – ОК.

8. Выполните тонкостенную оболочку:



**Оболочка** инструментальная панель – Редактирование детали;

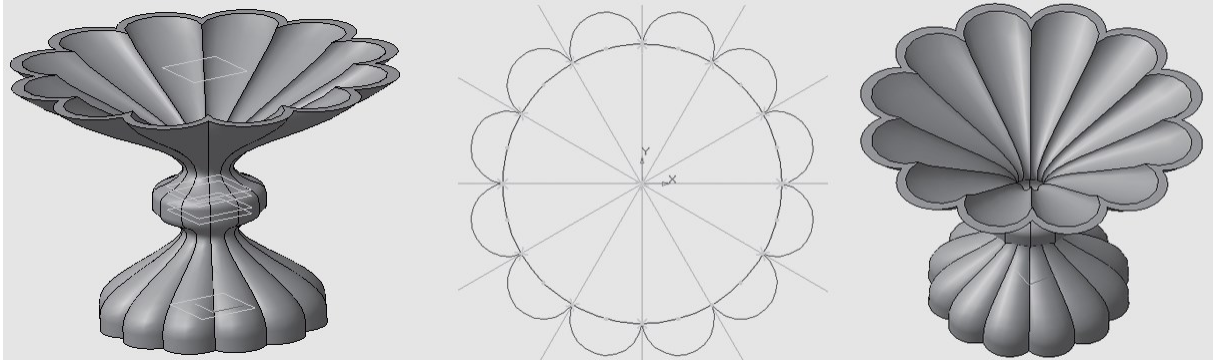


На  
ЛКМ

- щелчком ЛКМ укажите на модели верхнее основание (окружность красного цвета, на панели Свойств в поле Количество удаляемых граней – 1);
- на панели Свойств активизируйте переключатель Тонкая стенка и укажите Тип построения тонкой стенки – Наружу, Толщина стенки – 1 мм;
- создайте объект.

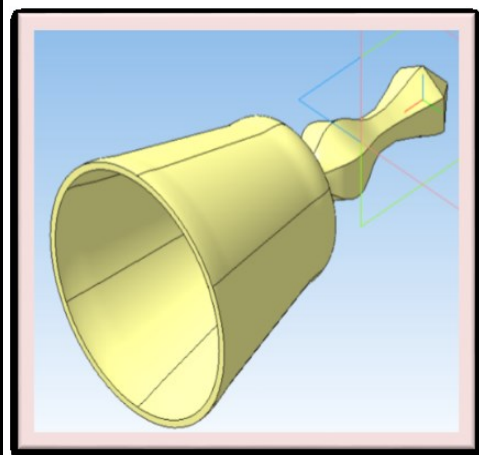
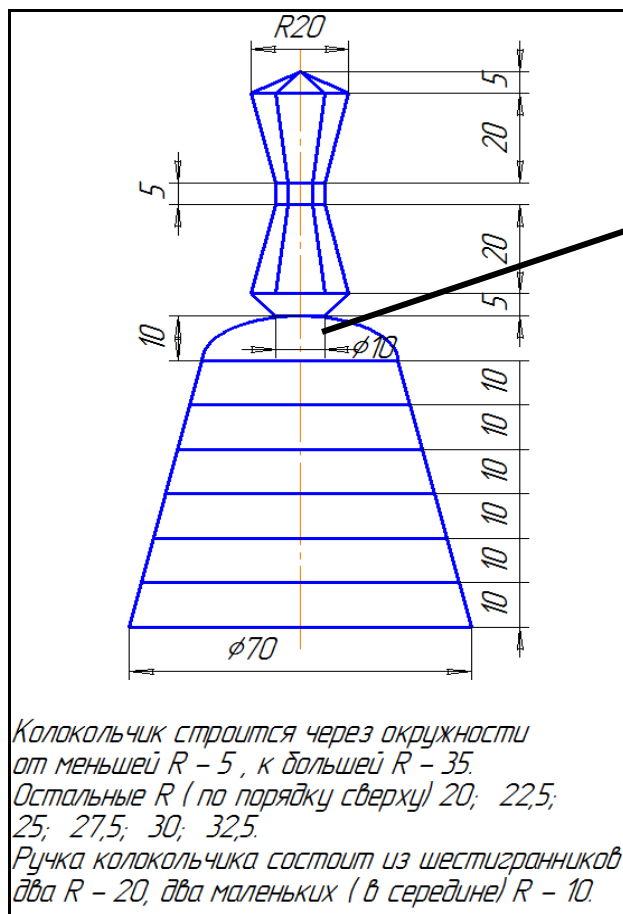
## II. Творческая работа

1. Выполните творческую работу (Ваза), создав элемент по сечениям:
2. В эскизах использовалось деление окружности на части и редактирование; оболочка наружу 3 мм;



## III. Самостоятельная работа:

1. Построение колокольчика



- Создайте Колокольчик по сечению: в смещённых плоскостях
- Колокольчик состоит из 2-х частей: ручки и самого колокольчика.
- Верх колокольчика – эскизом является точка
- Толщина колокольчика – внутри 2 мм
- Толщина вертушки – нет



#### IV. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Чем отличается построение тела по сечениям, и кинематическая операция?
2. Какой формы модели можно построить, применяя операцию построение тела по сечениям?

#### V. По образцу первой практической работы выполните отчет:

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Перечислите требования к эскизам построения тела по сечениям.	
Опишите алгоритм построения тела по сечениям.	

2. Выполните вставку скриншота кувшина.
3. Выполните вставку скриншота детали.
4. Выполните вставку скриншота колокольчика.
5. Сформулируйте вывод по работе.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

**Название практической работы:** Работа с менеджером параметрических библиотек  
Создание параметризованной детали

#### Цель работы:

- Освоить технологию использования параметрических библиотек.
- Научиться работать с Менеджером библиотек, находить нужную библиотеку, задавать параметры элемента, менять параметры вставки.

#### Знания (актуализация):

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.


#### Умения:

- использовать библиотеки и шаблоны документов при создании конструкторской и технологической документации согласно требованиям ЕСКД;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

#### Ход работы:

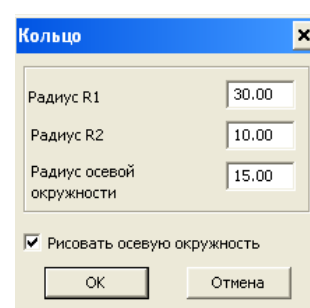
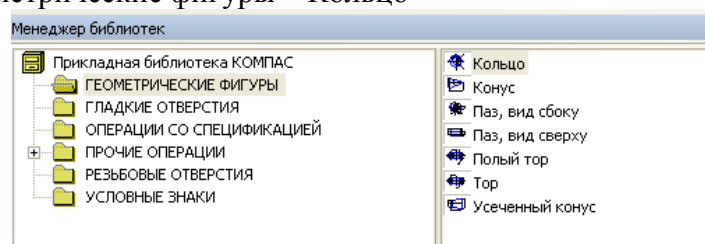
##### I. Библиотека КОМПАС-SHAFT 3D

1. Создайте деталь и выберите в Дереве построений плоскость XY;


2. На панели инструментов Текущее состояние выберите Эскиз 

3. Вызовите менеджер библиотек, выберите библиотеку Прикладная библиотека КОМПАС

– Геометрические фигуры – Кольцо



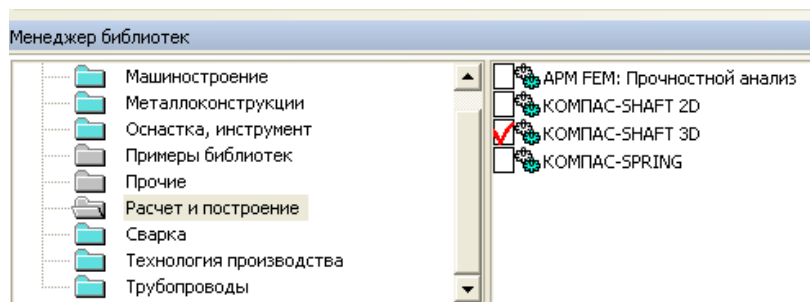


4. Укажите параметры кольца по образцу:
5. Через контекстное меню выполните Разрушение вида и удалите осевые линии;
6. Прервите команду и нажмите  - Эскиз
7. Выполните операцию выдавливания на расстоянии 5 мм, Угол1 равен  $0^0$ , тип построения тонкой стенки – Нет
8. Нажмите кнопку **Создать объект**
9. В Дереве построения вызовите Свойства детали (контекстное меню);
10. Введите название детали Кольцо;
11. Сохраните файл под именем Кольцо;
12. Создайте

деталь и

выберите в Дереве построений плоскость

13. Вызовите библиотек, выберите библиотеку Расчет и построение – КОМПАС-3D.

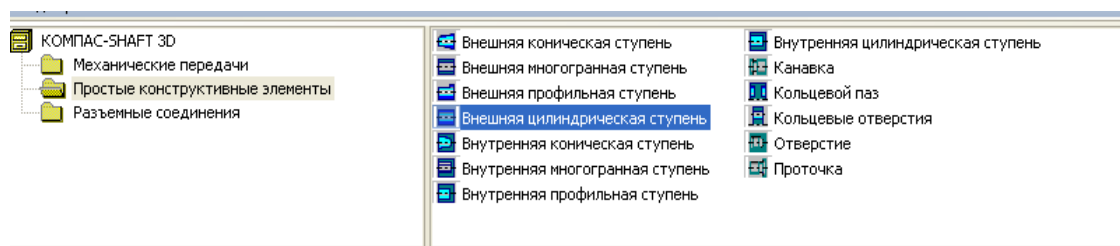


ZX;  
менеджер

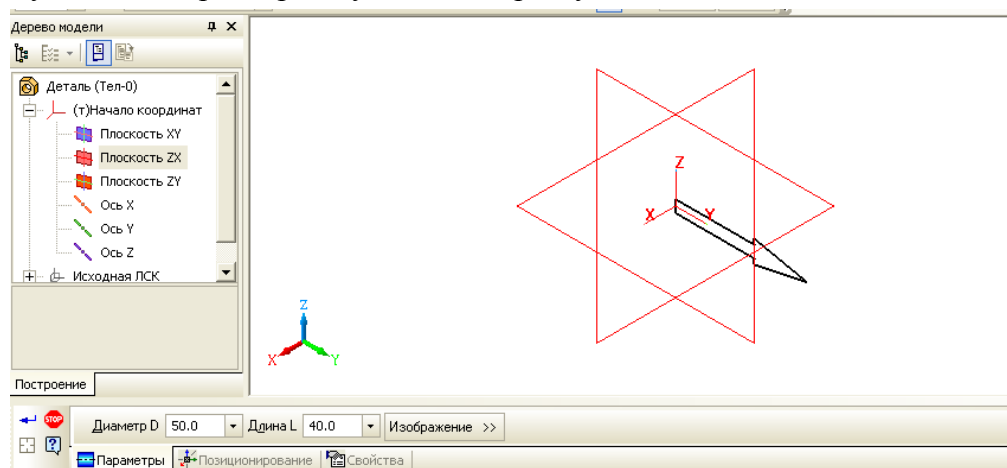
SHAFT

14. Алгоритм построения Вала:

– В библиотеке выберите раздел Простые конструктивные элементы – Внешняя цилиндрическая ступень

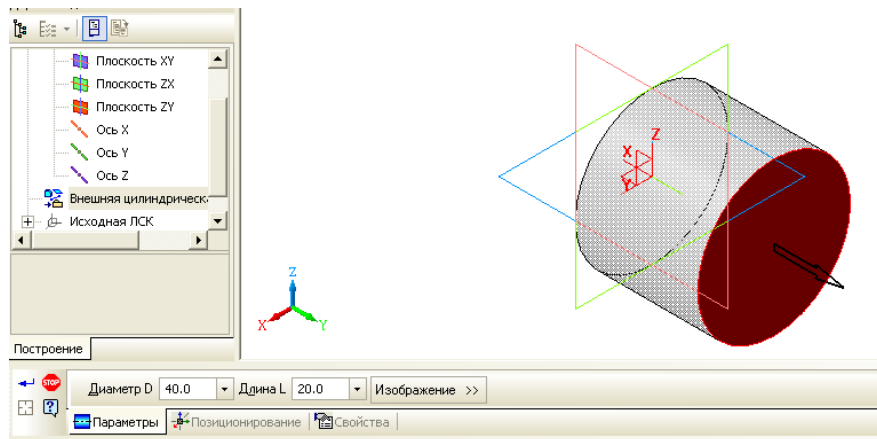


– Внизу введите параметры ступени по образцу:

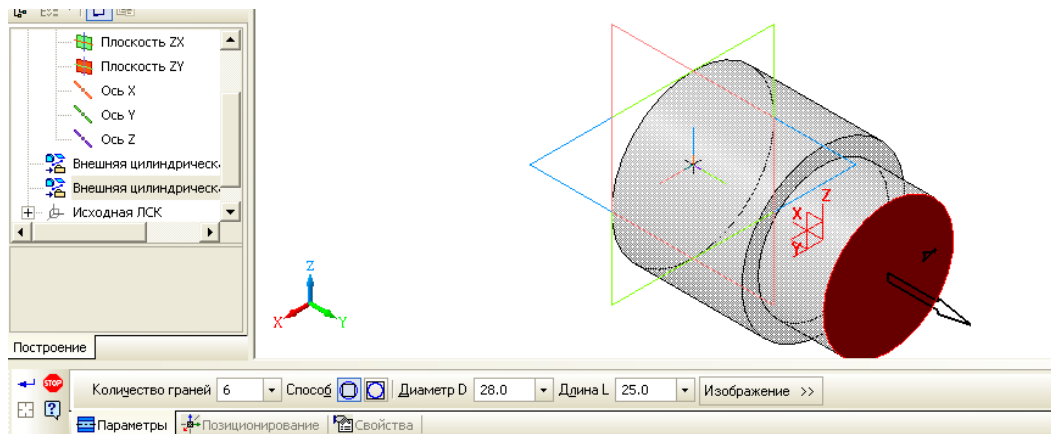


– Нажмите Создать объект

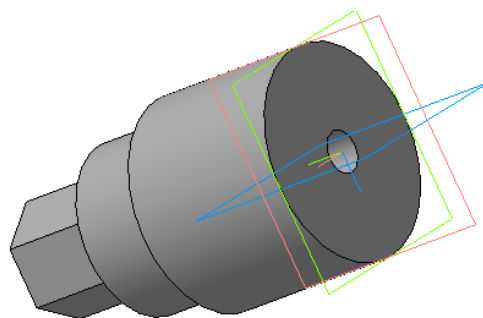
– У вас получился цилиндр, выделите основание цилиндра и повторите построение внешней цилиндрической ступени с другими параметрами:



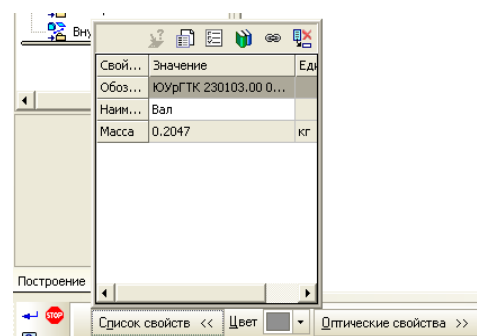
- Нажмите Создать объект
- Выберите грань и создайте внешнюю многогранную ступень с параметрами по образцу:
- Выберите основание с другой стороны вала и создайте коническое отверстие;



– Результат построения Вала:



– В свойствах детали введите Обозначение и Наименование детали по образцу;



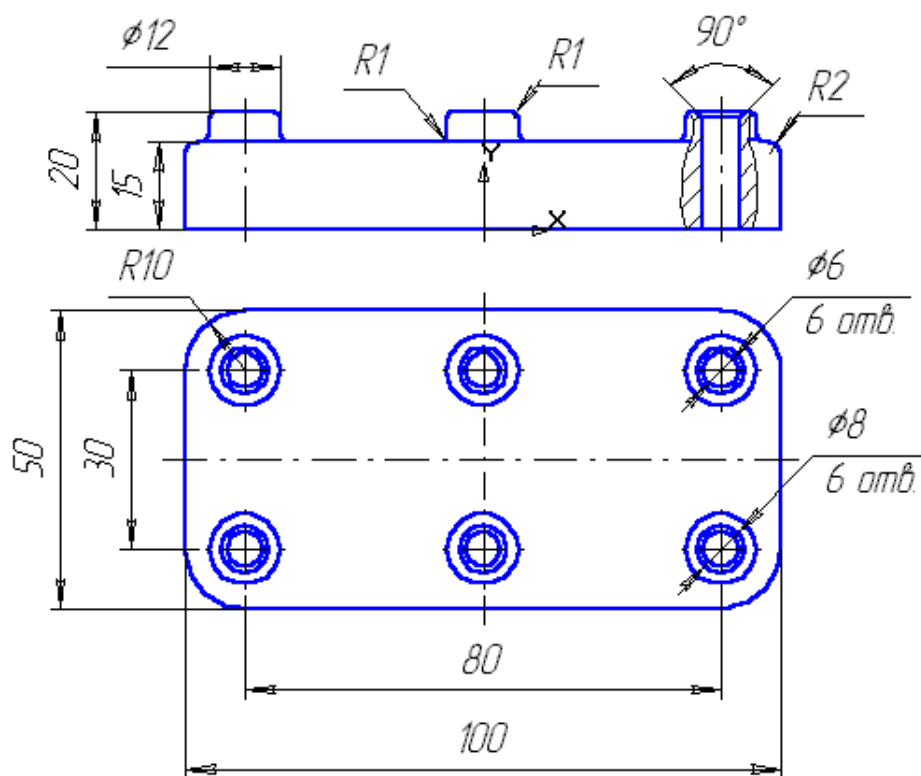
- Назначьте материал по таблице и нажмите кнопку Пересчитать МЦХ;
- Сохраните файл под именем **Вал**.

15. Создайте чертеж ассоциативных видов детали (не более 2). Для наглядного представления конического отверстия выполните местный вид или разрез на отверстии;

16. Сохраните чертеж под именем **Вал\_чертеж**.

## II. Прикладная библиотека КОМПАС

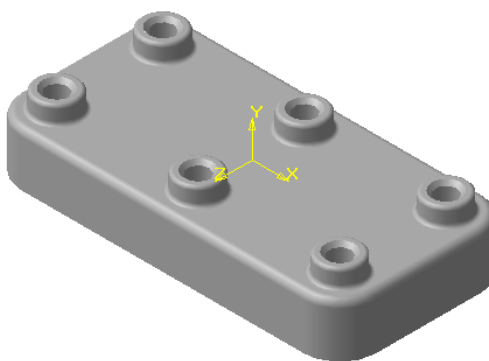
1. Создайте по предложенным видам деталь **Основание**;



2. Для построения сквозных отверстий, воспользуйтесь библиотекой.

3. Выполните копирование бобышек с отверстиями и скруглениями командой **Копия по сетке**.

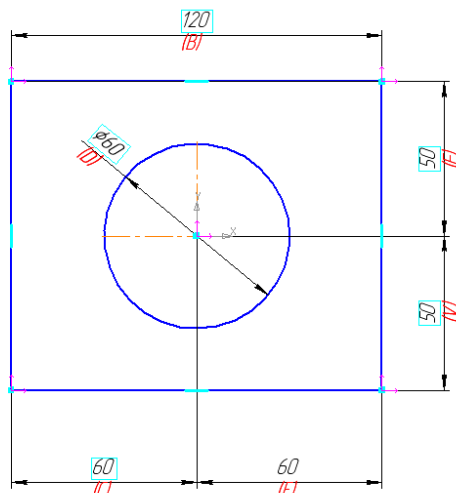
**Результат:**



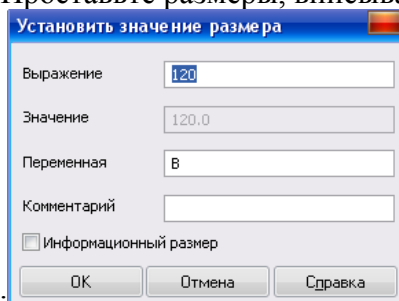
4. Сохраните деталь под именем **Основание**.

## III. Создание параметрического чертежа

1. Создайте новый чертеж;
2. Примените ручной режим параметризации. Для этого в меню КОМПАС «Сервис - Параметры – Текущий чертеж» в разделе «Параметризация» ставим галочки по образцу:
3. Поменяйте формат листа на А3, горизонтальный и выполните построение эскиза по размерам (размеры не проставляйте):



4. Открыв панель инструментов **Параметризация**, установите вертикальность и горизонтальность на соответствующие грани сторон; равенство сторон на грани, которые должны быть равны. Проставьте размеры, вписывая переменные и формулы, и просмотрите



ограничения:

$$\begin{aligned} C &= B/2 \\ D &= B/2 \\ V &= B/2 - 10 \\ F &= V \\ E &= C \end{aligned}$$

(т) Вид 1 (1:1)		
B	120.0	120.0
C	B/2	60.0
D	B/2	60.0
E		60.0
F	B/2-10	50.0
V	F	50.0

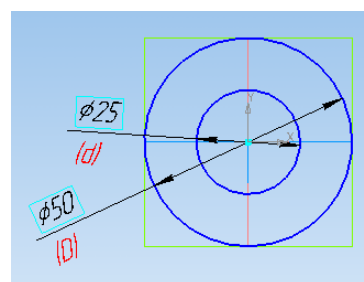
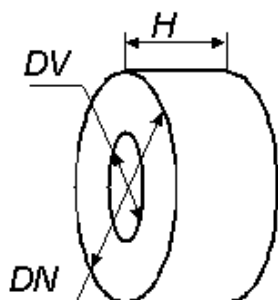
5. Откройте панель **Переменные** и проверьте поменяйте размер B на 100. Что изменилось?

формулы,

6. Заполните основную надпись и сохраните под именем **Параметризация**.

#### IV. Создание параметризованной детали

1. Откройте новый файл  
Включите режим параметризации;
2. Выделив Плоскость ZX, выполните построение эскиза:
3. Проставьте размеры и назначьте переменные;



Деталь.

4. Выйдите из режима Редактирование эскиза и выполните выдавливание эскиза на 50 мм;

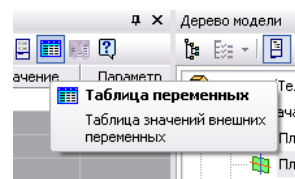
5. Откройте панель **Переменные** и введите новые переменные по образцу:

⊕ (т)Начало координат		
⊖ (+) Эскиз:1		
..... v8		0.0
..... D	DN	50.0
..... d	DV	25.0
⊖ Операция выдавливания:1		
..... v23		0.0
..... v26	H	50.0
..... v28		0.0

6. Установите на переменные статус Внешние (через контекстное меню Внешняя – произойдет заливка синим цветом):

Имя	Выражение	Значение
Деталь (Тел-1)		
H	50.0	50.0
DN	50.0	50.0
DV	25.0	25.0
⊕ (т)Начало координат		
⊖ (+) Эскиз:1		
v8		0.0
D	DN	50.0
d	DV	25.0

7. Построена параметризованная модель (Mod1)



8. На панели переменные выберите Таблица переменных и создайте таблицу (базу данных) параметров (предварительно выберите Читать внешние переменные):

Образец:

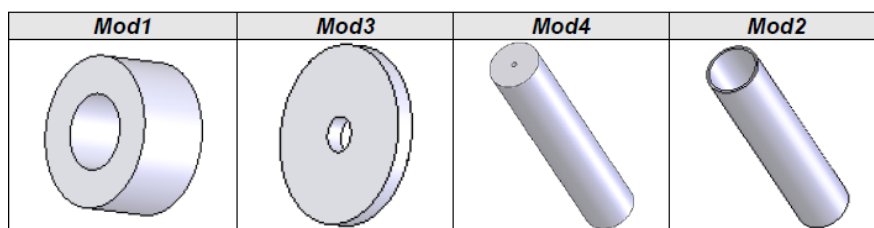
*Таблица параметров*

Name	H	DV	DN
Mod1	50	25	50
Mod2	1000	48	50
Mod3	2	10	100
Mod4	1000	1	50

9. Сохраните таблицу и закройте ее;

10. В режиме Эскиза откройте таблицу и выберите строку с параметрами Mod2\$

11. Модель изменится по образцу. Проверьте остальные модели

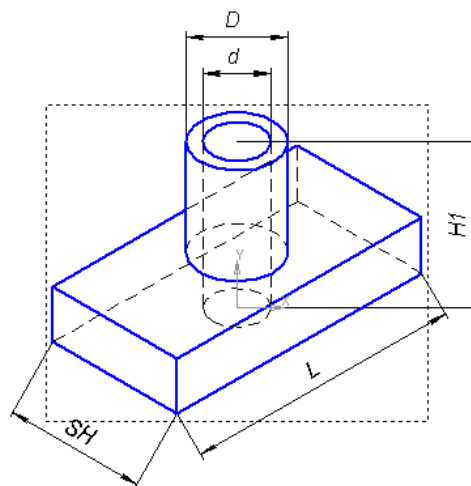
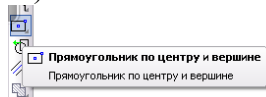


12. Сохраните файл под именем **Модели**.

## V. Самостоятельная работа

1. Создайте параметризованную модель по образцу и по размерам: L = 100 мм; SH = 50 мм; H1 = 50 мм, D = 40 мм; d = 20 мм; L1 – половина длины L, высота параллелепипеда h.

2. Эскиз постройте на плоскости XY (прямоугольник по центру и вершине с осевыми линиями):



3. При простановке размеров обозначьте переменные и введите формулы:

$$\begin{aligned} SH &= L / 2; \\ H1 &= L / 2; \\ D &= SH - 10; \\ d &= D / 2; \\ L1 &= L / 2 \\ h &= SH / 4 \end{aligned}$$

4. Изменив значение L (перейдя в режим редактирования Эскиза1), проверьте изменяется ли модель?

5. Сохраните файл под именем **Основание**;

6. Создайте параметризованную модель параллелепипеда с переменными:

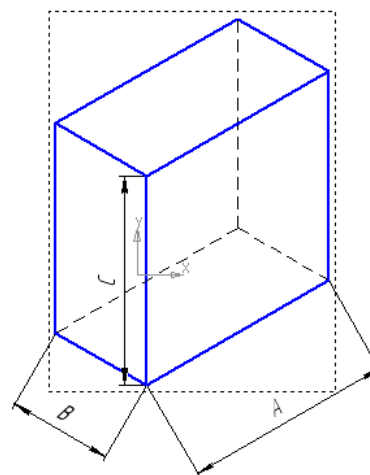
$$A = 2 * B$$

$$C = A$$

7. Назначьте C внешней переменной;

8. Сохраните деталь под именем

**Параллелепипед.**



9. Откройте файл Y:\Кобзева\САПР\Практика 9, выполните построение детали по вариантам, назначьте материал, рассчитайте массу, создайте чертеж с ассоциативными видами (количество на Ваше усмотрение) и проставьте размеры.

**Ответьте на контрольные вопросы:**

1. Для чего нужен менеджер библиотек?
2. Какие библиотеки присутствуют в КОМПАС-3D?
3. Что такое ассоциативность?
4. Чем принудительная параметризация отличается от адаптивной.

**10. По образцу первой практической работы выполните отчет:**

1. Заполните таблицу, ответив на вопросы:

Какими библиотеками Вы пользовались для выполнения практической работы?	
Опишите алгоритм работы с менеджером библиотек.	
Дайте определение понятию Параметрическое моделирование.	
Как включить режим параметризации?	

2. Выполните вставку скриншота Вал
3. Выполните вставку скриншота Вал\_чертеж.
4. Выполните вставку текстового документа МЦХ детали с указанием материала.

5. Выполните вставку скриншота чертежа (с основной надписью) видов 3D-модели по своему варианту.
6. Перечислите виды параметризации трехмерной модели в КОМПАС-3D.
7. Выполните вставку скриншота окна Переменные первого чертежа.
8. Выполните скриншот детали Основание.
9. Сформулируйте вывод по работе:

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

**Название практической работы:** Создание моделей с ребром жесткости

### **Цель работы:**

- Освоить технологию создания ребра жесткости.
- Научиться создавать трехмерную модель по двум предложенным видам.

### **Знания (актуализация):**

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.

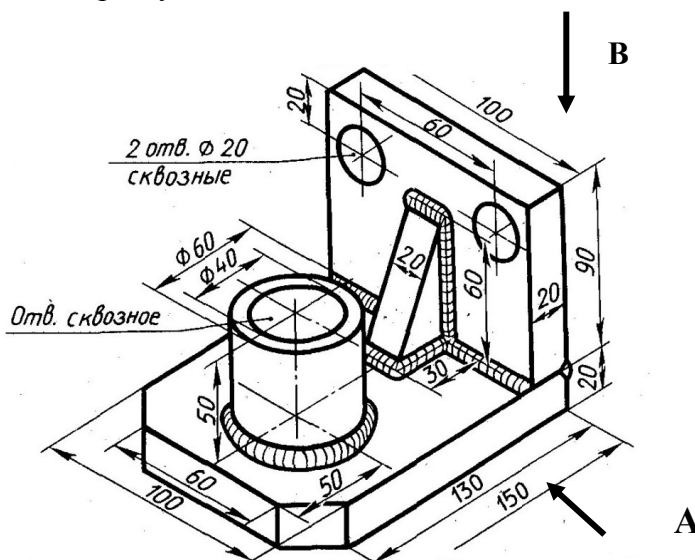
### **Умения:**

- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

### **Ход работы:**

#### **I. Создание ребра жесткости:**

1. Создайте Деталь по образцу:



2. По стрелке А выполните ориентацию и запомните – это главный вид;
3. Заполните свойства детали: название – Корпус1, выполните пересчет МЦХ – материал Алюминий;
4. Сохраните файл под именем **Корпус1**;
5. Создайте чертеж, на котором выполните вставку 2-х видов (Главный по стрелке А и вид по стрелке В);
6. Заполните основную надпись и сохраните под именем **Корпус1\_виды**.

#### **II. Построение трехмерной модели по видам:**



1. Выполните построение трехмерной модели (по вариантам), сохраните под именем **Самостоятельная работа**;
2. Постройте стандартные ассоциативные виды, удалите лишний вид (которого нет на образце), проставьте размеры;
3. Заполните основную надпись и сохраните под именем **Самостоятельная работа\_виды**.
4. **Ответьте на контрольные вопросы:**
  1. Для чего предназначены ребра жесткости?
  2. Какие требования к эскизу ребра жесткости?
3. **По образцу первой практической работы выполните отчет:**
  1. Выполните вставку скриншота **Корпус1**;
  2. Выполните вставку скриншота **Корпус1\_виды**;
  3. Выполните вставку текстового документа МЦХ детали с указанием материала;
  4. Выполните вставку скриншота чертежа (с основной надписью) видов 3D-модели по своему варианту.
  5. Выполните вставку скриншота 3D-модели по своему варианту.
  6. Сформулируйте вывод по работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11**

**Название практической работы:** Создание сборки из 3D-модели

**Цель работы:**

- Закрепить приемы построения твердотельных моделей сборок.
- Научиться создавать ассоциативные чертежи по готовым сборкам.

**Знания (актуализация):**

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.

**Умения:**

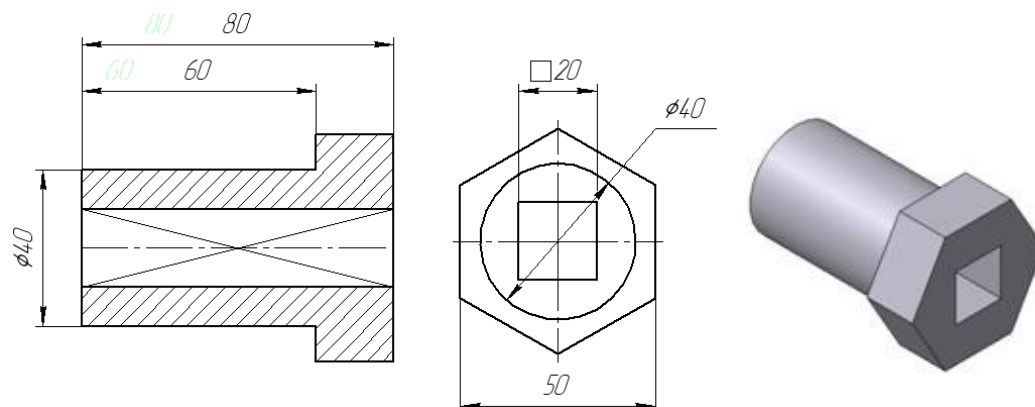
- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

**Ход работы:**

### **I. Создание простой сборки**

Сборка в системе КОМПАС-3D – это трехмерная модель, объединяющая модели деталей, входящих в узел. Конструктор собирает узел, добавляя в него новые компоненты или удаляя существующие. В качестве примера рассмотрим построение сборки, состоящей из двух деталей: **Вала и Гайки**.

1. Создайте деталь и постройте деталь по двум данным видам по образцу:



Чертеж и модель вала

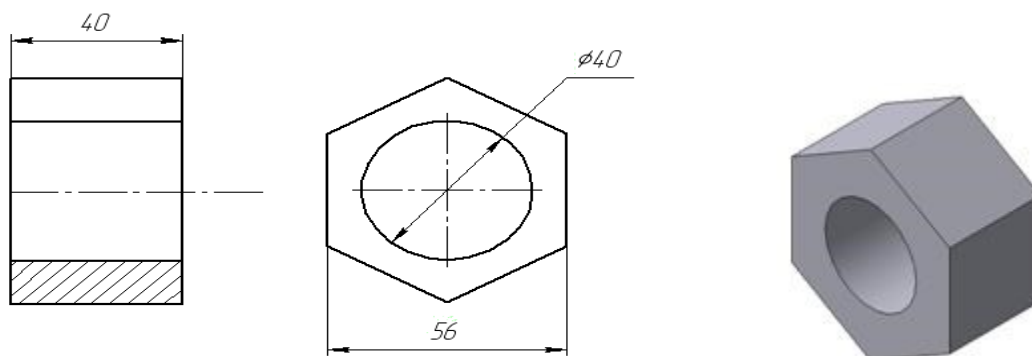
2. Вызовите свойства детали и введите Обозначение и Наименование по образцу:

Свойство	Значение	Един
Обозначение	ЮургТК 23013.00 11 00 01	
Наименование	Вал	
Масса	0.6780	кг

3. Назначьте материал на деталь Сталь 40 ГОСТ 1050-88 , выполните пересчет МЦХ;

4. Сохраните под именем **Вал**;

5. Создайте модель гайки по чертежу:



Чертеж и модель гайки

6. Вызовите свойства детали и введите Обозначение и Наименование по образцу:

Свойство	Значение	Единиц
Обозначение	ЮургТК 230103.00 11 00 02	
Наименование	Гайка	
Масса	0.4564	кг

7. Назначьте материал на деталь Сталь 40 ГОСТ 1050-88 , выполните пересчет МЦХ;

8. Сохраните под именем **Гайка**;



9. Создайте новый документ **Сборка**;

10. Вызовите команду **Редактирование сборки**, а затем выберите кнопку **Добавить из файла**

11. В диалоге выбора файлов выберите файл **Вал** и нажмите кнопку Открыть .

12. Щелчком мыши закрепите **Вал** в точке начала координат.

13. При необходимости вал можно расфиксировать и затем перемещать по экрану.

