

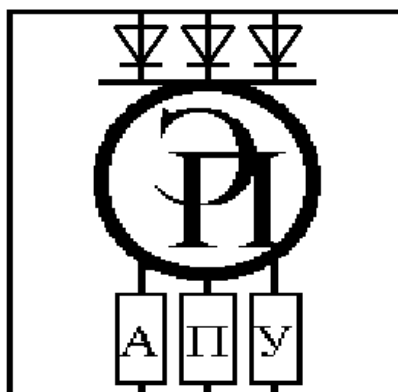
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и АПУ»

# ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СПЕЦИАЛЬНОСТИ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию для студентов  
направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
дневной формы обучения*

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета  
<http://e.biblio.bru.by/>



Могилев 2018

УДК 62-83  
ББК 31.291  
О 75

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Электропривод и АПУ» «13» июня 2017 г.,  
протокол № 3

Составитель канд. техн. наук, доц. Г. С. Леневский

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

Методические рекомендации предназначены для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», выполняющих курсовую работу по учебной дисциплине «Основы инженерного проектирования в специальности». Могут быть использованы в учебном процессе студентами дневной и заочной форм обучения электротехнических специальностей университета.

Учебно-методическое издание

## ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Ответственный за выпуск Г. С. Леневский

Технический редактор А. А. Подошевка

Компьютерная верстка Е. С. Лустенкова

Подписано в печать .Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 24.01.2014.

Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский  
университет», 2018



## Содержание

1	Цель и задачи преподавания дисциплины.....	5
2	Курсовая работа и ее характеристика.....	6
3	Состав пояснительной записки курсовой работы.....	7
4	Состав графической части курсовой работы.....	10
5	Система обозначения текстовых документов пояснительной записки и графической части курсовой работы.....	10
6	Порядок выдачи задания на курсовое проектирование.....	10
7	Порядок выполнения курсовой работы. Методические рекомендации. Требования.....	16
7.1	Выполнение чертежа исследуемой электромеханической компоненты.....	20
7.2	Методические рекомендации и требования для выполнения чертежа исследуемой электромеханической компоненты.....	20
8	Разработка схемы электрической функциональной станда.....	21
8.1	Методические рекомендации и требования при выполнении на агрегат силовой электромашинный схемы электрической функциональной.....	21
8.2	Методические рекомендации и требования при выполнении на панель силовых элементов станции управления схемы электрической функциональной.....	22
8.3	Методические рекомендации и требования при выполнении на панель управления и измерительных приборов станции управления схемы электрической функциональной.....	26
8.4	Методические рекомендации и требования при выполнении схемы электрической функциональной станда.....	32
8.5	Методические рекомендации и требования при выполнении перечней элементов для схем электрических функциональных.....	32
8.6	Методические рекомендации и требования при выполнении схемы электрической принципиальной агрегата силового электромашинного.....	33
8.7	Методические рекомендации и требования при выборе элементов схемы электрической принципиальной агрегата силового электромашинного.....	34
8.8	Методические рекомендации и требования при выполнении перечня элементов для схемы электрической принципиальной агрегата силового электромашинного.....	36
8.9	Методические рекомендации и требования при выполнении сборочного чертежа агрегата силового электромашинного.....	37
8.10	Методические рекомендации и требования при выборе типа (вида, способа) электрического монтажа агрегата силового электромашинного. Выбор материалов и комплектующих.....	39

8.11 Методические рекомендации и требования при выполнении спецификации для сборочного чертежа агрегата силового электромашинного.....	39
8.12 Методические рекомендации и требования при выполнении схемы электрической соединений агрегата силового электромашинного...	40
8.13 Методические рекомендации и требования при выполнении таблицы соединений для схемы электрической соединений агрегата силового электромашинного.....	41
9 Методические рекомендации по использованию стандартов.....	42
Список литературы.....	44
Приложение А.....	45



## 1 Цель и задачи преподавания дисциплины

Целью преподавания учебной дисциплины «Основы инженерного проектирования в специальности» является освоение студентами общей методологии проектного анализа, эффективных процедур и приемов решений проектных и изобретательских задач, возникающих как при изучении специальных дисциплин, так и в самостоятельной проектно-конструкторской деятельности специалиста в области электрооборудования автомобилей и тракторов, а также выявление общих концепций проектирования электромеханических систем промышленных установок и примеров их технических реализаций в различных отраслях промышленности.

Достижение данной цели обеспечивается всем комплексом учебных занятий по учебной дисциплине: лекционным курсом, лабораторным практикумом, курсовым проектированием, а также самостоятельной работой.

Учебная дисциплина «Основы инженерного проектирования в специальности» нужна для получения теоретических знаний и практического опыта студентами в области проектирования электромеханических систем автотракторного электрооборудования, что необходимо для плодотворной научной и практической деятельности инженера-электрика.

**Студент, изучивший учебную дисциплину, должен иметь представление:**

- о современном состоянии и перспективах развития методов инженерного проектирования в области электромеханических систем;
- о наиболее эффективных направлениях поиска задач и конструкторско-технологических решений, превосходящих мировой уровень в области электромеханических систем.

**Студент, изучивший учебную дисциплину, должен знать:**

- основные этапы процесса проектирования электромеханических систем;
- методы и процедуры инженерного проектирования;
- стадии разработки конструкторской документации;
- основные требования, предъявляемые к конструкторским документам;
- назначение всех видов конструкторских документов;
- последовательность и порядок разработки конструкторских документов;
- показатели надежности электромеханических систем и методы их повышения;
- методы защиты компонент электромеханических систем от механических и климатических воздействий;
- методы электрического монтажа электромеханических систем.

**Студент, изучивший учебную дисциплину, должен уметь:**

- читать и разрабатывать основные конструкторские документы;
- составлять текстовые документы;
- осуществлять расчет основных параметров электромеханических систем;
- принимать верные технические решения по монтажу электрооборудования;
- осуществлять расчеты сечения и выбор соединительных проводов, жгутов, кабелей и выбирать наиболее эффективные способы их прокладки;



– разрабатывать основные виды конструкторских документов автоматизированным способом с использованием специализированных программных продуктов.

## 2 Курсовая работа и ее характеристика

Студенты выполняют курсовую работу на тему «Проектирование стенда для исследования компоненты автотракторного электрооборудования. Задание № ХХУУZZ». В качестве исследуемой компоненты автотракторного электрооборудования рассматривается генератор, стартер или электродвигатель. Целью курсовой работы является получение общей конструкторской подготовки студента на основе теоретических и практических навыков, приобретенных в результате изучения учебной дисциплины. Каждому студенту ведущим преподавателем в начале семестра выдается индивидуальное задание на курсовую работу.

### **Курсовая работа включает следующие аспекты:**

- 1) разработка схемы электрической функциональной;
- 2) разработка перечня элементов для схемы электрической функциональной;
- 3) разработка схемы электрической принципиальной;
- 4) разработка перечня элементов для схемы электрической принципиальной;
- 5) компоновка агрегата силового электромашинного;
- 6) разработка сборочного чертежа для агрегата силового электромашинного;
- 7) разработка спецификации для сборочного чертежа агрегата силового электромашинного;
- 8) компоновка электрооборудования станции управления;
- 9) разработка сборочного чертежа для станции управления;
- 10) разработка спецификации для сборочного чертежа станции управления;
- 11) монтаж электрооборудования;
- 12) расчет сечения и выбор соединительных проводов и кабелей;
- 13) разработка схемы электрической соединений для агрегата силового электромашинного;
- 14) разработка таблицы соединений для схемы электрической соединений агрегата силового электромашинного;
- 15) разработка схемы электрической соединений для станции управления;
- 16) разработка таблицы соединений для схемы электрической соединений станции управления;
- 17) разработка сборочного чертежа для стенда;
- 18) разработка спецификации для сборочного чертежа стенда;
- 19) разработка схемы электрической соединений для стенда;
- 20) разработка таблицы соединений для схемы электрической соединений стенда;
- 21) изучение, представление и описание основных статических характеристик для исследуемой электромеханической компоненты (стартер, или генератор, или электродвигатель).

**Графическая часть курсовой работы включает следующие основные виды конструкторских документов:**

- спецификация;
- сборочный чертеж;
- схема электрическая функциональная;
- схема электрическая принципиальная;
- перечень элементов;
- схема электрическая соединений;
- таблица соединений.

*Примечания*

- 1 Общий объем пояснительной записки – 20...30 страниц формата А4.
- 2 Общий объем графической части – 5...6 листов формата А1.

### **3 Состав пояснительной записки курсовой работы**

***Содержание пояснительной записки.***

Введение (постановка задачи на проектирование).

1 Разработка схемы электрической функциональной станда.

1.1 Агрегат силовой электромашинный.

1.1.1 Компоновка агрегата силового электромашинного (в соответствии с заданием на курсовое проектирование).

1.1.2 Технические характеристики исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

1.1.3 Выбор и технические характеристики (электродвигателя, генератора) в соответствии с исследуемой электромеханической компонентой (генератор, стартер или электродвигатель), в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

1.1.4 Выбор и технические характеристики датчика скорости (числа оборотов).

1.1.5 Выбор и технические характеристики электрических соединителей.

1.1.6 Описание схемы электрической функциональной агрегата силового электромашинного.

1.1.7 Выбор сечений проводников, марки провода (кабеля). Выбор накопителей кабельных.

1.2 Станция управления.

1.2.1 Компоновка станции управления (в соответствии с заданием на курсовое проектирование).

1.2.2 Компоновка панели управления и измерительных приборов станции управления.

1.2.2.1 Выбор и технические характеристики компонентов панели управления и измерительных приборов.

1.2.2.2 Описание схемы электрической функциональной панели управления и измерительных приборов.



1.2.2.3 Выбор сечений проводников, марки провода (кабеля). Выбор наконечников кабельных.

1.2.3 Компоновка панели силовых элементов станции управления.

1.2.3.1 Выбор и технические характеристики компонентов панели силовых элементов.

1.2.3.2 Описание схемы электрической функциональной панели силовых элементов.

1.2.3.3 Выбор сечений проводников, марки провода (кабеля). Выбор наконечников кабельных.

1.2.4 Описание схемы электрической функциональной станции управления.

