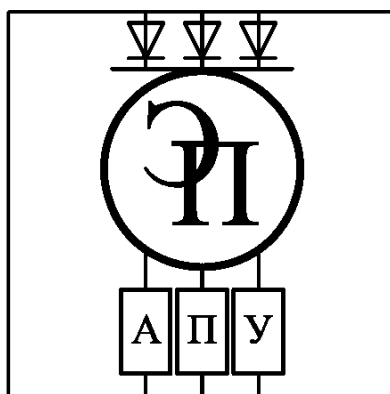


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

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



Могилев 2023

УДК 62-83  
ББК 31.291  
К75

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» «31» августа 2022 г., протокол № 1

Составитель ст. преподаватель А. С. Третьяков

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов

Методические рекомендации предназначены для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения, изучающих дисциплину «Компьютерные системы». Даны необходимые сведения для выполнения курсового проектирования.

Учебное издание

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Ответственный за выпуск	С. М. Фурманов
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2023

## Содержание

Введение.....	4
1 Общий подход к курсовому проектированию .....	5
1.1 Общая характеристика курсовой работы .....	5
1.2 Содержание и объем курсовой работы .....	7
2 Темы для курсовой работы .....	12
3 Алгоритм выполнения курсовой работы.....	18
3.1 Анализ вариантов проектируемого стенда.....	18
3.2 Эскиз компоновки проектируемого стенда.....	18
3.3 Разработка схемы электрической функциональной проектируемого стенда.....	18
3.4 Декомпозиция проектируемого стенда.....	18
3.5 Разработка конструкторской документации .....	19
Список литературы .....	19
Приложение А .....	21
Приложение Б.....	23
Приложение В.....	28
Приложение Г .....	30
Приложение Д.....	34
Приложение Е.....	36
Приложение Ж.....	39

## Введение

Целью курсовой работы является закрепление на практике знаний, полученных при изучении дисциплины «Компьютерные системы» (КС) по разработке и оформлению основных конструкторских документов.

К защите курсовой работы допускаются студенты, прослушавшие курс лекций, выполнившие цикл лабораторных работ и полностью оформившие в соответствии со всеми требованиями курсовую работу.

В методических рекомендациях приводятся конкретные советы и примеры, которые помогут студентам качественно и в срок подготовить и защитить курсовую работу. Описаны этапы проектирования, особенности проектирования, особенности разделов курсовой работы для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения профиля подготовки «Электрооборудование автомобилей и тракторов», изучающих дисциплину «Компьютерные системы».

# 1 Общий подход к курсовому проектированию

## 1.1 Общая характеристика курсовой работы

Каждому студенту выдается индивидуальное задание к курсовой работе.

Курсовая работа включает следующие разделы.

- 1 Анализ вариантов проектируемого стенда.
- 2 Эскиз компоновки проектируемого стенда.
- 3 Декомпозиция проектируемого стенда.
- 4 Разработка схемы электрической функциональной проектируемого стенда.
- 5 Разработка конструкторской документации на электромашинный агрегат.
- 6 Разработка конструкторской документации на станцию управления.
- 7 Разработка конструкторской документации на стенд лабораторный.

При выполнении курсового проекта студент выполняет следующие виды проектной документации:

- спецификации;
- сборочные чертежи;
- схемы электрические принципиальные;
- схемы электрические функциональные;
- перечни элементов;
- схемы электрические соединений;
- таблицы соединений.

В первом разделе рассматриваются возможные варианты для реализации индивидуального задания. Проводится их сравнительная оценка.

Во втором разделе рассматриваются вопросы проектирования разрабатываемого лабораторного стенда, проводится анализ вариантов его компоновки и размещения в нем электрооборудования.

В третьем разделе производится вычленение отдельных функционально законченных узлов проектируемого лабораторного стенда, рассматриваются их возможности применения.

В четвертом разделе описывается схема электрическая функциональная разрабатываемого лабораторного стенда, рассматривается принцип его работы.

В пятом-девятом разделах рассматриваются вопросы разработки конструкторской документации на отдельные функциональные узлы проектируемого лабораторного стенда:

- расчет и выбор основного и вспомогательного электрооборудования (разработка схемы электрической принципиальной и перечня элементов);
- выбор способа прокладки проводов и кабелей. Выбор проводов и кабелей (разработка схемы электрической соединений и таблицы соединений);
- компоновка, размещение, и монтаж электрооборудования (разработка сборочного чертежа со спецификацией).

На завершающем этапе курсового проектирования оформляется пояснительная записка.

График выполнения курсовой работы представлен в таблице 1.

Таблица 1 – График выполнения курсовой работы

Содержание пояснительной записки	Содержание графической части	Трудоемкость этапа, %
Постановка задачи на проектирование. Разработка схемы электрической функциональной и перечня элементов. Декомпозиция лабораторного стенда	Стенд лабораторный. Схема электрическая функциональная. Перечень элементов	5
Разработка схемы электрической принципиальной электромашинного агрегата. Расчет и выбор основного и вспомогательного электрооборудования. Составление перечня элементов	Агрегат электромашинный. Схема электрическая принципиальная. Перечень элементов	5
Компоновка электрооборудования электромашинного агрегата. Монтаж электрооборудования. Разработка сборочного чертежа. Составление спецификации	Агрегат электромашинный. Сборочный чертеж. Спецификация	5
Выбор способа прокладки проводов и кабелей. Выбор проводов и кабелей. Разработка схемы электрической соединений агрегата электромашинного. Составление таблицы соединений	Агрегат электромашинный. Схема электрическая соединений. Таблица соединений	5
Разработка схемы электрической принципиальной станции управления. Составление перечня элементов	Станция управления. Схема электрическая принципиальная. Перечень элементов	5
Компоновка электрооборудования станции управления. Монтаж электрооборудования. Разработка сборочного чертежа. Составление спецификации	Станция управления. Сборочный чертеж. Спецификация	5
Выбор способа прокладки проводов и кабелей. Выбор проводов и кабелей. Разработка схемы электрической соединений станции управления. Составление таблицы соединений	Станция управления. Схема электрическая соединений. Таблица соединений	5
Разработка схемы электрической принципиальной стенда лабораторного. Составление перечня элементов	Стенд лабораторный. Схема электрическая принципиальная. Перечень элементов	5
Компоновка электрооборудования стенда лабораторного. Монтаж электрооборудования. Разработка сборочного чертежа агрегата. Составление спецификации	Стенд лабораторный. Сборочный чертеж. Спецификация	5
Выбор способа прокладки проводов и кабелей. Выбор проводов и кабелей. Разработка схемы электрической соединений стенда лабораторного. Составление таблицы соединений	Стенд лабораторный. Схема электрическая соединений. Таблица соединений	5
Оформление пояснительной записки		20

Студенты выполняют курсовую работу в соответствии с графиком инженерного факультета заочного образования.

## 1.2 Содержание и объем курсовой работы

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части.

### 1.2.1 Пояснительная записка. Состав и общие требования к оформлению.

Пояснительная записка включает в себя следующее.

1 Титульный лист (1 с.).

2 Задание на курсовое проектирование (2 с., печатаются на одном листе с двух сторон).

3 Оглавление (2–3 с.).

4 Введение (1 с.).

5 Конструкторская часть (30–55 с.).

6 Заключение (1 с.).

7 Список литературы (1–3 с.).

8 Приложения (1–5 с.).

9 Проектная документация (10–20 с.).

Полный состав пояснительной записки представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав пояснительной записки

Раздел, подраздел, пункт	Рекомендуемый объем, с.
Содержание	2
Задание на курсовое проектирование	2
Введение	1
1 Анализ вариантов проектируемого стенда	1–2
2 Эскиз компоновки проектируемого стенда	1–2
3 Разработка схемы электрической функциональной проектируемого стенда	1–3
4 Декомпозиция проектируемого стенда	1–2
5 Разработка конструкторской документации на электромашинный агрегат	
5.1 Требования к электрооборудованию	2–3
5.2 Расчет и выбор электрооборудования	3–6
5.3 Выбор вида прокладки проводов и кабелей	1
5.4 Расчет и выбор электрооборудования	3–6
5.5 Выбор вида прокладки проводов и кабелей	1
5.6 Расчет токовых нагрузок и выбор проводов и кабелей	1
5.7 Компоновка электрооборудования	1–3
5.8 Монтаж электрооборудования	1–3
6 Разработка конструкторской документации на станцию управления	
6.1 Выбор вида прокладки проводов и кабелей	1
6.2 Расчет токовых нагрузок и выбор проводов и кабелей	1
6.3 Компоновка электрооборудования	1–3

## Окончание таблицы 2

Раздел, подраздел, пункт	Рекомендуемый объем, с.
6.4 Монтаж электрооборудования	1–3
7 Разработка конструкторской документации на стенд лабораторный	
7.1 Выбор вида прокладки проводов и кабелей	1
7.2 Расчет токовых нагрузок и выбор проводов и кабелей	1
7.3 Компоновка электрооборудования	1–3
7.4 Монтаж электрооборудования	1–3
Заключение	1
Список литературы	1–3
Приложения	1–6
Проектная документация	10–20
Содержание	2

Примерный объем пояснительной записки – 45–60 листов формата А4.