14. Незафиксированную деталь можно поворачивать (кнопка  Повернуть) и перемещать (кнопка  Переместить).

15. Затем выведите на экран вторую деталь – **Гайка**.

16. Процессом сборки управляют кнопки, расположенные на Компактной панели

**Сопряжения.** Для осуществления сборки вал нужно вставить в отверстие гайки до соприкосновения торцевыми (боковыми) поверхностями. Вначале вал и гайку следует расположить так, чтобы их оси находились на одной прямой, т.е. детали были соосны.

17. Для установления соосности вала и гайки необходимо на странице **Сопряжения**



включить кнопку **Соосность** и последовательно показать цилиндрические поверхности вала и гайки. Гайка переместится и расположится на одной оси с валом.

и,



18. Для совпадения торцевой поверхности втулки с боковой плоскостью головки вала используем кнопку **Совпадение объектов** поворачивая деталь, последовательно указываем курсором названные плоскости - детали займут необходимое положение

19. Сохраните твердотельную модель сборки под именем **Вал в сборе**. Обратите внимание, что файлы сборок имеют расширение \*.a3d, которое система автоматически добавляет к имени документа.

## II. Создание ассоциативного чертежа сборки и ассоциативного разреза

1. По сохраненной в памяти компьютера твердотельной модели сборки создадим ассоциативный сборочный чертеж.

2. Вызовите команду **Виды – Произвольный вид**;

3. Выберите ориентацию главного вида – спереди, с помощью кнопки Схема видов оставим только главный вид.

4. Чтобы показать внутреннее строение деталей сборки, выполним ассоциативный разрез:

1. Установив привязку Выравнивание, задайте траекторию разреза А-А;

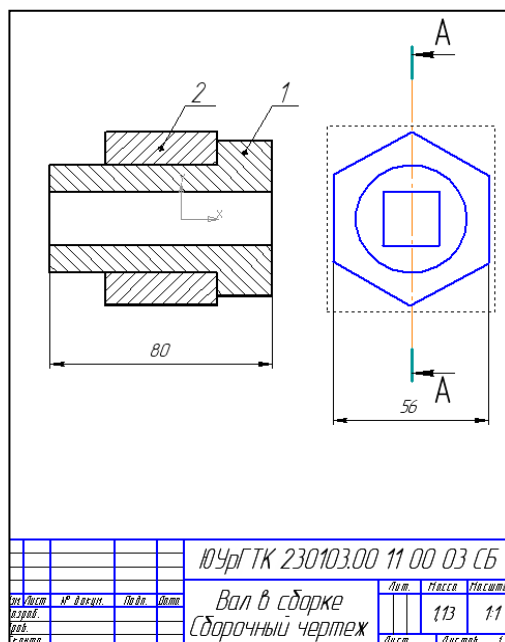
2. Включив кнопку **Разрез/Сечение** на странице **Ассоциативный вид**, укажите курсором линию разреза А-А. На экране появится перемещающийся фантом разреза в виде прямоугольника, зафиксируйте его в нужном месте.

В ассоциативном чертеже вид и разрез связаны между собой, если стереть обозначение разреза, то сотрется и сам разрез, поэтому нужно разрушить связь между различными элементами в изображении разреза и видом спереди, для этого:

1. Выделите построенный разрез, щелкнув по рамке вида левой кнопкой мыши;

2. Правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню, в котором включите пункт **Разрушить вид**;

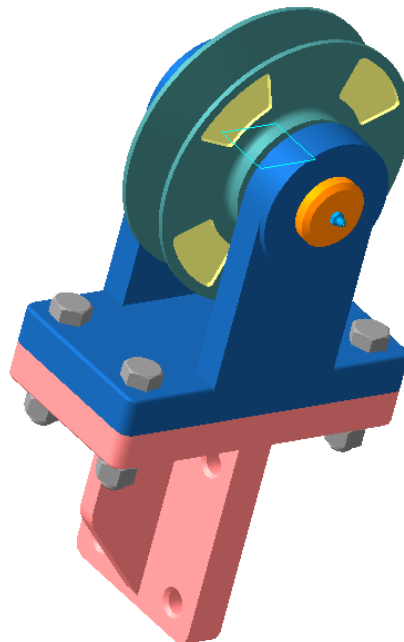
3. Удалите обозначение разреза.



4. Сохраните под именем **Вал\_Сборка**.

### III. Создание сборки Блок направляющий

1. Создайте новую сборку и выполните добавление файлов: Вилка, Валик, Ось, Втулка, Масленка, Кронштейн (Для вставки болтов: Библиотеки – Стандартные изделия – Вставка – Вставить элемент – Крепежные соединения – Болтовое соединение - Болтовое соединение);
2. Выполните сборку блока:



3. Сохраните под именем **Блок направляющий**.

4. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Что такое сборка?
2. Какие виды моделирования сборки Вы знаете?

5. По образцу первой практической работы выполните отчет:

1. Выполните вставку скриншота **Вал\_Сборка**.
2. Выполните вставку скриншота сборки **Блок направляющий**.
3. Сформулируйте вывод по работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №№12, 14**

**Название практической работы:** Создание сборочного чертежа

**Цель работы:**

- Освоить приемы работы со сборочными чертежами.

**Знания (актуализация):**

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.

**Умения:**

- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

**Ход работы:**

### **I. Создание сборочного чертежа Вала**

1. Откройте сборку Вала из предыдущей работы;
2. Выполните сборочный чертеж Вала.
3. Проставьте размеры и заполните основную надпись;
4. Сохраните под именем **Сборочный чертеж\_Вал**.

### **II. Создание сборочного чертежа Блок направляющий**

1. Откройте сборку Блока из предыдущей работы;
2. Выполните сборочный чертеж Блока.
3. Проставьте размеры и заполните основную надпись;
4. Сохраните под именем **Сборочный чертеж\_Блок**.

### **III. По образцу первой практической работы выполните отчет:**

1. Дайте определение понятию Сборочный чертеж.
2. Выполните вставку скриншота **Сборочный чертеж\_Вал**.
3. Выполните вставку скриншота **Сборочный чертеж\_Блок**.
4. Сформулируйте вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

## Название практической работы: Создание 3-D модели

**Цель работы:** Закрепить приемы 3 D-моделирования.

**Знания (актуализация):**

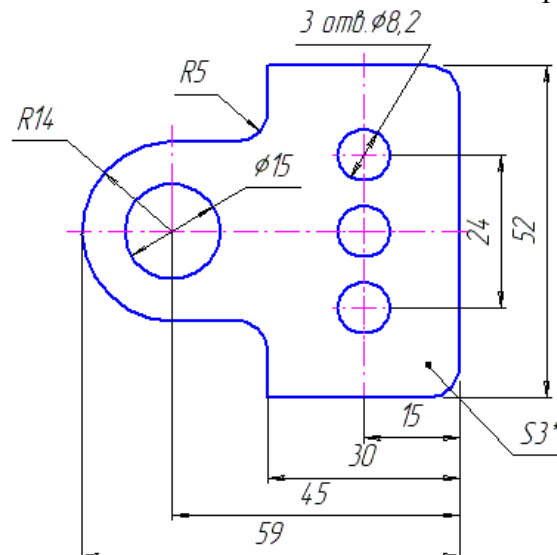
- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.

### Умения:

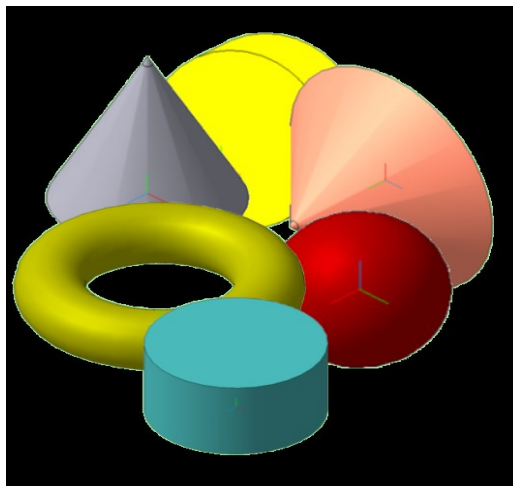
- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

### Ход работы:

1. Создать новую деталь и на плоскости ZX создать эскиз по образцу:

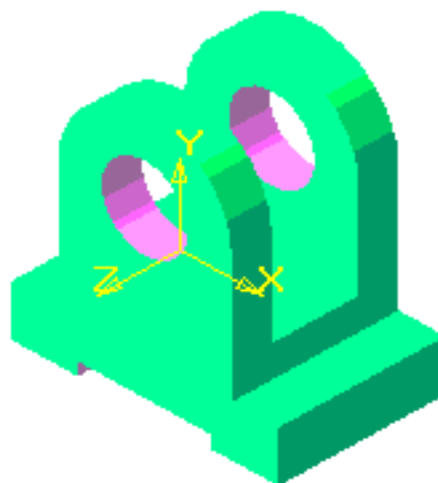
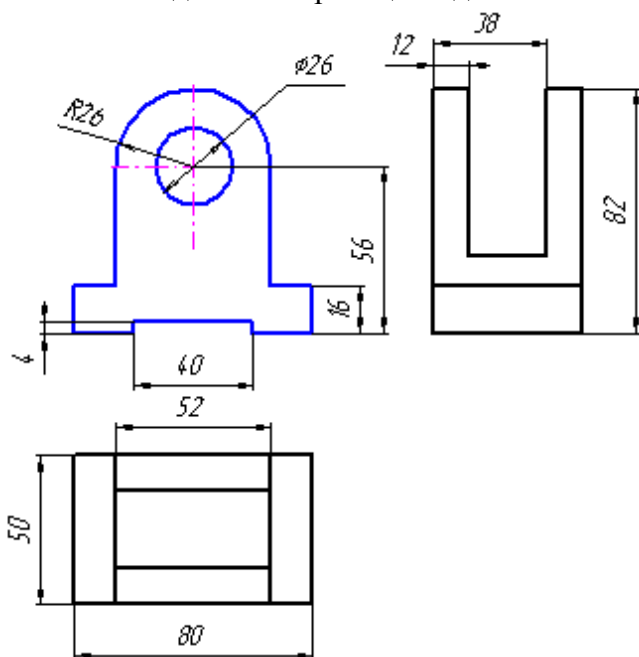


2. Выполнить выдавливание на расстояние 3 мм;
3. Произвести расчет массы тела выдавливания, размерность в кг, выбрав материал олово;
4. Сохранить под именем **Пластина\_деталь**;
5. Создать новый чертеж и выполнить построение проекции (Вставка – Вид с модели – Произвольный вид);
6. Проставьте размеры и заполните основную надпись;
7. Сохраните под именем **Пластина\_вид**;
8. В новом документе выполните построение тел вращения, каждое тело в отдельном эскизе, раскрасьте каждую деталь разными цветами:



9. Сохраните под именем **Тела вращения**;

10. Создайте по проекциям деталь **Вилка** и сохраните модель.

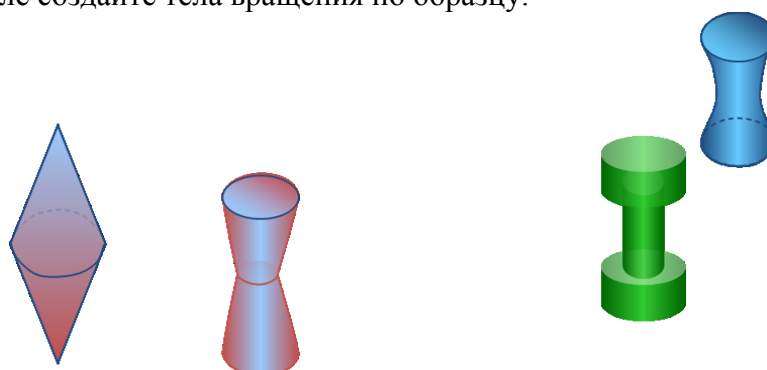


11. Выполните построение стандартных видов детали (по образцу);

12. Проставьте размеры и заполните основную надпись;

13. Сохраните под именем **Вилка\_виды**;

14. В новом файле создайте тела вращения по образцу:



15. Сохраните под именем **Модели**;

### Самостоятельная работа

1. Создайте чертеж по своему варианту;

2. Проставьте размеры и заполните основную надпись;

3. Сохраните под именем **Самостоятельная работа**.

**По образцу первой практической работы выполните отчет:**

1. Выполните вставку скриншота **Тела вращения**.
2. Выполните вставку скриншота **Вилка\_виды**;
3. Сформулируйте вывод по работе.

Построение разрезов и сечений

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15**

**Название практической работы:** Построение разрезов и сечений

**Цель работы:**

- Освоить приемы работы с разрезами на 3D-модели и чертеже.

**Знания (актуализация):**

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.

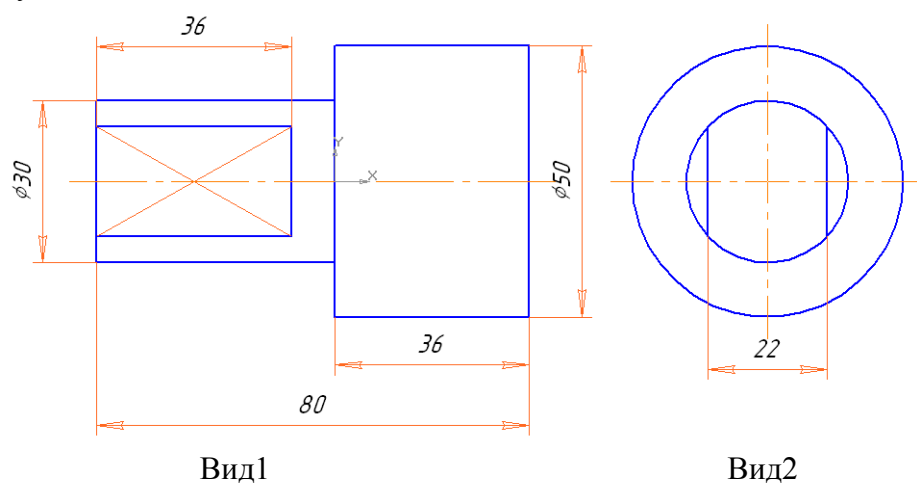
**Умения:**

- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

**Ход работы:**

### **I. Сечения**

1. Постройте чертеж валика – цилиндрической ступенчатой детали. Обратите внимание на то, что форму левой части валика можно выяснить только по виду сбоку. Плоская поверхность, обозначенная на главном виде тонкими пересекающимися линиями, находится по обе стороны валика. Чертеж будет намного нагляднее, если использовать вынесенное сечение вала.



Постройте и обозначьте вынесенное сечение вала, учитывая, что плоская поверхность находится по обе стороны вала. В результате выполнения задания вы получите чертеж, показанный на рис.

2. Создайте *копию файла чертежа вала (Сохраните файл под другим именем Вал\_Сечение)*



3. Укажите линию сечения вала:

На инструментальной панели **Обозначения**  выберите команду **Линия разреза** .

4. Выберите начальную точку линии сечения – сверху вала, затем укажите конечную точку линии сечения – снизу вала (рис. 20.4). Перемещая мышью, установите необходимое направление стрелок (вправо). Нажмите клавишу **Esc**.

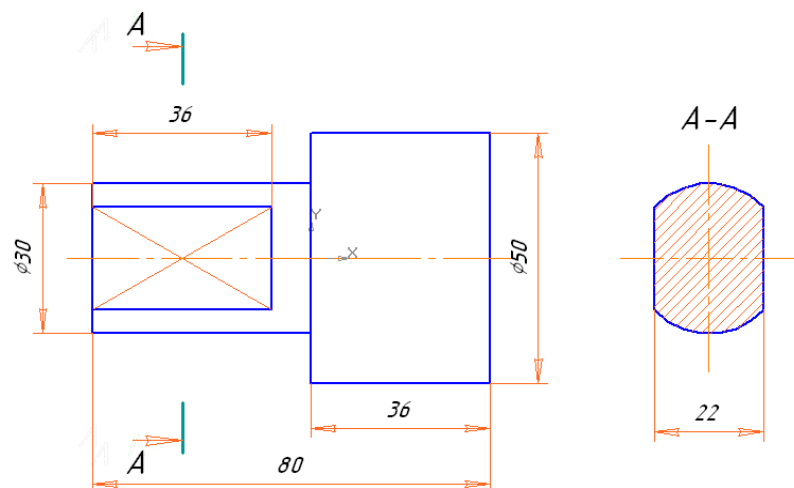
5. Используя вид сбоку, постройте вынесенное сечение вала:

6. Удалите на виде сбоку концентрическую окружность диаметром 50 мм и часть концентрической окружности диаметром 30 мм.

7. Отредактируйте длину осевых линий.

8. Выделите фигуру сечения штриховкой.

9. Сохраните чертеж:



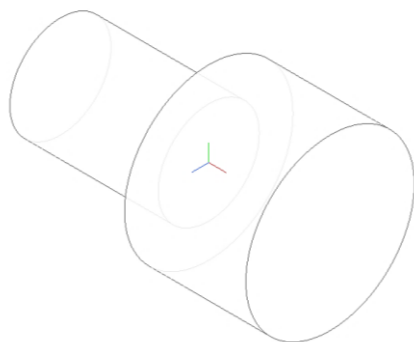
## II. Трехмерная модель вала. Создание сечения и разреза

10. Перейдите в подсистему трехмерного моделирования. Установите ориентацию Изометрия XYZ.

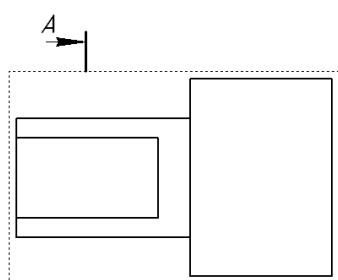
11. Выделите Профильную плоскость в окне Дерево модели и выполните команду Эскиз.

12. Начертите эскиз основания: окружность радиусом 25 мм с центром в точке (0; 0).

13. По чертежу постройте модель заготовки вала;



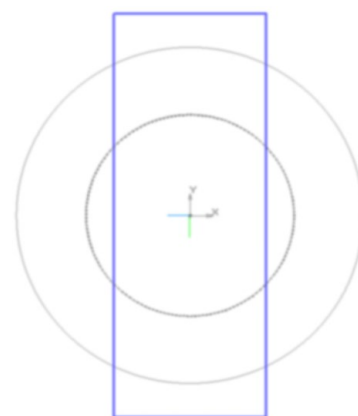
14. Построение лысок вала



– Прежде всего, необходимо выбрать плоскость построения лысок, которая должна располагаться на основании цилиндра диаметром 30 мм.

– Для формирования начертите эскиз в виде прямоугольника с координатами вершин: 11; 30) и (11; -30)

– Вырезать выдавливанием; Расстояние – 36 мм; Тип

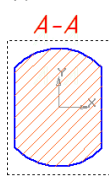


эскиза

малого

лысок

(-





построения тонкой стенки – Наружу, Толщина стенки – 6 мм.

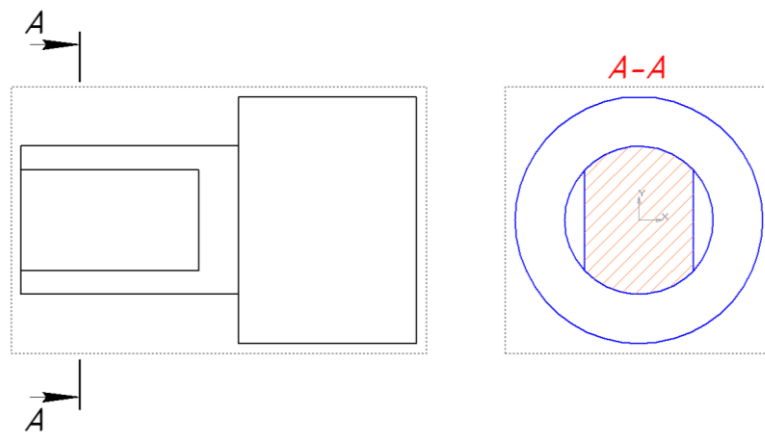
- Нажмите кнопку Создать объект.
- Сохраните файл модели под именем *Валик\_3D*.

### III. Создание проекционной заготовки чертежа вала и построение сечения

- Создайте новый документ Чертеж.
  - Постройте ассоциативный стандартный вид модели Валик\_3D.m3d.
  - Выведите кнопки инструментальной панели Обозначения и выберите команду Линия разреза.
  - Выберите направление стрелок взгляда перемещением мыши (вправо) и нажмите левую кнопку.
  - на закладке Штриховка установите шаг штриховки 2,0 мм.
  - В результате работы вы должны получить заготовку чертежа, аналогичную представленной на рис.
  - Сохраните чертеж под именем **Вал\_Сечение**.

### IV. Построение разреза вала

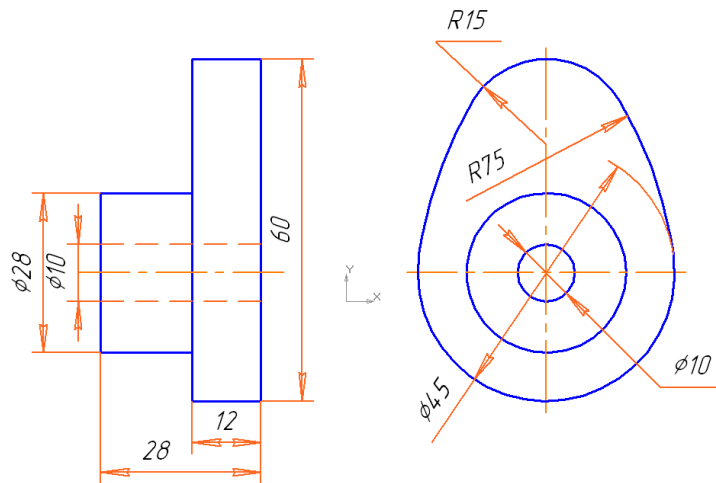
- Построим разрез вала для того, чтобы увидеть разницу между сечением и разрезом;
- Откройте файл Вал\_Сечение и постройте другой разрез;
- Задайте параметры нового вида в появившейся Панели свойств:
  - 1) на закладке Параметры:
    - введите имя вида: Разрез А-А;
  - включите проекционную связь (кнопка  или через контекстное меню);
  - включите тип изображения – Разрез модели (кнопка );
  - 2) на закладке Штриховка установите шаг штриховки 2.0 мм.
  - Перемещая габаритный прямоугольник разреза модели, выберите его расположение справа от главного вида. Сравните свой чертеж с рис.
  - Сохраните чертеж в файле **Вал\_Разрез**.



Сравните изображение сечения и разреза.

### V. Разрезы

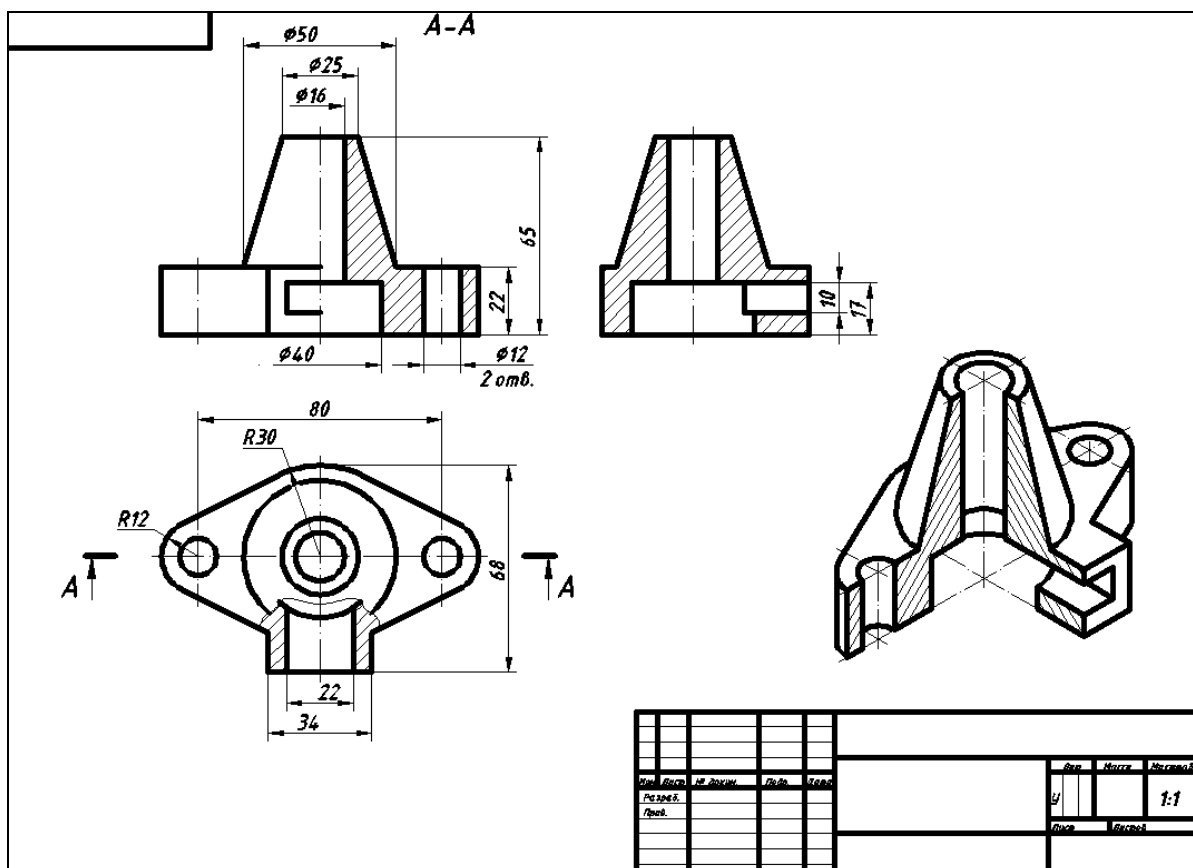
1. Создайте 3D-деталь кулачка по чертежу:



2. Сохраните под именем **Кулачок\_3D**.
3. Выполните фронтальный разрез кулачка.
4. Сохраните его под новым именем **Кулачок\_разрез**.

## VI. Самостоятельная работа

1. Выполните построение детали **Основание** по заданным размерам;
2. Выполните разрез по образцу:



3. Сохраните под именем **Основание**.
4. **Ответьте на контрольные вопросы:**
  1. Что такое разрез?
  2. Что такое сечение?
  3. Какие отличия между разрезом и сечением?

4. Какие виды разрезов Вы знаете?

5. По образцу первой практической работы выполните отчет:

1. Выполните вставку скриншота сечения из Задания III.
2. Выполните вставку скриншота из Задания IV.
3. Выполните вставку скриншота из Задания V.
4. Выполните вставку скриншота из Задания VI.
5. Сформулируйте вывод по работе.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16**

**Название практической работы:** Моделирование сборки

**Цель работы:**

- Освоить технологию моделирования сборки и компонентов к сборке.

**Знания (актуализация):**

- основы геометрического моделирования;
- правила построения двумерных изображений трехмерных моделей;
- основные принципы моделирования.

**Умения:**

- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере с использованием прикладных программ;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

**Ход работы:**

**I. Моделирование компонентов сборки.**

1. Выполните построение деталей по размерам:

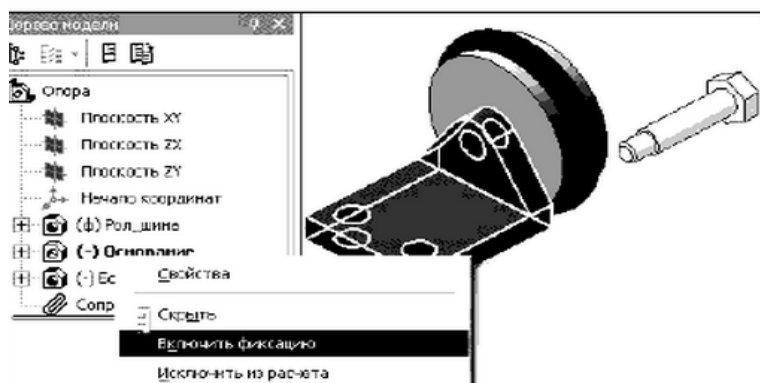
<p>Опора.</p> <p>Опора предназначена для перемещения тяжелых предметов.</p> <p>Изображения составных частей опоры приведены в таблице.</p>		
Ролик с шиной	Основание	Гайка М8 ГОСТ 5915-70
Болт		Шайба 8 ГОСТ 11371-78
<p>Ролик 1, с надетой на него шиной 2, прикрепляется к основанию 3 при помощи болта 4 и гайки 5 с шайбой 6.</p>		

#### 1.7. Исходные данные для создания 3D-модели опоры

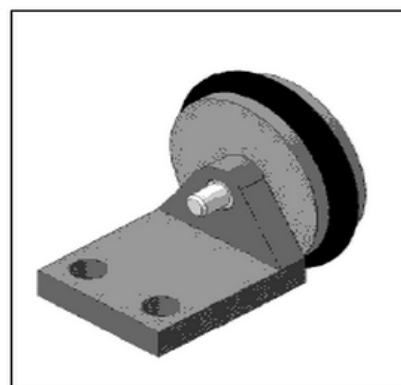
Основание		Ролик с шиной	Болт	

## II. Моделирование сборки.

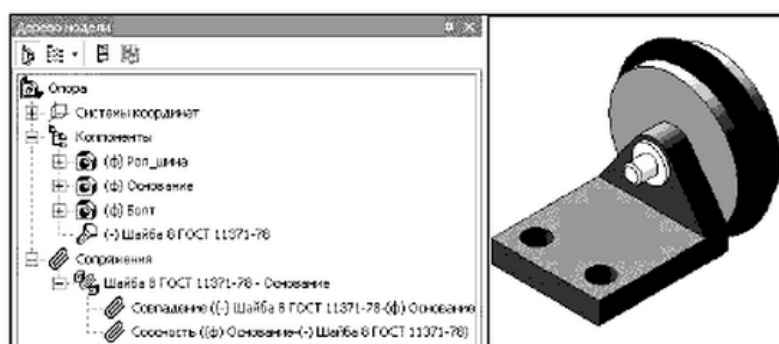
Из компонентов выполните моделирование сборки:



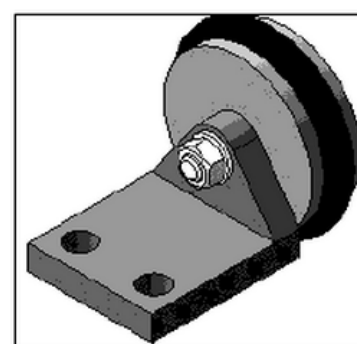
а



б



а



б

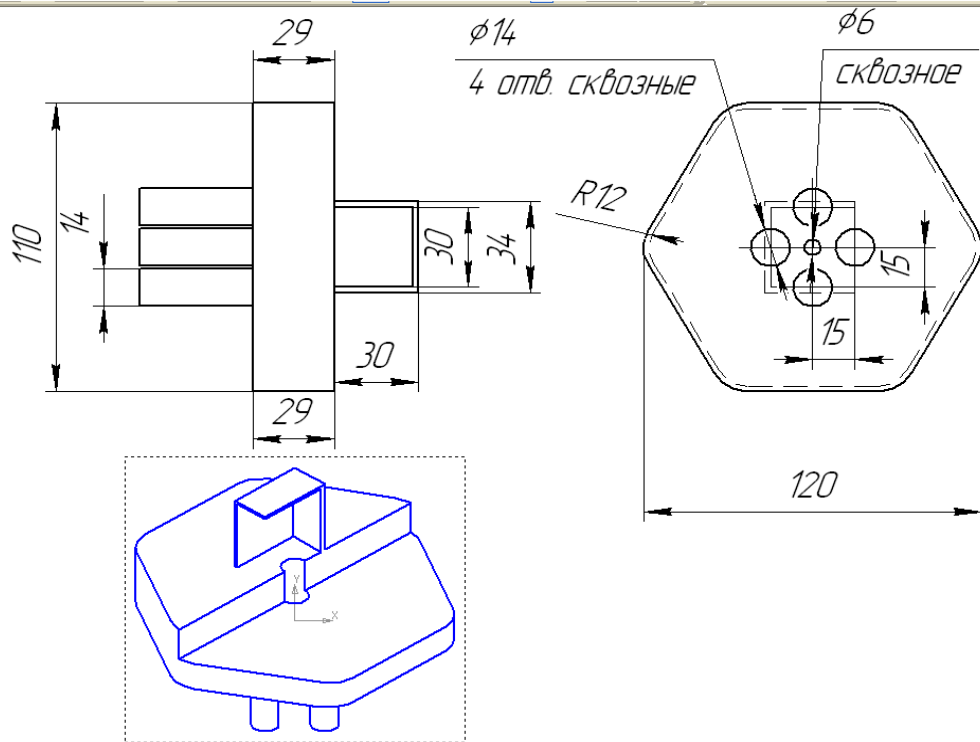
1.12. Добавление в сборку стандартных изделий: а — шайбы; б — гайки

### III. Создание сборочного чертежа и спецификации.

1. Создайте сборочный чертеж, расставьте позиции.
2. Создайте спецификацию.

### IV. Самостоятельная работа.

1. Создайте 3D-модель **Основание** по размерам:
2. Создайте 2 ассоциативных вида по образцу:
3. Выполните разрез по образцу:
4. Вставьте вид разреза (изометрия) в чертеж.
5. Сохраните чертеж и деталь.



#### 6. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Какую роль играют сопряжения в сборке?
2. Что такое сборочный чертеж?
3. Какие виды изометрий доступны в КОМПАС-3D?

#### 7. По образцу первой практической работы выполните отчет:

##### Ход работы:

1. Выполните вставку скриншота сборки Опора.
2. Выполните вставку скриншота сборочного чертежа.
3. Выполните вставку спецификации.
4. Выполните вставку скриншота Основания (как на образце) с заполненной надписью.
5. Сформулируйте вывод по работе.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17

**Название практической работы:** Работа с поверхностями

##### Цель работы:

- Освоить приемы работы с поверхностями.

##### Знания (актуализация):

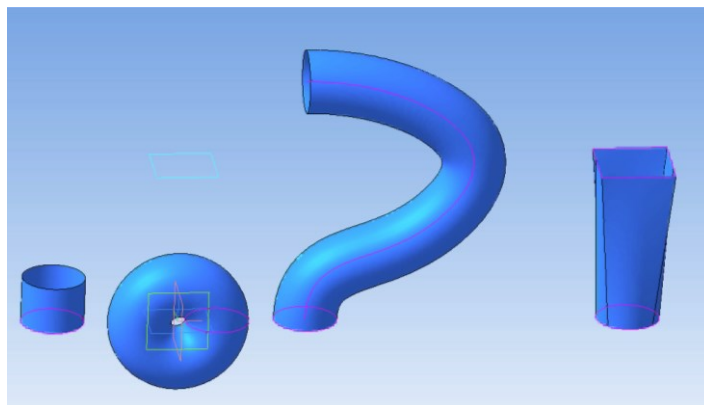
- основные принципы моделирования.