1.2.5 Выбор сечений проводников, марки провода (кабеля). Выбор наконечников кабельных.

2 Разработка схемы электрической принципиальной станда.

2.1 Описание схемы электрической принципиальной станда.

2.2 Описание схемы электрической принципиальной агрегата силового электромашинного.

2.3 Описание схемы электрической принципиальной станции управления.

2.3.1 Описание схемы электрической принципиальной панели управления и измерительных приборов станции управления.

2.3.2 Описание схемы электрической принципиальной панели силовых элементов станции управления.

3 Разработка сборочного чертежа станда.

3.1 Разработка сборочного чертежа станда.

3.1.1 Определение технических требований для сборочных операций (станд).

3.1.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для сборочных операций (станд).

3.2 Разработка сборочного чертежа агрегата силового электромашинного.

3.2.1 Определение технических требований для сборочных операций (агрегат силовой электромашинный).

3.2.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для сборочных операций (агрегат силовой электромашинный).

3.3 Разработка сборочного чертежа станции управления.

3.3.1 Разработка сборочного чертежа панели управления и измерительных приборов станции управления.

3.3.1.1 Определение технических требований для сборочных операций (панель управления и измерительных приборов).

3.3.1.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для сборочных операций (панель управления и измерительных приборов).

3.3.2 Разработка сборочного чертежа панели силовых элементов станции управления.

3.3.2.1 Определение технических требований для сборочных операций (панель силовых элементов).

3.3.2.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для сборочных операций (панель силовых элементов).





3.3.3 Определение технических требований для сборочных операций (станция управления).

3.3.4 Определение состава и выбор элементов и материалов для сборочных операций (станция управления).

4 Разработка схемы электрической соединений стенда.

4.1 Разработка схемы электрической соединений стенда.

4.1.1 Определение технических требований для электромонтажных операций (стенд).

4.1.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для электромонтажных операций (стенд).

4.2 Разработка схемы электрической соединений агрегата силового электромашинного.

4.2.1 Определение технических требований для электромонтажных операций (агрегат силовой электромашинный).

4.2.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для электромонтажных операций (агрегат силовой электромашинный).

4.3 Разработка схемы электрической соединений станции управления.

4.3.1 Разработка схемы электрической соединений панели управления и измерительных приборов станции управления.

4.3.1.1 Определение технических требований для электромонтажных операций (панель управления и измерительных приборов).

4.3.1.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для электромонтажных операций (панель управления и измерительных приборов).

4.3.2 Разработка схемы электрической соединений панели силовых элементов станции управления.

4.3.2.1 Определение технических требований для сборочных операций (панель силовых элементов).

4.3.2.2 Определение состава и выбор элементов и материалов для электромонтажных операций (панель силовых элементов).

4.3.3 Определение технических требований для электромонтажных операций (станция управления).

4.3.4 Определение состава и выбор элементов и материалов для электромонтажных операций (станция управления).

5 Описание основных статических характеристик исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

6 Методические указания по работе на стенде для получения статических характеристик исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

7 Разработка инструкции по охране труда и технике безопасности для проведения работ на стенде для получения статических характеристик исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

Заключение.

Список литературы.



## 4 Состав графической части курсовой работы

Состав документов, подлежащих разработке при выполнении графической части курсовой работы, представлен в таблице А.1.

## 5 Система обозначения текстовых документов пояснительной записки и графической части курсовой работы

Система обозначения текстовых документов пояснительной записки и графической части курсовой работы по своей структуре базируется на единой классификационной системе изделий и конструкторских документов, установленной ГОСТ 2.201. Каждой курсовой работе присваивается свое обозначение, включающее в себя шестизначный код курсовой работы, двухзначный код комплекта, двухзначный код сборочной единицы, трехзначный код детали, трехзначный код, обозначающий вид документа (рисунок 1).

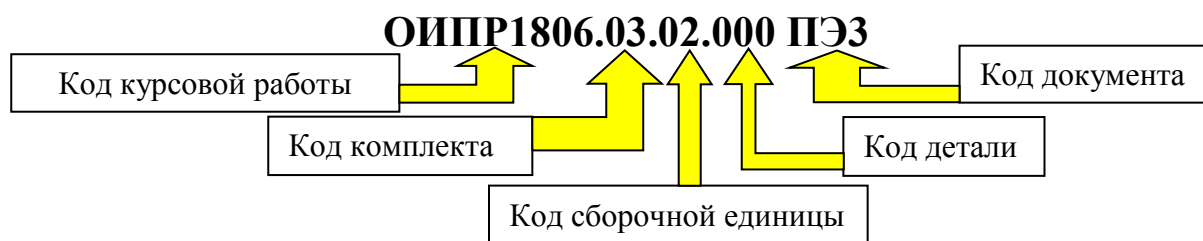


Рисунок 1 – Структура обозначения текстовых и графических документов курсовой работы

Обозначения присваиваются всем документам, входящим в состав курсовой работы, пояснительной записке, чертежам, схемам, а также плакатам.

Код курсовой работы содержит следующую информацию:

ОИП – наименование (сокращенное) учебной дисциплины «Основы инженерного проектирования в специальности»;

Р – сокращенное наименование образовательной программы Российской Федерации;

18 – год выполнения курсовой работы;

06 – порядковый номер по списку учебной группы.

## 6 Порядок выдачи задания на курсовое проектирование

Задание на курсовое проектирование выдает руководитель курсовой работы. Руководителя курсового проектирования назначает заведующий кафедрой.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание на курсовое проектирование. Допускается выполнение сложных и большого объема проектов группой студентов по согласованию с заведующим кафедрой.

Варианты заданий и исследуемая электромеханическая компонента (генератор, стартер или электродвигатель) представлены в таблице 1.

*Для исключения возможностей случаев плагиата при выполнении курсовых работ вводятся следующие дополнительные варианты по проектированию стенда:*

- кинематические схемы и расположения электромеханических и электротехнических компонент агрегата силового электромашиного;
- для станции управления – взаимное расположение панели управления и измерительных приборов и панели силовых элементов.

Варианты кинематических схем и взаимного расположения электромеханических и электротехнических компонент агрегата силового электромашиного приведены в таблице 2.

Варианты взаимного расположения для станции управления панели управления и измерительных приборов и панели силовых элементов приведены в таблице 3.

Тогда итоговый номер задания на курсовое проектирование будет иметь вид XXYYZZ, где XX – по таблице 1; YY – по таблице 2; ZZ – по таблице 3.

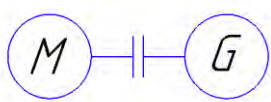
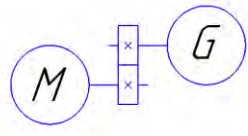
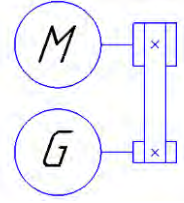
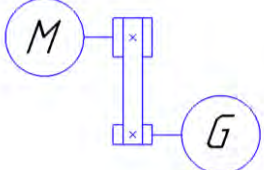
Таблица 1 – Варианты заданий и исследуемая электромеханическая компонента

Номер задания	Электромеханическая компонента
1	Генератор 3202.3771
2	Генератор 3212.3771
3	Генератор 3212.3771-10
4	Генератор 3212М.3771
5	Генератор 3222.3771
6	Генератор 3282.3771
7	Генератор 3232.3771
8	Генератор 3232.3771-10
9	Генератор 3252.3771
10	Стартер 5402.3708
11	Стартер 5404.3708
12	Стартер 5404.3708-10
13	Стартер 5432.3708
14	Стартер 74.3708
15	Стартер 7402.3708
16	Стартер 5112.3708000
17	Стартер 5121.3708000
18	Стартер 2111.3708000-01
19	Стартер 2109.3708000-01
20	Стартер 2107.3708000-01
21	Стартер 1111.3708000-05
22	Стартер 42.3708000
23	Стартер 42.3708000-10
24	Стартер 42.3708000-11
25	Стартер 421.3708000-01
26	Стартер 422.3708000
27	Стартер 425.3708000

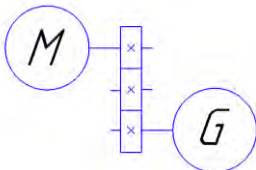
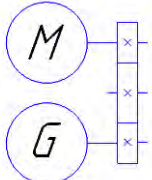
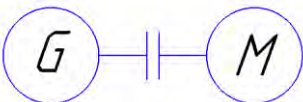
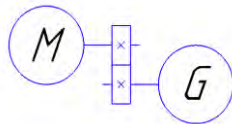
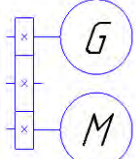
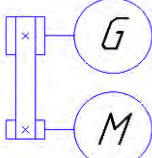
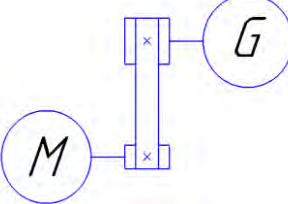
## Окончание таблицы 1

Номер задания	Электромеханическая компонента
28	Стартер 426.3708000
29	Стартер 428.3708000
30	Стартер 517.3708000
31	Стартер СТ230А1-3708000
32	Стартер СТ230А1-3708000-10
33	Стартер СТ230Б4-3708000
34	Стартер СТ230К1-3708000
35	Стартер СТ230К4-3708000
36	Стартер СТ2А-3708000
37	Стартер СТ106-3708000
38	Стартер СТ402
39	Стартер СТ402А
40	Стартер СТ142М
41	Стартер СТ142Н
42	Стартер СТ142-10
43	Стартер СТ142Б2
44	Стартер СТ142Т
45	Стартер СТ142Т-10
46	Стартер 3002.3708000
47	Стартер 3202.3708
48	Стартер 3212.3708

Таблица 2 – Варианты кинематических схем и взаимного расположения электромеханических и электротехнических компонент агрегата силового электромашинного

Номер варианта	Вид компоновочного решения
1	
2	
3	
4	

## Продолжение таблицы 2

Номер варианта	Вид компоновочного решения
5	
6	
7	Вариант 2, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
8	Вариант 3, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
9	Вариант 4, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
10	Вариант 5, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
11	Вариант 6, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
12	
13	
14	
15	
16	