Пояснительная записка должна быть грамотно написана и правильно оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95, при этом необходимо придерживаться следующих правил.

Пояснительная записка выполняется на листах белой бумаги формата А4 рукописным или машинописным (компьютерным) способом с одной стороны. Все листы пояснительной записки должны иметь рамки и основные надписи по ГОСТ 2.105–95. Раздел должен начинаться на листе с основной надписью по форме 2, все прочие листы имеют основную надпись по форме 2а.

Текст располагают следующим образом: расстояние от рамки до границ текста оставляют слева и справа не менее 5 мм, сверху и снизу – не менее 10 мм.

Текст пояснительной записки разбивается на разделы.

Разделы разбиваются на подразделы, подразделы на пункты, пункты на подпункты. При этом должны выполняться следующие требования.

Раздел начинается с нового листа. Для нумерации разделов используются цифры 1, 2, 3 и т. д. Цифра (номер раздела) от наименования раздела отделяется пробелом. Запись данной комбинации начинается с абзацного отступа. Размер абзацного отступа должен быть равен пяти пробелам. Если наименование раздела состоит из двух предложений, первое отделяется от второго точкой.

Наименование разделов, подразделов и пунктов должны быть краткими и соответствовать содержанию. В заголовках на первом месте должно быть название объекта (имя существительное), а затем – определения (имена прилагательные) в порядке их значимости.

Номера подразделов состоят из номеров раздела и номера подраздела, номер пункта – из номера раздела, номера подраздела и номера пункта. Номера разделяются при помощи точки.



Высота цифр порядкового номера и букв в наименовании должна быть одинаковой. В заголовках переносы слов не допускаются. Расстояние между заголовком и последующим текстом, в том числе и заголовком подраздела, должно быть равно двум интервалам. Расстояние между заголовком подраздела и последней строкой предыдущего текста должно быть равно двум интервалам.

Текст записки излагают кратко, четко, не допуская различных толкований. Не рекомендуется применять сложные предложения и обороты. Принятая в тексте терминология должна соответствовать установленной стандартами, а при отсутствии стандарта – общепринятой в научно-технической литературе.

Все листы пояснительной записки учитываются при выполнении сквозной нумерации, включая титульный лист; номера на этих страницах не ставят. Номера страниц ставят в правом верхнем углу. Если имеются рисунки, таблицы, расположенные на отдельных листах, то эти листы необходимо включить в общую нумерацию.

Условные буквенные обозначения механических, физических, математических и других величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать установленным стандартам. В тексте перед обозначением параметра дают его пояснения.

В пояснительной записке должны применяться единицы измерения Международной системы единиц (СИ); как исключение, допускаются к использованию единицы системы СГС наравне с единицами СИ.

В формулах обозначения символов и числовых коэффициентов должны соответствовать принятым стандартам. Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны находиться непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены. Первая строка расшифровки должна начинаться словом «где» без двоеточия после него.

Формулы располагают по центру листа, соблюдая симметричность. Расстояние между строкой формулы, нижней и верхней строками текста должно быть равно 10 мм, нумерация формул делается сквозной по разделам.

Каждую иллюстрацию (рисунки, чертежи, схемы, таблицы, графики, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в пояснительной записке непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице, если на данной странице она не помещается. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте. Каждая иллюстрация должна иметь нумерацию и название, все они независимо от их вида называются рисунками и нумеруются арабскими цифрами, после которых ставится точка (например, Рисунок 1.7 или Рисунок 4.3), далее следует наименование иллюстрации.

Для удобства изложения цифровых и других данных рекомендуется оформлять их в виде таблиц. Размеры таблиц выбирают произвольно в зависимости от представляемого материала. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Таблица должна иметь название столбцов и строк. Записывают заголовки, начиная с прописных букв. Диагональные деления головки таблицы не допускаются. Таблицы также имеют нумерацию по разделам. Повторяющийся в столбце текст, если он состоит из одного слова, заменяется кавычками, если же он состоит из

двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «тоже», а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается.

Таблица должна иметь тематический заголовок. Заголовок помещают над соответствующей таблицей под словом «Таблица», начинают его с прописной буквы. При ссылке в тексте слово «таблица» дается со строчной буквы: например, таблица 3.5.

Нумерация таблиц ведется арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из двух цифр: номера раздела и номера таблицы по порядку в данном разделе, номера разделяются точкой. При переносе таблицы на следующий лист головку таблицы повторяют и над ней указывают: «Продолжение таблицы» с ее номерами. Ссылки на ранее упомянутые таблицы дают в сопровождении сокращенного слова «смотри» и в скобках, например, (см. таблицу 3.5).

Для пояснения излагаемого текста рекомендуется его иллюстрировать фотографиями, схемами, чертежами и пр. Иллюстрации, помещаемые в тексте, именуют рисунками. Если рисунков больше одного, они должны иметь порядковые номера. Нумерация ведется арабскими цифрами. Номер рисунка состоит из двух цифр: номера раздела и номера рисунка по порядку в данном разделе, номера разделяются точкой.

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его.

Допускается не нумеровать мелкие иллюстрации (мелкие рисунки), размещенные непосредственно в тексте и на которые в дальнейшем нет ссылок

Надписи на рисунках выполняют чертежным шрифтом с размером букв и цифр, принятых в тексте записки. Рисунки следует размещать сразу после упоминания о них в тексте.

Выполнение рисунков карандашом, применение отсканированных изображений не допускается.

В качестве иллюстраций в записке можно использовать графики и диаграммы. Диаграммы должны быть наглядными, четкими, без поясняющих надписей на полях. Поясняющие надписи должны быть указаны либо в тексте документа, либо в подрисуночных подписях.

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

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

1.2.2 *Графическая часть. Состав и общие требования к оформлению.*  
Состав графической части приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав графической части

Шифр чертежа	Наименование чертежа	Рекомендуемый формат
СЛХYZ 00.00.000 Э2	Стенд лабораторный. Схема электрическая функциональная	A1
СЛХYZ 00.00.000 Э3	Стенд лабораторный. Схема электрическая принципиальная	A3
СЛХYZ 00.00.000 СБ	Стенд лабораторный. Сборочный чертеж	A2
СЛХYZ 00.00.000 Э4	Стенд лабораторный. Схема электрическая соединений	A3
СЛХYZ 00.10.000 Э3	Агрегат электромашинный. Схема электрическая принципиальная	A4
СЛХYZ 00.10.000 СБ	Агрегат электромашинный. Сборочный чертеж	A2
СЛХYZ 00.10.000 Э4	Агрегат электромашинный. Схема электрическая соединений	A4
СЛХYZ 00.20.000 Э3	Станция управления. Схема электрическая принципиальная	A4
СЛХYZ 00.20.000 СБ	Станция управления. Сборочный чертеж	A2
СЛХYZ 00.20.000 Э4	Станция управления. Схема электрическая соединений	A4
<i>Примечание</i> – X – номер темы на проектирование; Y – номер задания на проектирование; Z – номер варианта на проектирование		

Рекомендуемый объем графической части курсовой работы, как правило, составляет шесть листов формата A1.

Графическую часть курсовой работы выполняют на листах чертежной бумаги формата A1 (594 × 841 мм) или других форматов в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Все листы графической части должны иметь рамки и основные надписи по ГОСТ 2.104, основная надпись – по форме 1. Если чертеж выполняется на нескольких листах, то последующие листы имеют основную надпись по форме 2а.

Содержание каждого листа графической части курсовой работы должно обсуждаться и согласовываться с руководителем курсовой работы. Однако при любой тематике курсовой работы в графической части должны быть представлены результаты электрических расчетов, продольный и поперечный разрезы изделия АТЭ, а также детали и отдельные узлы изделий.

Нанесение на чертежи надписей, технических требований осуществляется в соответствии с основными положениями стандартов ЕСКД и ЕСТПП. Надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно представлять при помощи условных графических обозначений.