##### Умения:

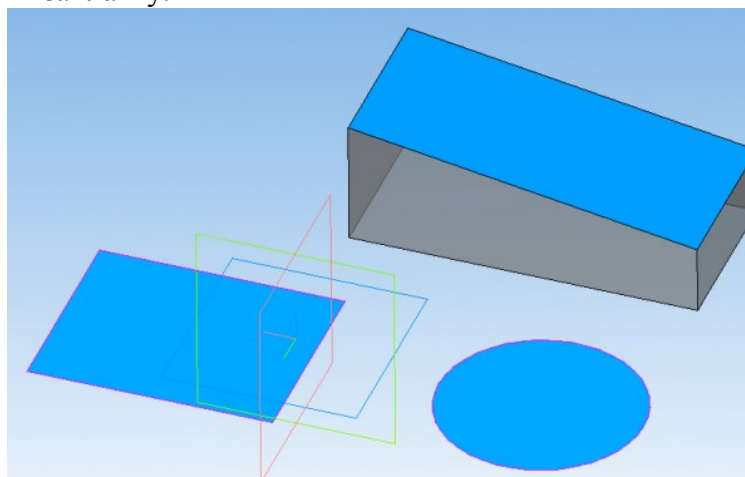
- создавать 3-х мерные модели деталей и сборочных узлов;
- воссоздавать по изображениям на чертеже форму модели.

##### Ход работы:

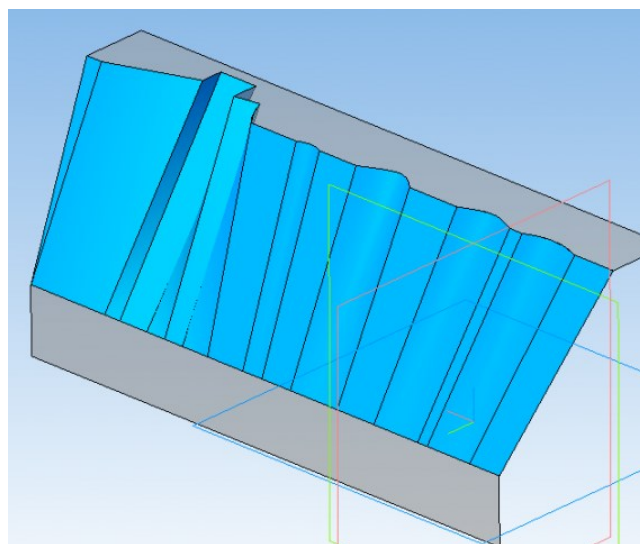
1. Создать базовые поверхности: Поверхность выдавливания, Поверхность вращения, Кинематическая поверхность, Поверхность по сечениям.



2. Построить заплатку:

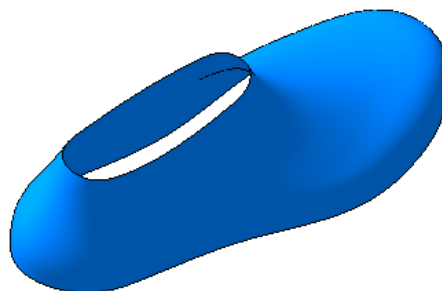
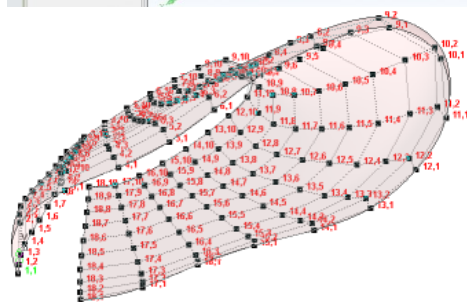
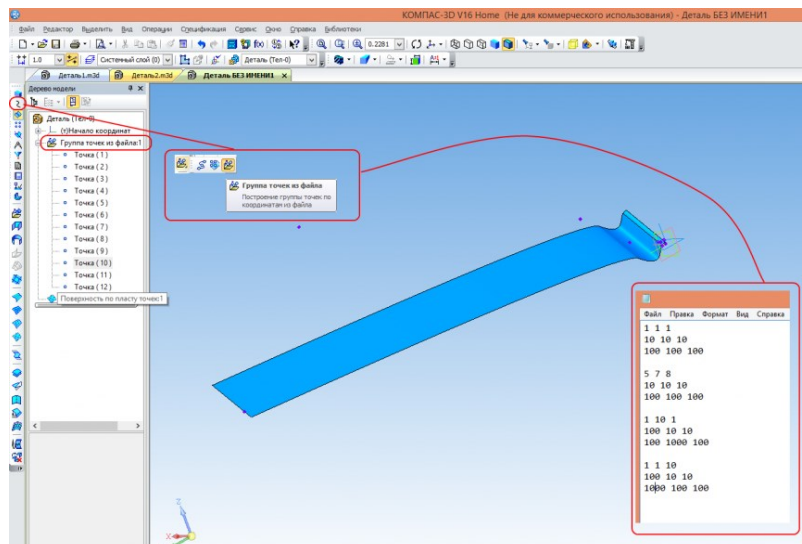


3. Построить поверхность соединения (используется для двух ребер или двух гладких цепочек ребер одной из граней).

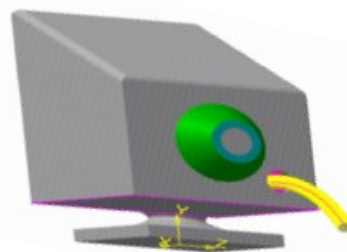
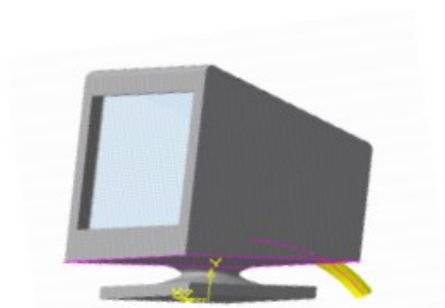


4. Постройте поверхность по пласту точек и поверхность по сети точек.





5. Построить модель электронно-лучевого монитора компьютера



6. Ответьте на контрольные вопросы:

1. Назначение поверхностей.
2. Перечислите виды поверхностей.
3. Как построить сопряжение между поверхностями?

7. По образцу первой практической работы выполните отчет:

1. Выполните вставку скриншота поверхности.
2. Выполните вставку скриншота монитора.
3. Сформулируйте вывод по работе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### **Основные источники:**

1. Зиновьев, Д.В. Основы проектирования в КОМПАС-3D V16 / Д.В. Зиновьев: Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D в кратчайшие сроки. – Студия Vertex, 2017. – 327 с.

### **Дополнительные источники:**

2. Буланже, Г.В. Инженерная графика: Проецирование геометрических тел [Электронный ресурс].- М.: КУРС, НИЦ ИНФО-М, 2015.- 184с.-доступ из ЭБС "Знаниум"

### *Интернет - ресурсы*

3. [http://dl.lux.booksee.org/genesis/698000/8b8df39e4791bdad53bf872a67dee234/\\_as/\[D.\\_A.\\_YEpov\]\\_Metodicheskoe\\_posobie\\_po\\_kursu\\_Autod\(BookSee.org\).pdf](http://dl.lux.booksee.org/genesis/698000/8b8df39e4791bdad53bf872a67dee234/_as/[D._A._YEpov]_Metodicheskoe_posobie_po_kursu_Autod(BookSee.org).pdf)
4. [www.intuit.ru/departament](http://www.intuit.ru/departament) - Интернет университет - информационных технологий

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по выполнению курсового проекта

по МДК01.03 Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и  
электромеханического оборудования

специальность 13.02.11 **Техническая эксплуатация и обслуживание  
электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Требования к структуре курсовой работы	5
3. Оформление курсовой работы	6
4. Порядок хранения и использования курсовых работ	10
<b>5. Предлагаемая тематика курсовых работ</b>	<b>11</b>
Литература	12
Приложения	13

# 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1 Организация руководства курсовым проектированием

Студентам очного обучения на 4 курсе перед прохождением производственной практики ПП01 по ПМ01 Организация простых работ по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования предлагается перечень тем для курсового проектирования.

Над проектом студент должен работать систематически, самостоятельно, изучая лекции, техническую и справочную литературу. Консультации по выполнению курсового проекта проводятся как в рамках учебных часов в ходе изучения МДК.01.03 Электрическое и электромеханическое оборудование, так и по индивидуальному графику.

При подготовке проекта студент обязан посещать все консультации, регулярно представлять части курсового проекта для проверки руководителю. По окончании курсового проектирования представить работу в черновом варианте, а графику в тонких линиях. После внесения соответствующих исправлений проект, по решению руководителя, выполняется в чистовом варианте и представляется на окончательную проверку. Если проект удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям, он допускается к защите.

Общее руководство и контроль за подготовкой курсовых работ осуществляется преподавателем соответствующей дисциплины.

Курсовая работа выполняется в сроки определённые рабочим учебным планом образовательным учреждением.

На время выполнения курсовой работы составляется расписание консультаций, утверждаемое руководителем образовательного учреждения.

Основными функциями руководителя курсовой работы являются:

- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения курсовой работы;
- оказание помощи студентам в подборе необходимого материала;
- контроль хода выполнения курсовой работы;
- подготовка письменного отзыва на курсовую работу.

Выполненная студентом курсовая работа проверяется руководителем, подписывается и вместе с отзывом передается студенту для ознакомления. При необходимости руководитель курсовой работы может предусмотреть ее защиту. Работу над курсовой работой необходимо начинать с выбора темы и ее согласования с преподавателем. После этого необходимо подобрать литературу и другие источники информации.

В отзыве на курсовую работу указывается:

- заключение о соответствии курсовой работы заявленной теме;
- полнота и качественный уровень достижения цели исследования и решения поставленных задач;

- краткая характеристика проделанной студентом работы по всем разделам задания;
- теоретико-методический уровень выполнения работы, полнота использования материалов и специальной литературы;
- уровень освещения вопросов темы (наиболее удачные и слабые);
- обоснованность выводов, практическая ценность предложений и рекомендаций;
- оценка курсовой работы (хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Курсовая работа оценивается по пятибалльной системе. Положительная оценка по дисциплине выставляется только при условии успешной сдачи курсовой работы на оценку не ниже «удовлетворительно».

Критерии оценки курсовой работы:

- степень усвоения студентом понятий и категорий по теме курсового исследования;
- умение работать с документальными и литературными источниками;
- умение формулировать основные выводы по результатам анализа конкретного материала;
- самостоятельность работы, оригинальность в осмыслении материала;
- грамотность и стиль изложения;
- правильность и аккуратность оформления;
- соответствие оформления курсовой работы установленным требованиям.

**Примечание.** Критерии, при наличии хотя бы одного из которых работа оценивается только на «неудовлетворительно». К ним относятся:

- тема и (или) содержание работы не относится к предмету дисциплины;
- работа перепечатана из Интернета, CD-ROM или других носителей информации;
- неструктурированный план курсовой работы;
- объём работы менее 15 листов машинописного текста;
- оформление курсовой работы не соответствует требованиям (отсутствует нумерация страниц, неверное или неполное оформление библиографии и т.д.).

При оценке письменных работ преподаватель экзаменатор обращает также внимание на следующие распространенные ошибки в работах студентов:

- отсутствие четкости в определении основного содержания курсовой работы, убедительных доказательств, обоснований, выводов и рекомендаций;
- нарушение последовательности изложения, частые повторения, нечёткие формулировки, оговорки, грамматические ошибки;
- неполное раскрытие модели разрабатываемой системы;

Критерии оценивания курсовых работ:

- оценка «отлично» ставится, если все поставленные задачи выполнены и работа содержит не более чем два недочета;
- оценка «хорошо» ставится, если все поставленные задачи выполнены и работа содержит более чем два недочета;
- оценка «удовлетворительно» ставится, если выполнены не все поставленные

задачи;

- оценка «плохо» ставится, если поставленные задачи не выполнены.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

По содержанию курсовая работа по МДК 01.03 Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования носит практический характер. По объему курсовая работа должна быть не менее 20 страниц печатного текста и не более 50 страниц.

Курсовая работа должна содержать следующие элементы:

- титульный лист, на котором располагается информация об учебном заведении, тема работы, Ф.И.О., специальность и группа студента, данные руководителя, год выполнения (см. приложение 1);

- бланк с заданием, в котором указывается Ф.И.О, группа студента, тема курсовой работы, содержание курсовой работы, сроки выполнения (см. приложение 2);

- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список источников;
- приложения.

По структуре курсовая работа практического характера включает в себя следующие основные разделы:

- содержание, которое включает в себя основные разделы курсовой работы с указанием номера страницы раздела;
- введение объемом 1,5-2 страницы призвано познакомить читателя с сущностью исследуемой темы; во введении указывается актуальность и значение темы, степень ее разработанности в литературе, формулируются цель и задачи курсовой работы;

**Цель** – « то к чему стремятся, что надо осуществить», то, что должно быть достигнуто в итоге работы.

**Задачи** – предлагают конкретизацию целей исследования: изучить, определить, выявить, обобщить, проверить. В работе необходима формулировка задач, которые решаются в ходе исследовательской работы.

Основная часть курсовой работы излагается последовательно в соответствии с содержанием (планом) курсовой работы; все параграфы работы должны быть логически связаны между собой и в совокупности раскрывать тему; после каждого параграфа желательно формулировать краткие выводы;

Заключение, в котором подводятся итоги работы в целом, формулируются выводы, отражающие степень достижения поставленных целей, указываются рекомендации относительно возможностей практического применения материалов

работы; содержание заключения последовательно и логически стройно представляет результаты всей курсовой работы; примерный объем заключения составляет 10% от объема курсовой работы;

Список источников является важнейшей частью курсовой работы, поскольку отражает проделанную работу и глубину исследования темы; в список должны быть включены только те источники, которые действительно использовались автором: литература, Интернет-ресурсы;

### 3. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

По окончании каждой главы курсовой работы студент сдает их руководителю для прочтения и последующего приведения их содержания в соответствии с существующими требованиями. Сделанные замечания студент устраняет в сроки согласованные с руководителем.

Введение и заключение выполняются, как правило, после написания последней главы, когда студент уже имеет полное представление обо всей работе в целом.

1. **По объему курсовая работа** должна быть до 50 страниц печатного текста, на одной стороне листа белой бумаги в текстовом процессоре Word с использованием бумаги формата А4 (297х210 мм).

2. При оформлении курсовой работы следует учитывать требования к тексту:

- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта – 14;
- междустрочный интервал – 1,5;
- выравнивание текста – по ширине.

3. Текст работы следует располагать на странице, учитывая размеры полей:

- левое – 30 мм;
- правое – 10 мм;
- нижнее – 20 мм;
- верхнее – 15 мм

4. Все **страницы** курсовой работы, включая иллюстрации и приложения, нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы без пропусков и повторений. Первой страницей является титульный лист, оформленный в соответствующем порядке. Номер страницы на нем не ставится. На последующих страницах порядковый номер печатается в правом нижнем углу без точки в конце, начиная со второй страницы.

5. **Содержание** курсовой работы можно разбивать на разделы, подразделы и пункты по следующей схеме:

1 Раздел (наименование)

1. наименование

1.1.2 наименование



Каждый раздел начинается с новой страницы.

6. **Заголовки** основных и дополнительных разделов курсовой работы следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать жирным шрифтом прописными буквами, не подчеркивая.

Заголовки подразделов и пунктов следует начинать с абзацного отступа и печатать жирным шрифтом с прописной буквы, не подчеркивая, без точки в конце.

Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются.

7. **Разделы** должны иметь порядковые номера в пределах всей записи, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа.

Это правило не относится к таким элементам как: СОДЕРЖАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ПРИЛОЖЕНИЯ, заголовки которых записываются прописными буквами с выравниванием по центру и не нумеруются.

**Подразделы** должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

**Пункты**, как правило, заголовков не имеют. Если записка не имеет подразделов, то нумерация пунктов в нем должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

1 Назначение и общая характеристика электрооборудования проектируемого станка

В тексте документа не допускается:

- ❖ применять обороты разговорной речи,
- ❖ применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы),
- ❖ применять произвольные словообразования,
- ❖ применять сокращение слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами, а также данному документу,

8. **Иллюстрации** должны иметь названия. Все иллюстрации в курсовой работе называются рисунками. Каждый рисунок сопровождается подрисуночной подписью. Рисунки нумеруют последовательно в пределах раздела (главы) арабскими цифрами. Например: «Рис.1.2.», либо сквозной нумерацией. Данные, приведенные на рисунках, следует кратко проанализировать.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц.

9. Название **таблицы**, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. При переносе части

таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Таблица \_\_\_\_\_  
номер название таблицы

1	2	3	4	5

Продолжение таблицы \_\_\_\_\_  
номер название таблицы

1	2	3	4	5

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

10. **Формулы** могут быть вписаны в текст от руки тщательно и разборчиво или напечатаны на компьютере. Не разрешается одну часть формулы вписывать от руки, а другую впечатывать. Выше и ниже каждой формулы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Размеры знаков для формулы рекомендуются следующие: прописные буквы и цифры - 7-8 мм, строчные - 4 мм, показатели степени и индексы - не менее 2 мм.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Формулы в работе следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Если в работе только одна формула или уравнение, их не нумеруют.

Номер проставляется справа от формулы на одном с ней уровне в круглых скобках.

Пример:

Плотность каждого образца  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

где

$m$  – масса образца, кг.

$V$  – объем образца, м<sup>3</sup>

11. **Приложения** располагаются в порядке выполнения на них ссылок в тексте курсовой работы. Каждое приложение начинается с нового листа и содержит в правом верхнем углу слово «Приложение». При наличии в работе нескольких приложений проставляется его нумерация. Например, приложение 1,2 и т.д. объем приложений не ограничивается.

12. Указание **источников использованной информации** располагается в алфавитном порядке. При указании источника информации называется автор, название литературного источника, место его выпуска, название издательства, год издания и страница. Если в курсовой работе мысль автора источника изложена словами студента - автора курсовой работы, то в этом случае после цифры пишется «См.» и далее указывается источник. Подобным же образом даются ссылки на источники приводимых статистических данных. В случае использования собственных расчетов указывается, что это расчеты автора.

13. Работа должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Не следует употреблять как излишне пространных и сложно построенных предложений, так и чрезмерно кратких, лаконичных фраз, слабо между собой связанных, допускающих двойное толкование и т.п.

Не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», « по моему мнению» и т.п. Фразы строятся с употреблением слов «мы», т.е. фразы с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», выражать мысль в безличной форме «на основе выполненного анализа можно утверждать» и т.п.

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

15. Необходимо обратить внимание на правильное оформление **списка используемой литературы**.

Пример для книги автора

1. Сербиновский Б.Ю., Фролов Н.Н. Электротехника. - М.: МарТ – 2010, 496 с.

Пример для статьи

Петров А.П.. Особенности мотивации персонала на автотранспортных предприятиях //материалы научно-практической конференции – Н.Новгород. НФ УРАО с.110-115

Пример для сборника трудов

Современные проблемы теории и практики: Сборник научных трудов/Науч. Ред. А.Г. Маркуша – Новгород: НФ УРАО, 2002г 190с.

Структура курсовой работы, ее оформление, организация выполнения и оценка должны соответствовать требованиям, изложенным в письме Минобразования России от 05.04.1999 №16-32-55 ин/16-В «О рекомендациях по организации выполнения и защиты курсовой работы (проекта) по дисциплине в образовательных учреждениях среднего профессионального образования».

#### **4. ПОРЯДОК ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУРСОВЫХ РАБОТ**

Выдача отдельных курсовых работ студентам для ознакомления с их содержанием может быть разрешена заведующим кабинетом только в пределах помещения учебного кабинета.

Выполненные студентами курсовые работы (проекты) хранятся один год в кабинетах соответствующих дисциплин или учебной части. По истечении указанного срока все курсовые работы (проекты), не представляющие для кабинета интереса, списываются по акту.

Лучшие курсовые работы (проекты), представляющие учебно-методическую ценность, могут быть использованы в качестве учебных пособий в кабинетах и лабораториях образовательного учреждения.

По рекомендации руководителей курсовые работы могут направляться на конкурсы научных студенческих работ при соответствующем их оформлении.

## **5. ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ**

В основу задания каждого студента положен определенный станок.

1. Электрооборудование прессы кривошипного стана
2. Электрооборудование токарно-револьверного станка
3. Электрооборудование зубофрезерного станка
4. Электрооборудование аппарата для сварки в среде углекислого газа
5. Электрооборудование резьбофрезерного станка
6. Электрооборудование сварочного аппарата постоянного тока
7. Электрооборудование радиально-сверлильного станка
8. Электрооборудование компрессорной установки
9. Электрооборудование крана штабелёра
10. Электрооборудование кран-укосины
11. Электрооборудование электротермической установки
12. Электрооборудование пневматического прессы
13. Электрооборудование плоскошлифовального станка
14. Электрооборудование вентиляционной установки
15. Электрооборудование полуавтомата токарно-вертикального станка
16. Электрооборудование ленточного конвейера
17. Электрооборудование отрезного круглопильного станка
18. Электрооборудование внутришлифовального станка
19. Электрооборудование фрезерного станка
20. Электрооборудование кругло-шлифовального станка
21. Электрооборудование токарно-винторезного станка
22. Электрооборудование притирочного станка
23. Электрооборудование электротельфера
24. Электрооборудование консольно-фрезерного станка
25. Электрооборудование широкоуниверсального консольно-фрезерного станка
26. Электрооборудование универсально-круглошлифовального станка
27. Электрооборудование горизонтального консольно-фрезерного станка
28. Электрооборудование универсально-фрезерного станка

### Литература

1. В. И. Дьяков. Типовые расчеты по электрооборудованию. – М.: Высшая школа, 1991.
2. И. П. Копылов. Справочник по электрическим машинам. – Т. 1. М.: Энергоиздат, 1989.
3. И. П. Копылов. Справочник по электрическим машинам. – Т. 2. М.: Энергоиздат, 1989.
4. И. Л. Каганов. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Агропромиздат, 1990.
5. И. Н. Сидоров и др. Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1994.
6. И. Г. Игловский. Справочник по электрическим реле. – М.: Энергоиздат, 1990.
7. “Единая система планово – предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий” под редакцией М.О. Яковсона изд. Машиностроение 1967.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ**

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

Тема:

Выполнил студент \_\_\_\_\_  
подпись

Специальность:

Очная форма обучения

Группа:

Руководитель: преподаватель  
электротехнических дисциплин

\_\_\_\_\_  
подпись

2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

***МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТОВ В КУРСОВОЙ РАБОТЕ***

МДК01.03 Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и  
электроmechanического оборудования  
специальность 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание  
электрического и электроmechanического оборудования (по отраслям)

Набережные Челны, 2022

**СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**



## Введение

1. Назначение и общая характеристика электрооборудования проектируемого станка
  2. Расчетная часть
    - 2.1. Расчет мощности электродвигателей и их выбор
    - 2.2. Проверочный расчет и выбор пускозащитной аппаратуры
      - 2.2.1. Расчет и выбор магнитного пускателя
      - 2.2.2. Расчет и выбор тепловых реле
      - 2.2.3. Расчет и выбор автоматических выключателей
    - 2.3. Расчет и выбор проводов и кабеля
      - 2.3.1. Расчет и выбор проводов для электродвигателей
      - 2.3.2. Расчет и выбор вводного кабеля
    - 2.4. Расчет и выбор элементов схемы управления
      - 2.4.1. Расчет и выбор силовых трансформаторов
      - 2.4.2. Расчет и выбор автоматических выключателей
      - 2.4.3. Расчет и выбор предохранителей
      - 2.4.4. Расчет и выбор полупроводникового выпрямителя
      - 2.4.5. Расчет и выбор электромагнитных реле
      - 2.4.6. Расчет и выбор проводов в схеме управления
  3. Организационно – технологическая часть
    - 3.1. Принцип действия электропривода станка
    - 3.2. Подготовка к включению электрооборудования в работу
  4. Охрана труда и противопожарные мероприятия
- Список используемой литературы

***Примечание:***

Курсовой проект по МДК.01.03 Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования состоит из двух частей:

- 1) Расчетно-пояснительная записка – 25...35 листов (печатного текста) бумаги формата А4.
- 2) Графическая часть – 1 лист формата А1 - принципиальная электрическая схема проектируемой установки; 2 лист формата А1 - схема управления электроприводом проектируемой установки.

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО СТАНКА**

*В данном разделе следует описать заданный станок в соответствии с примером, показанном в приложении.*

Металлорежущие станки. Станки токарной группы относятся к наиболее распространенным металлорежущим станкам и широко применяются на промышленных предприятиях, в ремонтных мастерских и т. п. В эту группу входят: универсальные токарные и токарно-винторезные, револьверные, токарно-лобовые, карусельные, токарно-копировальные станки, токарные автоматы и полуавтоматы.

Токарный станок, станок для обработки преимущественно тел вращения путём снятия с них стружки при точении. Токарный станок – один из древнейших станков, на основе которого создавались станки сверлильной, расточной и других групп. Токарные станки составляют значительную группу металлорежущих станков, отличаются большим разнообразием. На токарном станке можно выполнять различные виды токарной обработки: обтачивание цилиндрических, конических, фасонных поверхностей, подрезку торцов, отрезку, растачивание, а также сверление и развёртывание отверстий, нарезание резьбы и накатку рифлений, притирку. Основные узлы токарного станка: основание с корытом для сбора охлаждающей жидкости и стружки, станина направляющими суппорта и задней бабки; неподвижная передняя бабка со шпинделем и коробкой скоростей, которая может располагаться и в др. месте, например в основании; передвижная задняя бабка, закрепляемая на станине в определённом положении; коробка пода соединённая муфтами с ходовым валиком и ходовым винтом; фартук с механизмом передачи движения от ходового валика к рейке или к винту подачи поперечных салазок и с механизмом соединения маточной гайки с ходовым винтом; суппорт, состоящий из каретки движущейся по направляющим станины, поперечных салазок, перемещающихся по направляющим каретки; поворотная часть с направляющими для верхней каретки. Каретка и поперечные салазки перемещаются вручную или автоматически. В токарных станках некоторых моделей верхняя каретка также перемещается автоматически. В механизме фартука предусмотрена блокировка, исключающая одновременное включение подачи от ходового валика и ходового винта и одновременное включение каретки и поперечных салазок. Для быстрого хода суппорта служит дополнительный привод ходового валика от электродвигателя через обгонную муфту.

Заточный станок служит для затачивания металлорежущего инструмента. Различают заточные станки для абразивного и без абразивного затачивания. Преимущественное распространение имеют абразивные заточные станки. К ним относятся простые точила, специальные станки для резцов, свёрл, протяжек, плашек, некоторых зуборезных инструментов, универсальные станки для многолезвийного инструмента (фрез, зенкеров, развёрток, метчиков). Инструмент для абразивного затачивания - шлифовальный круг. Точильные заточные станки могут быть выполнены с одним или двумя шлифовальными кругами. Заточный станок для резцов, как правило, имеют подвижный суппорт, в котором закрепляется затачиваемый резец, или перемещающуюся относительно суппорта

шлифовальную бабку; для установки резца под требуемым углом станок снабжен шкалой. Заточный станок для свёрл оснащены приспособлениями для получения заданных углов затачивания. Универсальные заточные станки имеют бабки, между центрами которых можно закреплять различный затачиваемый инструмент. Стол универсального заточного станка совершает возвратно-поступательное движение относительно вращающегося шлифовального круга. Заточный станок для без абразивного затачивания могут быть анодно-механическими электроискровыми и ультразвуковыми.

Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних плоских и фасонных поверхностей, прорезки прямых и винтовых канавок, нарезки резьб наружных и внутренних, зубчатых колес и т. п. Характерная особенность фрезерных станков - работа вращающимися многолезвийными режущими инструментами - фрезами. Главным движением  $v_z$  является вращение фрезы, движением подачи  $v_n$  - перемещение изделия.

Фрезерные станки делятся на две основные группы: 1) станки общего назначения, к которым относятся горизонтальные, вертикальные и продольно-фрезерные станки; 2) специализированные станки - зубофрезерные, копировально-фрезерные и др.

## 2. РАСЧЕТАЯ ЧАСТЬ

Металлообрабатывающие станки по количеству типов и потребляемой ими энергии занимают одно из основных мест среди электрифицированных машин и агрегатов. Электрооборудование и автоматика станков оснащаются современными типами электроприводов и средствами автоматического управления, что обеспечивает высокую производительность и точность обработки, безопасность и удобство управления и их обслуживания.

### 2.1. Расчет мощности электродвигателей станка и их выбор

Мощность, необходимая для работы станка, определяется режимом работы станка с учетом обеспечения его высокой производительности экономичности и безопасности обслуживания. Как известно, режим резания и другие режимы обработки деталей на станках характеризуются определенными расчетными параметрами, к которым относят: глубину резания ( $t$ ), подачу или перемещение резца на один оборот шпинделя ( $S$ ), скорость резания или скорость перемещения стружки относительно резца ( $V$ ).

По указанным параметрам, а также по коэффициентам, характеризующий обрабатываемый материал и материал резца, можно найти усилие резания или усилие другой обработки, а по ней и скорость резания определить необходимую мощность станка. Эта мощность определяется самым тяжелым режимом обработки, задаваемым технологической картой станка или картами технологических нормативов станка.

#### 2.1.1. Расчет и выбор электродвигателя привода главного движения

Мощность двигателя  $M1$  (кВт) рассчитывается по формуле [2]:

$$P = F_p \cdot q \cdot V / 1000 \cdot \eta_c, \quad (2.1)$$

где  $F_p$  – удельное сопротивление резания (применяют 3–5 кратное значение от удельного сопротивления разрыву);

$V$  – скорость резания;

$\eta_c$  – КПД при полной нагрузке;

$q$  – сечение стружки,  $m^2$ .

Сечение стружки определяется из выражения:

$$q = S \cdot t, \quad (2.2)$$

где  $S$  – подача,  $m$ ;

$t$  – глубина резания.

По справочнику выбирают двигатель типа \_\_\_\_\_ мощностью \_\_\_\_\_  
; номинальный ток  $I =$  \_\_\_\_\_ А ; частотой  $f =$  \_\_\_\_\_ Гц ; частотой вращения  $n =$  \_\_\_\_\_ об/мин ;  $\eta =$  \_\_\_\_\_ % ;  $\cos \varphi =$  \_\_\_\_\_ ; коэффициент пуска  $K_{пуск} =$  \_\_\_\_\_ [2].

#### 2.1.2. Расчет и выбор двигателя насоса подачи охлаждающей жидкости

Мощность двигателя М3 (кВт) определяется по формуле [2]:

$$P = K_3 * U * Q * H / 1000 * \eta_n * \eta_p, \quad (2.3)$$

где  $K_3$  коэффициент запаса;  
 $U$  плотность перекачиваемой жидкости;  
 $Q$  производительность насоса;  
 $H$  напор насоса;  
 $\eta_n$  КПД насоса охлаждения;  
 $\eta_p$  КПД передачи.

По справочнику выбирают электронасос охлаждения типа (указать ммрку) мощностью ; номинальным током  $I_{ном.} = A$  ; частотой  $f = \text{Гц}$  ; частотой вращения  $n = \text{об/мин}$  ;  $\eta = \%$  ;  $\cos \varphi =$  ; коэффициент пуска  $K_{пуск} =$  [2].

### 2.1.3. Расчет и выбор двигателя насоса подачи смазки

Мощность двигателя М4 (кВт) рассчитывается по формуле:

$$P = K_3 * U * Q * H / 1000 * \eta_n * \eta_p,$$

где  $K_3$  коэффициент запаса;  
 $U$  плотность перекачиваемой жидкости;  
 $Q$  производительность насоса;  
 $H$  напор насоса;  
 $\eta_n$  кпд насоса смазки;  
 $\eta_p$  кпд передачи.

По справочнику выбирают электронный насос смазки типа мощностью  $P = \text{кВт}$  ; номинальным током  $I_{ном} = A$  ; частотой  $f = \text{Гц}$  ; частотой вращения  $n = \text{об/мин}$  ;  $\eta =$  ;  $\cos \varphi =$  ; коэффициент пуска  $K_{пуск} =$  [2].

Расчет и выбор остальных электрических двигателей станка выполняется аналогично.

Основные параметры двигателей станка сведены в табл. 2.1

Таблица 2.1

Технические данные электродвигателей станка

Обозначение на схеме	Марка двигателя	P кВт	I <sub>ном</sub> А	КПД %	cos φ	K <sub>пуск</sub>	n об/мин

## 2.2. Проверочный расчет и выбор пускозащитной аппаратуры

### 2.1.1 Расчет и выбор магнитных пускателей

Магнитный пускатель предназначен для длительного включения и отключения потребителей электроэнергии.

Контакты и магнитные пускатели обеспечивают оперативные переключения электрических цепей с частотой до 1200 включений в час. Эти качества сделали их незаменимыми при управлении электродвигателями постоянного и переменного тока.

Пускатели осуществляют пуск, остановку, реверс, а также нулевую защиту и защиту электродвигателей от перегрузок встроенными тепловыми реле.

Такие пускатели автоматически отключают двигатели при снижении напряжения на 50...60% номинального и при перегрузках (если имеется тепловое реле).

Наиболее широкое распространение получили электромагнитные пускатели серии ПМЕ–000 и ПАЕ–100 с  $I_n$  от 3,2 до 150 А. Постепенно их заменяют более совершенными пускателями серии ПМЛ–000000 с  $I_n$  от 10 до 200 А.

Расчет и выбор магнитного пускателя осуществляется по 2 условиям:

**Условие 1.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или несколько больше силы номинального тока потребителя (двигателя):

$$I_{ном.п.} \geq I_{ном.дв.} \quad (2.4)$$

**Условие 2.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или больше шестой части силы пускового тока двигателя:

$$I_{ном.п.} \geq I_{пуск.} / 6, \quad (2.5)$$

где  $I_{ном.п.}$  – номинальный ток магнитного пускателя, А;

$I_{ном.дв.}$  – номинальный ток двигателя, А;

$I_{пуск.} = I_{ном.} * K_{пуск.}$  – пусковой ток двигателя, А.

Выберем магнитный пускатель (указать марку.....)

Основные параметры магнитных пускателей сведены в табл. 2.2

Таблица 2.2

Технические данные магнитных пускателей

Обозначение на схеме	Тип пускателя	$I_{ном.п.}$ А	$I_{ном.дв.}$ А	$I_{пуск.дв.}$ А

### 2.2.2. Расчет и выбор тепловых реле

Тепловые реле предназначены для отключения электроэнергии при протекании через них тока выше допустимой нормы в течение определенного времени.

Защита от перегрузок осуществляется при помощи следующих тепловых реле: двухполюсных типа ТРН в пускателях ПМЕ и ПАЕ 0, 1, 2 и 3, однополюсных типа ТРН в пускателях ПАЕ–4, 5 и 6 величин и трехфазных типа РТЛ в пускателях ПМЛ. Диапазон регулирования тока уставки реле ТРН и ТРП от 0,75 до 1,25  $I_n$ . Регулировка тока плавная и производится регулятором при повороте валика

эксцентрика отверткой (ТРН) или перемещением поводка (ТРП). Шкала регулятора имеет десять делений, по пять делений вправо и влево от нулевой риски. Каждое деление соответствует 5% номинального тока теплового элемента [4].

Выбор и настройку тепловых реле производят в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.}, \quad (2.6)$$

где  $I_{ср.т.э.}$  – среднее значение силы тока теплового элемента реле, А;

$I_{н.дв.}$  – номинальный ток двигателя, А.