## Окончание таблицы 2

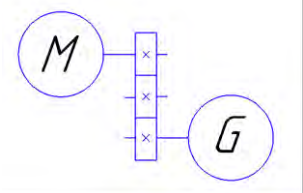

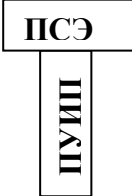
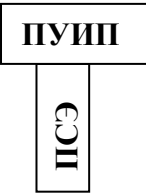
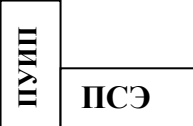

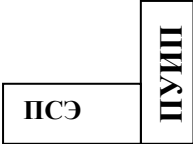

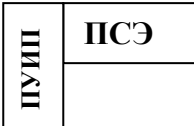
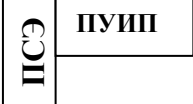
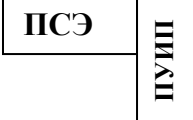

Номер варианта	Вид компоновочного решения
17	Изменить положение $M$ и $G$ 
18	Вариант 13, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
19	Вариант 14, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
20	Вариант 15, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
21	Вариант 16, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)
22	Вариант 17, вертикальное расположение электрических машин (схема-этажерка)

Таблица 3 – Варианты взаимного расположения для станции управления панели управления и измерительных приборов (ПУИП) и панели силовых элементов (ПСЭ)

Номер варианта	Вид компоновочного решения		
1	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ПУИП</td> <td>ПСЭ</td> </tr> </table>	ПУИП	ПСЭ
ПУИП	ПСЭ		
2	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ПСЭ</td> <td>ПУИП</td> </tr> </table>	ПСЭ	ПУИП
ПСЭ	ПУИП		
3	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ПУИП</td> </tr> <tr> <td>ПСЭ</td> </tr> </table>	ПУИП	ПСЭ
ПУИП			
ПСЭ			
4	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ПСЭ</td> </tr> <tr> <td>ПУИП</td> </tr> </table>	ПСЭ	ПУИП
ПСЭ			
ПУИП			
5	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ПУИП</td> <td>ПСЭ</td> </tr> </table>	ПУИП	ПСЭ
ПУИП	ПСЭ		
6	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ПСЭ</td> <td>ПУИП</td> </tr> </table>	ПСЭ	ПУИП
ПСЭ	ПУИП		
7	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>ПУИП</td> </tr> <tr> <td>ПСЭ</td> </tr> </table>	ПУИП	ПСЭ
ПУИП			
ПСЭ			

Продолжение таблицы 3

Номер варианта	Вид компоновочного решения
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

## Окончание таблицы 3

Номер варианта	Вид компоновочного решения
19	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ПСЭ</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 20px;">ПУИП</div> </div>
20	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ПСЭ</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 20px;">ПУИП</div> </div>
21	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ПУИП</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 20px;">ПСЭ</div> </div>
22	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">ПУИП</div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 20px;">ПСЭ</div> </div>

## 7 Порядок выполнения курсовой работы. Методические рекомендации. Требования

Рекомендуется следующая последовательность выполнения графической части курсовой работы, расчетов, выбора элементов, устройств, материалов и т. д. Для успешной работы в целом над курсовой работой необходимо:

- выполнять фрагменты проектирования в соответствии с последовательностью, представленной далее;
- постоянно на каждом лабораторном занятии предоставлять руководителю курсового проектирования на проверку выполненные конструкторские документы (эскизы, чертежи, схемы, перечни элементов, таблицы соединений и т. д.);
- производить исправления (доработку) выполненных конструкторских документов (эскизы, чертежи, схемы, перечни элементов, таблицы соединений и т. д.);
- выполнять финишное оформление конструкторских документов (эскизы, чертежи, схемы, перечни элементов, таблицы соединений и т. д.).





## **Порядок выполнения**

1 Выполнение чертежа исследуемой электромеханической компоненты – ОИПР1822.00.00.000 Д1.

2 Выполнение схемы электрической функциональной станда.

*Первый этап.* Создаются:

- схема электрическая функциональная агрегата силового электромашинного (ОИПР1822.00.10.000 Э2);
- перечень элементов (ОИПР1822.00.10.000 ПЭ2);
- схема электрическая функциональная на панель силовых элементов станции управления (ОИПР1822.00.42.000 Э2);
- перечень элементов (ОИПР1822.00.42.000 ПЭ2);
- схема электрическая функциональная на панель управления и измерительных приборов станции управления (ОИПР1822.00.41.000 Э2);
- перечень элементов (ОИПР1822.00.41.000 ПЭ2);
- схема электрическая функциональная станции управления (ОИПР1822.00.40.000 Э2);
- перечень элементов (ОИПР1822.00.40.000 ПЭ2);
- схема электрическая функциональная станда (ОИПР1822.00.00.000 Э2);
- перечень элементов (ОИПР1822.00.00.000 ПЭ2).

*Второй этап.* Все схемы электрические функциональные проверяются руководителем курсового проектирования.

*Третий этап.* Исправления (доработка) всех выполненных схем электрических функциональных и всех перечней элементов.

*Четвертый этап.* Финишное оформление всех схем электрических функциональных и всех перечней элементов.

### **Агрегат силовой электромашинный.**

3 Выполнение схемы электрической принципиальной (СЭП) на агрегат силовой электромашинный (ОИПР1822.00.10.000 Э3). Рекомендуется (по возможности) условные графические обозначения (УГО) элементов СЭП при выполнении СЭП размещать в соответствии с их фактическим расположением (сборочный чертеж, вид сверху).

4 Выбор элементов СЭП агрегата силового электромашинного.

5 Выполнение перечня элементов для СЭП на агрегат силовой электромашинный (ОИПР1822.00.10.000 ПЭ3).

6 Выполнение сборочного чертежа агрегата силового электромашинного (ОИПР1822.00.10.000 СБ).

7 Выбор типа (вида, способа) электрического монтажа агрегата силового электромашинного. Выбор материалов и комплектующих для электрического монтажа.

8 Выполнение спецификации для сборочного чертежа агрегата силового электромашинного (ОИПР1822.00.10.000).

9 Выполнение схемы электрической соединений (СЭС) на агрегат силовой электромашинный (ОИПР1822.00.10.000 Э4).



**Внимание!!!** Размещение УГО элементов СЭС должно соответствовать их фактическому расположению на агрегате силовом электромашином (сборочный чертеж, вид сверху).

10 Выполнение таблицы соединений для СЭС агрегата силового электромашиного (ОИПР1822.00.10.000 ТЭ4).

**Панель силовых элементов станции управления.**

11 Выполнение СЭП на панель силовых элементов станции управления (ОИПР1822.00.42.000 Э3). Рекомендуется (по возможности) УГО элементов СЭП при выполнении СЭП размещать в соответствии с их фактическим расположением (сборочный чертеж, вид спереди).

12 Выбор элементов СЭП панели силовых элементов станции управления.

13 Выполнение перечня элементов для СЭП на панель силовых элементов станции управления (ОИПР1822.00.42.000 ПЭ3).

14 Выполнение сборочного чертежа панели силовых элементов станции управления (ОИПР1822.00.42.000 СБ).

15 Выбор типа (вида, способа) электрического монтажа панели силовых элементов станции управления. Выбор материалов и комплектующих для электрического монтажа.

16 Выполнение спецификации для сборочного чертежа панели силовых элементов станции управления (ОИПР1822.00.42.000).

17 Выполнение СЭС панели силовых элементов станции управления (ОИПР1822.00.42.000 Э4).

**Внимание!!!** Размещение УГО элементов СЭС должно соответствовать с их фактическому расположению на панели силовых элементов станции управления (сборочный чертеж, вид спереди).

18 Выполнение таблицы соединений для СЭС панели силовых элементов станции управления (ОИПР1822.00.42.000 ТЭ4).

**Панель управления и измерительных приборов станции управления.**

19 Выполнение СЭП на панель управления и измерительных приборов станции управления (ОИПР1822.00.41.000 Э3). Рекомендуется (по возможности) УГО элементов СЭП при выполнении СЭП размещать в соответствии с их фактическим расположением (сборочный чертеж, вид спереди).

20 Выбор элементов СЭП панели управления и измерительных приборов станции управления.

21 Выполнение перечня элементов для СЭП на панель управления и измерительных приборов станции управления (ОИПР1822.00.41.000 ПЭ3).

22 Выполнение сборочного чертежа панели управления и измерительных приборов станции управления (ОИПР1822.00.41.000 СБ).

23 Выбор типа (вида, способа) электрического монтажа панели управления и измерительных приборов станции управления. Выбор материалов и комплектующих для электрического монтажа.

24 Выполнение спецификации для сборочного чертежа панели управления и измерительных приборов станции управления (ОИПР1822.00.41.000).

25 Выполнение СЭС на панель управления и измерительных приборов станции управления (ОИПР1822.00.41.000 Э4).



**Внимание!!!** Размещение УГО элементов СЭС должно соответствовать их фактическому расположению на панели управления и измерительных приборов станции управления (сборочный чертеж, вид спереди).

26 Выполнение таблицы соединений для СЭС панели управления и измерительных приборов станции управления (ОИПР1822.00.41.000 ТЭ4).

#### **Станция управления.**

27 Выполнение СЭП станции управления (ОИПР1822.00.20.000 Э3). Рекомендуется (по возможности) УГО элементов СЭП при выполнении СЭП размещать в соответствии с их фактическим расположением (сборочный чертеж, вид сверху).

28 Выполнение перечня элементов для СЭП станции управления (ОИПР1822.00.20.000 ПЭ3).

29 Выполнение сборочного чертежа станции управления (ОИПР1822.00.20.000 СБ).

30 Выбор типа (вида, способа) электрического монтажа станции управления. Выбор материалов и комплектующих для электрического монтажа.

31 Выполнение спецификации для сборочного чертежа станции управления (ОИПР1822.00.20.000).

32 Выполнение СЭС станции управления (ОИПР1822.00.20.000 Э4).

**Внимание!!!** Размещение УГО элементов СЭС должно соответствовать их фактическому расположению на станции управления (сборочный чертеж, вид сверху).