*1.2.3 Состав проектной документации.* Проектная документация является частью пояснительной записки. Состав проектной документации представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Состав проектной документации

Шифр чертежа	Наименование текстового документа	Рекомендуемый объем, с.
СЛХYZ 00.00.000	Стенд лабораторный. Спецификация	1
СЛХYZ 00.00.000 ПЭ2	Стенд лабораторный. Перечень элементов	2
СЛХYZ 00.00.000 ПЭ3	Стенд лабораторный. Перечень элементов	2
СЛХYZ 00.00.000 ТЭ4	Стенд лабораторный. Таблица соединений	2
СЛХYZ 00.10.000	Агрегат электромашинный. Спецификация	1
СЛХYZ 00.10.000 ПЭ3	Агрегат электромашинный. Перечень элементов	1
СЛХYZ 00.10.000 ТЭ4	Агрегат электромашинный. Таблица соединений	1
СЛХYZ 00.20.000	Станция управления. Спецификация	1–3
СЛХYZ 00.20.000 ПЭ3	Станция управления. Перечень элементов	1–3
СЛХYZ 00.20.000 ТЭ4	Станция управления. Таблица соединений	1–3
<i>Примечание</i> – X – номер темы на проектирование; Y – номер задания на проектирование; Z – номер варианта на проектирование		

Проектная документация оформляется на листах белой бумаги формата А4 машинописным текстом с одной стороны. Все листы проектной части должны иметь рамки и основные надписи по ГОСТ 2.104, основная надпись – по форме 1. Если чертеж выполняется на нескольких листах, то последующие листы имеют основную надпись по форме 2а. Все документы в курсовой работе должны соответствовать требованиям действующих требований ЕСКД.

## 2 Темы для курсовой работы

**Тема 1. Разработка конструкторской документации на асинхронный электропривод на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором**

### Задание 1

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск;
- динамическое торможение;
- несимметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений;
- понижение напряжения на статоре;

– индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

### **Задание 2**

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск;
- реверс;
- симметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений;
- понижение напряжения на статоре;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

### **Задание 3**

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск;
- конденсаторное торможение;
- несимметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений;
- понижение напряжения на статоре;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

### **Задание 4**

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск;
- конденсаторно-динамическое торможение;
- симметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений;
- понижение напряжения на статоре;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

## **Тема 2. Разработка конструкторской документации на асинхронный электропривод на базе асинхронного двигателя с фазным ротором**

### **Задание 1**

Схема должна обеспечивать:

- реостатный пуск в две ступени в функции времени;
- конденсаторное торможение;
- понижение напряжения на статоре;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

### **Задание 2**

Схема должна обеспечивать:

- реостатный пуск в три ступени в функции времени;
- магнитное торможение;
- понижение напряжения на статоре;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

### **Задание 3**

Схема должна обеспечивать:

- реостатный пуск в три ступени в функции времени;
- однофазное торможение;
- понижение напряжения на статоре;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

### **Задание 4**

Схема должна обеспечивать:

- реостатный пуск в четыре ступени в функции времени;

- реверс;
- понижение напряжения на статоре;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

### **Тема 3. Разработка конструкторской документации на асинхронный электропривод на базе многоскоростного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором**

#### **Задание 1**

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск при изменении числа пар полюсов;
- понижение напряжения на статоре для различного числа пар полюсов;
- симметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений для различного числа пар полюсов;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

#### **Задание 2**

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск при изменении числа пар полюсов;
- понижение напряжения на статоре для различного числа пар полюсов;
- несимметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений для различного числа пар полюсов;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

#### **Задание 3**

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск при изменении числа пар полюсов;
- динамическое торможение для различного числа пар полюсов;
- симметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений для различного числа пар полюсов;

– индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

#### Задание 4

Схема должна обеспечивать:

- прямой пуск при изменении числа пар полюсов;
- конденсаторное торможение для различного числа пар полюсов;
- несимметричное введение в цепь статора активных добавочных сопротивлений для различного числа пар полюсов;
- индикацию режимов работы, а также необходимые защиты (от токов короткого замыкания, от длительных токов перегрузки, нулевая защита).

Якорь двигателя постоянного тока замыкается на активное добавочное сопротивление.

Питание обмотки возбуждения двигателя постоянного тока выполняется от сети постоянного тока напряжением 110 В.

Номера вариантов для тем даны в таблицах 5–7.

Таблица 5 – Номер варианта для темы 1

Номера варианта	1	2	3	4	5
Тип двигателя	АИР112М2	АИР160S2	АИР160S2	АИР112М4	АИР132М4
Номинальная мощность, кВт	7,5	15	22	5,5	11
Монтажное исполнение	IM3081	IM1081	IM1081	IM2081	IM2181

Продолжение таблицы 5

Номера варианта	6	7	8	9	10
Тип двигателя	АИР160М4	АИР132М6	АИР180М6	АИР160М8	АИР180М8
Номинальная мощность, кВт	18,5	7,5	18,5	7,5	15
Монтажное исполнение	IM3081	IM1081	IM2081	IM2181	IM3081



Таблица 6 – Номер варианта для темы 2

Номера варианта	1	2	3	4	5
Тип двигателя	MTF111-6	MTF112-6	MTF211-6	MTF311-6	МТН312-6
Номинальная мощность, кВт	3,5	5	7,5	11	15

Продолжение таблицы 6

Номера варианта	6	7	8	9	10
Тип двигателя	MTF411-6	MTF311-8	МТН312-8	MTF411-8	МТН412-8
Номинальная мощность, кВт	22	7,5	11	15	22

Таблица 7 – Номер варианта для темы 3

Номера варианта	1	2	3	4
Тип двигателя	АИР160S4/2	АИР160S6/4	АИР160M6/4	АИР160S8/4/2
Номинальная мощность, кВт	11/14	7,5/8,5	11/13	4/5/6,5
Монтажное исполнение	IM3081	IM1081	IM1081	IM2081

Продолжение таблицы 7

Номера варианта	5	6	7
Тип двигателя	АИР160M8/4/2	АИР160S8/6/4	АИР160M8/6/4
Номинальная мощность, кВт	5/7,5/10,5	4/4,5/7,5	5/6,3/10
Монтажное исполнение	IM2181	IM3081	IM1081

Продолжение таблицы 7

Номера варианта	8	9	10
Тип двигателя	АИР160M12/8/6/4	АИР180M12/8/6/4	АИР180M8/6/4
Номинальная мощность, кВт	1,8/4/4,25/6,25	3/5,5/6/9	8/11/12,5
Монтажное исполнение	IM2081	IM2181	IM3081

## **3 Алгоритм выполнения курсовой работы**

### ***3.1 Анализ вариантов проектируемого стенда***

На начальном этапе производится анализ индивидуального задания. На основании знаний, полученных ранее, студент должен определить:

- 1) алгоритм снятия естественных и искусственных механических характеристик согласно индивидуальному заданию;
- 2) способ обработки полученных данных для построения экспериментальных характеристик;
- 3) состав оборудования, необходимого для снятия характеристик.

### ***3.2 Эскиз компоновки проектируемого стенда***

Далее студент должен провести эскизирование проектируемого стенда. Следует выделить основные функционально законченные узлы, проработать внешний вид стенда и расположение электрооборудования, пространственное расположение его составляющих частей.

### ***3.3 Разработка схемы электрической функциональной проектируемого стенда***

На основании анализа вариантов проектируемого стенда и эскиза компоновки проектируемого стенда определяются итоговый состав электрооборудования для каждого функционального законченного узла, связи между этими узлами и минимальный состав оборудования для каждого узла. Итогом данной работы является составление схемы электрической функциональной с составлением перечня элементов.

### ***3.4 Декомпозиция проектируемого стенда***

На основании схемы электрической функциональной производится декомпозиция проектируемого стенда – вычленение функционально законченных узлов, выполняющих определенную функцию, т. е. станция управления и агрегат электромашинный.

Станцию управления, в свою очередь, можно разделить на панель электроаппаратуры и панель управления.

Агрегат электромашинный представляет собой двигательную тумбу, на которой располагаются ящик сопротивлений, трехфазный автотрансформатор, двигатели, размещенные на рамах швеллерных, наборы клеммных зажимов.

Станция управления представляет собой шкаф, в котором расположены панель управления и панель электроаппаратуры.