Основные параметры тепловых реле сведены в табл. 2.3

Таблица 2.3

Технические данные тепловых реле

Обозначение на схеме	Тип реле	$I_{н.реле}$ А	$I_{ср.т.э.}$ А	предел регулирования реле, А

### 2.2.3. Расчет и выбор автоматических выключателей

В настоящее время для защиты электрических сетей и электрических приемников от повреждений, вызываемых током, превышающих допустимую величину, все шире применяются автоматические выключатели. Они выпускаются с тепловыми, электромагнитными и комбинированными (тепловыми и электромагнитными) расцепителями с различным числом полюсов - одним, двумя и тремя. В однофазных цепях применяют одно и двухполюсные, а в трехфазных трехполюсные. Автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями применяются для защиты сети и электрического приемника от повреждений, вызываемых током короткого замыкания, действующим даже кратковременно. Автоматические выключатели применяются не только для отключения приемников при токах короткого замыкания, но и для нечастых включений и отключений их вручную при нормальной работе. Возникающая при размыкании цепи электрическая дуга гасится в воздухе или масле. В зависимости от этого автоматические выключатели называются воздушными или масляными. В цепях с напряжением 500 В применяются в основном воздушные выключатели. Рекомендуется применять автоматические выключатели серий АП-50, АЕ-20, АЗ100, АК-63.

Выбираем автоматический выключатель (**указать марку**) в следующем порядке:

Производим расчет и выбор теплового (номинального) расцепителя

$$I_{тр.} > K (\Sigma I_{н.} + I_{н.}), \quad (2.7)$$

где  $I_{тр.}$  – ток силового расцепителя, А;

$\Sigma I_{н.} = I_{н1} + I_{н2} + I_{н3} + I_{н4} + I_{н5}$  – сумма номинальных (расчетных) токов группы силовых потребителей, А;



$I = I_1 + I_2 + I_3$  – ток в цепи управления, А;

$I_1$ – ток в первичной обмотке трансформатора TV1;

$I_2$ – ток в первичной обмотке трансформатора TV2;

$I_3$ – ток в первичной обмотке трансформатора TV3;

$K$ – коэффициент учитывающий разброс теплового расцепителя.

Основные параметры автоматических выключателей сведены в табл. 2.4

Таблица 2.4

Технические данные автоматических выключателей

Обозначение на схеме	Марка автоматического выключателя	Ином. авт А	Ином.т.р. А	Из.р. А	Из.р.кат А

## 2.3 Расчет и выбор проводов и кабеля

Правильный выбор и расчет внутренних электропроводок имеет большое значение. От долговечности и надежности электропроводок зависит бесперебойность работы электроприемников, безопасность людей находящихся в данном помещении. При выборе электропроводок необходимо учитывать вид электроприемника (стационарный, мобильный), условия окружающей среды, требования электро и пожаробезопасности. Для внутренних электрических сетей в основном применяются провода и кабели с алюминиевыми и медными жилами марок: АПВ сечением от 2.5 до 95 мм<sup>2</sup> — провод с алюминиевой жилой в полихлорвиниловой изоляции; ПВ, ПР — такие же провода, но с медными жилами.

### 2.3.1. Расчет и выбор проводов для электродвигателей

Сечение проводов выбирается по нагреву током нагрузки. Выбранное сечение проверяется по условиям механической прочности, защиты от токов короткого замыкания иногда по допустимой потере напряжения в рабочем режиме и в период прохождения пусковых токов. Для выбора сечения проводов по условиям нагрева определяют расчётный ток нагрузки и подбирают минимально допустимое сечение. Удельное сечение алюминиевых проводов больше, чем медных, поэтому для них при том же сечении допускается меньший ток. Медные провода могут применяться сечением от 1 мм<sup>2</sup>, а алюминиевые — только от 2.5 мм<sup>2</sup> и выше из-за их малой механической прочности.

#### 2.3.1.1. Расчет и выбор провода к электродвигателю М1

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током[4]

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.}}, \quad (2.11)$$

где  $I_{\text{р.}} = 14$  А – расчетный ток двигателя;

$I_{\text{доп.}}$  - допустимый ток провода, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 14 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты [4]

$$I_{доп.} \geq K_z \cdot I_{ср.т.э.}, \quad (2.12)$$

где  $I_{ср.т.э.} = 16 \text{ А}$  – ток аппарата защиты ( среднее значение силы тока теплового расцепителя), А;

$K_z = 1.25$  – коэффициент запаса.

$$I_{доп.} \geq 16 \cdot 1.25 = 20 \text{ А}$$

Согласно ПУЭ сечение проводов определяемые по второму условию можно принимать на одну ступень меньше.

Пользуясь таблицей ПУЭ и определяя сечение провода по двум условиям, окончательно выбираю установочный провод [ 4 ].

**2.3.1.2. Расчет и выбор провода к электродвигателю М2**

**2.3.1.3. Расчет и выбор провода к электродвигателю М3**

**2.3.1.4. Расчет и выбор провода к электродвигателю М4**

**2.3.1.5. Расчет и выбор провода к электродвигателю М5**

Данные расчетов проводов приведены в табл. 2.5

Таблица 2.5

Технические данные проводов и способы их прокладки

Обозначение на схеме	Марка провода	Ток аппаратов защиты, А	Сечение провода мм <sup>2</sup>	Номинальный ток двигателя, А	Способ прокладки

**2.3.2. Расчет и выбор вводного кабеля к станку**

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{доп.} \geq I_p.,$$

где  $I_p = 20.31 \text{ А}$  – общий расчетный ток всех электродвигателей

$$I_{доп.} \geq 20.31 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты

$$I_{доп.} \geq K_z \cdot I_z.,$$

где  $I_z = 20 \text{ А}$  – ток аппарата защиты (номинальный ток теплового расцепителя), А;

$K_z = 1.25$  – коэффициент запаса.

$$I_{доп.} \geq 20 \cdot 1.25 = 25 \text{ А}$$

Пользуясь таблицей ПУЭ выбираю кабель .....(указать марку )

**2.4. Расчет и выбор элементов схемы управления**

Управление современными электроприводами осуществляется электротехническими устройствами, называемыми аппаратами управления и защиты. От электрических аппаратов во многом зависит сохранность и

долговечность работы дорогостоящих электроприводов, производительность рабочих механизмов, качество продукции и безопасность эксплуатации. Для увеличения срока службы электроприводов необходимо правильно, технически грамотно выбрать необходимую аппаратуру управления и защиты. Поскольку эта аппаратура в основном поставляется комплектно, в проекте производится проверочный выбор элементов схем управления.

### 2.4.1. Расчет и выбор силовых трансформаторов

Маломощные однофазные и трехфазные трансформаторы (автотрансформаторы), применяются для освещения, питания цепей управления, в выпрямителях и в различных электрических аппаратах.

Расчет трансформатора **TV1** начинают с определения его вторичных мощностей.

Задаёмся значениями:

$$U_1 = B;$$

$$U_2 = B;$$

$$U_3 = B;$$

$$U_4 = B;$$

$$I_2 = A;$$

$$I_3 = A;$$

$$I_4 = A,$$

где  $U_1$  – напряжение на первичной обмотке трансформатора, В;

$U_2, U_3, U_4$  – напряжение на вторичных обмотках трансформатора, В;

$I_2, I_3, I_4$  – токи в вторичных обмотках трансформатора, А.

На основании заданных нагрузок подсчитываю вторичную полную мощность трансформатора [1]

$$S_2 = U_2 * I_2 + U_3 * I_3 + U_4 * I_4, \quad (2.13)$$

где  $S_2$  – вторичная полная мощность трансформатора, В.А

Первичная полная мощность трансформатора определяется по формуле [1]

$$S_1 = S_2 / \eta, \quad (2.14)$$

где  $S_1$  – первичная полная мощность трансформатора, ВА;

$\eta$  – кпд трансформатора [1].

Нахожу сечение сердечника трансформатора (мм<sup>2</sup>) [1]

$$Q_c = k * \sqrt{S_1 / 2 f 10^2}, \quad (2.15)$$

где  $Q_c$  – поперечное сечение сердечника трансформатора, мм<sup>2</sup>;

$f = 50$  Гц – частота тока в сети;

$k$  – постоянная, для воздушных трансформаторов,  $k = 6 \div 8$  [1].

При учете изоляции между листами, сечение сердечника получается на 10% больше, т.е.

$$Q_{сф} = 1.1 * Q_{с}, \quad (2.16)$$

где  $Q_{сф}$  – сечение сердечника фактическое, при учете изоляции между листами, мм<sup>2</sup>

Принимаем следующие размеры трансформатора:

ширина стержня  $A = 30$  мм;  $H_c = 3.5 * 30 = 105$  мм;  $c = H_c / m = 105 / 2.5 = 42$  мм;  
толщина пакета пластин  $B = 50$  мм.

Определяем фактическое сечение выбранного сердечника [1]

$$Q_{с.ф.} = A * B, \quad (2.17)$$

где  $Q_{с.ф.}$  – фактическое сечение трансформатора, мм<sup>2</sup>

Определяю ток первичной обмотке по формуле [1]:

$$I_1 = S_1 / U_1, \quad (2.18)$$

где  $I_1$  – ток первичной обмотки, А

Определяем сечение проводов первичной и вторичной обмоток, исходя из условия плотности тока равной  $\delta = 2$  А / мм<sup>2</sup> [1],

$$s_1 = I_1 / \delta, \quad (2.19)$$

$$s_2 = I_2 / \delta, \quad (2.20)$$

$$s_3 = I_3 / \delta,$$

$$s_4 = I_4 / \delta,$$

где  $s_1$  – сечение провода первичной обмотки, мм<sup>2</sup>;

$s_2, s_3, s_4$  – сечение провода вторичных обмоток, мм<sup>2</sup>.

Принимаю по справочнику [1] для первичной и вторичной обмоток провод марки со следующими данными:

$$d_1 =$$

$$d_2 =$$

$$d_3 =$$

$$d_4 =$$

где  $d_1$  – диаметр провода первичной обмотки, мм;

$d_2, d_3, d_4$  – диаметры проводов вторичных обмоток, мм.

Определяем число витков первичной и вторичной обмоток, приняв магнитную индукцию сердечника  $B_c = 1.25$  Тл. [1]

$$W_1 = U_1 * 10^4 / 2.22 * B_c * Q_{с.ф.}, \quad (2.21)$$

$$W_2 = W_1 * U_2 / U_1, \quad (2.22)$$

С учетом компенсации падения напряжения в проводах (вводится поправочный коэффициент величиной 1.1) число витков вторичных обмоток принимаем.....:

Проверяем, разместятся ли обмотки в окне сердечника. Площадь занимаемая первичными и вторичными обмотками, определяется по формуле [1] :

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{общ1}} + Q_{\text{общ2}} + Q_{\text{общ3}} + Q_{\text{общ4}}, \quad (2.23)$$

$$Q = d_{\text{п}}^2 W, \quad (2.24)$$

где  $d_{\text{п}} = 1.1 * d$  – диаметр проводов с изоляцией, мм;

$W$  – число витков обмотки, с учетом компенсации падения напряжения в проводе.

Площадь окна находится по формуле [1] :

$$Q_0 = H_c * C, \quad (2.25)$$

Находим отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

$$k = Q_{\text{общ}} / Q_0, \quad (2.26)$$

где  $k$  – отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

Следовательно, обмотки свободно разместятся в окне, выбранного сердечника трансформатора.

Выбираю трансформатор мощностью [5]

Расчет трансформатора TV2

Расчет трансформатора TV3

#### 2.4.2. Расчет и выбор автоматических выключателей

Выбираем автоматический выключатель (указать марку) в следующем порядке:

Производим расчет и выбор теплового (номинального) расцепителя

$$I_{\text{тр.}} > 1.1 K * I_p, \quad (2.27)$$

где  $I_{\text{тр}}$  – ток силового расцепителя, А;

$I_p$  – расчетный ток протекающий через автомат, А;

1.1 – поправочный коэффициент означающий, что автоматический выключатель установлен в шкафу;

$K$  – коэффициент, учитывающий разброс теплового расцепителя.

Находим расчетный ток автомата

$$I_p = P_{\text{л}} / U_{\text{л}}, \quad (2.28)$$

где  $P_{\text{л}}$  – мощность лампы;

$U_{\text{л}}$  – напряжение питания лампы.

Выбираем автомат с номинальным током автомата  $I_{\text{н.а.}} = A$ , напряжением  $U = B$ , номинальным током теплового расцепителя  $I_{\text{т.р.}} = A$ , пределом регулирования тока уставки расцепителя ( )  $I_{\text{н}}$ , кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя. [ 5 ]

Производим расчет и выбор электромагнитного расцепителя

$$I_{\text{э.р.}} = I_{\text{кр.}} * K, \quad (2.29)$$

где **И<sub>кр.</sub>** – критичный ток, А;

**К**– коэффициент учитывающий разброс по току электромагнитного расцепителя.

$$\mathbf{I_{кр.} = I_p * K ,} \quad (2.30)$$

где **I<sub>p</sub>** – расчетный ток;

**К**– коэффициент кратности тока.

$$I_{к.р.} =$$

$$I_{э.р.} =$$

Проверяем автомат на возможность ложных срабатываний при пуске двигателя (потребителя)

$$\mathbf{I_{э.р.} < I_{э.р.кат.},}$$

где **I<sub>э.р.кат.</sub>** – ток срабатывания электромагнитного расцепителя по каталогу

$$\mathbf{I_{э.р.кат.} = 12 * I_{т.р.},}$$

Так как **I<sub>э.р.кат.</sub> ≥ I<sub>э.р.</sub>**, то ложных срабатываний при пуске не будет, следовательно автоматический выключатель выбран правильно.

Основные параметры автоматических выключателей сведены в табл. 3.1

Таблица 3.1

Технические данные автоматических выключателей

Обозначение на схеме	Марка автоматического выключателя	Ином. авт А	Ином.т.р. А	Иэ.р. А	Иэ.р.кат А

### 2.4.3. Расчет и выбор предохранителей

Предохранители применяются для защиты электроустановок от токов короткого замыкания. Защита от перегрузок с их помощью возможно при условии, что защищаемые элементы установки будут выбраны с запасом по току, превышающим примерно на 25 % номинальный ток плавких вставок.

Плавкие вставки предохранителей выдерживают токи на 30...50 % выше номинальных в течении 1 ч и более. При токах, превышающих номинальный ток плавких вставок на 60...100 %, последние плавятся за время, менее 1 ч. Наиболее распространенными предохранителями, применяемыми для защиты электроустановок напряжением до 1000 В, являются: ПР2 — предохранитель разборный; НПН — насыпной предохранитель неразборный; ПН2 — предохранитель насыпной разборный. Основные типы предохранителей рассчитаны на номинальные токи 15...1000 А.

Плавкие предохранители делят на инерционные (с большой тепловой инерцией, т.е. способные выдерживать значительные кратковременные перегрузки) и безынерционные (с малой тепловой инерцией, т.е. с ограниченной способностью к перегрузкам). К первым относятся все установочные предохранители с винтовой

резьбой и свинцовым токопроводящим мостиком; ко вторым — трубчатые предохранители со штампованными вставками открытого типа.

Предохранители по сравнению с другими аппаратами защиты (автоматическими выключателями для сетей напряжением до 1000 В)обладают следующими преимуществами: меньшей стоимостью, простотой и надежностью в эксплуатации, большой разрывной способностью, быстродействием и токоограничивающей способностью. К недостаткам предохранителей следует отнести обеспечение ими в основном защиты от токов короткого замыкания и в меньшей степени от токов перегрузок, возможность работы приемников на двух фазах при перегорании одного предохранителя, однократность действия.

Производим расчет и выбор предохранителя **FU1**:

Предохранитель выбирается по току плавкой вставки которая находится:

$$I_{вст} \geq I_{пуск} / \alpha, \quad (2.34)$$

где  $I_{пуск}$  – пусковой ток элементов, входящих в схему, А;

$\alpha = 2.5$ – поправочный коэффициент.

$$I_{пуск} = I'_{пуск} + \sum I_{ном}, \quad (2.35)$$

где  $I'_{пуск}$  – пусковой ток одновременно пускающихся электромагнитных муфт УС1, УС2, А;

$\sum I_{ном}$ –сумма номинальных токов остальных элементов, входящих в схему, А

$$I'_{пуск} =$$

Находим сумму номинальных токов элементов:

$$\sum I_{ном} =$$

Находим пусковой ток элементов:

$$I_{пуск} =$$

Находим плавкую вставку предохранителя:

$$I_{вст} =$$

Выбираем предохранитель с плавкой вставкой на А.

Выбор и расчет предохранителя **FU2** аналогичен.

Основные параметры предохранителей сведены в табл.3.2

Таблица 3.2

Технические данные предохранителей

Позиционное обозначение	Тип предохранителя	И <sub>п.т.</sub> А	И <sub>п.л.вст.</sub> А	У <sub>ном.</sub> В	Исполнение	Разрывная способность, кА

#### 2.4.4. Расчет и выбор полупроводникового выпрямителя

Рассчитать выпрямитель – значит правильно выбрать выпрямительные диоды. В преобладающем большинстве случаев в качестве блока питания используют двухполупериодный выпрямитель, диоды которых включены по мостовой схеме.

Производим расчет и выбор полупроводникового выпрямителя (**указать марку**).

Исходными данными для расчета выпрямителя служат: требуемое напряжение нагрузки  $U_d = 29 \text{ В}$  и ток  $I_d = 0.7 \text{ А}$ .

Расчет ведут в следующей последовательности:

По току нагрузки определяю максимальный ток, текущей через каждый диод выпрямительного моста:

$$I_d = 0.5 * C * I_d, \quad (2.36)$$

где  $I_d$  – ток через диод;

$C$  – коэффициент зависящий от тока нагрузки.

$$I_d =$$

Подсчитываем обратное напряжение, которое будет приложено к каждому диоду выпрямителя:

$$U_{обр} = 1.5 * U_d, \quad (2.37)$$

где  $U_{обр}$  – обратное напряжение, В;

$U_d = 29 \text{ В}$  – напряжение на нагрузке.

$$U_{обр} =$$

Выбираем диоды, у которых значение выпрямленного тока и обратного напряжения равны или превышают расчетное.

Предъявленным требованиям удовлетворяет диод .....

#### 2.4.5. Расчет и выбор электромагнитных реле

В автоматических устройствах широко применяются электромагнитные реле постоянного и переменного тока, которые выполняют функции усиления и передачи сигналов, увеличения количества оперативных цепей, а также различные логические функции. Промышленность выпускает реле постоянного тока серий **РЭС, РПН, РКН, РКМ, РКС**. Среди реле переменного тока наиболее распространены серии **МКУ–48, ПЭ–21, РПТ, РПУ** (реле промежуточное универсальное). С внедрением реле серии **РП–20**, серии логических элементов "**Логика И**" и герконовых реле будет создан комплекс аппаратуры для монтажа на рейку, что позволит оптимально проектировать современные системы управления объектами.

Реле переменного тока менее экономичны, чем реле постоянного тока и имеют меньший срок службы. Однако, для их включения не нужны источники постоянного тока.

Реле постоянного тока выбираются по рабочему току, току срабатывания и потребляемой мощности, с учетом типа и количества контактов и их нагрузочной способности, массы и габаритов.

Призываю расчет и выбор электромагнитного реле **KV12**:

Пользуясь каталогом выбираю реле , сопротивление обмотки

$$R_{об} = \quad \text{Ом, напряжение срабатывания } U_{ср} = \quad \text{В. [6]}$$

Определяю ток срабатывания [6]:

$$I_{ср} = U_{ср} / R_{об}, \quad (2.38)$$

$$I_{ср} =$$

Определяем параметры реле:

Нахожу рабочий ток по формуле [6]:

$$I_p = U / R_{об}, \quad (2.39)$$

где  $U$  – напряжение реле, В



$$I_p =$$

Определяю коэффициент запаса [4];

$$K_{\text{зап}} = I_p / I_{\text{ср}}, \quad (2.40)$$

$$K_{\text{зап}} =$$

Как показала практика коэффициент запаса не должен быть меньше 1.5. В данном случае это соблюдается и реле будет срабатывать надежно.

Определяю мощность потребляемую обмоткой реле [6]:

$$P_{\text{об}} = U^2 / R_{\text{об}}, \quad (2.41)$$

$$P_{\text{об}} =$$

Произвожу расчет и выбор электромагнитного реле **KV13**:

#### 2.4.6. Расчет и выбор проводов в схеме управления

Рассчитываем провод в цепи полупроводникового выпрямителя  
.....(указать марку)

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие1:** по условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{\text{доп.}} \geq I_p.,$$

где **I<sub>доп.</sub>** – допустимый ток, проходящий по проводу, А;

**I<sub>p.</sub> = 0.7 А** – расчетный ток, проходящий по проводу, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 0.7 \text{ А}$$

Этому току соответствует сечение 0.5 мм<sup>2</sup> (I<sub>доп.</sub> = 11 А).

**Условие2:** по условию соответствия аппарату защиты

$$I_{\text{доп.}} \geq K_z * I_z,$$

где **K<sub>з</sub>**– коэффициент запаса;

**I<sub>з</sub>**– ток аппарата защиты (номинальный ток теплового расцепителя),А.

Пользуясь таблицей ПУЭ, выбираем провод марки ..... ( указать марку ),  
сечением .... мм<sup>2</sup> и допустимой токовой нагрузкой .... А. [4]

### 3. ОРГАНИЗАЦИОННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Принцип работы электропривода станка

1. Схема электрическая принципиальная станка привести на графическом листе

В данном разделе следует описать принцип работы электропривода заданного станка

#### 3.2. Подготовка к включению электрооборудования в работу

При выполнении наладочных работ даже на одном объекте наладчик имеет дело с самым различным по номенклатуре электрооборудованием. Нередко оборудование поставляется с отклонениями от проекта или в процессе монтажа допускаются ошибки. При транспортировке и хранении в электрооборудовании могут возникнуть дефекты (ослабление креплений и нарушение регулировки, изменение механических характеристик, образование коррозии, нарушение проводимости контактов и снижение характеристик изоляции).

Начиная работу на объекте, наладчик на основе проектного решения обязан провести тщательный контроль состояния и анализ соответствия проекту каждой единицы механического (имеющего электропривод) и электротехнического оборудования (пусковой аппаратуры – электродвигателю, защитной аппаратуры – нагрузке линии, номинальных данных катушек пускателей, контакторов и электроприводов – номиналам питающей сети и цепей управления, количества размыкающих и замыкающих контактов – схеме управления), особенно в случае отклонения установочного оборудования от проектного. Таким образом, наладчик начинает работу с электрооборудованием с внешнего осмотра установки и всех ее элементов, внутреннего осмотра и проверки механической части аппаратуры, паспортизации установки.

Цель осмотра и паспортизации – выявление возможных дефектов оборудования как по техническому состоянию и пригодности к эксплуатации, так и по соответствию его технических характеристик проекту и другому оборудованию.

Чаще всего при наладочных работах встречаются такие общие дефекты оборудования:

**корпуса** – повреждение их в процессе транспортировки, хранения и монтажа, неплотности в стыках, дефекты уплотнений, сварных и бытовых соединений и т.п.;

**обмотки** – отклонение номинальных данных от проекта, механические повреждения, увлажнение изоляции, нарушение междувитковой изоляции, соединений в обмотках, токопроводах и выводах, несоответствие маркировки и группы соединения требованиям ГОСТа, заводским паспортам и другим сопроводительным документам, превышение допустимых отклонений сопротивления обмоток постоянному току и т.п.;

**устройства переключения обмоток силовых трансформаторов** – механические повреждения приводов, отсутствие фиксации привода в соответствующем положении, неправильное соединение отпайек, отсутствие контакта в переключателе;

**магнитопроводы** – коррозия и механические повреждения, приводящие к замыканию отдельных листов стали и между собой, засорение вентиляционных каналов (статоров и роторов машин), нарушение зазоров или неплотное прилегание отдельных частей друг к другу (контакты, пускатели, реле, электромагниты), нарушение изоляции стяжных болтов и их слабая затяжка (у трансформаторов);

**коммутационные аппараты** – неудовлетворительная регулировка тяг, привода и контактной системы, размыкающих и замыкающих контактов, отсутствие или неудовлетворительное состояние искрогасительных камер;

**заземляющие устройства** – дефекты соединения соединяющих проводников с корпусами оборудования, несоответствие сопротивлению заземляющего устройства требованиям ПУЭ, ПТЭ, инструкций и др.;

Обнаружение дефектов и организация своевременного устранения – одна из основных задач наладки. Другой задачей является установление соответствия оборудования техническим условиям (ГОСТу, ПУЭ, ПТЭ), проекту и техническим требованиям, оценка пригодности электрооборудования к эксплуатации и наладке его устройств управления, релейной защиты и автоматики.

Общие дефекты оборудования и требования к нему определяют общую методику их выявления, которая строится на такой последовательности групп проверок, измерений и испытаний:

- измерения и испытания, определяющие состояние изоляции токоведущих частей электрооборудования;

- проверка состояния механической части и магнитной системы;

- измерения и испытания, определяющие состояние токоведущих частей и качество контактных соединений электрооборудования;

- проверка схем электрических соединений;

- проверка, настройка и испытание устройств релейной защиты, управления, сигнализации, автоматики и других вторичных устройств;

- окончательная оценка пригодности к эксплуатации электрооборудования (опробование работы электрооборудования – индивидуальное и комплексное).

Задачи быстрого ввода объектов в эксплуатацию требуют выполнению максимального количества проверок и испытаний в процессе монтажа электрооборудования до его полного окончания, что учитывается при организации наладочных работ. К таким работам относятся: ревизия электрооборудования, различные измерения, определяющие состояние изоляции обмоток и других токоведущих частей электрических машин и аппаратов; измерение сопротивления постоянному току обмоток, контактов и других частей и т.д.

#### **4.ОХРАНА ТРУДА И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ**

Отразить основные мероприятия по техники безопасности: мероприятия по профилактике травматизма, т.е. предупреждения несчастных случаев. Это сознание возможности работать на современных машинах и механизмах, которые исключают опасность захвата движущимися или вращающимися частями, а также получения ранений и ушибов.

При ремонте электрических устройств необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Несоблюдение этих правил может привести к травмам и даже к смертельному исходу.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. И. Дьяков. Типовые расчеты по электрооборудованию. – М.: Высшая школа, 1991.
2. И. П. Копылов. Справочник по электрическим машинам. – Т. 1. М.: Энергоиздат, 1989.
3. И. П. Копылов. Справочник по электрическим машинам. – Т. 2. М.: Энергоиздат, 1989.
4. И. Л. Каганов. Курсовое и дипломное проектирование. – М.: Агропромиздат, 1990.
5. И. Н. Сидоров и др. Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1994.
6. И. Г. Игловский. Справочник по электрическим реле. – М.: Энергоиздат, 1990.
7. “Единая система планово – предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий” под редакцией М.О. Яковсона изд. Машиностроение 1967.

***ОБРАЗЕЦ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА***

МДК 01.03 Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и  
электромеханического оборудования

специальность 13.02.11 **Техническая эксплуатация и обслуживание  
электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)**

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

1. Назначение и общая характеристика электрооборудования проектируемого станка
2. Расчетная часть
  - 2.1. Расчет мощности электродвигателей и их выбор
  - 2.2. Проверочный расчет и выбор пускозащитной аппаратуры
    - 2.2.1. Расчет и выбор магнитного пускателя
    - 2.2.2. Расчет и выбор тепловых реле
    - 2.2.3. Расчет и выбор автоматических выключателей
  - 2.3. Расчет и выбор проводов и кабеля
    - 2.3.1. Расчет и выбор проводов для электродвигателей
    - 2.3.2. Расчет и выбор вводного кабеля
  - 2.4. Расчет и выбор элементов схемы управления
    - 2.4.1. Расчет и выбор силовых трансформаторов
    - 2.4.2. Расчет и выбор автоматических выключателей
    - 2.4.3. Расчет и выбор предохранителей
    - 2.4.4. Расчет и выбор полупроводникового выпрямителя
    - 2.4.5. Расчет и выбор электромагнитных реле
    - 2.4.6. Расчет и выбор проводов в схеме управления
3. Организационно – технологическая часть
  - 3.1. Принцип действия электропривода станка
  - 3.2. Подготовка к включению электрооборудования в работу
4. Охрана труда и противопожарные мероприятия
- Список используемой литературы

## ВВЕДЕНИЕ

Современная энергетика – это ключевая отрасль народного хозяйства страны. Она играет определяющую роль в развитии научно – технического процесса, интенсификации общественного производства.

Одним из основных факторов, технического процесса в народном хозяйстве является повышение степени электрификации всех отраслей промышленности, транспорта, связи и сельского хозяйства. Важное значение также имеет расширение применения электроэнергии в быту. От того насколько грамотно будет выполняться монтаж и эксплуатация электрооборудования, во многом зависит решение задач технического прогресса, полноценной работы технологического оборудования, экономии электрической энергии.

Энергетическую основу производства составляет электрический привод, технический уровень которого определяет эффективность функционирования технологического оборудования. Развитие электрического привода идет по пути повышения экономичности и надежности за счет дальнейшего совершенствования двигателей, аппаратов, преобразователей, аналоговых и цифровых средств управления. Прогрессивным явлением в этом процессе является применение микропроцессов и микро ЭВМ, позволяющих существенно расширить функциональные возможности автоматизированного электропривода и улучшить его технические и экономические характеристики.

Расширение и усложнение выполняемых электроприводом функций, применением в нем новых средств управления требует высокого уровня подготовки специалистов, занятых его проектированием, монтажом, наладкой и эксплуатацией. Они должны хорошо знать назначение и элементную базу отдельных узлов электропривода, их свойства и характеристики, уметь разбираться в схемах управления электропривода, определять его экономические показатели и выбирать его элементы.

Монтаж и обслуживание современных электрических сетей и электрооборудования требует глубоких знаний физических основ электротехники, конструкции электрических машин, аппаратов.

Современная техника постоянно совершает изменения, поэтому работающему в любой отрасли народного хозяйства необходимо, не ограничиваясь усвоенными в процессе обучения знаниями, постоянно пополнять свой профессиональный уровень.



## **1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО СТАНКА**

Токарно-револьверный автомат повышенной точности модели 1Е140П предназначен для изготовления различных деталей типа тел вращения с наибольшим диаметром 40 мм (45 мм – при использовании устройства для наружной подачи прутка) и длиной 105 мм из круглого и шестигранного прутка. В механизме зажима компенсирующее звено, дающее возможность надежно зажимать прутки, имеющие точность по диаметру до 4 класса, однако на автоматах повышенной точности рекомендуется обрабатывать прутки не грубее 3 класса точности. При соответствующих режимах резания на автоматах возможна обработка различных металлов: от цветных металлов и их сплавов до нержавеющей и жаропрочных сталей.

Электрооборудование автомата рассчитано для подключения к сети трехфазного переменного тока 380 В, 50 Гц. На автомате используются следующие величины переменного тока:

- цепь управления 50 Гц; 110 В;
- цепь местного освещения 50 Гц; 24 В;
- цепь сигнализации 50 Гц; 5 В.

Напряжение питания цепей управления коммандо - аппарата и электромагнитных муфт 24 В постоянного тока.

На автомате установлено 5 трехфазных асинхронных двигателя. Аппаратура управления размещена в поворотном электрошкафу, расположенном сзади станка на стойке портала.

Для регулирования скорости вращения шпинделя на автомате установлена коробка скоростей с электромагнитными муфтами типа ЭТМ, обозначенными на схеме YC1–YC5. Для включения ускоренного хода распределительных валов в коробке подач установлена электромагнитная муфта YC6 типа ЭТМ – 074 – 1. Для управления работой электромагнитных муфт YC1–YC5 и дополнительных устройств имеются коммандо-аппарат и наладочный пульт, размещенный на электрошкафу. На боковой стенке наладочного пульта установлен вводный автомат QF1. Главный привод включается только после насоса смазки. При падении давления в системе смазки происходит отключение автомата (размыкается контакт SP1). При перемещении переднего подвижного щита, закрывающего зону резания, станок отключается микропереключателем SB10.

Защита электрооборудования от токов короткого замыкания осуществляется автоматическими выключателями QF1 – QF6 и плавкими предохранителями FU1, FU2. Защита электродвигателей от длительных перегрузок осуществляется тепловыми реле KK1 – KK6.

## 2. РАСЧЕТАЯ ЧАСТЬ

Металлообрабатывающие станки по количеству типов и потребляемой ими энергии занимают одно из основных мест среди электрифицированных машин и агрегатов. Электрооборудование и автоматика станков оснащаются современными типами электроприводов и средствами автоматического управления, что обеспечивает высокую производительность и точность обработки, безопасность и удобство управления и их обслуживания.

### 2.1. Расчет мощности электродвигателей станка и их выбор

Мощность, необходимая для работы станка, определяется режимом работы станка с учетом обеспечения его высокой производительности экономичности и безопасности обслуживания. Как известно, режим резания и другие режимы обработки деталей на станках характеризуются определенными расчетными параметрами, к которым относят: глубину резания ( $t$ ), подачу или перемещение резца на один оборот шпинделя ( $S$ ), скорость резания или скорость перемещения стружки относительно резца ( $V$ ).

По указанным параметрам, а также по коэффициентам, характеризующий обрабатываемый материал и материал резца, можно найти усилие резания или усилие другой обработки, а по ней и скорость резания определить необходимую мощность станка. Эта мощность определяется самым тяжелым режимом обработки, задаваемым технологической картой станка или картами технологических нормативов станка.

#### 2.1.1. Расчет и выбор электродвигателя привода главного движения

Мощность двигателя  $M1$  (кВт) рассчитывается по формуле [2]:

$$P = F \cdot p \cdot q \cdot V / 1000 \cdot \eta_c, \quad (2.1)$$

где  $Fp = 190 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup> – удельное сопротивление резания (применяют 3–5 кратное значение от удельного сопротивления разрыву);

$V = 2.8$  м/с – скорость резания;

$\eta_c = 0.6$  – КПД при полной нагрузке;

$q$  – сечение стружки, м<sup>2</sup>.

Сечение стружки определяется из выражения:

$$q = S \cdot t, \quad (2.2)$$

где  $S = 2 \cdot 10^{-3}$  м – подача;

$t = 4 \cdot 10^{-3}$  м – глубина резания.

$$q = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$P = 190 \cdot 10^6 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 2.8 / 1000 \cdot 0.6 = 7.09 \text{ кВт}$$

По справочнику выбираю двигатель типа **4A132M8/4Y3** мощностью  $P = 7.1$  кВт; номинальный ток  $I = 14$  А ; частотой  $f = 50$  Гц ; частотой вращения  $n = 720/1440$  об/мин ;  $\eta = 82\%$  ;  $\cos \varphi = 0.9$  ; коэффициент пуска  $K_{\text{пуск}} = 7.5$  [2].

#### 2.1.3. Расчет и выбор двигателя насоса подачи охлаждающей жидкости

Мощность двигателя  $M3$  (кВт) определяется по формуле [2]:

$$P = K_z * U * Q * H / 1000 * \eta_n * \eta_p, \quad (2.3)$$

где  $K_z=1.1$  – коэффициент запаса;  
 $U=6855 \text{ Н/м}^3$  – плотность перекачиваемой жидкости;  
 $Q=15 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$  – производительность насоса;  
 $H=8 \text{ м}$  – напор насоса ;  
 $\eta_n=0.6$  – КПД насоса охлаждения;  
 $\eta_p=1$  – КПД передачи.

$$P = 1.1 * 6855 * 15 * 10^{-4} * 8 / 0.6 * 1 * 10^3 = 0.151 \text{ кВт}$$

По справочнику выбираю электронасос охлаждения типа **АОЛ – 2 – 11 – 4У3** мощностью  $P=0.15 \text{ кВт}$  ; номинальным током  $I_{ном}=0.4 \text{ А}$  ; частотой  $f=50 \text{ Гц}$  ; частотой вращения  $n=2800 \text{ об/мин}$  ;  $\eta=62\%$  ;  $\cos \varphi=0.64$  ; коэффициент пуска  $K_{пуск}=2.5$  [2].