33 Выполнение таблицы соединений для СЭС станции управления (ОИПР1822.00.20.000 ТЭ4).

#### **Стенд.**

34 Выполнение СЭП стенда (ОИПР1822.00.00.000 Э3). Рекомендуется (по возможности) УГО элементов СЭП при выполнении СЭП размещать в соответствии с их фактическим расположением (сборочный чертеж, вид сверху).

35 Выполнение перечня элементов для СЭП стенда (ОИПР1822.00.00.000 ПЭ3).

36 Выполнение сборочного чертежа стенда (ОИПР1822.00.00.000 СБ).

37 Выбор типа (вида, способа) электрического монтажа стенда. Выбор материалов и комплектующих для электрического монтажа.

38 Выполнение спецификации для сборочного чертежа стенда (ОИПР1822.00.00.000).

39 Выполнение СЭС стенда (ОИПР1822.00.00.000 Э4).

**Внимание!!!** Размещение УГО элементов СЭС должно соответствовать их фактическому расположению на стенде (сборочный чертеж, вид сверху).

40 Выполнение таблицы соединений для СЭС стенда (ОИПР1822.00.00.000 ТЭ4).

41 Выполнение ведомости проекта (ОИПР1822.00.00.000 ВП).



## **7.1 Выполнение чертежа исследуемой электромеханической компоненты**

Выполняются чертеж исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель), две проекции и дополнительные виды, разрезы, сечения.

Студент изучает конструкции, внешний вид и основные характеристики электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) агрегата силового электромашинного.

При этом допускается использование различных источников:

- каталоги предприятий-изготовителей;
- справочники автотракторного электрооборудования;
- эскизирование натурального образца;
- ресурсы интернета.

При проведении работ необходимо обратить особое внимание на следующие аспекты:

- как выполняется механическое сочленение электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) с элементами конструкции автотракторной техники;

- как выполняется крепление электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) к металлоконструкции автотракторной техники;

- паспортные данные электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель);

- как организуются подключения в электрические цепи автотракторного электрооборудования (при этом для подключения в конструкции электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) могут быть использованы соединения неразъемные «типа ХТ» или соединения разъемные «типа ХР – ХS»).

По справочникам студент уточняет технические характеристики, размеры, изображения, ГОСТы, обозначение выводов электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель); по ГОСТам – обозначение на СЭП электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель).

## **7.2 Методические рекомендации и требования для выполнения чертежа исследуемой электромеханической компоненты**

На чертеже должны быть представлены:

- электромеханическая компонента (генератор, стартер или электродвигатель), два основных вида (минимум), чертеж выполняется в масштабе 1:2 (1:2,5);

- дополнительные виды (крепление к металлоконструкции автотракторной техники), масштаб 1:1 (2:1);

- дополнительные виды (сочленение с элементами автотракторной техники), масштаб 1:1 (2:1);



- дополнительные виды (элементы для подключения в электрические цепи автотракторного электрооборудования), масштаб 1:1 (2:1);
- условное графическое изображение для СЭП;
- габаритные размеры;
- установочные (присоединительные) размеры;
- технические характеристики (таблица, напряжение, ток, мощность, число оборотов и т. д.).

## 8 Разработка схемы электрической функциональной стенда

Самостоятельно и (или) с помощью преподавателя студент в виде эскиза выполняет детальную схему электрическую функциональную (СЭФ) стенда. СЭФ рекомендуется выполнять карандашом на трех листах белой плотной бумаги (достаточной прочности, что необходимо для дальнейшего редактирования) со следующим распределением на листах.

Лист 1. Агрегат силовой электромашинный. Схема электрическая функциональная.

Лист 2. Панель силовых элементов станции управления. Схема электрическая функциональная.

Лист 3. Панель управления и измерительных приборов станции управления. Схема электрическая функциональная.

Для выполнения подключений между агрегатом силовым электромашинным, панелью силовых элементов станции управления и панелью управления и измерительных приборов станции управления могут быть использованы соединения неразъемные «типа ХТ» и (или) соединения разъемные «типа ХР – XS».

**Внимание !!!** Использование соединений неразъемных «типа ХТ» и (или) соединений разъемных «типа ХР – XS» в агрегате силовом электромашинном, панели силовых элементов станции управления и панели управления и измерительных приборов станции управления с одинаковыми буквенно-цифровыми обозначениями **запрещается**.

### **8.1 Методические рекомендации и требования при выполнении на агрегат силовой электромашинный схемы электрической функциональной**

Лист 1. Агрегат силовой электромашинный. Схема электрическая функциональная. Формат А4. На СЭФ должны быть изображены следующие элементы.

8.1.1 Исследуемая электромеханическая компонента (генератор, стартер или электродвигатель) в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

8.1.2 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS» для подключения исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) к панели силовых элементов станции управления.

8.1.3 Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором для вращения исследуемой электромеханической компоненты – генератор. Или генератор постоянного тока для создания нагрузочного момента на



валу исследуемой электромеханической компоненты (стартер или электродвигатель) в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

8.1.4 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором или генератора постоянного тока к панели силовых элементов станции управления.

8.1.5 Датчик скорости (числа оборотов).

8.1.6 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения датчика скорости к панели управления и измерительных приборов станции управления.

8.1.7 Элементы механического сочленения электрических машин (шкивы, муфты, цепные передачи и т. д.) в соответствии с заданием на курсовое проектирование (см. таблицу 2).

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.1.2, 8.1.4, 8.1.6 должны быть использованы различные элементы, например ХТ2, ХТ4, ХТ5.

Примеры выполнения схем электрических функциональных на агрегат силовой электромеханической имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭО-АТР\ОИПС\КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ\_ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ\_ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ.**

## **8.2 Методические рекомендации и требования при выполнении на панель силовых элементов станции управления схемы электрической функциональной**

Лист 2. Панель силовых элементов станции управления. Схема электрическая функциональная. Формат А3. На СЭФ должны быть изображены следующие элементы. В данном случае возможны два варианта.

**Вариант 1.** Исследуемая электромеханическая компонента – генератор. На панели силовых элементов станции управления должны быть установлены следующие элементы.

**Для цепей пятипроводной сети переменного тока 3Р, N, РЕ.**

8.2.1 Соединение разборное «типа ХТ» и соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения панели силовых элементов станции управления к пятипроводной сети переменного тока 3Р, N, РЕ.

8.2.2 Выключатель автоматический для обеспечения подключения панели силовых элементов станции управления к пятипроводной сети переменного тока 3Р, N, РЕ и обеспечения защиты от сверхтоков (токи короткого замыкания) и токов длительных перегрузок («тепловая защита»).

8.2.3 Пускатель магнитный (контактор, твердотельное реле) для обеспечения подключения (отключения) преобразователя частоты.

8.2.4 Преобразователь частоты для питания электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором.



**Внимание!!!** В случае использования преобразователя частоты для питания электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором, мощность которого более 3 кВт, в соответствии с рекомендациями фирмы-производителя преобразователя частоты необходимо устанавливать фильтр сетевой и фильтр моторный для исключения влияния помех на работу прочего электронного оборудования.

8.2.5 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором, который установлен в агрегате силовом электромашином через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.2.6 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения цепей управления пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), преобразователя частоты к элементам управления и сигнализации, установленным на панели управления и измерительных приборов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.2.1, 8.2.5, 8.2.6 должны быть использованы различные элементы, например ХТ12, ХТ14, ХТ16.

**Для цепей постоянного тока.**

8.2.7 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения панели силовых элементов станции управления к соответствующему соединению неразъемному «типа ХТ» или соединению разъемному «типа ХР – ХS» (к генератору), которое установлено в агрегате силовом электромашином.

8.2.8 Контакторы (реле автомобильные, реле твердотельные) для обеспечения подключения (отключения) нагрузочных резисторов большой мощности.

8.2.9 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения цепей управления контакторов (реле автомобильных, реле твердотельных) к элементам управления и сигнализации, установленным на панели управления и измерительных приборов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.2.10 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения вольтметра постоянного тока для измерения напряжения на выводах генератора. Вольтметр установлен на панели управления и измерительных приборов станции управления. Подключение вольтметра выполняется через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS», которое устанавливается на панели управления и измерительных приборов станции управления.

8.2.11 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения амперметра постоянного тока для измерения тока, протекающего по цепи генератора. Амперметр установлен на панели управления и измерительных приборов станции управления. Подключение амперметра выполняется через соответствующее соединение разборное «типа



ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS», которое устанавливается на панели управления и измерительных приборов станции управления.

8.2.12 Нагрузочные резисторы большой мощности.

8.2.13 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения 3-проводной сети переменного тока 1Р, N, РЕ панели управления и измерительных приборов станции управления. Подключение выполняется для обеспечения питания приборов, блоков регистрации, блоков питания через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS», которое устанавливается на панели управления и измерительных приборов станции управления.

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.2.7, 8.2.9...8.2.11, 8.2.13 должны быть использованы различные элементы, например ХТ21, ХТ22, ХТ24, ХТ27, ХТ29.

**Вариант 2.** Исследуемая электромеханическая компонента – стартер (электродвигатель). На панели силовых элементов станции управления должны быть установлены следующие элементы.

*Для цепей пятипроводной сети переменного тока 3Р, N, РЕ.*

8.2.14 Соединение разборное «типа ХТ» и соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения панели силовых элементов станции управления к пятипроводной сети переменного тока 3Р, N, РЕ.

8.2.15 Выключатель автоматический для подключения панели силовых элементов станции управления к пятипроводной сети переменного тока 3Р, N, РЕ и обеспечения защиты от сверхтоков (токи короткого замыкания) и токов длительных перегрузок («тепловая защита»).

8.2.16 Пускатель магнитный (контактор, реле твердотельное) для обеспечения подключения (отключения) потребителей электрической энергии переменного тока панели силовых элементов станции управления. В качестве таких могут рассматриваться следующие:

- пуско-зарядное устройство (исследуемая электромеханическая компонента – стартер). Пуско-зарядное устройство устанавливается рядом со станцией управления;

- блок питания № 1 (исследуемая электромеханическая компонента – электродвигатель);

- блок питания № 2 для обеспечения питания обмотки возбуждения генератора постоянного тока независимого возбуждения.