Панель управления содержит:

- 1) коммутационную аппаратуру (автоматические выключатели, переключатели, тумблеры, рубильники, кнопочные посты, кнопочные выключатели и т. д.);
  - 2) измерительную аппаратуру (цифровые и аналоговые приборы, самописцы, и т. д.);
  - 3) регулируемую аппаратуру (реостаты, подстроечные резисторы и т. д.);
- Панель электроаппаратуры содержит:
- 1) силовую аппаратуру (магнитные пускатели, контакторы, реле, предохранители и т. д.);
  - 2) нагрузочные резисторы;
  - 3) наборы клеммных зажимов.

### ***3.5 Разработка конструкторской документации***

Далее идет разработка конструкторской документации на следующие компоненты проектируемого стенда.

- 1 Стенд лабораторный.
- 2 Агрегат электромашинный.
- 3 Станция управления.

Состав проектной документации и графической части приведен в пп. 1.2.2 и 1.2.3. Примеры проектной документации и графической части даны в приложениях А–Е.

Полный пример выполнения курсовой работы представлен в а. 207 кафедры «Электропривод и АПУ» на сервере по следующему адресу:

\\epetc001tr\ D:> \ Методические рекомендации \ Стандарты РФ \ Компьютерные системы \ Курсовая работа \

На завершающем этапе оформляется пояснительная записка.

## **Список литературы**

1 Использование стандартов в дипломном и курсовом проектировании: методические указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности Т11.02.00 «Автоматизированный электропривод» / Сост. Г. С. Ленецкий, А. Н. Шапчиц. – Могилев: МГТУ, 2002. – 46 с.

2 **Александров, К. К.** Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – 3-е изд., стереотип. – Москва: МЭИ, 2007. – 300 с.: ил.

3 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А. С. Ключев [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.: ил.

4 **Гольдберг, О. Д.** Инженерное проектирование и САПР электрических машин: учебник / О. Д. Гольдберг, И. С. Свириденко. – Москва: Академия, 2008. – 560 с.

5 Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектрон-

ной аппаратуры: справочник / Э. Т. Романычева [и др.]; под ред. Э. Т. Романычевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Радио и связь, 1989. – 448 с.: ил.

6 Курсовое проектирование механизмов РЭС: учебное пособие / В. В. Джамай [и др.]. – Москва: Высшая школа, 1991. – 246 с.: ил.

7 Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электротехнических специальностей вузов: учебное пособие / В. М. Блок [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1990. – 383 с.: ил.

8 Электрические кабели, провода и шнуры: справочник / Н. И. Белоруссов [и др.]. – Москва: Энергия, 1989. – 416 с.: ил.

9 **Александров, Е. Е.** Автоматизированное проектирование динамических систем: учебное пособие / Е. Е. Александров. – Киев: УМК ВО, 1989. – 140 с.: ил.

10 **Борисенко, И. Г.** Инженерная и компьютерная графика. Геометрическое и проекционное черчение: учебное пособие / И. Г. Борисенко. – 6-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. – 234 с.

11 **Чекмарев, А. А.** Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учебник / А. А. Чекмарев. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 396 с.

# Приложение А (справочное)

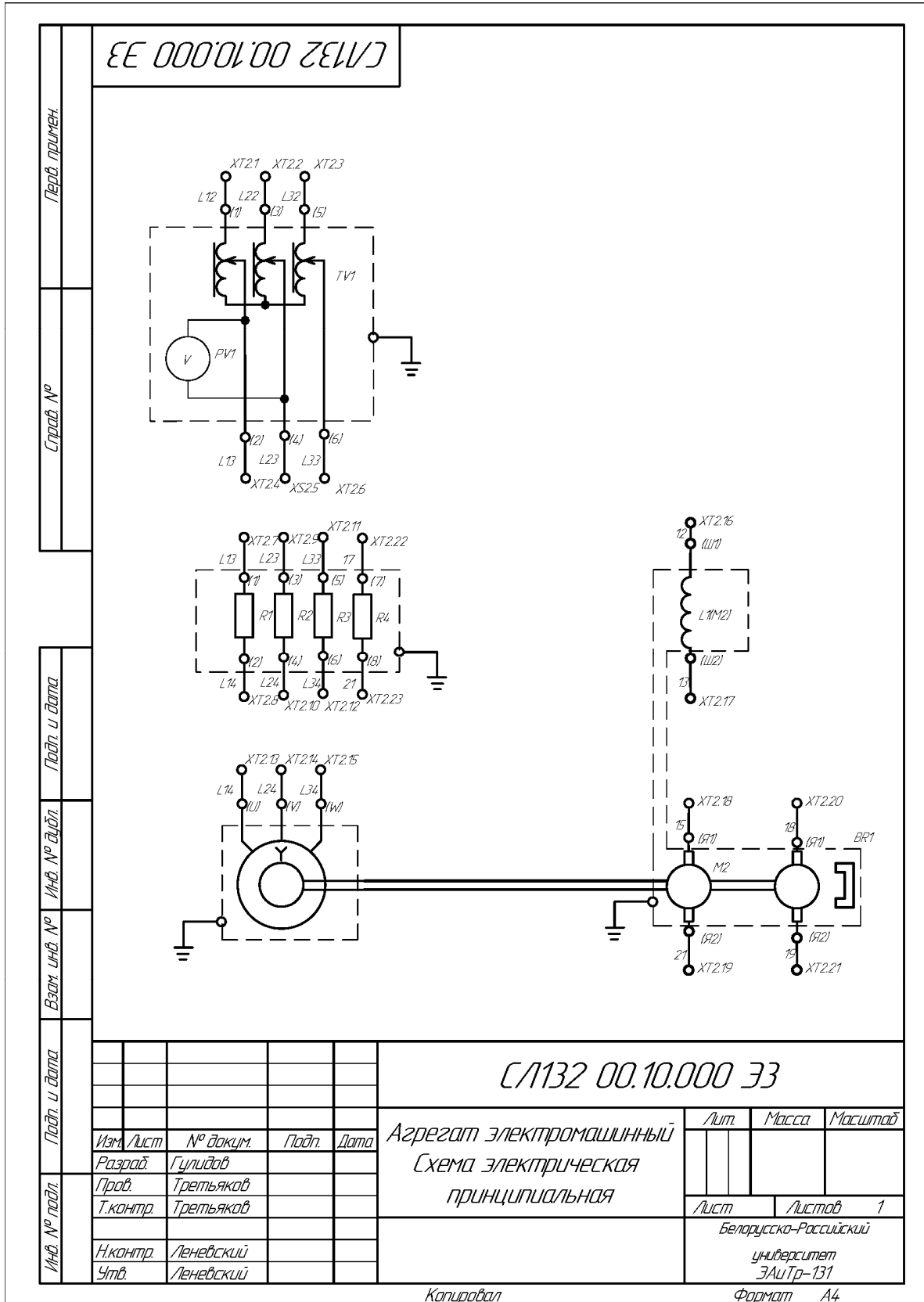


Рисунок А.1 – Агрегат электромашинный. Схема электрическая принципиальная

		Поз. обозначение	Наименование		Кол.	Примечание		
Перв. примен.	M1	Двигатель АИР112М2; 7.5 кВт; 3000 об/мин ТУ РБ 05755950-4.20-53			1			
	M2	Двигатель ПБСТ-53МУХ/4, Uя=220Вт, 8кВт, 3000 об/мин, ТУ 16-514.211-75			1	Встроен тахогенератор ТС-1М		
	R1,R4	Ящик сопротивления ЯС-3,220В, 15.8А, ТУ 16-91 ИРАК 4.34.345.001			1			
	TV1	Автотрансформатор лабораторный TGSC-15к, 380В, 15кВА, 20А			1			
	XT2	Блок клеммный КБ63-16П 23кл. ТУ 34.24-03965778			1			
Справ. №								
Подп. и дата								
Инв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СЛ132 00.10.000 ПЭЗ		
	Разраб.	Гулидов						
Инв. № подл.	Пров.	Третьяков				Агрегат электромашинный		
	Н.контр.	Леневский						
	Утв.	Леневский						
						Лист	Лист	Листов
								1
						Белорусско-Российский университет ЭЛитр-131		
						Формат А4		