### 2.1.3. Расчет и выбор двигателя насоса подачи смазки

Мощность двигателя М4 (кВт) рассчитывается по формуле:

$$P=K_z * U * Q * H / 1000 * \eta_n * \eta_p,$$

где  $K_z=1.1$  – коэффициент запаса;  
 $U=9783 \text{ Н/м}^3$  – плотность перекачиваемой жидкости;  
 $Q=13 * 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$  – производительность насоса;  
 $H=11.6 \text{ м}$  – напор насоса;  
 $\eta_n=0.65$  –кпд насоса смазки;  
 $\eta_p=1$  –кпд передачи.

$$P = 1.1 * 9783 * 13 * 10^{-4} * 11.6 = 0.249 \text{ кВт}$$

По справочнику выбираю электронный насос смазки типа **АОЛ2 – 12 – 4У3** мощностью  $P=0.25 \text{ кВт}$  ; номинальным током  $I_{ном}=0.86 \text{ А}$  ; частотой  $f=50 \text{ Гц}$  ; частотой вращения  $n=1450 \text{ об/мин}$  ;  $\eta=65\%$  ;  $\cos \varphi=0.69$  ; коэффициент пуска  $K_{пуск}=3$  [2].

Расчет и выбор остальных электрических двигателей станка выполняется аналогично.

Основные параметры двигателей станка сведены в табл. 2.1

Таблица 2.1

Технические данные электродвигателей станка

Обозначение на схеме	Марка двигателя	Р кВт	I <sub>ном</sub> А	КПД %	cos φ	К пуск	n об/мин
<b>М1</b>	4А132М8/4У3	7.1	14	82	0.9	7.5	720/1440
<b>М2</b>	4АМ80В6У3	1.1	3.05	72	0.7	3.5	920
<b>М3</b>	АОЛ–2–11– 4У3	0.15	0.4	62	0.64	2.5	2800
<b>М4</b>	АОЛ–2–12– 4У3	0.25	0.86	65	0.69	3	1450
<b>М5</b>	4АМХ71А4/2У3	0.75	2	67	0.89	4	2880

### 2.3. Проверочный расчет и выбор пускозащитной аппаратуры

#### 2.1.2 Расчет и выбор магнитных пускателей

Магнитный пускатель предназначен для длительного включения и отключения потребителей электроэнергии.

Контакты и магнитные пускатели обеспечивают оперативные переключения электрических цепей с частотой до 1200 включений в час. Эти качества сделали их незаменимыми при управлении электродвигателями постоянного и переменного тока.

Пускатели осуществляют пуск, остановку, реверс, а также нулевую защиту и защиту электродвигателей от перегрузок встроенными тепловыми реле.

Такие пускатели автоматически отключают двигатели при снижении напряжения на 50...60% номинального и при перегрузках (если имеется тепловое реле).

Наиболее широкое распространение получили электромагнитные пускатели серии ПМЕ-000 и ПАЕ-100 с  $I_n$  от 3,2 до 150 А. Постепенно их заменяют более совершенными пускателями серии ПМЛ-000000 с  $I_n$  от 10 до 200 А.

Расчет и выбор магнитного пускателя осуществляется по 2 условиям:

**Условие 1.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или несколько больше силы номинального тока потребителя (двигателя):

$$I_{ном.п.} \geq I_{ном.дв.} \quad (2.4)$$

**Условие 2.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или больше шестой части силы пускового тока двигателя:

$$I_{ном.п.} \geq I_{пуск.} / 6, \quad (2.5)$$

где  $I_{ном.п.}$  – номинальный ток магнитного пускателя, А;

$I_{ном.дв.}$  – номинальный ток двигателя, А;

$I_{пуск.} = I_{ном.} K_{пуск}$  – пусковой ток двигателя, А.

Выбираю магнитный пускатель **КМ1**, общий для двигателей М1 и М3:

**Условие 1.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или несколько больше силы номинального тока потребителя (двигателя):

$$I_{ном.п.} \geq I_{ном.дв_{1,3}},$$

где  $I_{ном.дв_{1,3}} = I_{ном.дв_1} + I_{ном.дв_3}$  – номинальный ток двух двигателей, А;

$I_{ном.дв_1} = 14$  А – номинальный ток двигателя М1;

$I_{ном.дв_3} = 0.4$  А – номинальный ток двигателя М3.

$$I_{ном.дв_{1,3}} = 14 + 0.4 = 14.4 \text{ А}$$

$$I_{ном.п.} \geq 14.4 \text{ А}$$

Выбираю предварительно пускатель 2 величины для которого

$$I_{ном.п.} = 25 \text{ А}$$

$$25 \geq 14.4 \text{ А}$$

**Условие 2.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или больше шестой части силы пускового тока двигателя:

$$I_{ном.п.} \geq I_{пуск_{1,3}} / 6,$$

где  $I_{пуск_{1,3}} = I_{ном.дв_1} K_{пуск} + I_{ном.дв_3} K_{пуск}$  — пусковой ток двух двигателей, А

$$I_{пуск_{1,3}} = 14 * 7.5 + 0.4 * 2.5 = 106 \text{ А}$$

$$I_{ном.п.} \geq 106 / 6 = 17.6 \text{ А}$$

Выбираю предварительно пускатель 2 величины [4] для которого

$$I_{\text{ном.п}} = 25 \text{ А}$$

$$25 \geq 17.6 \text{ А}$$

Как видно пускатель 2 величины условиям коммутации удовлетворяет. Выбираю пускатель **ПМЛ–222002**. Магнитный пускатель ПМЛ–222002 второй величины, нереверсивный с реле, с кнопками “Пуск” и “Стоп”. Выбираю тепловое реле **РТЛ–102104** с номинальным током реле 25 А [ 4 ].

Выбираю магнитный пускатель **КМ2** для двигателя М2:

**Условие 1.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или несколько больше силы номинального тока потребителя ( двигателя ):

$$I_{\text{ном.п.}} \geq I_{\text{ном.дв.}},$$

где  $I_{\text{ном.дв}} = 3.05 \text{ А}$  – номинальный ток двигателя,

$$I_{\text{ном.п.}} \geq 3.05 \text{ А}$$

Выбираю предварительно пускатель 1 величины [4] для которого

$$I_{\text{ном.п.}} = 10 \text{ А}$$

$$10 \geq 3.05 \text{ А}$$

**Условие 2.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или больше шестой части силы пускового тока двигателя:

$$I_{\text{ном.п.}} \geq I_{\text{пуск.}} / 6,$$

$$I_{\text{пуск}} = 3.05 \cdot 3.5 = 10.675 \text{ А}$$

$$10 \geq 10.675 / 6$$

$$10 \geq 1.7 \text{ А}$$

Как видно пускатель 1 величины условиям коммутации удовлетворяет. Выбираю магнитный пускатель **ПМЛ–121002**.

Магнитный пускатель ПМЛ–121002 первой величины, нереверсивный с реле, с кнопкой “Реле”.

Выбираю магнитный пускатель **КМ3** для двигателя М4:

**Условие 1.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или несколько больше силы номинального тока потребителя ( двигателя ):

$$I_{\text{ном.п.}} \geq I_{\text{ном.дв.}},$$

где  $I_{\text{ном.дв}} = 0.86 \text{ А}$  – номинальный ток двигателя,

$$I_{\text{ном.п.}} \geq 0.86 \text{ А}$$

Выбираю предварительно пускатель 1 величины [4] для которого

$$I_{\text{ном.п.}} = 10 \text{ А}$$

$$10 \geq 0.86 \text{ А}$$

**Условие 2.** Сила номинального тока пускателя должна быть равна или больше шестой части силы пускового тока двигателя:

$$I_{\text{ном.п.}} \geq I_{\text{пуск.}} / 6,$$

$$I_{\text{пуск}} = 0.86 \cdot 3 = 2.58 \text{ А}$$

$$10 \geq 2.58 / 6$$

$$10 \geq 0.43 \text{ А}$$

Как видно пускатель 1 величины условиям коммутации удовлетворяет. Выбираю магнитный пускатель **ПМЛ–121002**. Магнитный пускатель ПМЛ–121002 первой величины, нереверсивный с реле, с кнопкой “Реле”.

Известно, что компьютеризация промышленности является неотъемлемой частью ускорения научно–технического прогресса, позволяя получать оптимальные инженерные решения, повысить качество проектирования и снизить его трудоёмкость. Сроки выполнения проектно–конструкторских работ при использовании вычислительной техники могут быть существенно сокращены за счёт значительного уменьшения рутинной части работы специалиста, которая отнимает иногда до 40 % его времени. Применение ЭВМ в учебном процессе освобождает студента от выполнения большого количества однотипных расчётов, позволяет на практике использовать современные численные методы, даёт возможность проводить исследовательские сопоставительные расчёты и выбирать предпочтительный вариант конструкции, ставить и решать задачи оптимизации. В целом использование ЭВМ позволяет решать учебные задачи творческого, поискового характера, приближённые к реальной практике.

Выбираю магнитный пускатель **КМ4** для двигателя М5 на

Значение номинального тока двигателя(нагрузки), А:  $I_n=2.00$

Значение коэффициента пускового тока : $k=4.00$

Расчет и выбор пускателя осуществляется по двум условиям:

Тип магнитного пускателя по первому условию ПМЛ-121002 или ПМЕ-121

Величина магнитного пускателя по первому условию равна 1

Номинальная сила тока магнитного пускателя по первому условию равна 10А

Тип пускателя по второму условию ПМЛ-121002 или ПМЕ-121

Величина пускателя по второму условию равна 1

Номинальная сила тока пускателя по второму условию равна 10А

В итоге:

В результате тип выбранного магнитного пускателя равен

ПМЛ-121002. Величина магнитного пускателя равна 1.

Номинальная сила тока магнитного пускателя равна 10А.

Магнитный пускатель ПМЛ–121002 первой величины, нереверсивный с реле, с кнопкой “Реле”.

Основные параметры магнитных пускателей сведены в табл. 2.2

Таблица 2.2

Технические данные магнитных пускателей

Обозначение на схеме	Тип пускателя	Ином.п. А	Ином.дв. А	Ипуск.дв. А
<b>КМ1</b>	ПМЛ–222002	25	14.4	106
<b>КМ2</b>	ПМЛ–121002	10	3.05	10.675
<b>КМ3</b>	ПМЛ–121002	10	0.86	2.58
<b>КМ4</b>	ПМЛ–121002	10	2	8

### 2.2.2. Расчет и выбор тепловых реле

Тепловые реле предназначены для отключения электроэнергии при протекании через них тока выше допустимой нормы в течении определенного времени.

Защита от перегрузок осуществляется при помощи следующих тепловых реле: двухполюсных типа **ТРН** в пускателях **ПМЕ** и **ПАЕ 0, 1, 2** и **3**, однополюсных типа

**ТРН** в пускателях **ПАЕ–4, 5 и 6** величин и трехфазных типа **РТЛ** в пускателях **ПМЛ**. Диапазон регулирования тока уставки реле **ТРН** и **ТРП** от **0,75** до **1,25** **И<sub>н</sub>**. Регулировка тока плавная и производится регулятором при повороте валика эксцентрика отверткой (**ТРН**) или перемещением поводка (**ТРП**). Шкала регулятора имеет десять делений, по пять делений вправо и влево от нулевой риски. Каждое деление соответствует 5% номинального тока теплового элемента [4].

Выбор и настройку тепловых реле производят в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.}, \quad (2.6)$$

где **I<sub>ср.т.э.</sub>** – среднее значение силы тока теплового элемента реле, А;

**I<sub>н.дв.</sub>** – номинальный ток двигателя, А.

Двигатель **М1** имеет две скорости и защищен двумя тепловыми реле **КК1**, **КК2**. Тепловое реле **КК1** защищает двигатель **М1** при 720 об/мин, а тепловое реле **КК2** защищает двигатель **М1** при 1440 об/мин.

Выбираю тепловое реле **КК1** для двигателя **М1**. Выбор и настройка тепловых реле производится в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.},$$

где **I<sub>ср.т.э.</sub>** = 16 А – среднее значение силы тока теплового элемента реле [4];

**I<sub>н.дв.</sub>** = 14 А – номинальный ток двигателя.

$$16 \geq 14 \text{ А}$$

Выбираю тепловое реле **РТЛ–102104** с номинальным током реле 25 А. Регулятор реле устанавливаю на значение 15 А (предел регулирования данного реле 13 – 19 А) [4].

Выбираю тепловое реле **КК2** для двигателя **М1**. Выбор и настройка тепловых реле производится в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.},$$

где **I<sub>ср.т.э.</sub>** = 12 А – среднее значение силы тока теплового элемента реле [4];

**I<sub>н.дв.</sub>** = 11 А – номинальный ток двигателя.

$$12 \geq 11 \text{ А}$$

Выбираю тепловое реле **РТЛ–101604** с номинальным током реле 25 А. Регулятор реле устанавливаю на значение 12 А (предел регулирования данного реле 9.5 – 14 А) [4].

Выбираю тепловое реле **КК3** для двигателя **М2**. Выбор и настройка тепловых реле производится в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.},$$

где **I<sub>ср.т.э.</sub>** = 3.52 А – среднее значение силы тока теплового элемента реле [4];

**И<sub>н.дв</sub>** = 3.05 А номинальный ток двигателя.

$$3.52 \geq 3.05 \text{ А}$$

Выбираю тепловое реле **РТЛ–100804** с номинальным током реле 25 А. Регулятор реле устанавливаю на значение 4 А (предел регулирования данного реле 2.4 – 4.0 А) [ 4 ].

Выбираю тепловое реле **КК4** для двигателя М3. Выбор и настройка тепловых реле производится в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$\mathbf{I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.},}$$

где **И<sub>ср.т.э</sub>** = 0.52 А – среднее значение силы тока теплового элемента реле [4];

**И<sub>н.дв</sub>** = 0.4 А – номинальный ток двигателя.

$$0.52 \geq 0.4 \text{ А}$$

Выбираю тепловое реле **РТЛ–100404** с номинальным током реле 25 А. Регулятор реле устанавливаю на значение 0.5 А (предел регулирования данного реле 0.38 – 0.65 А) [ 4 ].

Выбираю тепловое реле **КК5** для двигателя М4. Выбор и настройка тепловых реле производится в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$\mathbf{I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.},}$$

где **И<sub>ср.т.э</sub>** = 1.3 А – среднее значение силы тока теплового элемента реле [4];

**И<sub>н.дв</sub>** = 0.86 – номинальный ток двигателя.

$$1.3 \geq 0.86 \text{ А}$$

Выбираю тепловое реле **РТЛ–100604** с номинальным током реле 25 А. Регулятор реле устанавливаю на значение 1 А (предел регулирования данного реле 0.95 – 1.6 А) [ 4 ].

Выбираю тепловое реле **КК6** для двигателя М5. Выбор и настройка тепловых реле производится в следующем порядке:

1) Среднее значение силы тока теплового элемента реле должно быть равно или немного больше номинального тока защищаемого двигателя

$$\mathbf{I_{ср.т.э.} \geq I_{н.дв.},}$$

где **И<sub>ср.т.э</sub>** = 2 А – среднее значение силы тока теплового элемента реле [4];

**И<sub>н.дв</sub>** = 2 А – номинальный ток двигателя.

$$2 = 2 \text{ А}$$

Выбираю тепловое реле **РТЛ–100704** с номинальным током реле 25 А. Регулятор реле устанавливаю на значение 2.5 А (предел регулирования данного реле 1.5 – 2.6 А) [ 4 ].

Основные параметры тепловых реле сведены в табл. 2.3

Таблица 2.3

Технические данные тепловых реле

Обозначение	Тип	И <sub>н.реле</sub>	И <sub>ср.т.э.</sub>	предел
-------------	-----	---------------------	----------------------	--------



на схеме	реле	А	А	регулируем ия реле, А
<b>КК1</b>	РТЛ–102104	25	16	13 – 19
<b>КК2</b>	РТЛ–101604	25	12	9.5 – 14
<b>КК3</b>	РТЛ–100804	25	3.2	2.4 – 4.0
<b>КК4</b>	РТЛ–100404	25	0.52	0.38 – 0.65
<b>КК5</b>	РТЛ–100604	25	1.3	0.95 – 1.6
<b>КК6</b>	РТЛ–100704	10	2.0	1.5 – 2.6

#### 2.2.4. Расчет и выбор автоматических выключателей

В настоящее время для защиты электрических сетей и электрических приемников от повреждений, вызываемых током, превышающих допустимую величину, все шире применяются автоматические выключатели. Они выпускаются с тепловыми, электромагнитными и комбинированными (тепловыми и электромагнитными) расцепителями с различным числом полюсов - одним, двумя и тремя. В однофазных цепях применяют одно и двухполюсные, а в трехфазных трехполюсные. Автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями применяются для защиты сети и электрического приемника от повреждений, вызываемых током короткого замыкания, действующим даже кратковременно. Автоматические выключатели применяются не только для отключения приемников при токах короткого замыкания, но и для нечастых включений и отключений их вручную при нормальной работе. Возникающая при размыкании цепи электрическая дуга гасится в воздухе или масле. В зависимости от этого автоматические выключатели называются воздушными или масляными. В цепях с напряжением 500 В применяются в основном воздушные выключатели. Рекомендуется применять автоматические выключатели серий **АП–50, АЕ–20, А3100, АК–63**.

Выбираю автоматический выключатель **QF1** в следующем порядке:  
Произвожу расчет и выбор теплового (номинального) расцепителя

$$I_{тр} > K (\Sigma I_n + I), \quad (2.7)$$

где  $I_{тр}$  – ток силового расцепителя, А;

$\Sigma I_n = I_{n1} + I_{n2} + I_{n3} + I_{n4} + I_{n5}$  – сумма номинальных (расчетных) токов группы силовых потребителей, А;

$I = I_1 + I_2 + I_3$  – ток в цепи управления, А;

$I_1 = 0.61$  А – ток в первичной обмотке трансформатора TV1;

$I_2 = 0.42$  А – ток в первичной обмотке трансформатора TV2;

$I_3 = 0.14$  А – ток в первичной обмотке трансформатора TV3;

$K = 1.25$  – коэффициент учитывающий разброс теплового расцепителя.

$$\Sigma I_n = 14 + 3.05 + 0.4 + 0.86 + 2 = 20.31 \text{ А}$$

$$I = 0.61 + 0.42 + 0.14 = 1.17$$

$$I_{тр} > 1.25 * (20.31 + 1.17) = 26.85 \text{ А}$$

Выбираю автомат **АЕ–2046Р** с номинальным током автомата  $I_{н.а.}=63$  А; напряжением  $U=380$  В; номинальным током теплового расцепителя  $I_{т.р.}=32$  А; пределом регулирования тока уставки теплового расцепителя  $(0.9 - 1.15)I_n$ ; кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя  $12 I_n$ . [ 5 ]

Произвожу расчет и выбор электромагнитного расцепителя

$$I_{\text{э.р.}} > 1.25 (I_{\text{п.}} + \Sigma I_{\text{н.}}), \quad (2.8)$$

где  $I_{\text{п.}} = I_{\text{ном.}} * K_{\text{пуск}} = 14 * 7.5 = 105 \text{ А}$  – пусковой ток самого мощного двигателя М1;

$\Sigma I_{\text{н.}} = I_{\text{н2}} + I_{\text{н3}} + I_{\text{н4}} + I_{\text{н5}} = 6.3 \text{ А}$  – сумма номинальных (расчетных) токов остальных потребителей.

$$I_{\text{э.р.}} = 1.25 (105 + 6.3) = 139 \text{ А}$$

Проверяю автомат на возможность ложных срабатываний при пуске двигателя (потребителя)

$$I_{\text{э.р.}} < I_{\text{э.р.кат.}}, \quad (2.9)$$

где  $I_{\text{э.р.кат.}}$  – ток срабатывания электромагнитного расцепителя по каталогу

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * I_{\text{т.р.}}, \quad (2.10)$$

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * 20 = 240 \text{ А}$$

$$139 < 240 \text{ А}$$

Так как  $I_{\text{э.р.кат.}} \geq I_{\text{э.р.}}$ , то ложных срабатываний при пуске не будет, следовательно автоматический выключатель выбран правильно.

Выбираю автоматический выключатель **QF2** в следующем порядке:

Произвожу расчет и выбор теплового (номинального) расцепителя

$$I_{\text{тр.}} > 1.1 * K * \Sigma I_{\text{н.}},$$

где  $I_{\text{тр.}}$  – ток теплового расцепителя, А;

$\Sigma I_{\text{н.}} = I_{\text{н1}} + I_{\text{н3}}$  – сумма номинальных (расчетных) токов группы силовых потребителей, А;

**1.1** – поправочный коэффициент означающий, что автоматический выключатель установлен в шкафу;

**K** = 1.25 – коэффициент, учитывающий разброс теплового расцепителя.

$$\Sigma I_{\text{н.}} = 14 + 0.4 = 14.4 \text{ А}$$

$$I_{\text{тр.}} > 1.25 * 14.4 * 1.1 = 19.8 \text{ А}$$

Выбираю автомат **АЕ–2036Р** с номинальным током автомата  $I_{\text{н.а.}}=25 \text{ А}$ , напряжением  $U=380 \text{ В}$ , номинальным током теплового расцепителя  $I_{\text{т.р.}}=20 \text{ А}$ , пределом регулирования тока уставки расцепителя  $(0.9 - 1.15)I_{\text{н.}}$ , кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя 12  $I_{\text{н.}}$ . [ 5 ]

Произвожу расчет и выбор электромагнитного расцепителя

$$I_{\text{э.р.}} > 1.25 * (I_{\text{п.}} + \Sigma I_{\text{н.}}),$$

где  $I_{\text{п.}} = I_{\text{ном.}} * K_{\text{пуск}} = 14 * 7.5 = 105 \text{ А}$  – пусковой ток самого мощного двигателя М1;

$\Sigma I_{\text{н.}} = 0.4 \text{ А}$  – сумма номинальных (расчетных) токов остальных потребителей.

$$I_{\text{э.р.}} = 1.25 * (105 + 0.4) = 131.75 \text{ А}$$

Проверяю автомат на возможность ложных срабатываний при пуске двигателя (потребителя)

$$I_{\text{э.р.}} < I_{\text{э.р.кат.}},$$

где  $I_{\text{э.р.кат.}}$  – ток срабатывания электромагнитного расцепителя по каталогу

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * I_{\text{т.р.}},$$

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * 20 = 240 \text{ А}$$

$$240 > 131.75 \text{ A}$$

Так как  $I_{\text{э.р.кат}} \geq I_{\text{э.р.}}$ , то ложных срабатываний при пуске не будет, следовательно автоматический выключатель выбран правильно.

Выбираю автоматический выключатель **QF3** на ЭВМ с помощью специально разработанной программы на языке программирования PASCAL 7.0. в следующем порядке (распечатка выполнения программы):

Расчет и выбор автоматического выключателя для магистральной линии к группе потребителей.

Исходные данные:

Общее число двигателей или нагрузок: 3

Число одновременно включающихся двигателей или нагрузок: 1

Номинальные токи одновременно включающихся двигателей:

1 двигатель: 3.05 А

Коэффициенты пуска одновременно включающихся двигателей:

1 двигатель: 3.50

Номинальные токи оставшихся двигателей:

2 двигатель: 0.86 А

3 двигатель: 2.00 А

Автоматический выключатель установлен в шкафу

### РЕШЕНИЕ

Рассчитываем номинальный ток теплового расцепителя по условию:

$$I_{\text{т.р.}} \geq k_1 * EI,$$

где  $I_{\text{т.р.}}$  - номинальный ток теплового расцепителя, А;

$EI = 5.91 \text{ А}$  - сумма номинальных токов двигателей (нагрузок);

$k_1 = 1.25$  - коэффициент, учитывающий условия работы автомата

$$I_{\text{т.р.}} \geq 1.25 * 1.1 * 5.91 = 8.1 \text{ А}$$

Данному условию удовлетворяют автоматический выключатель **AE2036P** с током теплового расцепителя  $I_{\text{тр}} = 10.00 \text{ А}$

Рассчитываем ток срабатывания электромагнитного расцепителя по условию:

$$I_{\text{эл.р.}} \geq 1.25 * (E * I_{\text{п'}} + E * I_{\text{н'}}),$$

где  $I_{\text{эл.р.}}$  - ток срабатывания электромагнитного расцепителя, А;

$E I_{\text{п'}} = E k_{\text{п}} * I_{\text{н}} = (3.05 * 3.50) = 10.68 \text{ А}$  - сумма пусковых токов

одновременно запускаемых двигателей;

$E I_{\text{н'}} = (0.86 + 2.00) = 2.86 \text{ А}$  - сумма номинальных токов остальных

двигателей

$$I_{\text{эл.р.}} \geq 1.25 * (10.68 + 2.86) = 16.92 \text{ А}$$

Проверяем автомат на возможность ложного срабатывания по условию:

$$I_{\text{эл.р.кат.}} \geq I_{\text{эл.р.}},$$

где  $I_{\text{эл.р.кат.}} = 96.00 \text{ А}$  - каталожный ток срабатывания электромагнитного расцепителя для данного типа автомата.

Условие выполняется. Ложного срабатывания не будет.

Основные параметры автоматических выключателей сведены в табл. 2.4

Таблица 2.4

Технические данные автоматических выключателей

Обозначение на схеме	Марка автоматичес- кого выключателя	Ином. авт А	Ином.т.р. А	Із.р. А	Із.р.кат А
QF1	AE-2046P	63	32	140.31	240
QF2	AE-2036P	25	20	133	176
QF3	AE-2036P	10	10	16.91	128

## 2.3 Расчет и выбор проводов и кабеля

Правильный выбор и расчет внутренних электропроводок имеет большое значение. От долговечности и надежности электропроводок зависит бесперебойность работы электроприемников, безопасность людей находящихся в данном помещении. При выборе электропроводок необходимо учитывать вид электроприемника (стационарный, мобильный), условия окружающей среды, требования электро и пожаробезопасности. Для внутренних электрических сетей в основном применяются провода и кабели с алюминиевыми и медными жилами марок: АПВ сечением от 2.5 до 95 мм<sup>2</sup> — провод с алюминиевой жилой в полихлорвиниловой изоляции; ПВ, ПР — такие же провода, но с медными жилами.

### 2.3.2. Расчет и выбор проводов для электродвигателей

Сечение проводов выбирается по нагреву током нагрузки. Выбранное сечение проверяется по условиям механической прочности, защиты от токов короткого замыкания иногда по допустимой потере напряжения в рабочем режиме и в период прохождения пусковых токов. Для выбора сечения проводов по условиям нагрева определяют расчётный ток нагрузки и подбирают минимально допустимое сечение. Удельное сечение алюминиевых проводов больше, чем медных, поэтому для них при том же сечении допускается меньший ток. Медные провода могут применяться сечением от 1 мм<sup>2</sup>, а алюминиевые — только от 2.5 мм<sup>2</sup> и выше из-за их малой механической прочности.

#### 2.3.1.1. Расчет и выбор провода к электродвигателю М1

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током [4]

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.}}, \quad (2.11)$$

где  $I_{\text{р.}} = 14 \text{ А}$  – расчетный ток двигателя;

$I_{\text{доп.}}$  - допустимый ток провода, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 14 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты [4]

$$I_{\text{доп.}} \geq K_{\text{з.}} * I_{\text{ср.т.э.}}, \quad (2.12)$$

где  $I_{\text{ср.т.э.}} = 16 \text{ А}$  – ток аппарата защиты (среднее значение силы тока теплового расцепителя), А;

$K_{\text{з.}} = 1.25$  – коэффициент запаса.

$$I_{\text{доп.}} \geq 16 * 1.25 = 20 \text{ А}$$

Согласно ПУЭ сечение проводов определяемые по второму условию можно принимать на одну ступень меньше.

Пользуясь таблицей ПУЭ и определяя сечение провода по двум условиям, окончательно выбираю установочный провод **ПВ** (провод с однопроволочной медной жилой в поливинилхлоридной изоляции) сечением  $1.5 \text{ мм}^2$ , с допустимой токовой нагрузкой 17 А. Для электрического питания двигателя выбираю 3 провода ПВ в трубке ПВХ диаметром 12 мм [ 4 ].

### 2.3.1.2. Расчет и выбор провода к электродвигателю М2

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.}},$$

где  $I_{\text{р.}} = 3.05 \text{ А}$  – расчетный ток двигателя;

$I_{\text{доп.}}$  – допустимый ток провода, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 3.05 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты

$$I_{\text{доп.}} \geq K_z * I_{\text{ср.т.э.}},$$

где  $I_{\text{ср.т.э.}} = 3.2 \text{ А}$  – ток аппарата защиты (среднее значение силы тока теплового расцепителя), А ;

$K_z = 1.25$  коэффициент запаса.

$$I_{\text{доп.}} \geq 3.2 * 1.25 = 4 \text{ А}$$

Пользуясь таблицей ПУЭ и определяя сечение провода по двум условиям, окончательно выбираю установочный провод **ПВ** (провод с однопроволочной медной жилой в поливинилхлоридной изоляции) сечением  $1 \text{ мм}^2$ , с допустимой токовой нагрузкой 15 А. Для электрического питания двигателя выбираю 3 провода ПВ в трубке ПВХ диаметром 12 мм [ 4 ].

### 2.3.1.3. Расчет и выбор провода к электродвигателю М3

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.}},$$

где  $I_{\text{р.}} = 0.4 \text{ А}$  – расчетный ток двигателя;

$I_{\text{доп.}}$  – допустимый ток провода, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 0.4 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты

$$I_{\text{доп.}} \geq K_z * I_{\text{ср.т.э.}},$$

где  $I_{\text{ср.т.э.}} = 0.52 \text{ А}$  – ток аппарата защиты (среднее значение силы тока теплового расцепителя), А ;

$K_z = 1.25$  – коэффициент запаса.

$$I_{\text{доп.}} \geq 0.52 * 1.25 = 0.65 \text{ А}$$

Пользуясь таблицей ПУЭ и определяя сечение провода по двум условиям, окончательно выбираю установочный провод **ПВ** (провод с однопроволочной медной жилой в поливинилхлоридной изоляции) сечением  $1 \text{ мм}^2$ , с допустимой

токовой нагрузкой 15 А. Для электрического питания двигателя выбираю 3 провода ПВ в трубке ПВХ диаметром 12 мм [ 4 ].

#### 2.3.1.4. Расчет и выбор провода к электродвигателю М4

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.}},$$

где  $I_{\text{р.}} = 0.86$  А – расчетный ток двигателя;

$I_{\text{доп.}}$  – допустимый ток провода, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 0.86 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты

$$I_{\text{доп.}} \geq K_{\text{з.}} * I_{\text{ср.т.э.}},$$

где  $I_{\text{ср.т.э.}} = 1.3$  А – ток аппарата защиты (среднее значение силы тока теплового расцепителя), А;

$K_{\text{з.}} = 1.25$  – коэффициент запаса.

$$I_{\text{доп.}} \geq 1.3 * 1.25 = 1.625 \text{ А}$$

Пользуясь таблицей ПУЭ и определяя сечение провода по двум условиям, окончательно выбираю установочный провод **ПВ** (провод с однопроволочной медной жилой в поливинилхлоридной изоляции) сечением 1 мм<sup>2</sup>, с допустимой токовой нагрузкой 15 А. Для электрического питания двигателя выбираю 3 провода ПВ в трубке ПВХ диаметром 12 мм [ 4 ].

#### 2.3.1.5. Расчет и выбор провода к электродвигателю М5

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{р.}},$$

где  $I_{\text{р.}} = 2$  А – расчетный ток двигателя;

$I_{\text{доп.}}$  – допустимый ток провода, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 2 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты

$$I_{\text{доп.}} \geq K_{\text{з.}} * I_{\text{ср.т.э.}},$$

где  $I_{\text{ср.т.э.}} = 2$  А – ток аппарата защиты (среднее значение силы тока теплового расцепителя), А;

$K_{\text{з.}} = 1.25$  – коэффициент запаса.

$$I_{\text{доп.}} \geq 2 * 1.25 = 2.5 \text{ А}$$

Пользуясь таблицей ПУЭ и определяя сечение провода по двум условиям, окончательно выбираю установочный провод **ПВ** (провод с однопроволочной медной жилой в поливинилхлоридной изоляции) сечением 1 мм<sup>2</sup>, с допустимой токовой нагрузкой 15 А. Для электрического питания двигателя выбираю 3 провода ПВ в трубке ПВХ диаметром 12 мм [ 4 ].

Данные расчетов проводов приведены в табл. 2.5

Таблица 2.5

Технические данные проводов и способы их прокладки

Обозначение на схеме	Марка провода	Ток аппаратов защиты, А	Сечение провода мм <sup>2</sup>	Номинальный ток двигателя, А	Способ прокладки
<b>М1</b>	ПВ	16	1.5	14	Трубка ПВХ Ø 12
<b>М2</b>	ПВ	3.2	1	3.05	Трубка ПВХ Ø 12
<b>М3</b>	ПВ	0.5	1	0.4	Трубка ПВХ Ø 12
<b>М4</b>	ПВ	1	1	0.86	Трубка ПВХ Ø 12
<b>М5</b>	ПВ	1	1	2	Трубка ПВХ Ø 12

### 2.3.2. Расчет и выбор вводного кабеля к станку

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие 1.** По условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{\text{доп.}} \geq I_p.,$$

где  $I_p = 20.31$  А – общий расчетный ток всех электродвигателей

$$I_{\text{доп.}} \geq 20.31 \text{ А}$$

**Условие 2.** По условию соответствия аппарата защиты

$$I_{\text{доп.}} \geq K_z \cdot I_z.,$$

где  $I_z = 20$  А – ток аппарата защиты (номинальный ток теплового расцепителя), А;

$K_z = 1.25$  – коэффициент запаса.

$$I_{\text{доп.}} \geq 20 \cdot 1.25 = 25 \text{ А}$$

Пользуясь таблицей ПУЭ выбираю кабель марки **АВРГ** (трехжильный с алюминиевыми жилами, гибкий, с резиновой изоляцией) сечением жилы 4 мм<sup>2</sup> с допустимой токовой нагрузкой 28 А [ 4 ].

Кабель АВРГ применяют для прокладки непосредственно по строительным основаниям в помещениях сырых, пожароопасных и со средой, агрессивно воздействующей на металлические оболочки, для монтажа осветительных и силовых сетей.

### 2.4. Расчет и выбор элементов схемы управления

Управление современными электроприводами осуществляется электротехническими устройствами, называемыми аппаратами управления и защиты. От электрических аппаратов во многом зависит сохранность и долговечность работы дорогостоящих электроприводов, производительность рабочих механизмов, качество продукции и безопасность эксплуатации. Для увеличения срока службы электроприводов необходимо правильно, технически грамотно выбрать необходимую аппаратуру управления и защиты. Поскольку эта

аппаратура в основном поставляется комплектно, в проекте производится проверочный выбор элементов схем управления.

#### 2.4.1. Расчет и выбор силовых трансформаторов

Маломощные однофазные и трехфазные трансформаторы (автотрансформаторы), применяются для освещения, питания цепей управления, в выпрямителях и в различных электрических аппаратах.