8.2.17 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения стартера (электродвигателя), который установлен в агрегате силовом электромашинном через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.2.18 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения цепей управления пускателя магнитного (контактора, реле твердотельного), пуско-зарядного устройства, блока питания № 1, блока питания № 2, и т. д. к элементам управления и сигнализации, установленным на панели управления и измерительных приборов станции





управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.2.14, 8.2.17, 8.2.18 должны быть использованы различные элементы, например ХТ25, ХТ26, ХТ27.

#### **Для цепей постоянного тока.**

8.2.19 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР-ХS» для подключения панели силовых элементов станции управления к соответствующему соединению неразъемному «типа ХТ» или соединению разъемному «типа ХР – ХS» (к стартеру или к электродвигателю), которое установлено в агрегате силовом электромашинном.

8.2.20 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения цепей управления контакторов, реле твердотельных (для коммутации в цепях постоянного тока) к элементам управления и сигнализации, установленным на панели управления и измерительных приборов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.2.21 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения вольтметра постоянного тока для измерения напряжения на выводах генератора постоянного тока независимого возбуждения. Вольтметр установлен на панели управления и измерительных приборов станции управления. Подключение вольтметра выполняется через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS», которое устанавливается на панели управления и измерительных приборов станции управления.

8.2.22 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения амперметра постоянного тока для измерения тока, протекающего по цепи якоря генератора постоянного тока независимого возбуждения. Амперметр установлен на панели управления и измерительных приборов станции управления. Подключение амперметра выполняется через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS», которое устанавливается на панели управления и измерительных приборов станции управления.

8.2.23 Нагрузочные резисторы большой мощности.

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.2.19...8.2.22 должны быть использованы различные элементы, например ХТ21, ХТ22, ХТ24, ХТ27.

Примеры выполнения схем электрических функциональных на панель силовых элементов станции управления имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР\ОИПС\КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ.**



### **8.3 Методические рекомендации и требования при выполнении на панель управления и измерительных приборов станции управления схемы электрической функциональной**

Лист 3. Панель управления и измерительных приборов станции управления. Схема электрическая функциональная. Формат А3. На СЭФ должны быть изображены следующие элементы. В данном случае для двух вариантов.

**Вариант 1.** Исследуемая электромеханическая компонента – генератор. На панели управления и измерительных приборов станции управления должны быть установлены следующие элементы.

8.3.1 Кнопки управления для включения-отключения пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), который расположен на панели силовых элементов станции управления и предназначен для обеспечения подключения (отключения) преобразователя частоты.

**Внимание!!!** Для выполнения одновременного отключения всего электрооборудования стенда должна быть кнопка управления «Стоп».

8.3.2 Элементы световой индикации для сигнализации включения-отключения пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), который расположен на панели силовых элементов станции управления и предназначен для обеспечения подключения (отключения) преобразователя частоты.

8.3.3 Кнопки управления для включения-отключения и элементы управления для изменения частоты и напряжения преобразователя частоты, который расположен на панели силовых элементов станции управления и предназначен для питания электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором.

8.3.4 Элементы световой индикации для сигнализации включения-отключения и изменения частоты и напряжения преобразователя частоты, который расположен на панели силовых элементов станции управления и предназначен для питания электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором.

8.3.5 Кнопки управления для включения-отключения контакторов (автомобильных реле, твердотельных реле), которые расположены на панели силовых элементов станции управления и предназначены для обеспечения подключения (отключения) нагрузочных резисторов большой мощности, которые также расположены на панели силовых элементов станции управления.

**Внимание!!!** Для выполнения одновременного отключения всех нагрузочных резисторов большой мощности должна быть кнопка управления «Стоп».

8.3.6 Элементы световой индикации для сигнализации включения-отключения контакторов (автомобильных реле, твердотельных реле), которые расположены на панели силовых элементов станции управления и предназначены для обеспечения подключения (отключения) нагрузочных резисторов большой мощности, которые также расположены на панели силовых элементов станции управления.



8.3.7 Амперметр для измерения тока, протекающего в цепи нагрузки генератора при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления.

8.3.8 Вольтметр для измерения напряжения на зажимах генератора при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления.

8.3.9 Блок индикации числа оборотов для определения числа оборотов вала генератора при проведении испытаний (изменение числа оборотов вала генератора):

- изменение частоты и напряжения на выходе преобразователя частоты;
- изменение нагрузки (тока) генератора (при подключении нагрузочных резисторов большой мощности).

8.3.10 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения кнопок управления для включения-отключения пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), который установлен на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.11 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения элементов световой индикации для сигнализации включения-отключения пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), который установлен на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.12 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения кнопок управления для включения-отключения и элементов управления для изменения частоты и напряжения преобразователя частоты, который установлен на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.13 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения элементов световой индикации для сигнализации включения-отключения и изменения частоты и напряжения преобразователя частоты, который установлен на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.14 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения кнопок управления для включения-отключения контакторов (автомобильных реле, твердотельных реле), которые расположены на панели силовых элементов станции управления и предназначены для обеспечения подключения (отключения) нагрузочных резисторов большой мощности, которые установлены на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.15 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения элементов световой индикации для сигнали-



зации включения-отключения контакторов (автомобильных реле, твердотельных реле), которые расположены на панели силовых элементов станции управления и предназначены для подключения-отключения нагрузочных резисторов большой мощности, которые установлены на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS».

8.3.16 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS» для подключения амперметра для измерения тока, протекающего в цепи нагрузки генератора при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS».

8.3.17 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS» для подключения вольтметра для измерения напряжения на зажимах генератора при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS».

8.3.18 Выполнить (в случае необходимости) установку блоков питания и их подключение для:

- блока индикации числа оборотов;
- датчика числа оборотов.

8.3.19 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS» для подключения блока индикации числа оборотов вала генератора к датчику числа оборотов, который сочленен с валом генератора и расположен на агрегате силовом электромашинном через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS».

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.3.10...8.3.17, 8.3.19 должны быть использованы различные элементы, например ХТ31, ХТ32, ХТ33 и т. д.

**Вариант 2.** Исследуемая электромеханическая компонента – стартер (электродвигатель). На панели управления и измерительных приборов станции управления должны быть установлены следующие элементы.

8.3.20 Кнопки управления для включения-отключения пускателя магнитного (контактора, реле твердотельного), который расположен на панели силовых элементов станции управления и предназначен для обеспечения подключения (отключения) потребителей электрической энергии переменного тока панели силовых элементов станции управления. В качестве таковых могут рассматриваться следующие:

- пуско-зарядное устройство (исследуемая электромеханическая компонента – стартер). Пуско-зарядное устройство устанавливается рядом со станцией управления;
- блок питания № 1 (исследуемая электромеханическая компонента – электродвигатель);



– блок питания № 2 для обеспечения питания обмотки возбуждения генератора постоянного тока независимого возбуждения.

**Внимание!!!** Для выполнения одновременного отключения всего электрооборудования стенда должна быть кнопка управления «Стоп».

8.3.21 Элементы световой индикации для сигнализации включения-отключения пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), который расположен на панели силовых элементов станции управления и предназначен для обеспечения подключения (отключения) потребителей электрической энергии переменного тока панели силовых элементов станции управления. В качестве таковых могут рассматриваться следующие:

– пуско-зарядное устройство (исследуемая электромеханическая компонента – стартер). Пуско-зарядное устройство устанавливается рядом со станцией управления;

– блок питания № 1 (исследуемая электромеханическая компонента – электродвигатель);

– блок питания № 2 для обеспечения питания обмотки возбуждения генератора постоянного тока независимого возбуждения.

8.3.22 Кнопки управления для включения-отключения и элементы управления для изменения напряжения источников электрической энергии постоянного тока панели силовых элементов станции управления. В качестве таковых могут рассматриваться следующие:

– пуско-зарядное устройство (исследуемая электромеханическая компонента – стартер). Пуско-зарядное устройство устанавливается рядом со станцией управления;

– блок питания № 1 (исследуемая электромеханическая компонента – электродвигатель);

– блок питания № 2 для обеспечения питания обмотки возбуждения генератора постоянного тока независимого возбуждения.

8.3.23 Элементы световой индикации для сигнализации включения-отключения и изменения напряжения источников электрической энергии постоянного тока панели силовых элементов станции управления. В качестве таковых могут рассматриваться следующие:

– пуско-зарядное устройство (исследуемая электромеханическая компонента – стартер). Пуско-зарядное устройство устанавливается рядом со станцией управления;

– блок питания № 1 (исследуемая электромеханическая компонента – электродвигатель);

– блок питания № 2 для обеспечения питания обмотки возбуждения генератора постоянного тока независимого возбуждения.

8.3.24 Кнопки управления для включения-отключения контакторов (реле твердотельных), которые расположены на панели силовых элементов станции управления и предназначены для обеспечения подключения (отключения) нагрузочных резисторов большой мощности, которые также расположены на панели силовых элементов станции управления.



**Внимание!!!** Для выполнения одновременного отключения всех нагрузочных резисторов большой мощности должна быть кнопка управления «Стоп».

8.3.25 Элементы световой индикации для сигнализации включения-отключения контакторов (реле твердотельных), которые расположены на панели силовых элементов станции управления и предназначены для обеспечения подключения (отключения) нагрузочных резисторов большой мощности, которые также расположены на панели силовых элементов станции управления.

8.3.26 Амперметр для измерения тока, протекающего в цепи якоря генератора постоянного тока независимого возбуждения при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления.

8.3.27 Вольтметр для измерения напряжения на зажимах генератора постоянного тока независимого возбуждения при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления.

8.3.28 Блок индикации числа оборотов для определения числа оборотов вала стартера (электродвигателя) при проведении испытаний (изменение числа оборотов вала стартера (электродвигателя)):

- изменение напряжения на выходе источников электрической энергии постоянного тока панели силовых элементов станции управления. В качестве таковых могут рассматриваться следующие:

- пуско-зарядное устройство (исследуемая электромеханическая компонента – стартер). Пуско-зарядное устройство устанавливается рядом со станцией управления;

- блок питания № 1 (исследуемая электромеханическая компонента – электродвигатель);

- блок питания № 2 для обеспечения питания обмотки возбуждения генератора постоянного тока независимого возбуждения преобразователя частоты;

- изменение нагрузки (тока) генератора постоянного тока независимого возбуждения (при подключении нагрузочных резисторов большой мощности).