Рисунок А.2 – Агрегат электромашинный. Перечень элементов

**Приложение Б  
(справочное)**

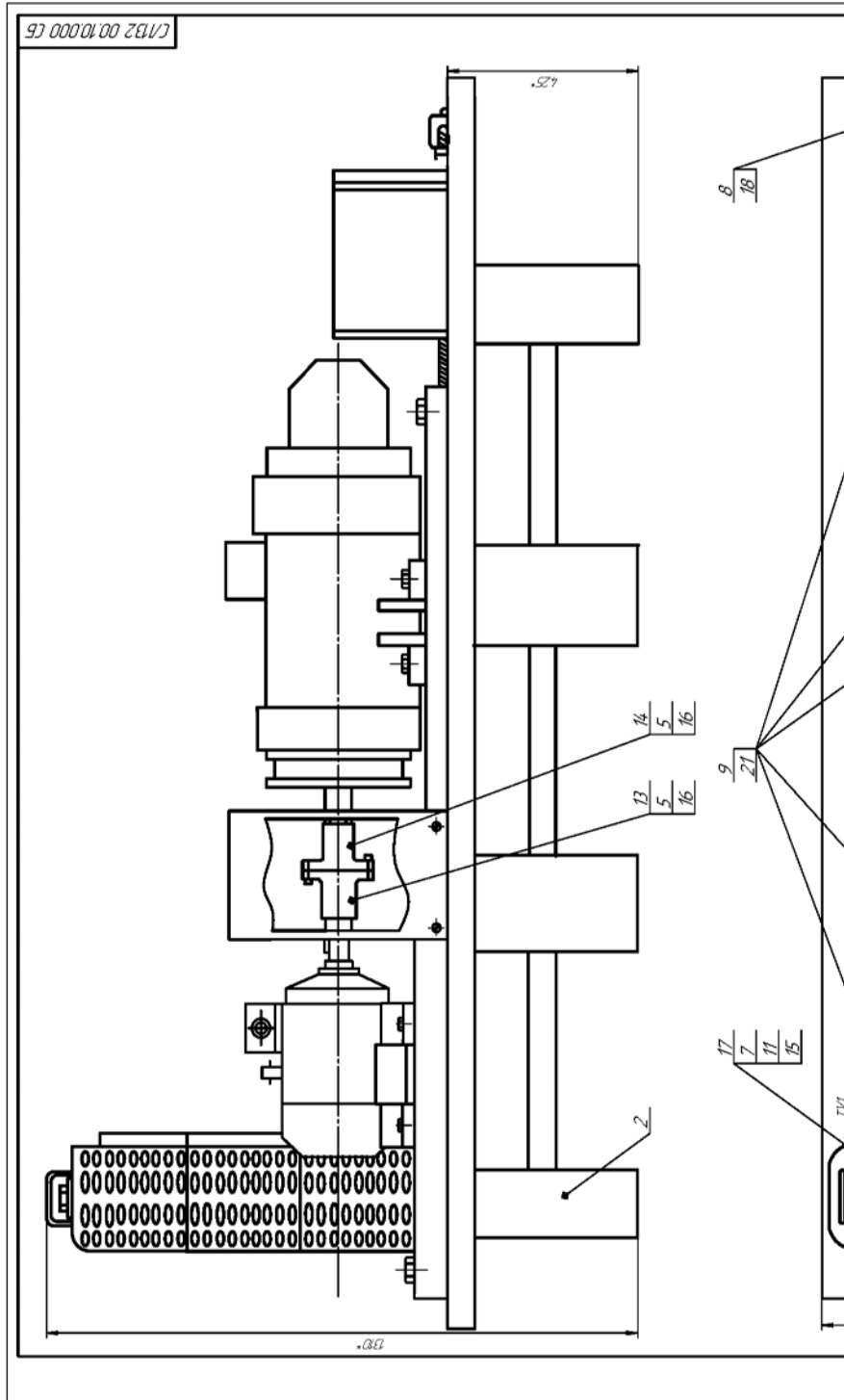
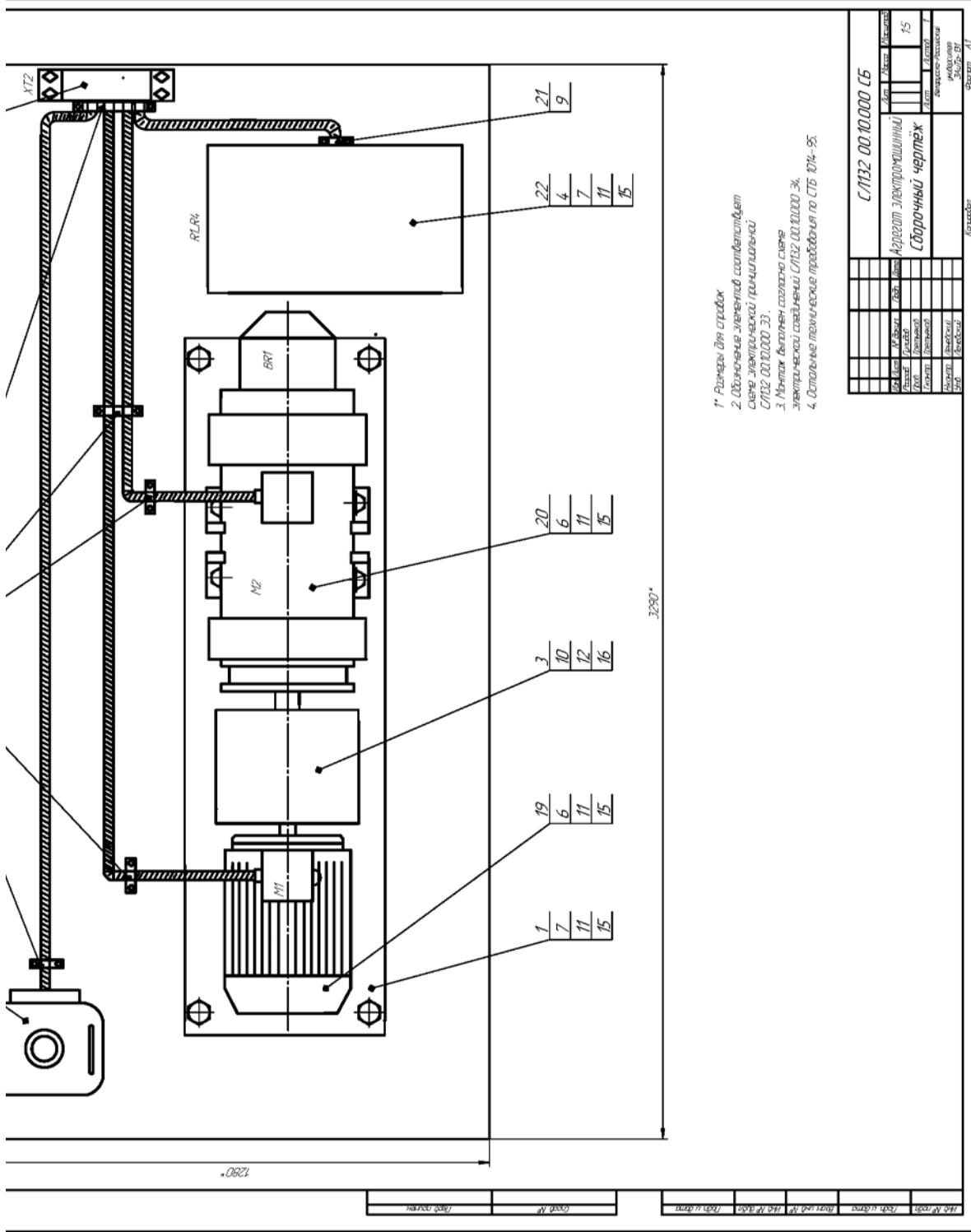


Рисунок Б.1 – Агрегат электромашинный. Сборочный чертёж



Окончание рисунка Б.1



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																			
<u>Документация</u>																																									
A1			С/1132 00.10.000 СБ	Сборочный чертёж																																					
A4			С/1132 00.10.000 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная																																					
A4			С/1132 00.10.000 ПЭЗ	Перечень элементов																																					
A4			С/1132 00.10.000 ЭЗ	Схема электрическая соединений																																					
A4			С/1132 00.10.000 ТЭЗ	Таблица соединений																																					
<u>Сборочные единицы</u>																																									
		1	С/1132 00.11.000	Рама швеллерная	1																																				
		2	С/1132 00.12.000	Тумба	1																																				
<u>Детали</u>																																									
			С/1132 00.10.001	Кожух защитный	1																																				
		4	С/1132 00.10.002	Крышка защитная	1																																				
<u>Стандартные изделия</u>																																									
		5		Болт М12х16 ГОСТ 14.91-80	16																																				
		6		Болт М12х64 ГОСТ 14.91-80	12																																				
		7		Болт М12х110 ГОСТ 14.91-80	12																																				
		8		Винт самонарезающий М2х16 ГОСТ 11651-80	4																																				
		9		Винт самонарезающий																																					
<b>С/1132 00.10.000</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Изм.</td> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 10%;">№ докум.</td> <td style="width: 10%;">Подп.</td> <td style="width: 10%;">Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Гулидов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td>Третьяков</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Леневский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Листов</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Леневский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">3</td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Разраб.	Гулидов				Лит.	Лист	Пров.	Третьяков					1	Н.контр.	Леневский				Листов		Утв.	Леневский				3	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																					
Разраб.	Гулидов				Лит.	Лист																																			
Пров.	Третьяков					1																																			
Н.контр.	Леневский				Листов																																				
Утв.	Леневский				3																																				
<b>Агрегат электромашинный</b>					Белорусско-Российский университет ЭАУр-131																																				
Копировал					Формат А4																																				