Расчет трансформатора TV1 начинают с определения его вторичных мощностей.

Задаю значениями:  $U_1 = 380 \text{ В}$ ;  $U_2 = 24 \text{ В}$ ;  $U_3 = 110 \text{ В}$ ;  $U_4 = 5 \text{ В}$ ;  $I_2 = 2 \text{ А}$ ;  $I_3 = 1.5 \text{ А}$ ;  $I_4 = 1 \text{ А}$ ,

где  $U_1$  – напряжение на первичной обмотке трансформатора, В;

$U_2, U_3, U_4$  – напряжение на вторичных обмотках трансформатора, В;

$I_2, I_3, I_4$  – токи в вторичных обмотках трансформатора, А.

На основании заданных нагрузок подсчитываю вторичную полную мощность трансформатора [1]

$$S_2 = U_2 \cdot I_2 + U_3 \cdot I_3 + U_4 \cdot I_4, \quad (2.13)$$

где  $S_2$  – вторичная полная мощность трансформатора, В.А

$$S_2 = 24 \cdot 2 + 110 \cdot 1.5 + 5 \cdot 1 = 218 \text{ В.А.}$$

Первичная полная мощность трансформатора определяется по формуле [1]

$$S_1 = S_2 / \eta, \quad (2.14)$$

где  $S_1$  – первичная полная мощность трансформатора, ВА;

$\eta = 0.94$  – КПД трансформатора [1].

$$S_1 = 218 / 0.94 = 231.9 \text{ В.А}$$

Нахожу сечение сердечника трансформатора ( $\text{мм}^2$ ) [1]

$$Q_c = k \cdot \sqrt{S_1 / 2 \cdot f \cdot 10^2}, \quad (2.15)$$

где  $Q_c$  – поперечное сечение сердечника трансформатора,  $\text{мм}^2$ ;

$f = 50 \text{ Гц}$  – частота тока в сети;

$k$  – постоянная, для воздушных трансформаторов,  $k = 6 \div 8$  [1].

$$Q_c = 6 \cdot \sqrt{231.9 / 2 \cdot 50 \cdot 10^2} = 913 \text{ мм}^2$$

При учете изоляции между листами, сечение сердечника получается на 10% больше, т.е.

$$Q_{сф} = 1.1 \cdot Q_c, \quad (2.16)$$

где  $Q_{сф}$  – сечение сердечника фактическое, при учете изоляции между листами,  $\text{мм}^2$

$$Q_{сф} = 1.1 \cdot 913 = 1004 \text{ мм}^2$$

Принимаю следующие размеры трансформатора: ширина стержня  $A = 30 \text{ мм}$ ;  $H_c = 3.5 \cdot 30 = 105 \text{ мм}$ ;  $s = H_c / m = 105 / 2.5 = 42 \text{ мм}$ ; толщина пакета пластин  $B = 50 \text{ мм}$ .

Определяю фактическое сечение выбранного сердечника [1]

$$Q_{с.ф.} = A \cdot B, \quad (2.17)$$

где  $Q_{с.ф.}$  – фактическое сечение трансформатора,  $\text{мм}^2$

$$Q_{с.ф.} = 30 \cdot 50 = 1500 \text{ мм}^2$$

Определяю ток первичной обмотке по формуле [1]:



$$I_1 = S_1 / U_1, \quad (2.18)$$

где  $I_1$  – ток первичной обмотки, А

$$I_1 = 231.9 / 380 = 0.61 \text{ А}$$

Определяю сечение проводов первичной и вторичной обмоток, исходя из условия плотности тока равной  $\delta = 2 \text{ А / мм}^2$  [1],

$$s_1 = I_1 / \delta, \quad (2.19)$$

$$s_2 = I_2 / \delta, \quad (2.20)$$

$$s_3 = I_3 / \delta,$$

$$s_4 = I_4 / \delta,$$

где  $s_1$  – сечение провода первичной обмотки,  $\text{мм}^2$ ;

$s_2, s_3, s_4$  – сечение провода вторичных обмоток,  $\text{мм}^2$ .

Сечения обмоток трансформатора

$$s_1 = 0.61 / 2 = 0.305 \text{ мм}^2$$

$$s_2 = 2 / 2 = 1 \text{ мм}^2$$

$$s_3 = 1.5 / 2 = 0.75 \text{ мм}^2$$

$$s_4 = 1 / 2 = 0.5 \text{ мм}^2$$

Принимаю по справочнику [1] для первичной и вторичной обмоток провод марки ПЭВ – 1 (медный провод изолированный одним слоем эмали винифлекса) со следующими данными:

$$d_1 = 0.63 \text{ мм}$$

$$d_2 = 1.12 \text{ мм}$$

$$d_3 = 1 \text{ мм}$$

$$d_4 = 0.8 \text{ мм}$$

где  $d_1$  – диаметр провода первичной обмотки, мм;

$d_2, d_3, d_4$  – диаметры проводов вторичных обмоток, мм.

Определяю число витков первичной и вторичной обмоток, приняв магнитную индукцию сердечника  $B_c = 1.25 \text{ Тл}$ . [1]

$$W_1 = U_1 * 10^4 / 2.22 * B_c * Q_{с.ф.}, \quad (2.21)$$

$$W_1 = 380 * 10^4 / 2.22 * 1.25 * 1500 = 913 \text{ витков}$$

$$W_2 = W_1 * U_2 / U_1, \quad (2.22)$$

$$W_2 = 913 * 24 / 380 = 58 \text{ витков}$$

$$W_3 = 913 * 110 / 380 = 264 \text{ витка}$$

$$W_4 = 913 * 5 / 380 = 12 \text{ витков}$$

С учетом компенсации падения напряжения в проводах (вводится поправочный коэффициент величиной 1.1) число витков вторичных обмоток принимаю:

$$W_2 = 1.1 * 58 = 63 \text{ витков}$$

$$W_3 = 1.1 * 264 = 290 \text{ витков}$$

$$W_4 = 1.1 * 12 = 13 \text{ витков}$$

Проверяю разместятся ли обмотки в окне сердечника. Площадь занимаемая первичными и вторичными обмотками, определяется по формуле [1]:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{общ}1} + Q_{\text{общ}2} + Q_{\text{общ}3} + Q_{\text{общ}4}, \quad (2.23)$$

$$Q = d_n^2 * W, \quad (2.24)$$

где  $d_n = 1.1 * d$  – диаметр проводов с изоляцией, мм;

**W** – число витков обмотки, с учетом компенсации падения напряжения в проводе.

$$Q_{\text{общ}} = 1.1 \cdot 0.63^2 \cdot 913 + 1.1 \cdot 1.12^2 \cdot 63 + 1.1 \cdot 1^2 \cdot 290 + 1.1 \cdot 0.8^2 \cdot 13 = 814 \text{ мм}^2$$

Площадь окна находится по формуле [1]:

$$Q_o = H_c \cdot C, \quad (2.25)$$

$$Q_o = 105 \cdot 30 = 3150 \text{ мм}^2$$

Нахожу отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

$$k = Q_{\text{общ}} / Q_o, \quad (2.26)$$

где **k** – отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

$$k = 814 / 3150 = 0.258$$

Следовательно, обмотки свободно разместятся в окне, выбранного сердечника трансформатора.

Выбираю трансформатор ОСМ-0.25УЗ мощностью 250 Вт. [5]

Расчет трансформатора **TV2** начинают с определения его вторичных мощностей.

Задаю значениями: **U1** = 380 В; **U2** = 29 В; **U3** = 5 В; **I2** = 4.5 А; **I3** = 3.5 А;

где **U1** – напряжение на первичной обмотке трансформатора, В;

**U2, U3** – напряжения на вторичных обмотках трансформатора, В;

**I2, I3** – токи в вторичных обмотках трансформаторах, А.

На основании заданных нагрузок подсчитываю вторичную полную мощность трансформатора [1]

$$S_2 = U_2 \cdot I_2 + U_3 \cdot I_3,$$

где **S2** – вторичная полная мощность трансформатора, ВА

$$S_2 = 29 \cdot 4.5 + 5 \cdot 3.5 = 148 \text{ В.А.}$$

Первичная полная мощность трансформатора определяется по формуле [1]

$$S_1 = S_2 / \eta,$$

где **S1** – первичная полная мощность трансформатора, ВА;

$\eta = 0.92$  – КПД трансформатора [1].

$$S_1 = 148 / 0.92 = 160.9 \text{ В.А.}$$

Нахожу сечение сердечника трансформатора (мм<sup>2</sup>) [1]

$$Q_c = k \sqrt{S_1 / 2 f 10^2},$$

где **Qc** – поперечное сечение сердечника трансформатора, мм<sup>2</sup>;

**f** – частота тока в сети, Гц,  $f = 50 \text{ Гц}$ ;

**k** – постоянная, для воздушных трансформаторов,  $k = 6 \div 8$  [1].

$$Q_c = 6 \sqrt{160.9 / 2 \cdot 50 \cdot 10^2} = 761 \text{ мм}^2$$

При учете изоляции между листами сердечника получается на 10% больше, т.е.

$$Q_{\text{сф}} = 1.1 Q_c,$$

где **Qсф** – сечение сердечника фактическое, при учете изоляции между листами, мм<sup>2</sup>

$$Q_{\text{сф}} = 1.1 \cdot 761 = 837 \text{ мм}^2$$

Принимаю следующие размеры трансформатора : ширина стержня **A** = 35 мм; **Hc** =  $2.5 \cdot 35 = 87$  мм;  $c = H_c / m = 87 / 3.3 = 26$  мм; толщина пакета пластин **B** = 42 мм.

Определяю фактическое сечение выбранного сердечника [1]

$$Q_{с.ф.} = A * B,$$

где  $Q_{с.ф.}$  – фактическое сечение трансформатора, мм<sup>2</sup>

$$Q_{с.ф.} = 35 * 42 = 1470 \text{ мм}^2$$

Определяю ток первичной обмотке по формуле [1]:

$$I_1 = S_1 / U_1,$$

где  $I_1$  – ток первичной обмотки, А

$$I_1 = 160.9 / 380 = 0.42 \text{ А}$$

Определяю сечение проводов первичной и вторичной обмоток, исходя из условия плотности тока равной  $\delta = 2.5 \text{ А / мм}^2$  [1],

$$s_1 = I_1 / \delta,$$

$$s_2 = I_2 / \delta,$$

$$s_3 = I_3 / \delta,$$

где  $s_1$  – сечение провода первичной обмотки, мм<sup>2</sup>;

$s_2, s_3$  – сечения проводов вторичных обмоток, мм<sup>2</sup>.

Сечения обмоток трансформатора

$$s_1 = 0.42 / 2.5 = 0.17 \text{ мм}^2$$

$$s_2 = 4.5 / 2.5 = 1.8 \text{ мм}^2$$

$$s_3 = 3.5 / 2.5 = 1.4 \text{ мм}^2$$

Принимаю по справочнику [1] для первичной и вторичной обмоток провод марки ПЭВ – 1 (медный провод изолированный одним слоем эмали винифлекса) со следующими данными:

$$d_1 = 0.5 \text{ мм}$$

$$d_2 = 1.6 \text{ мм}$$

$$d_3 = 1.4 \text{ мм}$$

где  $d_1$  – диаметр провода первичной обмотки, мм;

$d_2, d_3$  – диаметры проводов вторичных обмоток, мм.

Определяю число витков первичной и вторичной обмоток, приняв магнитную индукцию сердечника  $B_c = 1.35 \text{ Тл}$ . [1]

$$W_1 = U_1 * 10^4 / 2.22 * B_c * Q_{с.ф.},$$

$$W_1 = 380 * 10^4 / 2.22 * 1.35 * 1470 = 862 \text{ витка}$$

$$W_2 = W_1 * U_2 / U_1,$$

$$W_2 = 862 * 29 / 380 = 65 \text{ витков}$$

$$W_3 = 862 * 5 / 380 = 11 \text{ витков}$$

С учетом компенсации падения напряжения в проводах число витков вторичных обмоток принимаю:

$$W_2 = 1.1 * 65 = 71 \text{ виток}$$

$$W_3 = 1.1 * 11 = 12 \text{ витков}$$

Проверяю разместится ли обмотка в окне сердечника. Площадь занимаемая первичными и вторичными обмотками, определяется по формуле [1]:

$$Q_{общ} = Q_{общ1} + Q_{общ2} + Q_{общ3},$$

$$Q = d_n^2 * W,$$

где  $d_n = 1.1 d$  – диаметр проводов с изоляцией, мм;

**W** – число витков обмотки, с учетом компенсации падения напряжения в проводах.

$$Q_{\text{общ}} = 1.1 * 0.5^2 * 862 + 1.1 * 1.6^2 * 71 + 1.1 * 1.4^2 * 12 = 462 \text{ мм}^2$$

Площадь окна находится по формуле [1]:

$$Q_0 = H_c * C,$$

$$Q_0 = 87 * 26 = 2262 \text{ мм}^2$$

Нахожу отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

$$k = Q_{\text{общ}} / Q_0,$$

где **k** – отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

$$k = 462 / 2262 = 0.204$$

Следовательно, обмотки свободно разместятся в окне, выбранного сердечника трансформатора.

Выбираю трансформатор ОСМ-0.16У3 мощностью 160 Вт. [5]

Расчет трансформатора **TV3** начинают с определения его вторичной мощности.

Задаюсь значениями: **U1** = 380 В; **U2** = 56 В; **I2** = 1 А;

где **U1** – напряжение на первичной обмотке трансформатора, В;

**U2**, – напряжение на вторичной обмотке трансформатора, В;

**I2** – ток в вторичной обмотке трансформатора, А.

На основании заданных нагрузок подсчитываю вторичную полную мощность трансформатора [1]

$$S_2 = U_2 * I_2$$

где **S2** – вторичная полная мощность трансформатора, ВА

$$S_2 = 56 * 1 = 56 \text{ В.А.}$$

Первичная полная мощность трансформатора определяется по формуле [1]

$$S_1 = S_2 / \eta,$$

где **S1** – первичная полная мощность трансформатора, ВА;

**η** = 0.88 – КПД трансформатора [1].

$$S_1 = 56 / 0.88 = 63 \text{ В.А}$$

Нахожу сечение сердечника трансформатора (мм<sup>2</sup>) [1]

$$Q_c = k * \sqrt{S_1 / 2 * f * 10^2},$$

где **Qc** – поперечное сечение сердечника трансформатора, мм<sup>2</sup>;

**f** – частота тока в сети, Гц, **f** = 50 Гц;

**k** – постоянная, для воздушных трансформаторов, **k** = 6 ÷ 8 [1].

$$Q_c = 6 * \sqrt{63 / 2 * 50 * 10^2} = 476 \text{ мм}^2$$

При учете изоляции между листами сердечника получается на 10% больше, т.е.

$$Q_{\text{сф}} = 1.1 * Q_c,$$

где **Qсф** – сечение сердечника фактическое, при учете изоляции между листами, мм<sup>2</sup>

$$Q_{\text{сф}} = 1.1 * 476 = 524 \text{ мм}^2$$

Принимаю следующие размеры трансформатора: ширина стержня **A** = 20 мм;

**Hc** = 2.5 \* 20 = 50 мм; **c** = **Hc** / **m** = 50 / 2.5 = 20 мм; толщина пакета пластин **B** = 25 мм.

Определяю фактическое сечение выбранного сердечника [1]

$$Q_{с.ф.} = A * B,$$

где  $Q_{с.ф.}$  – фактическое сечение трансформатора, мм<sup>2</sup>

$$Q_{с.ф.} = 20 * 25 = 500 \text{ мм}^2$$

Определяю ток первичной обмотки по формуле [1]:

$$I_1 = S_1 / U_1,$$

где  $I_1$  – ток первичной обмотки, А

$$I_1 = 56 / 380 = 0.14 \text{ А}$$

Определяю сечение проводов первичной и вторичной обмоток, исходя из условия плотности тока равной  $\delta = 2.8 \text{ А / мм}^2$  [1],

$$s_1 = I_1 / \delta,$$

$$s_2 = I_2 / \delta,$$

где  $s_1$  – сечение провода первичной обмотки, мм<sup>2</sup>;

$s_2$  – сечение провода вторичной обмотки, мм<sup>2</sup>.

Сечения обмоток трансформатора

$$s_1 = 0.14 / 2.8 = 0.05 \text{ мм}^2$$

$$s_2 = 1 / 2.8 = 0.36 \text{ мм}^2$$

Принимаю по справочнику [1] для первичной и вторичной обмоток провод марки ПЭВ – 1 (медный провод изолированный одним слоем эмали винифлекса) со следующими данными:

$$d_1 = 0.3 \text{ мм}$$

$$d_2 = 0.7 \text{ мм}$$

где  $d_1$  – диаметр провода первичной обмотки, мм;

$d_2$  – диаметр провода вторичной обмотки, мм.

Определяю число витков первичной и вторичной обмоток, приняв магнитную индукцию сердечника  $B_c = 1.4 \text{ Тл}$ . [1]

$$W_1 = U_1 * 10^4 / 2.22 * B_c * Q_{с.ф.},$$

$$W_1 = 380 * 10^4 / 2.22 * 1.4 * 500 = 2445 \text{ витков}$$

$$W_2 = W_1 * U_2 / U_1,$$

$$W_2 = 2445 * 56 / 380 = 360 \text{ витков}$$

С учетом компенсации падения напряжения в проводах число витков вторичных обмоток принимаю:

$$W_2 = 360 * 1.1 = 396 \text{ витков}$$

Проверяю разместится ли обмотка в окне сердечника. Площадь занимаемая первичными и вторичными обмотками, определяется по формуле [1]:

$$Q_{общ} = Q_{общ1} + Q_{общ2},$$

$$Q = d_n^2 * W,$$

где  $d_n = 1.1 d$  – диаметр провода с изоляцией, мм;

$W$  – число витков обмотки, с учетом компенсации падения напряжения в проводах.

$$Q_{общ} = 1.1 * 0.3^2 * 2445 + 1.1 * 0.7^2 * 360 = 479 \text{ мм}^2$$

Площадь окна находится по формуле [1]:

$$Q_o = H_c * C,$$

$$Q_0 = 50 * 20 = 1000 \text{ мм}^2$$

Нахожу отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

$$k = Q_{\text{общ}} / Q_0,$$

где  $k$  – отношение расчетной и фактической площади окна сердечника

$$k = 479 / 1000 = 0.479$$

Следовательно, обмотки свободно разместятся в окне, выбранного сердечника трансформатора.

Выбираю трансформатор ОСМ-0.063УЗ мощностью 63 Вт. [5]

## 2.4.2. Расчет и выбор автоматических выключателей

Выбираю автоматический выключатель **QF4** в следующем порядке:

Произвожу расчет и выбор теплового (номинального) расцепителя

$$I_{\text{тр.}} > 1.1 * K * I_p, \quad (2.27)$$

где  $I_{\text{тр.}}$  – ток силового расцепителя, А;

$I_p$  – расчетный ток протекающий через автомат, А;

**1.1** – поправочный коэффициент означающий, что автоматический выключатель установлен в шкафу;

$K = 1.25$  – коэффициент, учитывающий разброс теплового расцепителя.

Находим расчетный ток автомата

$$I_p = P_{\text{л}} / U_{\text{л}}, \quad (2.28)$$

где  $P_{\text{л}} = 40$  Вт – мощность лампы;

$U_{\text{л}} = 24$  В – напряжение питания лампы.

$$I_p = 40 / 24 = 1.6 \text{ А}$$

$$I_{\text{т.р.}} \geq 1.1 * 1.25 * 1.6 = 2 \text{ А}$$

$$I_{\text{т.р.}} = 2 \text{ А}$$

Выбираю автомат **АЕ–2036Р** с номинальным током автомата  $I_{\text{н.а.}} = 25$  А, напряжением  $U = 380$  В, номинальным током теплового расцепителя  $I_{\text{т.р.}} = 2$  А, пределом регулирования тока уставки расцепителя  $(0.9 - 1.15)I_{\text{н}}$ , кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя  $12 I_{\text{н}}$ . [ 5 ]

Произвожу расчет и выбор электромагнитного расцепителя

$$I_{\text{э.р.}} = I_{\text{кр.}} * K, \quad (2.29)$$

где  $I_{\text{кр.}}$  – критичный ток, А;

$K = 1.25$  – коэффициент учитывающий разброс по току электромагнитного расцепителя.

$$I_{\text{кр.}} = I_p * K, \quad (2.30)$$

где  $I_p = 1.6$  А – расчетный ток;

$K = 1.25$  – коэффициент кратности тока.

$$I_{\text{к.р.}} = 1.6 * 1.25 = 2 \text{ А}$$

$$I_{\text{э.р.}} = 2 * 1.25 = 2.5 \text{ А}$$

Проверяем автомат на возможность ложных срабатываний при пуске двигателя (потребителя)

$$I_{\text{э.р.}} < I_{\text{э.р.кат.}},$$

где  $I_{\text{э.р.кат.}}$  – ток срабатывания электромагнитного расцепителя по каталогу

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * I_{\text{т.р.}},$$

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * 2 = 24 \text{ А}$$

$$2.5 < 24 \text{ А}$$

Так как  $I_{\text{э.р.кат.}} \geq I_{\text{э.р.}}$ , то ложных срабатываний при пуске не будет, следовательно автоматический выключатель выбран правильно.

Выбираю автоматический выключатель **QF5** в следующем порядке:  
Произвожу расчет и выбор теплового (номинального) расцепителя

$$I_{\text{тр.}} > 1.1 * K * I_{\text{р.}},$$

где  $I_{\text{тр.}}$  – ток силового расцепителя, А;

$I_{\text{р.}}$  – расчетный ток протекающий через автомат, А;

**1.1** – поправочный коэффициент означающий, что автоматический выключатель установлен в шкафу;

**K** = 1.25 – коэффициент, учитывающий разброс теплового расцепителя.

Находим расчетный ток автомата

$$I_{\text{р.}} = 4 * I_{\text{п.}} + I_{\text{в.}}, \quad (2.31)$$

где  $I_{\text{п.}} = 0.3 \text{ А}$  – ток пускателей КК1, КК2, КК3, КК4;

$I_{\text{в.}} = 0.3 \text{ А}$  – ток реле времени КТ1.

$$I_{\text{р.}} = 4 * 0.3 + 0.3 = 1.5 \text{ А}$$

$$I_{\text{т.р.}} \geq 1.1 * 1.25 * 1.5 = 2 \text{ А}$$

$$I_{\text{т.р.}} = 2 \text{ А}$$

Выбираю автомат **АЕ–2036Р** с номинальным током автомата  $I_{\text{н.а.}} = 25 \text{ А}$ , напряжением  $U = 380 \text{ В}$ , номинальным током теплового расцепителя  $I_{\text{т.р.}} = 2 \text{ А}$ , пределом регулирования тока уставки расцепителя  $(0.9 - 1.15)I_{\text{н.}}$ , кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя  $12 I_{\text{н.}}$ . [ 5 ]

Произвожу расчет и выбор электромагнитного расцепителя

$$I_{\text{э.р.}} = I_{\text{кр.}} * K,$$

где  $I_{\text{кр.}}$  – критичный ток, А;

**K** = 1.25 – коэффициент учитывающий разброс по току электромагнитного расцепителя.

$$I_{\text{кр.}} = I_{\text{в.}} * K + (I_{\text{р.}} - I_{\text{в.}}), \quad (2.32)$$

где  $I_{\text{в.}} = 0.3 \text{ А}$  – ток реле времени КТ1;

$I_{\text{р.}} = 1.5 \text{ А}$  – расчетный ток;

**K** = 1.25 – коэффициент кратности тока.

$$I_{\text{к.р.}} = 0.3 * 1.25 + (1.5 - 0.3) = 1.575 \text{ А}$$

$$I_{\text{э.р.}} = 1.575 * 1.25 = 2 \text{ А}$$

Проверяем автомат на возможность ложных срабатываний при пуске двигателя (потребителя)

$$I_{\text{э.р.}} < I_{\text{э.р.кат.}},$$

где  $I_{\text{э.р.кат.}}$  – ток срабатывания электромагнитного расцепителя по каталогу

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * I_{\text{т.р.}},$$

$$I_{\text{э.р.кат.}} = 12 * 2 = 24 \text{ А}$$

$$2 < 24 \text{ А}$$

Так как  $I_{\text{э.р.кат.}} \geq I_{\text{э.р.}}$ , то ложных срабатываний при пуске не будет, следовательно автоматический выключатель выбран правильно.

Выбираю автоматический выключатель **QF6** в следующем порядке:

Произвожу расчет и выбор теплового (номинального) расцепителя

$$I_{тр.} > 1.1 * K * I_p ,$$

где  $I_{тр.}$  – ток силового расцепителя, А;

$I_p$  – расчетный ток протекающий через автомат, А;

**1.1** – поправочный коэффициент означающий, что автоматический выключатель установлен в шкафу;

**K** = 1.25 – коэффициент, учитывающий разброс теплового расцепителя.

Находим расчетный ток автомата

$$I_p = I_{HL2} + I_{HL3} , \quad (2.33)$$

где  $I_{HL2}$  = 0.3 А – ток протекающий через лампу HL2;

$I_{HL3}$  = 0.3 А – ток протекающий через лампу HL3.

$$I_p = 0.3 + 0.3 = 0.6 \text{ А}$$

$$I_{т.р.} \geq 1.1 * 1.25 * 0.6 = 0.8 \text{ А}$$

$$I_{т.р.} = 0.8 \text{ А}$$

Выбираю автомат **АЕ–2036Р** с номинальным током автомата  $I_{н.а.}$  = 25 А, напряжением  $U$  = 380 В, номинальным током теплового расцепителя  $I_{т.р.}$  = 0.8 А, пределом регулирования тока уставки расцепителя  $(0.9 - 1.15)I_n$ , кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя  $12 I_n$ . [ 5 ]

Произвожу расчет и выбор электромагнитного расцепителя

$$I_{э.р.} = I_{кр.} * K ,$$

где  $I_{кр.}$  – критичный ток, А;

**K** = 1.25 – коэффициент учитывающий разброс по току электромагнитного расцепителя.

$$I_{кр.} = I_p * K ,$$

где  $I_p$  = 0.6А – расчетный ток;

**K** = 1.25 – коэффициент кратности тока.

$$I_{к.р.} = 0.6 * 1.25 = 0.75 \text{ А}$$

$$I_{э.р.} = 0.75 * 1.25 = 1 \text{ А}$$

Проверяем автомат на возможность ложных срабатываний при пуске двигателя (потребителя)

$$I_{э.р.} < I_{э.р.кат.} ,$$

где  $I_{э.р.кат.}$  – ток срабатывания электромагнитного расцепителя по каталогу

$$I_{э.р.кат.} = 12 * I_{т.р.} ,$$

$$I_{э.р.кат.} = 12 * 0.8 = 9.6 \text{ А}$$

$$1 < 9.6 \text{ А}$$

Так как  $I_{э.р.кат.} \geq I_{э.р.}$ , то ложных срабатываний при пуске не будет, следовательно автоматический выключатель выбран правильно.

Основные параметры автоматических выключателей сведены в табл. 3.1

Таблица 3.1

Технические данные автоматических выключателей

Обозначение на схеме	Марка автоматического выключателя	Ином. авт А	Ином.т.р. А	Иэ.р. А	Иэ.р.кат А
<b>QF4</b>	АЕ–2036Р	25	2	2.5	24
<b>QF5</b>	АЕ–2036Р	25	2	2	24



QF6	AE-2036P	25	0.8	1	9.6
-----	----------	----	-----	---	-----

### 2.4.3. Расчет и выбор предохранителей

Предохранители применяются для защиты электроустановок от токов короткого замыкания. Защита от перегрузок с их помощью возможно при условии, что защищаемые элементы установки будут выбраны с запасом по току, превышающим примерно на 25 % номинальный ток плавких вставок.

Плавкие вставки предохранителей выдерживают токи на 30...50 % выше номинальных в течении 1 ч и более. При токах, превышающих номинальный ток плавких вставок на 60...100 %, последние плавятся за время, менее 1 ч. Наиболее распространенными предохранителями, применяемыми для защиты электроустановок напряжением до 1000 В, являются: ПР2 — предохранитель разборный; НПН — насыпной предохранитель неразборный; ПН2 — предохранитель насыпной разборный. Основные типы предохранителей рассчитаны на номинальные токи 15...1000 А.

Плавкие предохранители делят на инерционные (с большой тепловой инерцией, т.е. способные выдерживать значительные кратковременные перегрузки) и безынерционные (с малой тепловой инерцией, т.е. с ограниченной способностью к перегрузкам). К первым относятся все установочные предохранители с винтовой резьбой и свинцовым токопроводящим мостиком; ко вторым — трубчатые предохранители со штампованными вставками открытого типа.

Предохранители по сравнению с другими аппаратами защиты (автоматическими выключателями для сетей напряжением до 1000 В) обладают следующими преимуществами: меньшей стоимостью, простотой и надежностью в эксплуатации, большой разрывной способностью, быстродействием и токоограничивающей способностью. К недостаткам предохранителей следует отнести обеспечение ими в основном защиты от токов короткого замыкания и в меньшей степени от токов перегрузок, возможность работы приемников на двух фазах при перегорании одного предохранителя, односторонность действия.

Произвожу расчет и выбор предохранителя FU1:

Предохранитель выбирается по току плавкой вставки которая находится:

$$I_{вст} \geq I_{пуск} / \alpha, \quad (2.34)$$

где  $I_{пуск}$  – пусковой ток элементов, входящих в схему, А;

$\alpha = 2.5$  – поправочный коэффициент.

$$I_{пуск} = I'_{пуск} + \sum I_{ном}, \quad (2.35)$$

где  $I'_{пуск}$  – пусковой ток одновременно пускающихся электромагнитных муфт YC1, YC2, А;

$\sum I_{ном}$  – сумма номинальных токов остальных элементов, входящих в схему, А

$$I'_{пуск} = (1 + 1) * 2.5 = 5 \text{ А}$$

Нахожу сумму номинальных токов элементов:

$$\sum I_{ном} = 1 + 1 + 1 + 0.3 + 1 = 4.3 \text{ А}$$

Нахожу пусковой ток элементов:

$$I_{пуск} = 5 + 4.3 = 9.3 \text{ А}$$

Нахожу плавкую вставку предохранителя:

$$I_{\text{вст}} = 9.3 / 2.5 = 3.7 \text{ А}$$

Выбираю предохранитель **ПРС – 6** с плавкой вставкой на 4А.

Выбор и расчет предохранителя **FU2** аналогичен.

Основные параметры предохранителей сведены в табл.3.2

Таблица 3.2

Технические данные предохранителей

Позиционное обозначение	Тип предохранителя	Ипат. А	Ипл.вст. А	Уном. В	Исполнение	Разрывная способность, кА
<b>FU1</b>	ПРС – 6	6	4	380	пробный резьбовой	2
<b>FU2</b>	ПРС – 6	6	1	380	пробный резьбовой	2

#### 2.4.4. Расчет и выбор полупроводникового выпрямителя

Рассчитать выпрямитель – значит правильно выбрать выпрямительные диоды. В преобладающем большинстве случаев в качестве блока питания используют двухполупериодный выпрямитель, диоды которых включены по мостовой схеме.

Произвожу расчет и выбор полупроводникового выпрямителя **VD5 – VD8**.

Исходными данными для расчета выпрямителя служат: требуемое напряжение нагрузки  $U_d = 29 \text{ В}$  и ток  $I_d = 0.7 \text{ А}$ .

Расчет веду в следующей последовательности:

По току нагрузки определяю максимальный ток, текущей через каждый диод выпрямительного моста:

$$I_d = 0.5 * C * I_d, \quad (2.36)$$

где  $I_d = 0.7 \text{ А}$  – ток через диод;

$C = 1.5$  – коэффициент зависящий от тока нагрузки.

$$I_d = 0.5 * 1.5 * 0.7 = 0.5 \text{ А}$$

Подсчитываю обратное напряжение, которое будет приложено к каждому диоду выпрямителя:

$$U_{\text{обр}} = 1.5 * U_d, \quad (2.37)$$

где  $U_{\text{обр}}$  – обратное напряжение, В;

$U_d = 29 \text{ В}$  – напряжение на нагрузке.

$$U_{\text{обр}} = 1.5 * 29 = 43.5 \text{ В}$$

Выбираю диоды, у которых значение выпрямленного тока и обратного напряжения равны или превышают расчетное.

Предъявленным требованиям удовлетворяет диод КД202Б.

#### 2.4.5. Расчет и выбор электромагнитных реле

В автоматических устройствах широко применяются электромагнитные реле постоянного и переменного тока, которые выполняют функции усиления и передачи сигналов, увеличения количества оперативных цепей, а также различные логические

функции. Промышленность выпускает реле постоянного тока серий **РЭС, РПН, РКН, РКМ, РКС**. Среди реле переменного тока наиболее распространены серии **МКУ–48, ПЭ–21, РПТ, РПУ** (реле промежуточное универсальное). С внедрением реле серии **РП–20**, серии логических элементов "**Логика И**" и герконовых реле будет создан комплекс аппаратуры для монтажа на рейку, что позволит оптимально проектировать современные системы управления объектами.

Реле переменного тока менее экономичны, чем реле постоянного тока и имеют меньший срок службы. Однако, для их включения не нужны источники постоянного тока.

Реле постоянного тока выбираются по рабочему току, току срабатывания и потребляемой мощности, с учетом типа и количества контактов и их нагрузочной способности, массы и габаритов.

Привожу расчет и выбор электромагнитного реле **KV12**:

Пользуясь каталогом выбираю реле РП 21 – 004УХЛ4, сопротивление обмотки  $R_{об} = 340 \text{ Ом}$ , напряжение срабатывания  $U_{ср} = 16 \text{ В}$ . [6]

Определяю ток срабатывания [6]:

$$I_{ср} = U_{ср} / R_{об}, \quad (2.38)$$

$$I_{ср} = 16 / 340 = 0.04 \text{ А}$$

Определяю параметры реле:

Нахожу рабочий ток по формуле [6]:

$$I_p = U / R_{об}, \quad (2.39)$$

где  $U$  – напряжение реле, В

$$I_p = 24 / 340 = 0.07 \text{ А}$$

Определяю коэффициент запаса [4]:

$$K_{зап} = I_p / I_{ср}, \quad (2.40)$$

$$K_{зап} = 0.07 / 0.04 = 1.7$$

Как показала практика коэффициент запаса не должен быть меньше 1.5. В данном случае это соблюдается и реле будет срабатывать надежно.

Определяю мощность потребляемую обмоткой реле [6]:

$$P_{об} = U^2 / R_{об}, \quad (2.41)$$

$$P_{об} = 24^2 / 340 = 1.69 \text{ Вт}$$

Что допустимо для любого режима работы.

Произвожу расчет и выбор электромагнитного реле **KV13**:

Пользуясь каталогом выбираю реле **РЭС 22** паспортный номер которого РС4.523.023 – 07, сопротивление обмотки  $R_{об} = 480 \text{ Ом}$ , напряжение срабатывания  $U_{ср} = 18 \text{ В}$  [6].

Реле РЭС – 22 зачехленное, двухпозиционное, одностабильное, с четырьмя переключающими контактами, предназначено для коммутации электрических цепей постоянного и переменного тока.