8.3.29 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS» для подключения кнопок управления для включения-отключения пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), который установлен на панели силовых элементов станции управления и предназначен для подключения (отключения) потребителей электрической энергии переменного тока (пуско-зарядного устройства, блока питания № 1, блока питания № 2) через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS».

8.3.30 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS» для подключения элементов световой индикации для сигнализации включения-отключения пускателя магнитного (контактора, твердотельного реле), который установлен на панели силовых элементов станции управ-



ления и предназначен для подключения (отключения) потребителей электрической энергии переменного тока (пуско-зарядного устройства, блока питания № 1, блока питания № 2) через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.31 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения кнопок управления для включения-отключения и элементов управления для изменения напряжения источников электрической энергии постоянного тока панели силовых элементов станции управления (пуско-зарядного устройства, блока питания № 1, блока питания № 2) через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.32 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения элементов световой индикации для сигнализации включения-отключения и изменения напряжения источников электрической энергии постоянного тока панели силовых элементов станции управления (пуско-зарядного устройства, блока питания № 1, блока питания № 2) через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.33 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения кнопок управления для включения-отключения контакторов (реле твердотельных), расположенных на панели силовых элементов станции управления и предназначенных для подключения (отключения) нагрузочных резисторов большой мощности через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.34 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения элементов световой индикации для сигнализации включения-отключения контакторов (реле твердотельных), которые расположены на панели силовых элементов станции управления и предназначены для подключения-отключения нагрузочных резисторов большой мощности, которые также расположены на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.35 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения амперметра для измерения тока, протекающего в цепи якоря генератора постоянного тока независимого возбуждения при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

8.3.36 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения вольтметра для измерения напряжения на зажимах якоря генератора постоянного тока независимого возбуждения при подключении нагрузочных резисторов большой мощности, которые расположены на панели силовых элементов станции управления через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».



8.3.37 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения блока индикации числа оборотов для определения числа оборотов вала стартера (электродвигателя) при проведении испытаний (изменение числа оборотов вала стартера (электродвигателя)), который сочленен с валом стартера (электродвигателя) и расположен на агрегате силовом электромашинном через соответствующее соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS».

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.3.29...8.3.37 должны быть использованы различные элементы, например ХТ51...ХТ54 и т. д.

Примеры выполнения схем электрических функциональных на панель управления и измерительных приборов станции управления имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ \ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР \ ОИПС\КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ.**

#### ***8.4 Методические рекомендации и требования при выполнении схемы электрической функциональной станда***

Студент предъявляет все материалы преподавателю – руководителю курсового проектирования – после завершения работ по созданию эскизов следующих листов.

Лист 1. Агрегат силовой электромашинный. Схема электрическая функциональная.

Лист 2. Панель силовых элементов станции управления. Схема электрическая функциональная.

Лист 3. Панель управления и измерительных приборов станции управления. Схема электрическая функциональная.

После проверки последних студент приступает к выполнению эскизов перечней элементов для схем электрических функциональных в соответствии с приведенной нумерацией листов. Перечни элементов выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.702–2011. Перечни элементов рекомендуется выполнять на отдельных листах, формат А4, в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701–2008, подраздел 5.7.

Примеры выполнения схем электрических функциональных станции управления и станда имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ \ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР \ ОИПС \ КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ \ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ.**

#### ***8.5 Методические рекомендации и требования при выполнении перечней элементов для схем электрических функциональных***

В перечень элементов вносят все элементы, представленные на схеме электрической функциональной. Элементы записывают в строгом соответствии с латинским алфавитом, а в пределах одной буквы последовательно в порядке



увеличения позиционного обозначения. Пример выполнения фрагмента перечня элементов приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Пример выполнения фрагмента перечня элементов для схем электрических функциональных

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
BR1	Датчик частоты вращения, 0...6000 об/мин, 100 имп/об	1	
G1	Генератор постоянного тока 5 кВт, 3000 об/мин, 220 В	1	
M1	Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором 3 кВт, 2895 об/мин	1	
XT1	Блок зажимов наборных, 4 клеммы, 440 В, 125 А	1	
XP1	16-контактная вилка постоянного тока, 100 В, 1 А	1	
XS1	5-контактная розетка переменного тока, 400 В, 10 А	1	
UZ1	Блок питания постоянного тока, 220 В, 12 А	1	
R1...R3	Резистор 100 Вт, 500 В, 2,4 Ом	3	

Обязательным является заполнение в столбце «Наименование» наименование элемента (устройства), например резистор, блок зажимов и т. д. Желательно представление информации об основных электрических, механических характеристиках элементов (устройств) схемы электрической функциональной, например: 12 клемм, 440 В, 16 А, 0...6000 об/мин, 100 имп/об и т. д.

**Внимание!!!** При создании перечней элементов для СЭП необходимой является дополнительная информация. Пример выполнения фрагмента перечня элементов для схем электрических принципиальных будет представлен далее (таблица 5).

Примеры выполнения перечней элементов для схем электрических функциональных имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭО-АТР\ОИПС\КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ.**

### ***8.6 Методические рекомендации и требования при выполнении схемы электрической принципиальной агрегата силового электромашиного***

При выполнении СЭП рекомендуется (по возможности) УГО элементов СЭП размещать в соответствии с их фактическим расположением (сборочный чертеж, вид сверху).

При выполнении СЭП используются УГО элементов. Количество и вид элементов СЭП – согласно пп. 8.1.1...8.1.6. При выполнении СЭП рекомендуется следующая толщина линий:

- для силовых цепей и УГО элементов силовых цепей – 1 мм;
- для цепей управления и УГО элементов цепей управления – 0,5 мм;
- для изображения механической связи между отдельными элементами СЭП – 0,5 мм.



Буквенно-цифровое обозначение элементов СЭП выполняется над УГО элемента СЭП или справа от УГО элемента СЭП. Пример представлен на рисунке 2.

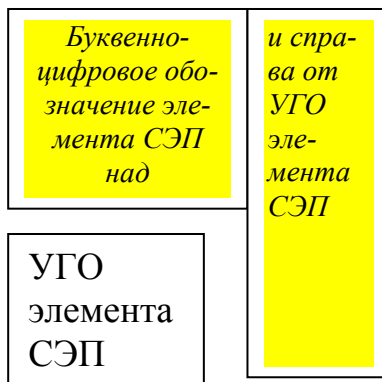


Рисунок 2 – Разрешенные зоны для буквенно-цифрового обозначения элементов СЭП

Расстояние между буквенно-цифровыми обозначениями элементов СЭП, УГО элементов СЭП, линиями электрической (механической) связи должно быть не менее 2 мм.

Для выполнения надписей и обозначений на СЭП рекомендуется использовать следующий шрифт:

- буквенно-цифровое обозначение элементов СЭП, обозначения потенциальных точек СЭП, обозначения выводов элементов СЭП – Arial Narrow;
- буквенно-цифровое обозначение элементов СЭП – Arial Narrow 9;
- обозначения потенциальных точек СЭП – Arial Narrow 8;
- обозначения выводов элементов СЭП – Arial Narrow 7.

При использовании в СЭП напряжения постоянного (переменного) тока, опасного для жизни персонала, должны быть обеспечены подключения к РЕ и (или) к контуру заземления лаборатории.

Примеры выполнения схем электрических принципиальных имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ ЭОАТРА ОИПС КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ.**

### ***8.7 Методические рекомендации и требования при выборе элементов схемы электрической принципиальной агрегата силового электромашиного***

Количество и вид элементов СЭП – согласно пп. 8.1.1...8.1.6.

8.7.1 Исследуемая электромеханическая компонента (генератор, стартер или электродвигатель) в соответствии с заданием на курсовое проектирование.

8.7.2 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель) к панели силовых элементов станции управления выбирается по следующим параметрам:

- род тока – постоянный (переменный);

– номинальный ток контакта соединения разборного «типа ХТ» (соединения разъемного «типа ХР – ХS») равен или больше номинального тока исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель);

– номинальное напряжение контакта соединения разборного «типа ХТ» (соединения разъемного «типа ХР – ХS») равно или больше номинального напряжения исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель);

– количество контактов соединения разборного «типа ХТ» (соединения разъемного «типа ХР – ХS») равно или больше (плюс один – резерв) количества контактов исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель);

– номинальная мощность соединения разъемного «типа ХР – ХS» равна или больше номинальной мощности исследуемой электромеханической компоненты (генератор, стартер или электродвигатель).

8.7.3 Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором (для вращения исследуемой электромеханической компоненты – генератор) выбирается по следующим параметрам:

– электропривод на базе электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором должен обеспечивать плавное регулирование числа оборотов генератора в требуемом диапазоне (например 0...6000 об/мин), при этом необходимо учитывать способ механического сочленения вала электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором с валом генератора;

– электропривод на базе электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором должен обеспечивать необходимый момент на валу генератора при плавном регулировании числа оборотов генератора в требуемом диапазоне (например 0...6000 об/мин), при этом следует учитывать способ механического сочленения вала электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором с валом генератора;

– наличие встроенного датчика числа оборотов (рекомендуется).

8.7.4 Генератор постоянного тока для создания нагрузочного момента на валу исследуемой электромеханической компоненты (стартер или электродвигатель) выбирается по следующим параметрам:

– генератор постоянного тока должен обеспечивать создание нагрузочного момента при плавном регулировании числа оборотов исследуемой электромеханической компоненты (стартер или электродвигатель) в требуемом диапазоне (например 0...2000 об/мин), при этом необходимо учитывать способ механического сочленения вала генератора постоянного тока с валом исследуемой электромеханической компоненты (стартер или электродвигатель);

– наличие встроенного датчика числа оборотов (рекомендуется).

8.7.5 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения электродвигателя асинхронного трехфазного с короткозамкнутым ротором (генератора постоянного тока) к панели силовых элементов станции управления, аналогично п. 8.7.2.