Рисунок Б.2 – Агрегат электромашинный. Спецификация





## Приложение В (справочное)

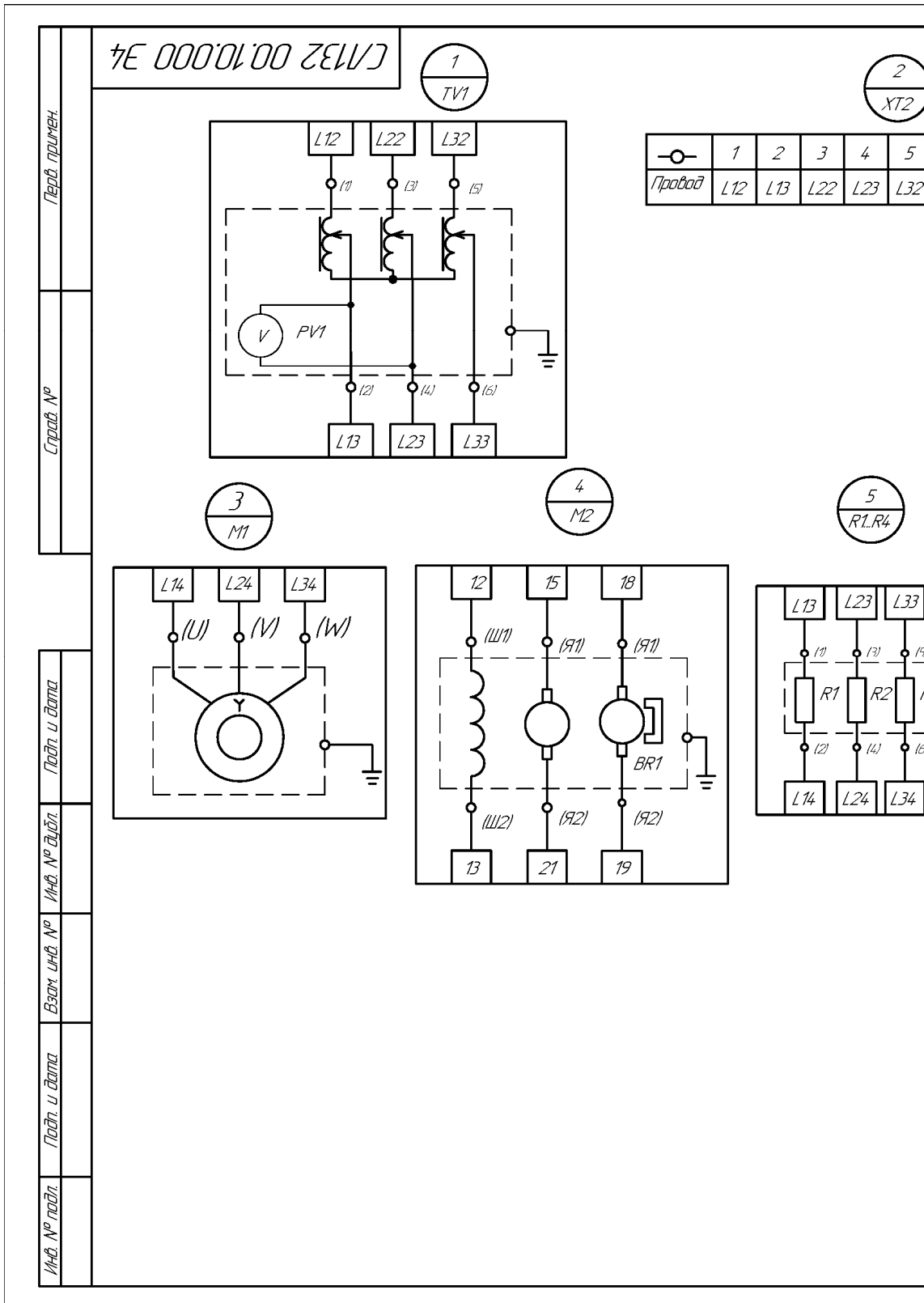
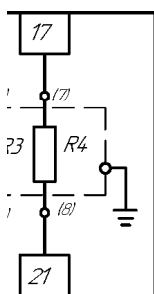


Рисунок В.1 – Агрегат электромашинный. Схема электрическая соединений

6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
L33	L13	L14	L23	L24	L33	L34	L14	L24	L34	12	13	15	21	18	19	17	21



1. Обозначение элементов соответствует схеме электрической принципиальной С/132 00.10.000 Э3
2. Расположение элементов соответствует сборочному чертежу С/132 00.10.000 СБ

					<i>С/132 00.10.000 Э4</i>			
					<i>Агрегат электромашинный</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Схема электрическая</i>			
					<i>соединений</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Гулидов</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
<i>Проб.</i>	<i>Третьяков</i>					<i>Беларусско-Российский</i>		
<i>Т.контр.</i>	<i>Третьяков</i>					<i>университет</i>		
<i>Н.контр.</i>	<i>Леневский</i>					<i>ЭАУр-131</i>		
<i>Утв.</i>	<i>Леневский</i>					<i>Формат А3</i>		