Определяю ток срабатывания [6]:

$$I_{ср} = U_{ср} / R_{об},$$

$$I_{ср} = 18 / 480 = 0.03 \text{ А}$$

Определяю параметры реле:

Нахожу рабочий ток по формуле [6]:

$$I_p = U / R_{об},$$

где  $U$  – напряжение реле, В

$$I_p = 24 / 480 = 0.05 \text{ А}$$

Определяю коэффициент запаса [4];

$$K_{\text{зап}} = I_p / I_{\text{ср}},$$

$$K_{\text{зап}} = 0.05 / 0.03 = 1.7$$

Как показала практика, коэффициент запаса не должен быть меньше 1.5. В данном случае реле будет срабатывать надежно.

Определяю мощность потребляемую обмоткой реле [6]:

$$P_{\text{об}} = U^2 / R_{\text{об}},$$

$$P_{\text{об}} = 24^2 / 480 = 1.2 \text{ Вт}$$

Что допустимо для любого режима работы.

#### 2.4.6. Расчет и выбор проводов в схеме управления

Рассчитываю провод в цепи полупроводникового выпрямителя **VD5 – VD8**.

Сечение проводов и кабелей определяется по двум условиям:

**Условие1:** по условию нагрева длительным расчетным током

$$I_{\text{доп.}} \geq I_p.,$$

где  $I_{\text{доп.}}$  – допустимый ток, проходящий по проводу, А;

$I_p = 0.7 \text{ А}$  – расчетный ток, проходящий по проводу, А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 0.7 \text{ А}$$

Этому току соответствует сечение  $0.5 \text{ мм}^2$  ( $I_{\text{доп.}} = 11 \text{ А}$ ).

**Условие2:** по условию соответствия аппарату защиты

$$I_{\text{доп.}} \geq K_z * I_z,$$

где  $K_z = 1.25$  – коэффициент запаса;

$I_z = 4 \text{ А}$  – ток аппарата защиты (номинальный ток теплового расцепителя), А.

$$I_{\text{доп.}} \geq 4 * 1.25 = 5 \text{ А}$$

Пользуясь таблицей ПУЭ, выбираю провод марки АПВ (провод с алюминиевой жилой в поливинилхлоридной изоляции), сечением  $2.5 \text{ мм}^2$  и допустимой токовой нагрузкой  $11 \text{ А}$ . [4]

### 3. ОРГАНИЗАЦИОННО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Принцип работы электропривода станка

1. Схема электрическая принципиальная станка приведена на графическом листе

Перед началом работы необходимо убедиться в том, что все защитные автоматические переключатели включены.

Вводным автоматическим выключателем **QF1** электрооборудование автомата подключается к сети. Подается питание в цепи управления и сигнализации. Загораются сигнальные лампы **HL1** — “Электросеть подключена”, **HL2** — “Автомат отключен”, **HL3** — “Двигатель насоса смазки отключен”. Через размыкающий контакт **KM1** выдается сигнал на управляющие электроды тириستоров **VS5**, **VS6**, включаются муфты **YC1**, **YC2** — вал электродвигателя **M1** заторможен. Кнопкой **SB2** включаются магнитные пускатели **KM1** – **KM3** (если в момент пуска конечный выключатель **SQ6** был нажат, то кнопку следует удерживать нажатой 1 – 2 с.).

Отключаются лампы **HL2**, **HL3** и электромагнитные муфты **YC1**, **YC2**. Подключается к сети электродвигатели главного привода **M1**, привода насоса охлаждения **M3**, привода насоса смазки **M4**. Привод вспомогательного вала **M2** включается кнопкой **SB4** в толчковом режиме и **SB6** в длительном режиме. При возрастании давления в системе смазки срабатывает реле давления **SP1**. Магнитные пускатели **KM1** – **KM3** становятся на самоблокировку. Включается реле времени **KT1**, которое управляет электромагнитом **YA1** гидрораспределителя подачи масла к тупиковым точкам смазки. Оно выдает сигналы в цепь реле **KV9** длительностью 0.1 ... 1 ч. через паузы 0.1 ... 10 ч.. Реле **KV9** периодически включается на 3 ... 4 с. разрядным током конденсатора **C 18** при сигнале с **KT1**. Одновременно включается электромагнит **YA1**, происходит смазка тупиковых точек. Длительность импульса реле **KT1** настраивается на 0.1 ч., длительность паузы 1 – 2 ч..

Включение электромагнитных муфт и дополнительных устройств происходит через командоаппарат и наладочный пульт. Автомат останавливается кнопкой **SB1** “Стоп”, расположенный на портале или **SB5** на наладочном пульте. При этом отключаются магнитные пускатели **KM1** – **KM3**, замыкающие контакты которых отключают электродвигатели **M1** – **M5**, а также разрывают цепь питания электромагнитных муфт **YC3** – **YC6**. Включение двигателя **M2** происходит с конденсаторным торможением, что исключает выбег вспомогательного и распределительного валов.

В наладочном режиме муфта **YC6** ускоренного вращения распределительного вала включается кнопкой **SB4** или **SB6** при установке тумблеров **SA20** – **SA27** во включенное положение “1”. При переходе на автоматический режим тумблера **SA20** – **SA27** установить согласно заданной программе. На правой панели наладочного пульта расположены следующие аппараты:

- кнопка аварийной остановки **SB5**;
- переключатель **SA1** для изменения направления вращения двигателя **M1**, и установки “перевернутого” диапазона скоростей шпинделя, т.е. 4 правых и 2 левых скорости. Обычное положение **SA1** в позиции 4 левых и 2 правых скорости;

- кнопка **SB3** для регулировки и настройки узла смазки, нажатием на кнопку включается магнитный пускатель **KM3**. если он не был включен ранее, электромагнит распределителя **YA1** на время удержания кнопки;
- переключатель **SA3** для отключения двигателя охлаждения **M3**;
- переключатель **SA2** для переключения скоростей главного привода;
- счетчик циклов **PC**, сигналы на которых выдаются с микропереключателя **SB9** от ригеля распределительного вала.

Схема командоаппарата представляет собой устройство с двумя входами, осуществляемыми микропереключателями **SB7**, **SB8** и восемью последовательными выходами, реализуемые дистанционными переключателями, что соответствует числу команд в цикле. Выдача команд сигнализируется зажиганием светодиодов **HL1** – **HL8** на наладочном пульте. Электромагнитный поляризованный дистанционный переключатель имеет два переключающих контакта, состояние которых меняется подачей напряжения в управляющие катушки. Включающие катушки обозначены **KV1.2** – **KV8.2**, а отключающие – **KV1.1** – **KV8.1**.

При снятии напряжения с катушек переключатель остается в заданном положении. Команды с микропереключателей **SB7** и **SB8** выдаются от ригелей распределительного вала, которые устанавливаются по заданной программе работы автомата, **SB7** и **SB8** должны срабатывать поочередно. Последовательное многократное нажатие на один и тот же микропереключатель не реализуется в новую команду на выходе. От **SB7** сигналы появляются на выводе 116 только при освобождении **SB8**. Происходит включение одного из четных переключателей: 2, 4, 6, 8. При нажатии **SB8** прерываются сигналы **SB7** и выдаются на 117 вывод. Происходит включение одного из нечетных переключателей: 1, 3, 5, 7.

При первоначальном пуске (эта операция производится изготовителем) один из дистанционных переключателей ставится во включенное положение подачи напряжения непосредственно от источника тока на одну из катушек **KV1.1** – **KV8.1**. При этом необходимо соблюдать полярность. Например, подачей напряжения на катушку **KV1.2** включается первый переключатель. Выдается первая команда через контакт 102 – 141, загорается светодиод **HL 4**.

При нажатии на микропереключатель **SB7** подается напряжение на катушку **KV2.2**; включается второй переключатель. Через его контакт 102 – 142 подается напряжение на отключающую катушку **KV1.1**. Отключится первый переключатель, снимается первая команда и выдается вторая команда. Светодиод **HL4** гаснет и загорается светодиод **HL5**. Дальнейшее действие схемы аналогично выше изложенному. При каждой команде от **SB7** и **SB8** происходит последовательное срабатывание переключателей и последовательная смена команд на выходе схемы (выводы 141 - 148). После срабатывания восьмого переключателя снова включается первый **RC** - цепочки (**R11** – **R18**, **C1** – **C8**) обеспечивают небольшую задержку на срабатывание отключающих катушек **KV1.1** – **KV8.1** для обеспечения надежного сигнала на включающие катушки **KV1.2** – **KV8.2**. Выдаваемые команды преобразуются в заранее программируемый режим работы станка через наладочный пульт.

Многопозиционными переключателями **SA4** – **SA11** производится выбор скорости шпинделя согласно таблице на панели пульта. При установке переключателей в положение 8 – 10 и 0 все муфты **YC1** – **YC5** отключены, что

соответствует режиму “освобождение шпинделя при включенном электродвигателе”. Переключателями **SA12 – SA19** производится включение муфты **YC6** – ускоренного вращения распределительного вала.

Переключателями **SA20 – S24** включается реле **KV12**, магнитный пускатель **KM4** и двигатель привода дополнительных устройств **M5**. Коммутация муфт **YC1 – YC6** и реле **KV12** осуществляется тиристорами **VS5 – VS11**. Отпирание тиристоров происходит при подаче положительного сигнала на управляющий электрод, запираение - при снятии сигнала. Конденсаторы **C11 - C16** способствуют быстрейшему затуханию тока при разрыве цепи питания муфт тиристорами.

Для обеспечения быстродействия и надежности срабатывания электромагнитных муфт в схеме предусмотрено форсированное включение их от командоаппарата. Это достигается воздействием на муфты повышенным напряжением при переключении скоростей. При подаче команд от **SB7** и **SB8** зарядным током конденсаторов **C9** или **C10** включаются реле **KV10** или **KV11**. Запирается диодно-тиристорный мост **UD1; UD2; VS1; VS2** на муфтах отсутствует напряжение питания, тиристоры **VS5 – VS11** заперты. Одновременно происходит заряд емкости **C17**. После заряда емкости **C9** или **C10** реле **KV10** или **KV11** отключаются. Происходит разряд емкости **C17** на катушку реле **KV13**. Реле кратковременно ( $\approx 0.2$  с.) включается. Открывается управляемый диодно-тиристорный мост **UD53; UD54; VS3; VS4**. На муфты выдается импульс форсированного напряжения (42 – 46В). При отключении реле **KV10**, **KV11** восстанавливается работа управляемого моста **VS1; VS2; UD1; UD2**. При снятии форсированного напряжения на муфты подается номинальное напряжение 24В.

### 3.2. Подготовка к включению электрооборудования в работу

При выполнении наладочных работ даже на одном объекте наладчик имеет дело с самым различным по номенклатуре электрооборудованием. Нередко оборудование поставляется с отклонениями от проекта или в процессе монтажа допускаются ошибки. При транспортировке и хранении в электрооборудовании могут возникнуть дефекты (ослабление креплений и нарушение регулировки, изменение механических характеристик, образование коррозии, нарушение проводимости контактов и снижение характеристик изоляции).

Начиная работу на объекте, наладчик на основе проектного решения обязан провести тщательный контроль состояния и анализ соответствия проекту каждой единицы механического (имеющего электропривод) и электротехнического оборудования (пусковой аппаратуры – электродвигателю, защитной аппаратуры – нагрузке линии, номинальных данных катушек пускателей, контактов и электроприводов – номиналам питающей сети и цепей управления, количества размыкающих и замыкающих контактов – схеме управления), особенно в случае отклонения установочного оборудования от проектного. Таким образом, наладчик начинает работу с электрооборудованием с внешнего осмотра установки и всех ее элементов, внутреннего осмотра и проверки механической части аппаратуры, паспортизации установки.

Цель осмотра и паспортизации – выявление возможных дефектов оборудования как по техническому состоянию и пригодности к эксплуатации, так и по соответствию его технических характеристик проекту и другому оборудованию.

Чаще всего при наладочных работах встречаются такие общие дефекты оборудования:

**корпуса** – повреждение их в процессе транспортировки, хранения и монтажа, неплотности в стыках, дефекты уплотнений, сварных и бытовых соединений и т.п.;

**обмотки** – отклонение номинальных данных от проекта, механические повреждения, увлажнение изоляции, нарушение междувитковой изоляции, соединений в обмотках, токопроводах и выводах, несоответствие маркировки и группы соединения требованиям ГОСТа, заводским паспортам и другим сопроводительным документам, превышение допустимых отклонений сопротивления обмоток постоянному току и т.п.;

**устройства переключения обмоток силовых трансформаторов** – механические повреждения приводов, отсутствие фиксации привода в соответствующем положении, неправильное соединение отпаек, отсутствие контакта в переключателе;

**магнитопроводы** – коррозия и механические повреждения, приводящие к замыканию отдельных листов стали и между собой, засорение вентиляционных каналов (статоров и роторов машин), нарушение зазоров или неплотное прилегание отдельных частей друг к другу (контакты, пускатели, реле, электромагниты), нарушение изоляции стяжных болтов и их слабая затяжка (у трансформаторов);

**коммутационные аппараты** – неудовлетворительная регулировка тяг, привода и контактной системы, размыкающих и замыкающих контактов, отсутствие или неудовлетворительное состояние искрогасительных камер;

**заземляющие устройства** – дефекты соединения соединяющих проводников с корпусами оборудования, несоответствие сопротивлению заземляющего устройства требованиям ПУЭ, ПТЭ, инструкций и др.;

Обнаружение дефектов и организация своевременного устранения – одна из основных задач наладки. Другой задачей является установление соответствия оборудования техническим условиям (ГОСТу, ПУЭ, ПТЭ), проекту и техническим требованиям, оценка пригодности электрооборудования к эксплуатации и наладке его устройств управления, релейной защиты и автоматики.

Общие дефекты оборудования и требования к нему определяют общую методику их выявления, которая строится на такой последовательности групп проверок, измерений и испытаний:

измерения и испытания, определяющие состояние изоляции токоведущих частей электрооборудования;

проверка состояния механической части и магнитной системы;

измерения и испытания, определяющие состояние токоведущих частей и качество контактных соединений электрооборудования;

проверка схем электрических соединений;

проверка, настройка и испытание устройств релейной защиты, управления, сигнализации, автоматики и других вторичных устройств;

окончательная оценка пригодности к эксплуатации электрооборудования (опробование работы электрооборудования – индивидуальное и комплексное).



Задачи быстреего ввода объектов в эксплуатацию требуют выполнению максимального количества проверок и испытаний в процессе монтажа электрооборудования до его полного окончания, что учитывается при организации наладочных работ. К таким работам относятся: ревизия электрооборудования, различные измерения, определяющие состояние изоляции обмоток и других токоведущих частей электрических машин и аппаратов; измерение сопротивления постоянному току обмоток, контактов и других частей и т.д.

#### 4.ОХРАНА ТРУДА И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В большинстве отраслей промышленности научно-технический прогресс сопровождается улучшением условий труда, широким внедрением новых технических средств обеспечения безопасности. Происходит значительное развитие научно-технических и конструкционных работ в области охраны труда. Безопасность персонала при выполнении работ в электрохозяйстве во многом зависит от точности соблюдения установленных правилами порядка действия персонала. Основными мероприятиями по технике безопасности являются мероприятия по профилактике травматизма, т.е. предупреждения несчастных случаев. Это сознание возможности работать на современных машинах и механизмах, которые исключают опасность захвата движущимися или вращающимися частями, а также получения ранений и ушибов.

При ремонте электрических устройств необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Несоблюдение этих правил может привести к травмам и даже к смертельному исходу.

Наиболее опасным является возможность поражения током. Нужно помнить, что от 50 до 100 мА опасны для жизни, а свыше 100 мА - смертельными. Токи высокой частоты (50 Гц и выше.) не вызывают электрического удара, но могут причинить вред (ожоги). Кроме того, они вызывают быструю утомляемость и головную боль.

Опасность поражения возрастает и с ростом напряжения. Относительно безопасным является напряжение до 36 В для сухого помещения без токоведущих полов и свыше 12 В для помещений с повышенной влажностью. Более высокое напряжение может вызвать смертельное поражение.

Для обеспечения безопасности работы нужно пользоваться электропаяльником на напряжение не более 36 В. При пользовании паяльником с питанием 127 В или 220 В в случае пробоя изоляции можно попасть под опасное для жизни напряжение.

Перед осмотром электрооборудования станка необходимо полностью отключить станок от питающей сети, выключить вводный автомат - QF1. Защитное заземление и эксплуатацию электрооборудования станка производить в соответствии с требованием соответствующих правил и норм. Для подсоединения защитного заземления на станине станке и электрошкафу имеются специальные винты с табличками. Электросхема станка должна предусматривать нулевую защиту, исключающая самопроизвольное включение станка (его электропривода) при восстановлении внезапно исчезнувшего напряжения. При нажатии на аварийную кнопку "Стоп" все электродвигатели и пусковые устройства должны и при восстановлении напряжения самопроизвольно не включаться. Для питания светильников местного освещения с лампами накаливания должно применяться напряжение не выше 36 В. Электрооборудование станка должно содержаться в порядке и чистоте. Электродвигатели и электроаппаратуру управления должны периодически осматривать и при необходимости очищать от грязи, пыли и масла. При осмотре электродвигателей необходимо производить очистку обмоток от пыли и грязи.

Не реже двух раз в год проверять состояние подшипников и заменять смазку. Если контакты обгорели или контактные поверхности потемнели от нагрева, то их необходимо слегка зачистить напильником. Во избежание нагрева и окисления контактов последние в включенном состоянии должны быть плотно прижаты.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ**

**Методические рекомендации  
по организации выполнения и защиты курсового проектирования  
по ПМ 03 Организация деятельности производственного подразделения  
МДК.03.01 Планирование и организация работы  
структурного подразделения  
для обучающихся по специальности  
среднего профессионального образования  
13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и  
электромеханического оборудования (по отраслям)**

Набережные Челны, 2022г

## Содержание

Введение	4
1. Выбор темы	5
<a href="#"><u>2. Характер написания курсовой работы</u></a>	6
3. Подбор и ознакомление с литературой и другими источниками по избранной теме	6
4. Составление плана курсовой работы	7
<a href="#"><u>5. Основные разделы курсовой работы</u></a>	7
6. Требования к изложению текста	10
7. Оформление курсовой работы	12
8. Защита курсовой работы	13
Список использованных источников	16
Приложения	17

## **Введение**

Курсовая работа один из видов самостоятельной учебной деятельности студентов, представляющий собой творческое решение учебной или реальной профессиональной задачи. Выполнение курсовой работы рассматривается как вид учебной работы по МДК 03.01 Планирование и организация работы структурного подразделения специальности 13.02.11

«Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)» и реализуется в пределах времени, отведенного на ее изучение.

Дидактическими целями выполнения курсовой работы являются:

- систематизация и обобщение полученных теоретических знаний и практических умений студентов по профессиональному модулю;
- углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирование и совершенствование общих и профессиональных компетенций;
- развитие профессионально значимых исследовательских умений, современного стиля научного мышления путём вовлечения студентов в разработку реальных профессиональных проблем;
- проверка и определение уровня теоретической и практической готовности выпускников; подготовка к государственной итоговой аттестации;
- формирование умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполненной работы, компетентно отвечать на вопросы, вести профессиональную дискуссию, убеждать оппонентов в правильности принятых решений;
- формирование навыков планомерной регулярной работы над решением поставленной задачи;
- развитие умений работы со специальной литературой и иными информационными источниками, умений работы с программным инструментарием;
- приобретение опыта аналитической, расчетной работы и формирование соответствующих умений.

В результате выполнения курсовой работы по специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)» обучающийся должен демонстрировать овладение следующими компетенциями:

### **Профессиональные компетенции (ПК):**

ПК.3.1. Участвовать в планировании работы персонала производственного подразделения

ПК.3.2. Организовывать работу коллектива исполнителей

ПК.3.3. Анализировать результаты деятельности коллектива исполнителей

К курсовой работе предъявляются следующие требования:

- курсовая работа должна быть написана на достаточно высоком теоретическом уровне;
- работа должна быть написана самостоятельно;
- работа должна быть написана четким и грамотным языком и правильно оформлена;
- работа выполняется в сроки, определенные учебным планом.

Подготовка курсовой работы включает следующие этапы:

- выбор темы;
- выбор характера написания курсовой работы;
- подбор и первоначальное ознакомление с литературой по избранной теме;
- составление предварительного варианта плана;
- изучение отобранных литературных источников;
- составление окончательного варианта плана;

- сбор и обработка фактических данных, публикаций в специальной литературе, а также их систематизация и обобщение;
- написание текста курсовой работы;
- защита курсовой работы.

У студентов, приступающих к такой деятельности, всегда возникает много вопросов, связанных с методикой написания, правилами оформления, процедурой защиты курсовой работы.

Задача данных методических рекомендаций - помочь студентам успешно справиться со всеми проблемами, возникающими в процессе написания курсовой работы. В данных методических рекомендациях подчеркивается необходимость творческого, а не формального подхода студента к выбору тематики курсовой работы, решению содержательной части работы, соблюдению общей формы, порядка написания и оформления курсовой работы.

## 1. Выбор темы

1.1. Темы курсовой работы определяются образовательной организацией и должны отвечать современным требованиям развития высокотехнологичных отраслей науки, техники, производства, экономики, культуры и образования.

Обучающемуся предоставляется право выбора темы курсовой работы (Приложение 1), в том числе предложения своей тематики с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки.

1.2. Перечень тем разрабатывается преподавателями техникума филиала «Котельники» государственного университета «Дубна» и обсуждается на заседании цикловой комиссии технических дисциплин.

1.3. Курсовая работа должна иметь актуальность, новизну и практическую значимость.

Выполненная курсовая работа в целом должна:

- соответствовать разработанному заданию;
- включать анализ источников по теме с обобщениями и выводами, сопоставлениями и оценкой различных точек зрения;
- продемонстрировать требуемый уровень общенаучной и специальной подготовки обучающегося, его способность и умение применять на практике освоенные знания, практические умения, общие и профессиональные компетенции в соответствии с ФГОС СПО.

Закрепление тем курсовых работ за студентами оформляется приказом директора филиала.

## 2. Характер написания курсовой работы

Написание курсовой работы – творческий процесс, поэтому, чем лучше студент знает свою будущую профессию, тем привлекательнее и интереснее ему будет выполнять курсовую работу, выше будет ее уровень и качество.

По содержанию данная курсовая работа носит практический характер.

По структуре курсовая работа *практического характера* состоит из:

- введения, в котором раскрываются актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
- основной части, которая состоит из двух разделов:
- в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемой темы;
- вторым разделом является практическая часть, которая представлена расчетами, графиками, таблицами, схемами и т.п.;
- заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;

- список использованных источников;
- приложения.

### 3. Подбор и ознакомление с литературой и другими источниками по избранной теме

В процессе получения учебных и научных знаний студент сталкивается с различными носителями информации. Понимание цели и предназначения каждого вида источника информации позволит более точно и правильно использовать их в своей работе.

**Учебник, учебное пособие** - книга, предназначенная для обучения по какому либо предмету, учебной дисциплине. Представляет собой сжатый обзор наиболее признанных теоретических положений в области конкретного предмета. Учебник имеет четкую структуру в соответствии с программой изучения данной дисциплины, что позволяет студенту составить общее представление об основных понятиях, проблемах, вопросах предмета.

**Монография** - научный труд, углубленно разрабатывающий одну тему, ограниченный круг вопросов. Необходима студенту для глубокого, детального знакомства с научной проблемой, наиболее полезна при выполнении курсовой работы.

**Научная статья** - сочинение небольшого размера, опубликованное в специальном научном журнале или в научном сборнике. Статья обычно раскрывает какой-либо аспект рассматриваемой проблемы, в ней могут излагаться данные конкретных исследований. Поиск статей облегчается тем, что в последних номерах научных журналов содержится перечень опубликованных в них в течение года статей.

**Автореферат диссертации** - краткое изложение основных положений диссертации.

**Сайт в Интернете** - электронный носитель информации. Эффективен преимущественно для получения общей, популярной информации по рассматриваемому вопросу. Рекомендуются для всестороннего изучения вопроса.

Подбирать литературу по курсовой работе (не менее 10 источников) следует сразу же после выбора темы. Делать это надо самостоятельно. Студенту необходимо показать свое умение пользоваться каталогами и библиографическими справочниками. При этом следует подбирать литературу, освещающую как теоретическую сторону проблемы, так и действующую практику. Это позволит выделить главную нить исследования и провести ее через всю работу.

Используя средства Интернет, не следует скачивать бездумно все, что можно, и не сдавать этот материал целиком без изменений. Можно заимствовать отдельные абзацы, мысли и цитаты (с обязательной ссылкой на источники), а не полностью работы.

По мере ознакомления с источниками они включаются в список использованной литературы.

При изучении литературы рекомендуется соблюдать определенную последовательность. Начинать следует с изучения законодательных материалов, учебников и учебных пособий. Затем можно перейти к монографиям. Заканчивать надо журнальными статьями и инструктивными материалами. Такая последовательность в изучении литературных источников позволяет постепенно накапливать и углублять знания, идти от простого к сложному, от общего к частному. Тщательное изучение литературы должно быть завершено до того, как начат подбор практического материала.



#### 4. Составление плана курсовой работы

При составлении плана, прежде всего, следует определить примерный круг вопросов, которые будут рассмотрены в отдельных параграфах, и определена последовательность вопросов, которые будут в них излагаться.

Любая курсовая работа имеет свои отличительные особенности, вытекающие из своеобразия темы, объекта исследования, структуры работы, требований научного руководителя, наличия и полноты источников информации, глубины знаний студентом курсов технических дисциплин, навыков и умений отражать теоретические и практические вопросы.

Вместе с тем каждая работа должна быть построена по общей схеме на основе единых методических указаний, отражающих современный уровень требований к завершающей стадии подготовки специалиста. Требование единства методики относится к форме построения составных частей, но не к их содержанию. План работы должен отражать основную идею работы, раскрыть ее содержание и характер. В нем следует выделить наиболее актуальные вопросы темы. Составленный план студент согласовывает с руководителем курсовой работы.

#### 5. Основные разделы курсовой работы

Традиционно сложилась определенная композиционная структура курсовой работы, основными элементами которой в порядке их расположения являются следующие:

Рекомендуется следующая структура курсовой работы:

- титульный лист (Приложение 3);
- содержание (Приложение 4);
- введение (1-3 стр.);
- основная часть (1819 стр.) (Приложение 6);
- заключение (1-3 стр.);
- список использованных источников информации (10-15 источников);
- приложения (по тексту изложения работы обязательно должны быть ссылки на номера приложений).

Общий объем курсовой работы должен составлять **20-25** страниц печатного текста, не считая приложений.

**Титульный лист** – установленный образец, который содержит название образовательного учреждения, а также тему курсовой работы (в полном соответствии с приказом по техникуму); фамилию, имя и отчество обучающегося, номер группы обучающегося, курс; инициалы и фамилии руководителя работы.

**Содержание** включает введение, наименования и номера глав и параграфов, заключение, список использованных источников информации, приложения с указанием их номеров.

**Введение** должно иметь следующую структуру: автор обосновывает актуальность выбранной темы (3-4 предложения), определяет цель и задачи работы, а также объект, субъект и предмет исследования, теоретическую (информационная база) и методологическую базы исследования, практическую значимость работы.

**Актуальность** – это обоснование важности изучения поставленной проблемы для развития науки, для практики с учетом тех изменений, которые происходят в настоящее время в обществе. Определяется круг нерешенных, слабо освещенных или требующих уточнения вопросов.

**Например:** « Нормирование труда - это определение необходимых затрат рабочего времени на выполнение конкретного объема работ в конкретных организационно – технических условиях. Оно является эффективным инструментом управления, при помощи которого осуществляются планирование, организация, руководство и контроль за имеющимися ресурсами – трудовыми, производственными, материальными, финансовыми. Нормирование труда обосновывает

необходимую и достаточную величину затрат рабочего времени на единицу продукции в конкретных условиях. Это эффективное средство повышения производительности труда на предприятии не требующее значительных капитальных вложений. Вышеизложенное подтверждает актуальность выбранной темы курсовой работы.

**Цель** исследования формулируется исходя из проблемы, которую необходимо решить в ходе выполнения работы. Цель фиксирует предполагаемые результаты исследования. В соответствии с целью и предметом исследования определяются задачи исследования.

Для достижения поставленной цели в курсовой работе определены следующие задачи (обычно излагается в форме перечисления: изучить, описать, выявить):

- 1) изучить принципы нормирования труда на предприятии;
- 2) описать методы нормирования труда на горнорудном предприятии;
- 3) проанализировать методику расчета индивидуальных норм выработки;
- 4) проанализировать методику расчета комплексных норм выработки и т.д;

**Объект** исследования – это то, на что направлен процесс познания. Объект отвечает на вопрос – что? Под объектом исследования понимаются конкретные предприятия, система законодательных актов, социальные группы людей, отдельные теоретические положения.

**Предмет** изучения фиксирует определенный аспект изучаемого объекта. Под предметом исследования, в общем плане, понимаются процессы деятельности этих объектов или реализации нормативной базы и теоретических положений в практике. Далее во введении рассматриваются теоретические основы исследования. Здесь упоминаются те из отечественных и зарубежных ученых, кто занимался подобными проблемами (как правило, во введении называют только фамилии).

**Методология** изучения. Во введении перечисляются методы исследования, использованные для решения поставленных задач. К ним относятся: методы статистической обработки результатов исследования, социально-экономический анализ, метод системного подхода, экономико-математические методы и т.д.

Основная часть курсовой работы включает главы и параграфы в соответствии с логической структурой изложения.

Название главы не должно дублировать название темы, а название параграфов – название глав. Формулировки должны быть лаконичными и отражать суть главы (параграфа).

В основной части приводятся все существенные положения, раскрывающие тему курсовой работы.

Основная часть курсовой работы должна содержать, как правило, две главы.

**Теоретическая часть** состоит из разделов и подразделов, между которыми должна сохраняться логическая последовательность, т.е. все разделы работы необходимо увязать между собой, уделяя особое внимание «переходам» от одного раздела к другому, от вопроса к вопросу.

Раздел рекомендуется начинать с формулирования его конкретной задачи, определения перечня вопросов, которые разрешаются, и завершать обобщением или выводами, подводящими итог изложению вопроса или одного из его аспектов. Отдельные разделы работы должны обеспечивать логическое единство работы.

Эта часть должна содержать теоретический материал по теме курсовой работы с учетом различных методик и способов расчета показателей, характеризующих деятельность предприятия. При раскрытии темы используется фактический материал предприятия (участка) собранный в ходе производственных практик, а лиц, обучающихся по заочной форме - материал по месту их непосредственной работы.

Обучающийся в этой части демонстрирует самостоятельную работу: подбирает необходимую литературу, находит наиболее значимые теоретические аргументы, сравнивает логику авторов, излагающих дискуссионные вопросы, делает самостоятельные выводы и обобщения. Не допускается дословное переписывание первоисточника.

При необходимости текст общей части курсовой работы может дополняться диаграммами, таблицами, схемами или графиками, но нельзя и перегружать ими текст, помня о необходимости

границы между необходимым, полезным и лишним, ненужным.

Главное: теоретическая часть курсовой работы должна раскрывать тему и показывать свободное владение материалом. При написании используется рекомендованная литература и дополнительные источники: статистические справочники, специальная литература и др.

В **расчетной части** курсовой работы следует выполнить расчет затрат на электроснабжение участка подразделения на основе исходных данных полученных у преподавателя или в ходе прохождения производственной практики.

Расчетная часть должна содержать следующие подразделы:

- 1 Исходные данные
- 2 Характеристика структуры управления участка (подразделения);
- 3 Организация производства и труда на участке (в подразделении);
- 4 Планирование затрат работы участка:
  - расчет трудоемкости работ по обслуживанию оборудования и расчет численности персонала;
  - расчет фонда заработной платы;
  - расчет расхода вспомогательных материалов;
  - расчет платы за пользование электроэнергией;
  - расчет амортизации основных средств;
- 5 Сводная смета затрат на обеспечение электроснабжения участка и анализ структуры сметы
- 6 Расчет технико - экономических показателей работы участка

Для систематизации информации студенту предлагаются таблицы. Каждый этап расчета сопровождается пояснением и выводами.

**Заключение** является завершающей частью курсовой работы, которое содержит выводы и предложения с их кратким обоснованием в соответствии с поставленной целью и задачами, раскрывает значимость полученных результатов. Заключение не должно составлять более трех страниц текста. Заключение лежит в основе доклада обучающегося на защите.

Заключение (выводы и предложения) должно логично завершать проведенное исследование и синтезировать наиболее значимые итоги курсовой работы. Выводы и предложения располагаются в последовательности изложения вопросов основной части работы. В них показывается, как достигнута цель и решены задачи, поставленные во введении, в сжатой, тезисной форме излагаются главные результаты исследования и, если необходимо в соответствии с темой, фиксируются пути или конкретные мероприятия по совершенствованию изучаемых процессов. Не допускается делать выводы, отражающие какие-либо общие вопросы и не относящиеся непосредственно к предмету и объекту исследования.

**Список использованных источников** отражает перечень источников, которые использовались при написании курсовой работы, составленный в следующем порядке:

- нормативные акты, инструкции;
- иные официальные материалы (резолюции-рекомендации международных организаций и конференций, официальные доклады, официальные отчеты и др.);
- монографии, учебники, учебные пособия (в алфавитном порядке);
- иностранная литература;
- интернет-ресурсы.

**Приложения** могут состоять из дополнительных справочных материалов, имеющих вспомогательное значение, например: копий документов, выдержек из отчетных материалов, статистических данных, схем, таблиц, диаграмм, программ, положений

**Графическая часть** проекта выполняется на листах формата А1 и может включать в себя:

- лист 1: Сборочный чертёж приспособления (А1) для разборки и сборки механизма (узла, агрегата) автомобиля. Если такое приспособление отсутствует, то выполняется сборочный чертёж механизма (узла, агрегата) автомобиля.
- лист 2: Детализовка сборочного чертежа (три детали приспособления или механизма (узла, агрегата) автомобиля. Формат А-4 или А-3 на каждую деталь.

**Библиографическое описание литературных источников** оформляется следующим образом:

Пример 1: учебная литература:

1. Г.И. Гладов, А.М. Петренко. Устройство автомобилей: учебник для студ учреждений сред проф образования /4-е изд стер.- М.: ИЦ «Академия», 2015 – 352с.
2. А.С. Кузнецов ЭП: Техническое обслуживание и ремонт автомобилей Часть 1 для студ учреждений сред проф образования. ИЦ «Академия», 2015
3. А.С. Кузнецов ЭП: Техническое обслуживание и ремонт автомобилей Часть 2 для студ учреждений сред проф образования. ИЦ «Академия», 2015
4. А.Г. Пузников Автомобили. Устройство и техническое обслуживание: учебник для сред.учреждений сред проф образования/ 9-е изд испр.- М.: ИЦ «Академия» 2016.- 560с

Пример 2: источники, представленные на электронных носителях

- Дронов Р. Оценка финансового состояния предприятия [электронный ресурс] / Р. Дронов, А. И. Разник, Е. М. Бунина // <http://www.spsl.nsk.ru>
- О защите прав потребителей: федеральный закон от 07.02.1992 № 2300-1 [электронный ресурс] // Консультант Плюс. ВерсияПроф.