8.7.6 Датчик скорости (числа оборотов), рекомендуется наличие встроенного датчика числа оборотов

8.7.7 Соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – ХS» для подключения датчика скорости к панели управления и измерительных приборов станции управления, аналогично п. 8.7.2.

8.7.8 Элементы механического сочленения электрических машин (шкивы, муфты, цепные передачи и т. д.) в соответствии с заданием на курсовое проектирование (см. таблицу 2).

**Внимание!!!** Для выполнения подключений по пп. 8.7.2, 8.7.5, 8.7.7 должны быть использованы различные элементы, например ХТ2, ХТ4, ХТ5.

### **8.8 Методические рекомендации и требования при выполнении перечня элементов для схемы электрической принципиальной агрегата силового электромашиного**

В перечень элементов вносят все элементы, представленные на СЭП. Элементы записывают в строгом соответствии с латинским алфавитом, а в пределах одной буквы последовательно в порядке увеличения позиционного обозначения. Пример выполнения фрагмента перечня элементов для СЭП приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Пример выполнения фрагмента перечня элементов для СЭП

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
BR1	Датчик частоты вращения FGDS14785-125 0...6000 об/мин, 100 имп/об, напряжение питания постоянного тока, 15 В, 1 А	1	Schneider Electric
G1	Генератор постоянного тока XZS1475/45/56 5 кВт, 3000 об/мин, 220 В, 25 А	1	ABB
M1	Электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором ASEt1114587 3 кВт, 2895 об/мин, 10 А, 380 В, 50 Гц, IP65, M42, IM1001, S3, класс изоляции F, ПВ 40 %	1	Schneider Electric
R1...R3	Резистор ПЭ-150 2,4 Ом 5 % ГОСТ 6513-75	3	
UZ1	Блок питания постоянного тока MFDE457821 220 В, 12 А	1	ABB
XP1	16-контактная вилка постоянного тока QWE1458 100 В, 1 А	1	ABB
XS1	5-контактная розетка переменного тока IUG2487 400 В, 10 А	1	ABB
XT1	Блок зажимов наборных SDE447823 4 клеммы, 440 В, 125 А	1	ABB
XT2	Блок зажимов наборных SDE337823 12 клемм, 440 В, 16 А	1	ABB
XT3	Блок зажимов наборных SDF447823 4 клеммы, 220 В, 63 А	1	ABB

Обязательным является заполнение в столбце «Наименование»:

– наименование элемента (устройства) СЭП, например электродвигатель асинхронный трехфазный с короткозамкнутым ротором, резистор, блок зажимов и т. д.;

– модель, марка тип и т. д.;

– технические характеристики элемента (устройства) СЭП, например 10 А,



380 В, 50 Гц, IP65, S3, ПВ 40 %, класс изоляции В, М48, ВС3 и т. д.;

– наименование технического документа, регламентирующего технические характеристики элемента СЭП и условия использования в СЭП, например ГОСТ 6513–75, ГОСТ 11206–77, ОЖО 460.172 ТУ и т. д.

В случае, если элемент СЭП изготовлен за пределами Республики Беларусь и других стран бывшего СССР, в примечании указывается фирма-производитель, например АBB, Schneider Electric, International Rectifier и т. д.

Примеры выполнения перечней элементов для схем электрических принципиальных имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТРА ОИПС\КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ\ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ.**

### *8.9 Методические рекомендации и требования при выполнении сборочного чертежа агрегата силового электромашинного*

В таблице 2 заданы кинематическая схема и компоновки «силовых» электрических машин агрегата силового электромашинного. В подразделе 8.7 даны краткие рекомендации по выбору элементов СЭП. Элементы СЭП представлены в перечне элементов (ОИПР1822.00.10.000 ПЭЗ).

Рекомендуется следующая последовательность работы.

8.9.1 Студент на бумаге (от руки) выполняет расчеты кинематической цепи. Результаты обсуждает и согласовывает с преподавателем.

8.9.2 Студент выполняет выбор элементов кинематической цепи. Результаты обсуждает и согласовывает с преподавателем.

8.9.3 Студент выполняет выбор «второй машины электрической» [6, 7] для агрегата электромашинного силового. Если по заданию у студента исследуемая компонента автотракторного электрооборудования «Стартер», он производит выбор генератора; если по заданию у студента исследуемая компонента автотракторного электрооборудования «Генератор», он производит выбор электродвигателя, рекомендуется асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Результаты обсуждает и согласовывает с преподавателем.

8.9.4 Студент выполняет выбор датчика числа оборотов (энкодер, тахогенератор и т. д.) [6, 7]. Результаты обсуждает и согласовывает с преподавателем.

8.9.5 Студент выполняет выбор элементов электрических цепей (провода, кабельные наконечники, наборы клемм, стяжки кабельные и т. д.) [3, 8–12]. Результаты обсуждает и согласовывает с преподавателем.

8.9.6 Студент на бумаге (от руки) выполняет эскизы основных и дополнительных видов сборочного чертежа. Результаты обсуждает и согласовывает с преподавателем.

8.9.7 Студент по справочникам [17] выполняет выбор элементов конструкции (швеллер, муфта, подшипник, шкив, ремень, болт, гайка, шайба и т. д.). Результаты обсуждает и согласовывает с преподавателем.

8.9.8 После пп. 8.9.1...8.9.7 студент выполняет сборочный чертеж.

На сборочном чертеже должны быть представлены:



- электромеханические компоненты (генератор, стартер, датчик числа оборотов, наборы клемм и т.д.) – два основных вида (минимум), чертеж выполняется в масштабе 1:1 (1:2 или 1:2,5);

- дополнительные виды (крепление к металлоконструкции агрегата электромашинного силового), масштаб 1:1 (2:1);

- дополнительные виды (сочленение с элементами агрегата электромашинного силового), масштаб 1:1 (2:1);

- дополнительные виды (элементы для подключения в электрические цепи автотракторного электрооборудования), масштаб 1:1 (2:1);

- условное буквенно-цифровое обозначение компонент в соответствии с СЭП;

- габаритные размеры;

- установочные (присоединительные) размеры;

- технические требования (для выполнения сборочных, регулировочных, наладочных и т. д. операций);

- технические характеристики (таблица, напряжение, ток, мощность, число оборотов и т. д.).

8.9.9 После п. 8.9.8 студент выполняет «Спецификацию».

При проведении работ по пп. 8.9.3...8.9.7 необходимо обратить особое внимание на следующие аспекты:

- как выполняется механическое сочленение электромеханической компоненты (генератор, стартер) с элементами конструкции автотракторной техники;

- как выполняется крепление электромеханической компоненты (генератор, стартер) к металлоконструкции автотракторной техники;

- как выполняется крепление электротехнических компонент (энкодер, набор клемм и т. д.) к металлоконструкции агрегата электромашинного силового;

- паспортные данные электромеханической компоненты (генератор, электродвигатель, см. п.8.9.5);

- как организуются подключения в электрические цепи электрооборудования, см. пп. 8.9.4 и 8.9.5 (при этом для подключения в конструкции электромеханической компоненты (генератор, стартер, электродвигатель) может быть использовано соединение разборное «типа ХТ» или соединение разъемное «типа ХР – XS»).

Над основной надписью должны быть размещены технические требования.

Примеры выполнения сборочных чертежей имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ \ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР \ ОИПС \ КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ.**



### **8.10 Методические рекомендации и требования при выборе типа (вида, способа) электрического монтажа агрегата силового электромашиного. Выбор материалов и комплектующих**

Для выполнения электрического монтажа рекомендуется открытый тип электрической проводки. При этом в качестве защитных оболочек могут быть использованы следующие материалы и изделия:

- труба стальная для электропроводки по ГОСТ 10704–91;
- труба латунная для электропроводки;
- труба медная для электропроводки;
- труба алюминиевая для электропроводки по ГОСТ 23697–79;
- труба ПВХ для электропроводки по ГОСТ 32126.1–2013;
- труба ПВД для электропроводки по ГОСТ 18599–83;
- труба ПНД для электропроводки по ГОСТ 18599–83;
- труба гофрированная для электропроводки по ГОСТ 50827–95;
- кабельные каналы для электропроводки.

Для выполнения электрического монтажа можно применять провода, шнуры, кабели с токоведущими жилами из меди и алюминия [3, 8–12].

Для крепления к конструкции агрегата силового электромашиного рекомендуется использовать скобы и (или) хомуты кабельные и (или) стяжки кабельные.

Для оконцевания проводов, токоведущих жил шнуров и кабелей необходимо применять наконечники кабельные.

### **8.11 Методические рекомендации и требования при выполнении спецификации для сборочного чертежа агрегата силового электромашиного**

Спецификация выполняется по ГОСТ 2.106–96. Рекомендуется выполнять спецификацию на отдельных листах формата А4.

В спецификации должны быть следующие разделы:

- документация (на агрегат силовой электромашиный);
- сборочные единицы (при их использовании в конструкции агрегата силового электромашиного, например кронштейн, рама, тумба и т. д.);
- детали (при их использовании в конструкции агрегата силового электромашиного, например кожух, планка, пластина, стойка и т. д.);
- стандартные изделия (*применяемые по стандартам межгосударственным, государственным, отраслевым, предприятия*). При заполнении данного раздела изделия должны быть записаны в спецификацию по группам:

а) крепежные изделия (болты, винты, гайки, шайбы, шпильки, шпонки и т. д.);

б) электротехнические изделия (датчик числа оборотов, блок зажимов наборных, генератор постоянного тока, электродвигатель и т. д.);



– прочие изделия (*применяемые по техническим условиям*). При заполнении данного раздела изделия должны быть записаны в спецификацию по группам:

а) крепежные изделия (болты, винты, гайки, шайбы, шпильки, шпонки и т. д.);

б) электротехнические изделия (датчик числа оборотов, блок зажимов наборных, генератор постоянного тока, наконечники кабельные, электродвигатель и т. д.);

– материалы (все материалы, входящие в конструкцию агрегата силового электромашинного, например труба стальная для электропроводки, припой, кабели, провода, шнуры, краски, растворители, спирт, флюс и т. д.).

После каждого раздела спецификации рекомендуется оставлять несколько пустых строк.