Копировал

Формат А3

Окончание рисунка В.1

## Приложение Г (справочное)

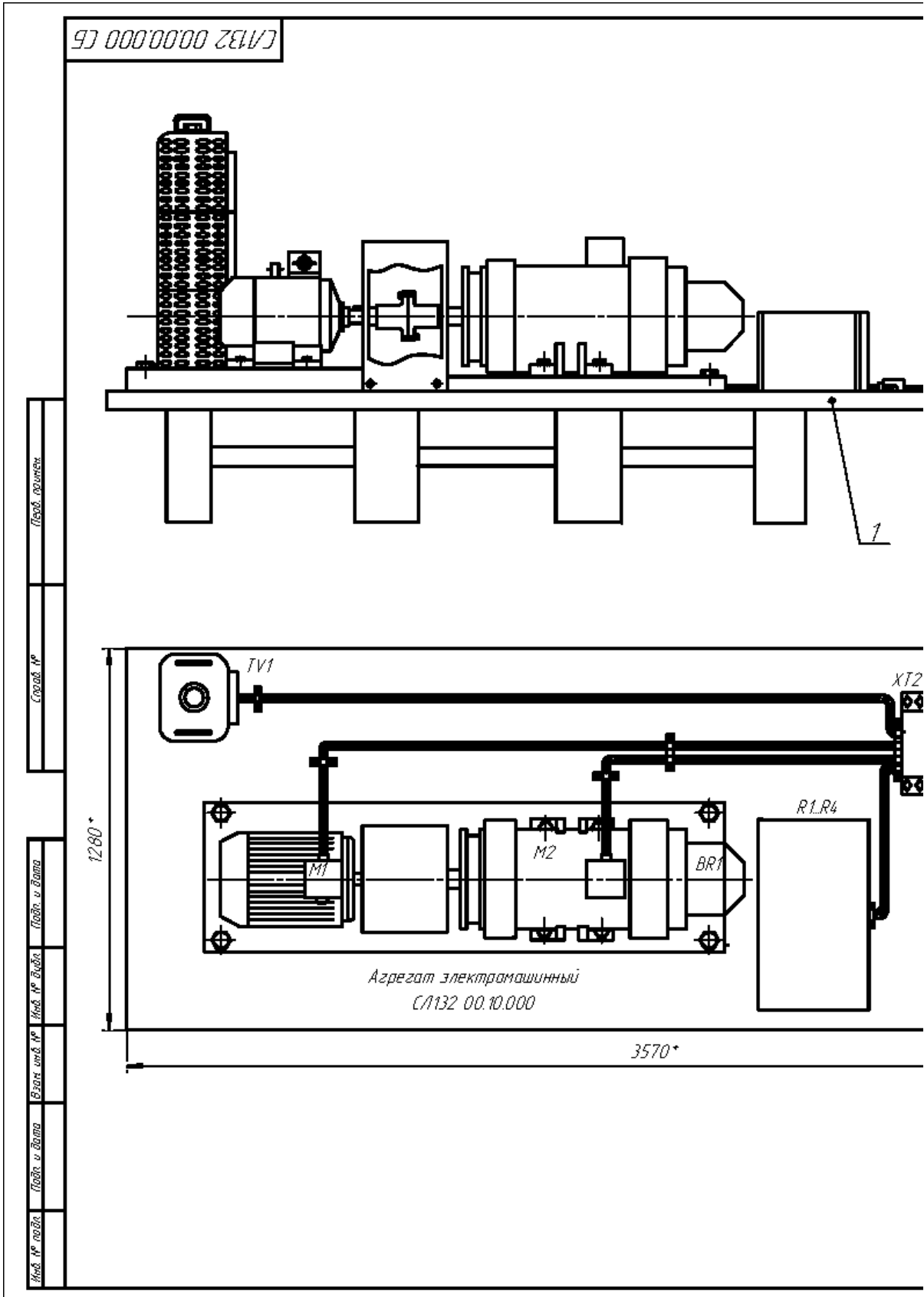
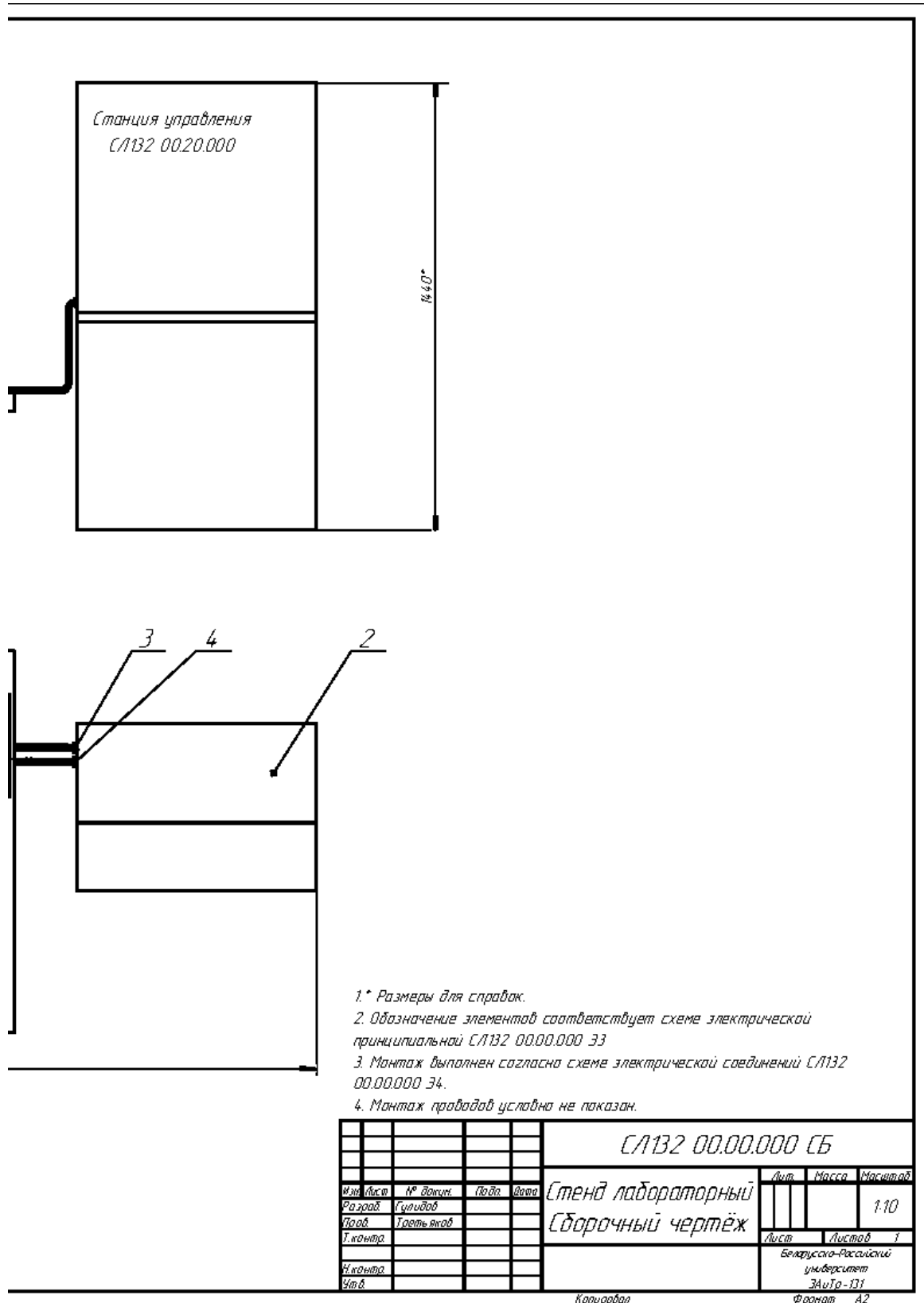


Рисунок Г.1 – Стенд лабораторный. Сборочный чертеж



Окончание рисунка Г.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A2			СЛ132 00.00.000 СБ	Сборочный чертёж		
A2			СЛ132 00.00.000 ЭЗ	Схема электрическая принципиальная		
A4			СЛ132 00.00.000 ПЭЗ	Перечень элементов		
A2			СЛ132 00.00.000 Э4	Схема электрическая соединений		
A4			СЛ132 00.00.000 ТЭ4	Таблица соединений		
A2			СЛ132 00.00.000 Э2	Схема электрическая функциональная		
			СЛ132 00.00.000 ПЗ	Пояснительная записка		
<u>Сборочные единицы</u>						
		1	СЛ132 00.10.000	Агрегат электромашинный	1	
		2	СЛ132 00.20.000	Станция управления	1	
<u>Прочие изделия</u>						
				Соединители типа ШР:		
		3		ШР-4812ПК7НГ9К, 400В, 350А, 8 контактов, d=48мм, УХЛ3, ИР00, НКЦС. 4344.10.504 ТУ	1	XS2
		4		ШР-4812ПК7НГ9К, 400В, 350А, 15 контактов, d=48мм, УХЛ3, ИР00, НКЦС. 4344.10.504 ТУ	1	XS1
			СЛ132 00.00.000			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Гулидов					
Проб.	Третьяков					
Н.контр.	Леневский					
Утв.	Леневский					
<b>Стенд лабораторный</b>					Лит.	Лист
					1	2
					Белорусско-Российский университет ЗАУр-131	
Копировал					Формат А4	