## **6. Требования к изложению текста**

Поскольку исследование является, прежде всего, курсовой работой, ее языку и стилю следует уделять самое серьезное внимание. Действительно, именно языково-стилистическая культура лучше всего позволяет судить об общей культуре ее автора. Язык и стиль научной работы как часть письменной научной речи сложились под влиянием так называемого академического этикета, суть которого заключается в интерпретации собственной и привлекаемых точек зрения с целью обоснования научной истины. Уже выработались определенные традиции в общении ученых между собой как в устной, так и письменной речи. Однако не следует полагать, что существует свод "писанных правил" научной речи. Можно говорить лишь о некоторых особенностях научного языка, уже закрепленных традицией.

Для научного текста характерна смысловая законченность, целостность и связность. Важнейшим средством выражения логических связей являются здесь специальные функционально-синтаксические средства связи, указывающие на последовательность развития мысли (вначале; прежде всего; затем; во-первых; во-вторых; значит; итак и др.), противоречивые отношения (однако; между тем; в то время как; тем не менее), причинно-следственные отношения (следовательно; поэтому; благодаря этому; сообразно с этим; вследствие этого; кроме того; к тому же), переход от одной мысли к другой (прежде чем перейти к..., обратимся к..., рассмотрим, остановимся на..., рассмотрев, перейдет к..., необходимо остановиться на..., необходимо рассмотреть), итог, вывод (итак; таким образом; значит; в заключение отметим; все сказанное позволяет сделать вывод; подведя итог; следует сказать...).

В качестве средств связи могут использоваться местоимения, прилагательные и причастия (данные; этот; такой; названные; указанные и др.).

Не всегда такие и подобные им слова и словосочетания украшают слог, но они являются своеобразными дорожными знаками, которые предупреждают о поворотах мысли автора,

информируют об особенностях его мыслительного пути. Читатель работы сразу понимает, что слова "действительно" или "в самом деле" указывают, что следующий за ними текст предназначен служить доказательством, слова "с другой стороны", "напротив" и "впрочем" готовят читателя к восприятию противопоставления, "ибо" - объяснения.

В некоторых случаях словосочетания рассмотренного выше типа не только помогают обозначить переходы авторской мысли, но и способствуют улучшению рубрикации текста. Например, слова "приступим к рассмотрению" могут заменить заглавие рубрики. Они, играя роль невыделенных рубрик, разъясняют внутреннюю последовательность изложения, а потому в научном тексте очень полезны.

Для образования превосходной степени чаще всего используются слова "наиболее", "наименее". Не употребляется сравнительная степень прилагательного с приставкой "по" (например, "повыше", "побыстрее"), а также превосходная степень прилагательного с суффиксами -айш-, -ейш-, за исключением некоторых терминологических выражений, например, "мельчайшие частицы вещества".

Часто употребляется изъявительное наклонение глагола, редко - сослагательное наклонение и почти совсем не употребляется повелительное наклонение. Широко используются возвратные глаголы, пассивные конструкции, что обусловлено необходимостью подчеркнуть объект действия, предмет исследования (например, "В данной статье рассматриваются...", "Намечено выделить дополнительные кредиты...").

В научной речи очень распространены указательные местоимения "этот", "тот", "такой". Они не только конкретизируют предмет, но и выражают логические связи между частями высказывания (например, "Эти данные служат достаточным основанием для вывода..."). Местоимения "что-то", "кое-что", "что-нибудь" в силу неопределенности их значения в тексте работ обычно не используются.

Преобладают сложные союзные предложения. Отсюда богатство составных подчинительных союзов "благодаря тому что", "между тем как", "так как", "вместо того чтобы", "ввиду того что", "от того что", "вследствие того что", "после того как", "в то время как" и др. Особенно употребительны производные отыменные предлоги "в течение", "в соответствии с...", "в результате", "в отличие от...", "наряду с...", "в связи с..." и т. п.

Объективность изложения - основная стилевая черта такой речи, которая вытекает из специфики научного познания, стремящегося установить научную истину. Отсюда наличие в тексте научных работ вводных слов и словосочетаний, указывающих на степень достоверности сообщения. Благодаря таким словам тот или иной факт можно представить как вполне достоверный (конечно, разумеется, действительно), как предполагаемый (видимо, надо полагать), как возможный (возможно, вероятно). Обязательным условием объективности изложения материала является также указание на то, каков источник сообщения, кем высказана та или иная мысль, кому конкретно принадлежит то или иное выражение. В тексте это условие можно реализовать, используя специальные вводные слова и словосочетания (по сообщению; по сведениям; по мнению; по данным; по нашему мнению и др.).

Стиль письменной научной речи - это безличный монолог. Поэтому изложение обычно ведется от третьего лица, так как внимание сосредоточено на содержании и логической последовательности сообщения, а не на субъекте. Поэтому не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: "я наблюдал", "я считаю", "по моему мнению" и т.п. Корректнее использовать местоимение "мы", но желательно обойтись без него. Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного лица, в которых исключается местоимение "мы", т.е. фразы строятся с употреблением слов "наблюдаем", "устанавливаем", "имеем". Можно использовать выражения: "на наш взгляд", "по нашему мнению", однако предпочтительнее писать

"по мнению автора" (курсовой работы) или выражать ту же мысль в безличной форме: "изучение опыта свидетельствует о том, что...", "на основании выполненного анализа можно утверждать...", "проведенные исследования подтвердили..." и т.п.

Обычно в курсовой работе избегают вводных, общих фраз (например, "автор статьи рассматривает..."), излагают материал кратко и точно. Умение отделять основную информацию от второстепенной – одно из основных требований к реферирующему. Хорошие результаты в выработке умения выделять основную информацию дает известный прием, названный условно фильтрацией и сжатием текста, который включает в себя две операции:

- разбивку текста на части по смыслу;
- нахождение в каждой части текста одного слова, краткой фразы или обобщающей формулировки, выражающих основу содержания (ключевое понятие) этой части.

Напечатанная курсовая работа тщательно проверяется, все цитаты и цифровой материал сверяются. Автор несет полную ответственность за все опечатки как в собственном тексте, так и в цитатах и в научном аппарате.

Не выправленные опечатки не только создают неблагоприятное впечатление об авторе работы, характеризуя его небрежность, подчас граничащую с научной недобросовестностью, но и могут серьезно исказить его мысли.

## **7. Оформление курсовой работы**

Текст курсовой работы по объему составляет 25-30 страниц машинописного текста (допускается рукописный вариант).

Формат текста: Word for Windows, формат страницы А4, через полтора интервала.

Шрифт: размер (кегель) – 14; тип - Times New Roman .

Выравнивание по ширине

Поля: слева – 20 мм, справа – 15 мм, сверху – 20 мм, снизу – 20 мм.

Страницы необходимо пронумеровать в центре внизу страницы. На титульном листе, который является соответственно первой страницей, номера страниц не проставляют.

Исправлять опечатки, описки и графические неточности допускается от руки чернилами черного цвета. При крупных ошибках материал перепечатывают.

Оформление текста выпускной квалификационной работы производится в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Введение, каждую главу, заключение, список использованных источников, каждое приложение начинают с новой страницы.

Главы курсовой работы нумеруют арабскими цифрами. Каждую главу подразделяют на параграфы, номера которых должны состоять из двух арабских цифр, разделенных точкой: первая означает номер соответствующей главы, вторая – параграф. Номер главы и параграфа указывают перед их заголовком.

Главы и параграфы должны иметь заголовки:

- заголовки глав печатаются прописными буквами, заголовки параграфов - строчными буквами, за исключением первой буквы, заголовки не подчеркиваются, в конце точка не ставится, выделяются жирным шрифтом;

- заголовки параграфов отделяются от текста сверху и снизу одним интервалом;

- все заголовки форматируются по центру, переносы слов в заголовках не допускаются, точку в конце заголовка не ставят.

Названия глав и параграфов должны соответствовать их содержанию.

Основную часть цифрового материала выпускной квалификационной работы оформляют в аналитических таблицах, которые должны в сжатом виде содержать необходимые сведения и легко читаться.

Не допускается разрыв таблицы на отдельные листы и не рекомендуется начинать и заканчивать разделы или главы таблицами. Таблицы сопровождают текстом, который полностью или частично должен предшествовать им, содержать их анализ с соответствующими выводами и не повторять приведенные в них цифровые данные.

Оформление составных частей таблицы имеет свои особенности. Текст в таблицах следует печатать 12 обычным шрифтом Times New Roman, через один интервал. Таблицы должны иметь «сквозную» нумерацию и заголовки. Слово «Таблица» с соответствующим номером размещается по левому краю таблицы без абзаца. После номера таблицы через пробел ставится тире.

Название таблицы печатается обычным 14 шрифтом Times New Roman через пробел после тире от номера таблицы. Оно должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. В тексте работы слово таблица употребляется без сокращения, например: «... по данным таблицы 1...» Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв, а подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе. Каждая графа таблицы должна быть пронумерована.

Если в таблице используется несколько единиц измерения, то их необходимо указывать отдельно при названиях граф через запятую.

Кроме таблиц в работе возможны иллюстрации, которые именуются рисунками. Номер и название рисунка указывают под ним. Рисунки должны иметь «сквозную» нумерацию и название, отражающее их содержание. Слово рисунок в тексте выпускной квалификационной работы употребляется без сокращения, например: «...на рисунке 1...».

Каждое имеющееся в курсовой работе приложение начинают с новой страницы, в правом верхнем углу которого указывают «Приложение», а затем по центру дают заголовок. Каждому приложению присваивают номер (например: «Приложение 1» и т.д.), а в тексте работы на него дается ссылка «...в приложении 1...», ссылка в конце предложения заключается в скобки «...(Приложение 1). ...».

Сокращение слов в тексте курсовой работы не допускается за исключением общепринятых – тыс., млн., млрд. и т.д.; условные буквенные обозначения величин должны соответствовать установленным стандартам. Могут применяться узкоспециализированные сокращения, символы и термины. В данных случаях необходимо расшифровать их после первого упоминания, например: ФСА – функционально-стоимостной анализ и т.д. В последующем тексте эту расшифровку повторять не следует.

При ссылке в тексте курсовой работы на приведенные в конце нее источники информации указывают их порядковый номер, заключенный в скобки [15], [23] и т.д.

Список использованных источников составляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1.-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

#### **Основные:**

1. ФГОС СПО по специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта – Введ. 2014-28-07. – М., 2014

2. Положение о государственной итоговой аттестации выпускников СПО филиала «Котельники» ГБОУ ВО МО «Университет Дубна».

3. Виноградова, Н.А. Пишем реферат, доклад, выпускную квалификационную работу [Текст] / учеб. пособие для студ. высш. и сред. проф. учеб. заведений / Н.А.Виноградова, Л.В.Борикова. – 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 96 с.

#### Дополнительные:

4. Сахарова, В.И. Культура оформления научно-исследовательских работ [Текст]: учебно-методическое пособие / В.И.Сахарова, Л.А.Богданова; под науч. ред. Т.С. Паниной - Кемерово: изд-во ГОУ «КРИПО», 2005. - 72 с.

5. Туманов, Д.В. Научно-исследовательская работа студентов [Текст]: Учебно-методическое пособие / Д.В.Туманов, С.К.Шайхитдинова, Р.П.Баканов и др.; Под ред. Д.В.Туманова. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2007. – 140 с.

Формулы, за исключением помещаемых в приложениях, должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в круглых скобках, например, «... в формуле (1)...».

Расшифровки символов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Переносить формулу на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций.

### 8. Защита курсовой работы

Для успешной защиты необходимо хорошо подготовить доклад. Студент подготавливает к защите текст доклада о курсовой работе и демонстрационные материалы (презентацию), которые необходимы для наглядной иллюстрации основных положений курсовой работы во время защиты. Основой для текста доклада может служить заключение курсовой работы, если оно написано в соответствии с ранее указанными рекомендациями.

Текст выступления необходимо тщательно отредактировать и многократно проговорить. Демонстрационные материалы состоят из презентаций, точно воспроизводящих информацию, включенную в курсовую работу. Презентация должна быть выполнена с использованием программы «PowerPoint».

К защите рекомендуется подготовить ответы на замечания руководителя. Необходимо иметь в виду, что вносить изменения в курсовую работу по замечаниям, указанным в отзыве запрещается.

На защите автор работы выступает с коротким сообщением (до 10 мин.) и отвечает на вопросы преподавателя и студентов. Сообщение включает изложение состояния проблемы, результатов опытно-экспериментальной работы, выводов и предложений, перспектив исследования. Процедура защиты, как правило, включает доклад студента (не более 5-7 минут), чтение отзыва, вопросы руководителя, ответы студента.

Защита курсовой работы проходит в следующем порядке:

Студент в докладе (на 5-7 мин.) излагает цель и задачи курсовой работы, дает характеристику исследуемого объекта, освещает результаты самостоятельно выполненного объема работ, приводит главные выводы теоретического и практического характера. В форме оформления доклада по тексту не должно быть местоимений “Я” и “Мы”.

Доклад начинается обращением: "Вашему вниманию представляются основные положения курсовой работы...".

Сообщение во время защиты надо стремиться делать свободно, четко, ссылаясь на презентацию. Очень важно не выйти за пределы установленного регламента - нарушение его верный признак несобранности и недостаточной подготовленности докладчика. О завершении доклада студент извещает слушающих словами: "Доклад окончен, благодарю за внимание".



После доклада преподаватель задает студенту вопросы по теме курсовой работы, на которые он обязан давать краткие и четкие ответы.

Вопросы могут быть заданы студентами, другими лицами, присутствующими на защите. Если студент не понял вопрос, он должен попросить повторить или разъяснить суть вопроса. Отвечая на вопрос, студент может пользоваться курсовой работой, приводить содержащиеся в ней данные, расчёты, цитировать отдельные положения. Ответы на поставленные вопросы также учитываются при оценке.

При определении окончательной оценки при защите курсовой работы учитываются:

- доклад студента;
- ответы на вопросы;

*Критерии оценки курсовой работы:*

1. Актуальность темы.
2. Глубина изучения литературы.
3. Объективность методов исследования и достоверность результатов.
4. Обоснованность выводов.
5. Полнота и четкость проведения экспериментальной работы.
6. Самостоятельность выполнения курсовой работы.
7. Стиль и оформление работы.

На защите желательно использовать ранее написанные тезисы, иллюстрированный материал, графики, диаграммы в виде слайдов или на ватманах и т.д.

Оценка **«отлично»**: содержание полностью соответствует теме работы, поставленным целям и задачам; освоена методика выполнения технико- экономических расчетов; требуемые расчеты произведены без ошибок. Оформление соответствует действующим стандартам, сопровождается достаточным объемом табличного материала и графического материала (для курсового проекта), имеет положительный отзыв руководителя.

При защите курсовой работы обучающийся показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), дает четкие и аргументированные ответы на вопросы

Оценка **«хорошо»**: содержание в целом соответствует теме работы, поставленным целям и задачам; освоена методика выполнения технико- экономических расчетов; требуемые расчеты произведены при наличии незначительных ошибок. Допущены несущественные ошибки в оформлении курсовой работы.

При защите курсовой работы обучающийся показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, однако обучающийся не сумел ответить на ряд вопросов.

Оценка **«удовлетворительно»**: содержание не полностью соответствует теме работы, поставленным целям и задачам; методика выполнения технико- экономических расчетов освоена не достаточно; требуемые расчеты произведены при наличии существенных ошибок. Допущены грубейшие ошибки в оформлении В отзыве руководителя имеются замечания по содержанию работы.

При защите курсовой работы обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, обучающийся не сумел ответить на большинство вопросов.

Оценка **«неудовлетворительно»**: содержание полностью не соответствует теме работы, поставленным целям и задачам; методика выполнения технико- экономических расчетов не

освоена; требуемые расчеты произведены неверно. Курсовая работа оформлена неправильно. В отзыве руководителя имеются критические замечания.

При защите курсовой работы обучающийся затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. При защите не используются наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.).

#### **Список использованных источников**

##### **Основные источники:**

1. Н.П.Котерова. Экономика организации: учеб.для студ.учреждений сред.проф.образования/ 5-е изд.,перераб.и доп. - М.: ИЦ "Академия",2014. - 288с.
2. С.В.Соколова. Экономика организации: учеб.для студ.учреждений сред.проф.образования/ М.: ИЦ "Академия",2015. - 176с.
3. Трудовое право : учебник для СПО [Электронный ресурс]/ Р. А. Курбанов [и др.] ; под общ. ред. Р. А. Курбанова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017// ЭБС «Юрайт». - URL: <https://biblio-online.ru/book/85618D03-FED8-407B-9BD8-0F90537A4869> Режим доступа: ограничен по логину и паролю.
4. Рыженков, А. Я. Трудовое право : учебное пособие для СПО [Электронный ресурс]/ А. Я. Рыженков, В. М. Мелихов, С. А. Шаронов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016// ЭБС «Юрайт». - URL: <https://biblio-online.ru/book/18534195-E93D-4607-A65E-7C706660304B> Режим доступа: ограничен по логину и паролю.

##### **Дополнительные источники:**

1. Е. Н.Кнышова , Е. Е.Панфилова Экономика организации: Учебник/ - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015// ЭБС «Znanium». - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=493154>
2. Е. Н.Клочкова, Экономика организации : учебник для СПО / Е. Н. Клочкова, В. И. Кузнецов, Т. Е. Платонова ; под ред. Е. Н. Клочковой. — М. : Издательство Юрайт, 2017// ЭБС «Юрайт». - URL: <https://biblio-online.ru/book/F98FC903-7AD4-4E97-961B-F17FDE7CCEE7>

##### **Электронно – библиотечные системы (ЭБС) и БД**

1. Электронная – библиотечная система «Юрайт». - URL: <https://biblio-online.ru/book/> Режим доступа: ограничен по логину и паролю.
2. Электронная – библиотечная система «Znanium». - URL: <http://znanium.com/catalog.php>. Режим доступа: ограничен по логину и паролю.

### Перечень тем курсовых работ

1. Предприятие отрасли. Обоснование и выбор оптимальной организационной и производственной структуры предприятия
2. Организация вспомогательных и обслуживающих процессов на предприятии
3. Организация производства и труда на предприятии
3. Экономическая эффективность производства предприятия
5. Организация оплаты труда на предприятии
6. Нормирование труда – основа организации производственного и трудового процесса
7. Производственный процесс на предприятии: организация, моделирование и оптимизация
8. Обеспеченность предприятия оборотными средствами
9. Основной капитал и обеспеченность им предприятия
10. Организация работы предприятия во времени
11. Показатели оценки хозяйственной деятельности предприятия и их анализ
12. Качество как фактор конкурентоспособности продукции предприятия
13. Производственная мощность и производственная программа предприятия
14. Планирование хозяйственной деятельности предприятия отрасли
15. Кадры предприятия отрасли. Производительность труда и планирование численности работников
16. Прибыль предприятия как мера эффективности работы предприятия
17. Основные фонды – экономический потенциал предприятия
18. Предприятие отрасли. Характеристика, функции и организация деятельности предприятия
19. Планирование технического развития и организация производства предприятия
20. Организация управления на предприятии
21. Производственный процесс и принципы его организации на предприятии
22. Производительность труда как главный фактор эффективности производства.
23. Заработная плата: формы и системы заработной платы, применяемые на предприятии
24. Особенности формирования и использования оборотных средств на предприятии отрасли.
25. Условия применения сдельных и повременных форм оплаты труда на предприятии
26. Нормирование труда. Методика расчета технически обоснованных норм труда на предприятии
27. Политика предприятия в области обновления основных производственных фондов
28. Затраты на производство и основные направления снижения себестоимости продукции
29. Экономическое содержание и структура ресурсного обеспечения предприятия отрасли
30. Формирование финансового результата деятельности предприятия отрасли
31. Методы управления персоналом
32. Найм, оценка и отбор персонала – как элементы управления персоналом
33. Оперативный план работы с персоналом
34. Кадровое планирование
35. Привлечение персонала и проблемы адаптации работников
36. Технология принятия управленческих решений
37. Формирование эффективного трудового коллектива
38. Управление производственным коллективом
39. Мотивация и стимулирование трудового поведения
40. Научная организация труда в системе управления персоналом

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**по МДК 03.01 Планирование и организация работы  
структурного подразделения  
профессионального модуля ПМ.03. Организация деятельности  
производственного подразделения**

Тема: \_\_\_\_\_

Обучающийся группы 43 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Специальность 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание  
электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

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

Оценка \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Набережные Челны, 20 \_\_\_\_ г.

## ОБРАЗЕЦ СОДЕРЖАНИЯ

*Тема:* **Основной капитал и обеспеченность им предприятия**

### Содержание

<b>Введение</b>	3
<b>Глава 1. Основной капитал – экономический потенциал предприятия</b>	5
1.1. Понятие основного капитала	7
1.2. Оценка основного капитала	9
1.3. Амортизация оборудования	11
1.4. Показатели использования основного капитала	13
<b>Глава 2. Расчет затрат участка электроснабжения</b>	15
2.1. Исходные данные	15
2.2. Характеристика структуры управления участка (подразделения)	16
2.3. Организация производства и труда на участке (в подразделении)	18
2.3.1. Организация обслуживания электрооборудования	18
2.3.2. Расчет фонда заработной платы и отчислений на социальные нужды	19
2.4. Смета затрат работы участка электроснабжения	20
2.4.1. Расчет балансовой стоимости электрооборудования	20
2.4.2. Расчет стоимости материалов и запасных частей	20
2.4.3. Расчет амортизации основных фондов	20
2.4.4. Сводная смета затрат на обеспечение электроснабжения участка и анализ структуры затрат	21
<b>Заключение</b>	22
<b>Список использованных источников</b>	24
<b>Приложения</b>	25

**Общие рекомендации выполнения курсовой работы****РАЗДЕЛ 2**

Главной целью данной курсовой работы является планирование затрат участка (подразделения) электроснабжения. При планировании затрат учитываются следующие элементы затрат:

- 1 Затраты на заработную плату ;
- 2 Отчисления на социальные нужды;
- 3 Затраты на материалы и запасные части;
- 4 Амортизация основных производственных фондов;
- 5 Прочие затраты

Пример расчета численности персонала, занятого техническим обслуживанием электрооборудования на основе норм трудоемкости.

На участке имеется три объекта ТРК-4-13, два ТРК-300М и пять насосов-6,5-13 и четыре резервуара 4-25. Продолжительность работы ТРК-4-13 равна 212 суток, ТРК-300М работают с круглогодовой загрузкой, Насосы-6,5-13 работают 3 месяца в году.

Для определения численности персонала, занятого техническим обслуживанием и текущим ремонтом, заносим данные о трудозатратах на ежедневное обслуживание (ЕТО), ежемесячное техническое обслуживание (ТО-1), полугодовое техническое обслуживание (ТО-2) и текущий ремонт (ТР) в таблицу 8 графы 2, 3, 4, 5; количество единиц оборудования – графа 6. В графе 7 рассчитываем суммарные трудозатраты человекочасов в год.

Таблица 1 – Пример расчета трудоемкости ремонта и технического обслуживания оборудования АЗС

Оборудование	Норма трудоемкости, чел-ч				Количество единиц оборудования	Трудозатраты
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТР	Шт.	чел-ч в год
1	2	3	4	5	6	7
ТРК-4-13	4,80	22,45	20,0	183,6	3	
ТРК-300М	1,11	5,38	4,58	43,1	2	
Резервуар -4-25	-	-	-	20,8	4	
Насос-6,5-13	-	1,87	1,4	10,4	5	
<b>Итого:</b>	3870	630	150	770		
						<b>5420</b>

По данным таблиц трудоемкости рассчитывается трудоемкость в чел. ч/год

$$\begin{aligned}\Sigma T_{\text{кто}} &= 4,80 \times 212 \times 3 + 1,11 \times 365 \times 2 = 3870 \\ \Sigma T_{\text{то-1}} &= 22,45 \times 7 \times 3 + 5,38 \times 12 \times 2 + 1,87 \times 3 \times 5 = 630 \\ \Sigma T_{\text{то-2}} &= 20 \times 2 \times 3 + 4,58 \times 2 \times 2 + 1,4 \times 5 = 150 \\ \Sigma T_{\text{тп}} &= 183,6 \times 3 + 43,1 \times 2 + 10,4 \times 5 + 20,8 \times 4 = 770\end{aligned}$$

по формуле (1)

$$T_{\text{об}} = 3870 + 630 + 150 + 770 = 5420$$

С учетом годового фонда рабочего времени одного человека, рассчитывается списочная численность персонала (техников по обслуживанию оборудования), необходимая для проведения квалифицированных работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту оборудования на объекте

$$N_{\text{яв}} = T_{\text{тр.п}} / \text{Годовой фонд времени работника}$$

(4) где  $N_{\text{яв}}$  – явочная численность персонала

Для расчета **списочной численности** персонала используется формула:

$$N_{\text{сп.}} = N_{\text{яв.}} * K_{\text{сп.с.}} \quad (5)$$

где  $N_{\text{сп.}}$  – списочная численность рабочих, она определяется в целых числах и записывается в штатное расписание;

$N_{\text{яв}}$  – явочная численность

$K_{\text{сп.с.}}$  – коэффициент списочного состава,

Для определения годового фонда рабочего времени и коэффициента списочного состава, необходимо составить баланс рабочего времени.

Баланс рабочего времени составляется в соответствии с режимом работы предприятия.

Для определения годового фонда рабочего времени и коэффициента списочного состава, необходимо составить баланс рабочего времени.

Таблица 2 Баланс рабочего времени одного рабочего за 2017 год

Показатель использования времени	Прерывное производство		
	дни	часы	проценты
Календарный фонд времени	365		
Нерабочие дни всего, в том числе: Выходные Праздничные	Из производственного календаря 2017		
Номинальный фонд рабочего времени			
Невыходы всего, в том числе: Очередные и дополнительные отпуска По болезни Разрешения администрации Выполнение государственных обязанностей	43 30 9 3 1		

Прогулы	-		
Эффективный фонд рабочего времени			
Средняя продолжительность рабочего дня, час	7,98		

Число рабочих дней подразделения (Номинальный фонд рабочего времени) рассчитывается:

Календарное число дней в году - Число нерабочих дней подразделения.

Планируемый эффективный фонд рабочего времени работника рассчитывается:

Число рабочих дней подразделения (Номинальный фонд рабочего времени) - Планируемые невыходы рабочего в течение года

Коэффициент списочного состава принимаем равным 1.

На основании расчетов из предыдущего примера:

С учетом количества рабочих часов в год в среднем одного человека (Баланс рабочего времени), рассчитывается явочная численность персонала (слесарей-ремонтников), необходимая для проведения квалифицированных работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования на объекте

После расчета списочной численности всех слесарей по обслуживанию электрооборудования принимаем слесарей II разряда 20%, слесарей IV разряда 50% и слесарей VI разряда 30% от общей численности.

На основе расчета списочной численности рабочих следует составить штатное расписание следующим образом

Таблица 3. Штатное расписание

Наименование профессии рабочих	Тарифный разряд	Списочная численность рабочих, чел	Тарифная ставка, руб
Слесарь по ремонту электрооборудования	II		
Слесарь по ремонту электрооборудования	IV		
Слесарь по ремонту электрооборудования	VI		
Всего	x		x

Таблица 4 – Сведения об оплате труда

Наименование профессии	Разряд	Тарифная ставка, руб/час	Премия, %	Дополнительный фонд заработной платы
1	2	3	4	5
Слесарь по ремонту эл.оборудования	II	126,93	25	7
Слесарь по ремонту эл.оборудования	IV	229,09	25	7
Слесарь по ремонту эл.оборудования	VI	343,64	25	7



## 2.1. Расчет фонда заработной платы и отчислений на социальные нужды

Дать определения формам и системам оплаты труда. Обосновать и раскрыть сущность принятых форм и систем оплаты труда рабочих на участке;

В состав фонда заработной платы включается основная и дополнительная заработная плата работников:

*Основная заработная плата* включает:

оплата за отработанное время, в том числе: заработная плата, начисленная по тарифным ставкам, окладам и сдельным расценкам; премии и вознаграждения, носящие регулярный или периодический характер, независимо от источников их выплаты; доплаты и надбавки к тарифным ставкам и окладам; надбавки за выслугу лет; доплаты по районным коэффициентам; надбавки за работу на Севере и в других районах с тяжелыми природно-климатическими условиями; доплаты за работу во вредных или опасных условиях и на тяжелых работах; доплаты за работу в ночное время, выходные и праздничные дни и за сверхурочную работу; оплата отгулов; оплата за обучение и подготовку кадров

*Дополнительная заработная плата* включает:

оплата за неотработанное время, в том числе: оплата ежегодных и дополнительных отпусков; оплата дополнительных отпусков, предоставляемых по коллективным договорам; оплата льготных часов подростков; оплата учебных отпусков; оплата за периоды обучения, повышения квалификации и переквалификации; оплата труда за время выполнения государственных или общественных обязанностей; единовременные (разовые) премии независимо от источников их выплаты; вознаграждение по итогам работы за год; годовое вознаграждение за выслугу лет; денежная компенсация за неиспользованный отпуск и др.

При расчете годового фонда заработной платы рабочих необходимо использовать данные, взятые по подразделению предприятия (участку): размер премии, доплат, районного коэффициента, полярных надбавок, дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы рабочих занятых в проектируемом процессе рассчитывается по форме, приведенной в таблице 4.

Таблица 4. Расчет годового фонда заработной платы и отчислений на социальные нужды

Наименование профессии	Разряд	Тарифная ставка, руб/час	Месячный ФЗП				Годовой ФЗП				Отчисления на социальные нужды
			По тарифу	Премия	Дополнительный ФЗП	Итого	По тарифу	Премия, %	Дополнительный фонд заработной платы	Итого	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Слесарь по ремонту эл.обор	II	126,93									

удовани я											
Слесарь по ремонт у эл.обор удовани я	IV	229,09									
Слесарь по ремонт у эл.обор удовани я	VI	343,64									
Итого	x	x									

Полученный итог заносится в соответствующую статью в сводной смете затрат.

## 2.2. Расчет балансовой стоимости электрооборудования.

Дать определение основных фондов, указать назначение, виды оценки.

Кроме покупной стоимости оборудования в балансовую стоимость включаются расходы:

- транспортные принимаются в размере 10% от стоимости электрооборудования;
- заготовительно-складские расходы принимаются в размере 2% от стоимости электрооборудования транспортных расходов;
- монтажные расходы принимаются в размере 20% от стоимости электрооборудования.

На основе расчета заполняется таблица 5

Таблица 5 Определение балансовой стоимости оборудования

Наименование электрооборудования и его тип	Ко л- во шт.	Сметна я стоимос ть за единиц у, руб.	Общая сметная стоимос ть, руб.	Транспорт ные расходы, руб	Заготовите льно- складские расходы, руб	Монтажн ые расходы	Балансовая стоимость
Электродвигатель МПС - 245 - 750	1	120000	12000				
Магнитный усилит. УМЗП - 25 -50 -21	2	20000	4000				
Ящик сопротивления ЯС - 3	1	5000	500				
Ящик сопротивления ЯС - 4	2	5000	1000				
Контактор КПВ – 605	1	4500	450				
Трансформатор ТБС -	6	80000	48000				

2							
Универсальный переключатель УП 5406 – С6	1	3500	350			-	
Выпрямитель В10 – 8У2	1	700	700			-	
Реле РЭВ - 815	1	300	300			-	
Итого	16		67300				

### 2.3. Расчет стоимости материалов.

В разделе дать определение оборотных фондов, их состав, назначение.

Материалы необходимы для обеспечения технологического процесса производства и представляют собой, например, смазки, рабочие жидкости, защитные материалы, катализаторы и т.д.

К хозяйственным принадлежностям относятся инструменты, приспособления, инвентарь, спецодежда и других средства индивидуальной и коллективной защиты, предусмотренных законодательством и другого имущества, не являющихся амортизируемым имуществом. Стоимость такого имущества включается в состав материальных расходов в полной сумме по мере ввода его в эксплуатацию или списания в производство.

При выполнении расчёта стоимости материалов следует указать, какие материалы и запасные части используются для проведения ремонтов принятого электрооборудования и аппаратуры.

Стоимость запасных частей и материалов,  $C_m$ , руб, рассчитывают по формуле

$$C_m = a * C_{\text{оф}} \quad (4)$$

где:  $C_{\text{оф}}$  – Стоимость основных фондов каждого вида,

$a$  – коэффициент стоимости материалов;

Полученные результаты сводятся в таблицу 6.

Таблица 6. Расчет стоимости расхода материалов и запасных частей

Назначение расхода материалов	Балансовая стоимость оборудования	Коэффициент	Стоимость материалов и запасных частей
Электродвигатель МПС - 245 - 750		0,07	
Магнитный усилит. УМЗН - 25 -50 -21		0,05	
Ящик сопротивления ЯС - 3		0,02	
Ящик сопротивления ЯС - 4		0,02	
Контактор КПВ – 605		0,05	
Трансформатор ТБС - 2		0,02	

Универсальный переключатель УП 5406 – С6		0,03	
Выпрямитель В10 – 8У2		0,04	
Реле РЭВ - 815		0,04	

#### 2.4..Расчет амортизации основных фондов

В данном пункте необходимо привести определение амортизации, амортизационных отчислений, перечислить способы начисления амортизации основных средств. Дать характеристику линейному способу начисления амортизации, который применяется в курсовой работе.

При расчете амортизационных отчислений учитывается все оборудование, участвующее в проектируемом процессе.

Сумма амортизационных отчислений в год определяется по формуле:

$$\Phi \times H_a$$

где  $\Phi$  - стоимость электрооборудования, тыс.руб.;

$H_a$  - годовая норма амортизации, %;

Расчеты амортизационных отчислений сводятся в таблицу 7.

Таблица 7. Амортизационные отчисления за год.

Наименование оборудования	Количество	Балансовая стоимость, руб.	Общая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Годовая сумма амортизации, руб.
Электродвигатель МПС - 245 - 750					
Магнитный усилит. УМЗП - 25 -50 -21					
Ящик сопротивления ЯС - 3					
Ящик сопротивления ЯС - 4					
Контактор КПКВ – 605					
Трансформатор ТБС - 2					
Универсальный переключатель УП 5406 – С6					
Выпрямитель В10 – 8У2					
Реле РЭВ - 815					
Итого					

#### 2.5.Сводная смета затрат участка электроснабжения и анализ структуры затрат

Главной целью курсовой работы является определение затрат участка электроснабжения. При планировании участковой себестоимости по процессу учитываются следующие статьи затрат:

- 1) фонд заработной платы рабочих;
- 2) отчисления от фонда заработной платы;
- 3) затраты на материалы и запасные части;
- 4) амортизация основных производственных фондов;

Составление сметы затрат является конечным результатом всех выполненных расчетов. В сводной смете затрат определяется общая сумма по статьям расходов по проектируемому процессу.

Таблица 8. Сводная смета затрат участка электроснабжения и анализ структуры затрат

№п/п	Статьи затрат	Сумма затрат, руб	Удельный вес статей затрат в себестоимости, %
1	Затраты на заработную плату		
2	Отчисления на социальные нужды;		
3	Затраты на материалы и запасные части;		
4	Амортизация основных производственных фондов;		
5	Прочие затраты (если есть)		
	Итого		100,0

Чтобы рассчитать удельный вес статей затрат в себестоимости, необходимо каждую статью разделить на итог и умножить на 100.

Расчет сводной сметы затрат завешается анализом структуры затрат, а именно выделяются затраты, занимающие наибольший и наименьший удельный вес с указанием возможных причин и предложений по оптимизации затрат.