Примеры выполнения спецификаций имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР\ОИПС\КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СПЕЦИФИКАЦИИ.**

### ***8.12 Методические рекомендации и требования при выполнении схемы электрической соединений агрегата силового электромашинного***

СЭС агрегата силового электромашинного выполняется (в учебных целях) методом адресов. При этом за основу изображения УГО элементов СЭС взяты УГО элементов СЭП. Примеры выполнения изображения УГО элементов СЭС имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР\ОИПС\КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЙ.**

Размещение изображений УГО элементов СЭС должно строго соответствовать их фактическому расположению на агрегате силовом электромашинном (вид сверху, сборочный чертеж).

При выполнении СЭС рекомендуется использовать следующую толщину линий:

- для силовых цепей и УГО элементов силовых цепей – 1 мм;
- для цепей управления и УГО элементов цепей управления – 0,5 мм;
- для изображения элемента (функциональный блок) – 0,5 мм.

Для выполнения надписей и обозначений на СЭС рекомендуется следующий шрифт:

- буквенно-цифровое обозначение элементов СЭС, обозначения потенциальных точек СЭП, обозначения выводов элементов СЭС – Arial Narrow;
- буквенно-цифровое обозначение элементов СЭС – Arial Narrow 9;
- обозначения потенциальных точек – Arial Narrow 8;
- обозначения выводов элементов – Arial Narrow 7;
- обозначения порядкового номера элемента СЭС – Arial Narrow 9;

Над основной надписью должны быть размещены технические требования.





Примеры выполнения схем электрических соединений имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ \ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР \ ОИПС \ КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЙ.**

### ***8.13 Методические рекомендации и требования при выполнении таблицы соединений для схемы электрической соединений агрегата силового электромашинного***

На СЭС агрегата силового электромашинного (метод адресов) выпускается таблица соединений. Рекомендуется таблицу соединений выполнять на отдельном листе формата А4. Примеры выполнения таблиц соединений для схем электрических соединений имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР\ОИПС\КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЙ.**

Таблица соединений выполняется по ГОСТ 2.702–96. Выбор сечения проводов [3]. Выбор цвета изоляции проводов по ГОСТ Р 50462–2009 (МЭК 60446–2007).

Рекомендуется применять провода со следующим цветом изоляции:

- фазный проводник (силовые цепи переменного тока) – черный;
- полюсный проводник (силовые цепи постоянного тока) – коричневый;
- цепи управления переменного тока – черный;
- цепи управления постоянного тока – черный;
- нейтральный и средний проводник (рабочий ноль) – синий;
- защитный проводник (РЕ) – желто-зеленый.

При выполнении электрического монтажа рекомендуется использовать провода следующих марок:

- силовые цепи переменного тока – черный;
- силовые цепи постоянного тока – черный;
- цепи управления переменного тока – черный;
- цепи управления постоянного тока – черный;
- рабочий ноль – голубой;
- защитный проводник (РЕ) – желто-зеленый.

Примеры выполнения таблиц соединений для схем электрических соединений имеются в классе ПЭВМ кафедры (лаб. 207/2) по следующему адресу: **D:\МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ\СПЕЦИАЛЬНОСТЬ\_ЭОАТР\ОИПС\КУРСОВОЕ\_ПРОЕКТИРОВАНИЕ\СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЙ.**



## 9 Методические рекомендации по использованию стандартов

При выполнении курсовой работы рекомендуется использовать следующие ГОСТы.

**ГОСТ 2.701–2008.** *Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.*

**ГОСТ 2.702–2011.** *Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем.*

**ГОСТ 2.703–2011.** *Единая система конструкторской документации. Правила выполнения кинематических схем.*

**ГОСТ 2.705–70.** *Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками.*

**ГОСТ 2.708–81.** *Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.*

**ГОСТ 2.709–89.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах.*

**ГОСТ 2.710–81.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.*

**ГОСТ 2.711–82.** *Единая система конструкторской документации. Схема деления изделия на составные части.*

**ГОСТ 2.721–74.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.*

**ГОСТ 2.722–68.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.*

**ГОСТ 2.723–68.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.*

**ГОСТ 2.725–68.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие.*

**ГОСТ 2.726–68.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Токосъемники.*

**ГОСТ 2.727–68.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.*

**ГОСТ 2.728–74.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.*

**ГОСТ 2.729–68.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.*

**ГОСТ 2.730–73.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.*

**ГОСТ 2.731–81.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные.*

**ГОСТ 2.732–68.** *Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Источники света*



**ГОСТ 2.741–68.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические.

**ГОСТ 2.743–91.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.

**ГОСТ 2.745–68.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Электронагреватели, устройства и установки электротермические.

**ГОСТ 2.746–68.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Генераторы и усилители квантовые.

**ГОСТ 2.747–68.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.

**ГОСТ 2.750–68.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Род тока и напряжения; виды соединения обмоток; формы импульсов.

**ГОСТ 2.751–73.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Электрические связи, провода, кабели и шины.

**ГОСТ 2.752–71.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Устройства телемеханики.

**ГОСТ 2.754–72.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические электрического оборудования и проводок на планах.

**ГОСТ 2.755–87.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.

**ГОСТ 2.756–76.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств.

**ГОСТ 2.757–81.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы коммутационного поля коммутационных систем.

**ГОСТ 2.758–81.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Сигнальная техника.

**ГОСТ 2.759–82.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.

**ГОСТ 2.764–86.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в электрических схемах. Интегральные оптоэлектронные элементы индикации.

**ГОСТ 2.767–89.** Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в электрических схемах. Реле защиты.



## Список литературы

- 1 **Александров, К. К.** Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – 3-е изд., стереот. – Москва: МЭИ, 2007. – 300 с.
- 2 **Александров, К. К.** Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.: ил.
- 3 **Белоруссов, Н. И.** Электрические кабели, провода и шнуры: справочник / Н. И. Белоруссов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 536 с.
- 4 **Романычева, Э. Т.** AutoCAD 14 / Э. Т. Романычева. – Москва : ДМК; Радио и связь, 1997. – 480 с.
- 5 Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: справочник / Под ред. Э. Т. Романычевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Радио и связь, 1989. – 448 с.: ил.
- 6 Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / Под ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – Т. 1. – 455 с.: ил.
- 7 Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / Под ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – Т. 2. – 688 с.: ил.
- 8 Электрические кабели, провода и шнуры / Под ред. Н. И. Белоруссова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 536 с.; ил.
- 9 Изделия кабельные. Т. 1: Кабели, провода и шнуры силовые / Под общ. ред. А. И. Балашова. – Москва: ВНИИКП, 2004. – Ч. 1. – 225 с.
- 10 Изделия кабельные. Т. 1: Кабели, провода и шнуры силовые / Под общ. ред. А. И. Балашова. – Москва: ВНИИКП, 2004. – Ч. 2. – 199 с.
- 11 Изделия кабельные. Т. 1: Кабели, провода и шнуры силовые / Под общ. ред. А. И. Балашова. – Москва: ВНИИКП, 2004. – Ч. 3. – 160 с.
- 12 Изделия кабельные. Т. 1: Кабели, провода и шнуры силовые / Под общ. ред. А. И. Балашова. – Москва: ВНИИКП, 2004. – Ч. 4. – 140 с.
- 13 **Тищенко, Н. М.** Введение в проектирование систем управления / Н. М. Тищенко. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 266 с.
- 14 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А. С. Клюев [и др.]. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
- 15 Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / В. И. Крупович [и др.]. – Москва: Энергоатомиздат, 1982. – 416 с.
- 16 Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В. А. Елисеева, А. В. Шинянского. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
- 17 **Анурьев, В. И.** Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В. И. Анурьев; под ред. И. Н. Жестковой. – Москва: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.



## Приложение А (рекомендуемое)

Таблица А.1 – Примерный состав графической части курсовой работы

Наименование	Вид чертежа (листа)	Обозначение	Рекомендуемый формат	Рекомендуемый объем, л
Генератор 3232.3771-10. Характеристики	Документы прочие	ОИПР1822.00.00.000 Д1	A3	2
Стенд ХХУУZZ	Ведомость проекта	ОИПР1822.00.00.000 ВП	A4	2
Стенд ХХУУZZ	СЭФ	ОИПР1822.00.00.000 Э2	A2	1
Стенд ХХУУZZ	СЭП	ОИПР1822.00.00.000 Э3	A3	1
Стенд ХХУУZZ	СЭС	ОИПР1822.00.00.000 Э4	A3	1
Стенд ХХУУZZ (масштаб 1:10)	Сборочный чертеж	ОИПР1822.00.00.000 СБ	A3	1
Агрегат силовой электромашинный	СЭФ	ОИПР1822.00.10.000 Э2	A4	1
Агрегат силовой электромашинный	СЭП	ОИПР1822.00.10.000 Э3	A4	1
Агрегат силовой электромашинный	СЭС	ОИПР1822.00.10.000 Э4	A4	1
Агрегат силовой электромашинный (масштаб 1:2)	Сборочный чертеж	ОИПР1822.00.10.000 СБ	A2	1
Станция управления	СЭФ	ОИПР1822.00.40.000 Э2	A4	1
Станция управления	СЭП	ОИПР1822.00.40.000 Э3	A4	1
Станция управления	СЭС	ОИПР1822.00.40.000 Э4	A4	1
Станция управления (масштаб 1:10)	Сборочный чертеж	ОИПР1822.00.40.000 СБ	A3	1
Панель управления и измерительных приборов	СЭФ	ОИПР1822.00.41.000 Э2	A4	1
Панель управления и измерительных приборов	СЭП	ОИПР1822.00.41.000 Э3	A4	1
Панель управления и измерительных приборов	СЭС	ОИПР1822.00.41.000 Э4	A4	1
Панель управления и измерительных приборов (масштаб 1:2)	Сборочный чертеж	ОИПР1822.00.41.000 СБ	A2	1
Панель силовых элементов	СЭФ	ОИПР1822.00.42.000 Э2	A4	1
Панель силовых элементов	СЭП	ОИПР1822.00.42.000 Э3	A4	1
Панель силовых элементов	СЭС	ОИПР1822.00.42.000 Э4	A4	1
Панель силовых элементов (масштаб 1:2)	Сборочный чертеж	ОИПР1822.00.42.000 СБ	A2	1