Рисунок Г.2 – Стенд лабораторный. Спецификация





## Приложение Д (справочное)

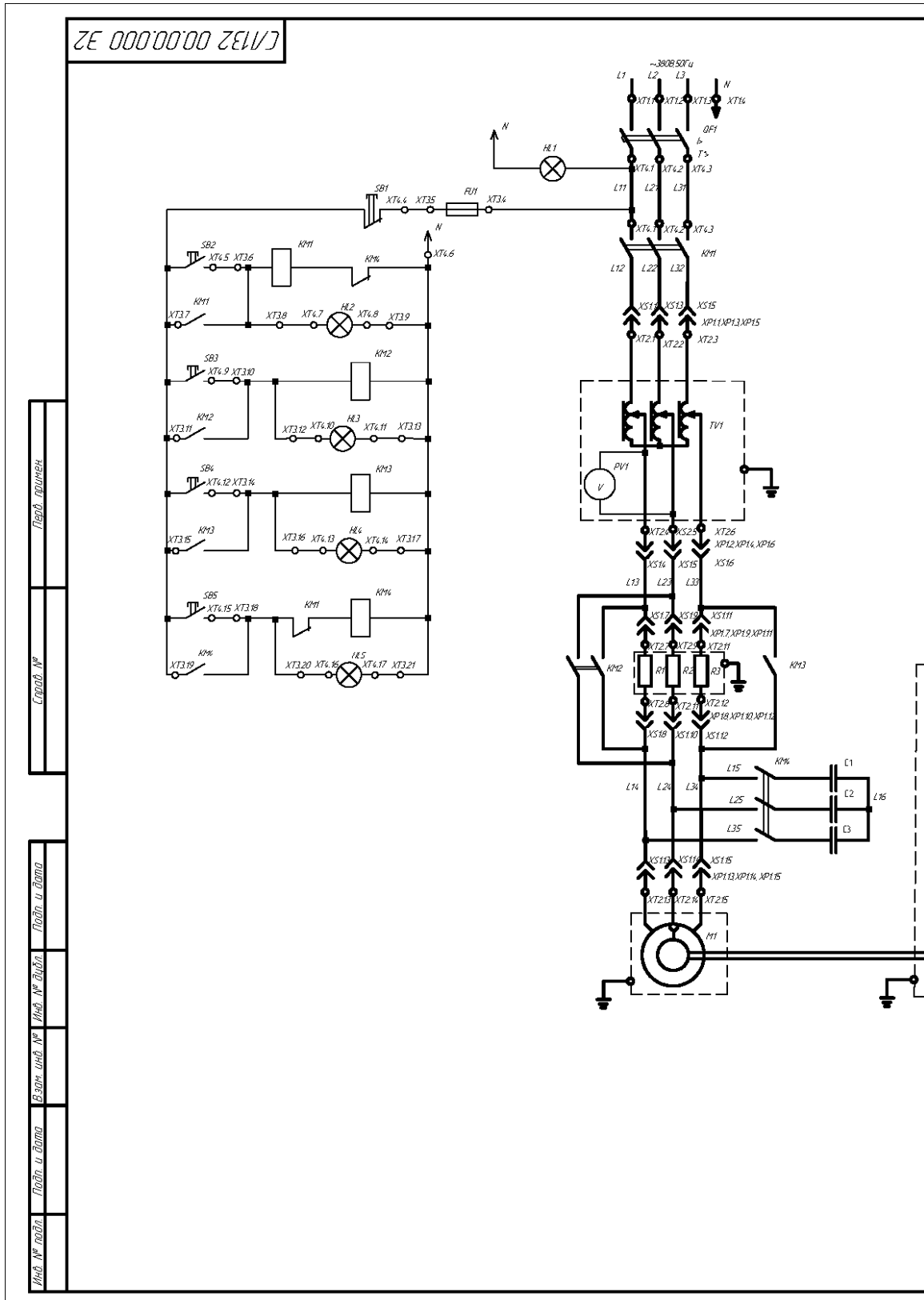
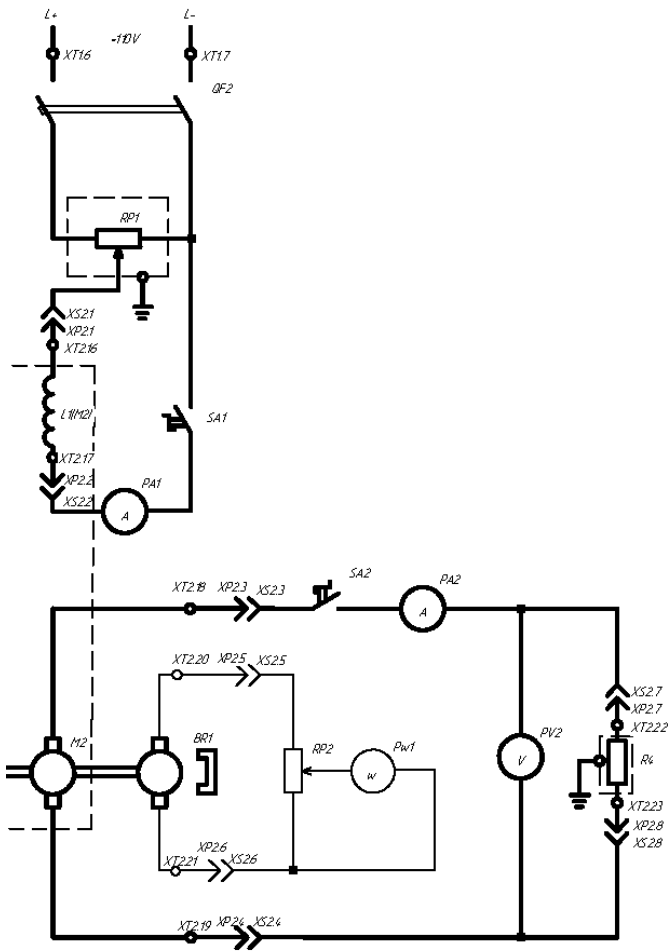


Рисунок Д.1 – Стенд лабораторный. Схема электрическая функциональная



					С/132 00.00.000 Э2		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стенд лабораторный Схема электрическая функциональная		
Разраб.	Гулидов						
Проб.	Третьяков						
Т.контр.	Третьяков						
И.контр.	Ленедский						
Утв.	Ленедский				Лит.	Масса	Масштаб
					Лист	Листов	1
					Белорусско-Российский университет ЭАиТр-131		

Копировал

Формат А2

Окончание рисунка Д.1

## Приложение Е (справочное)

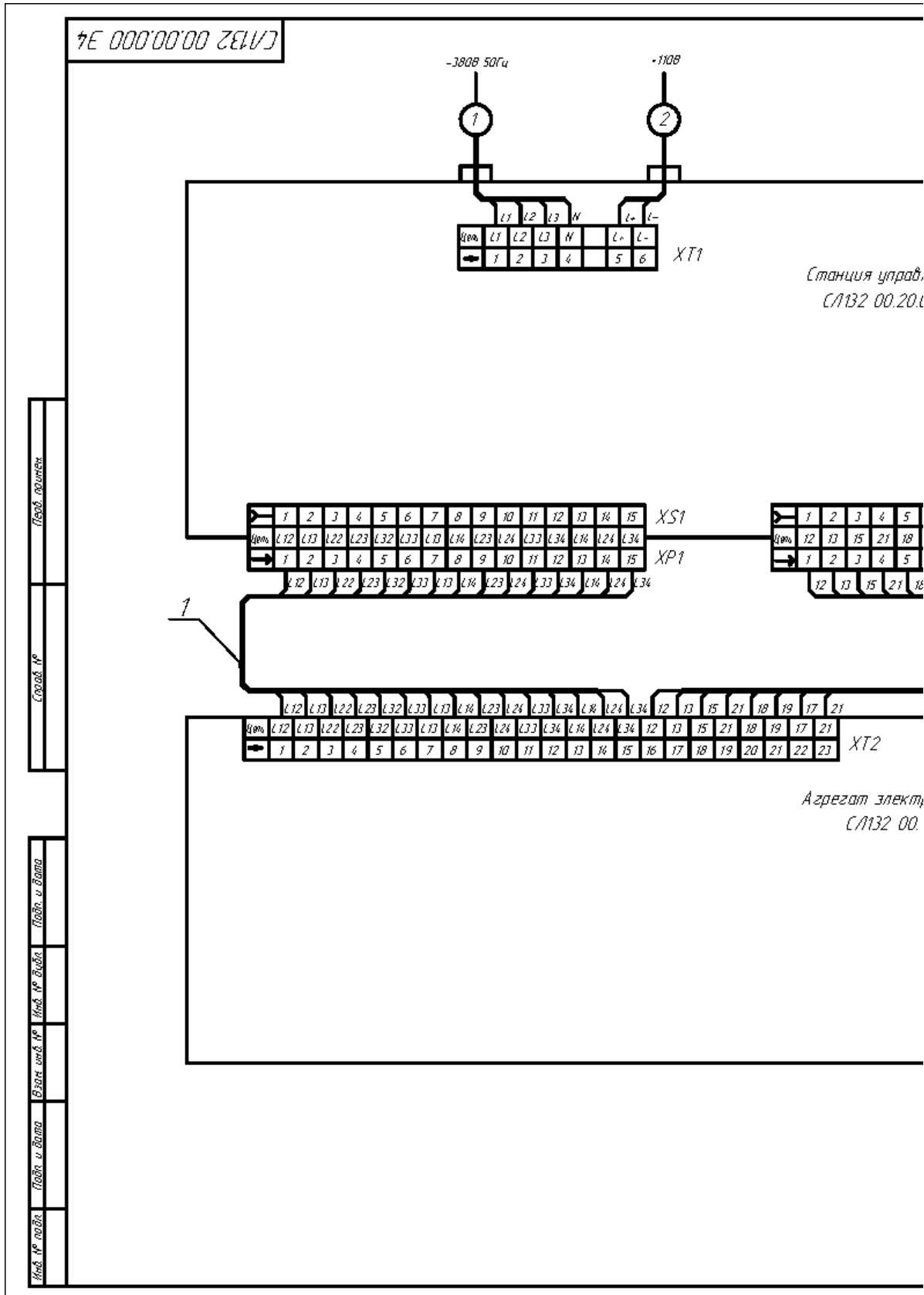
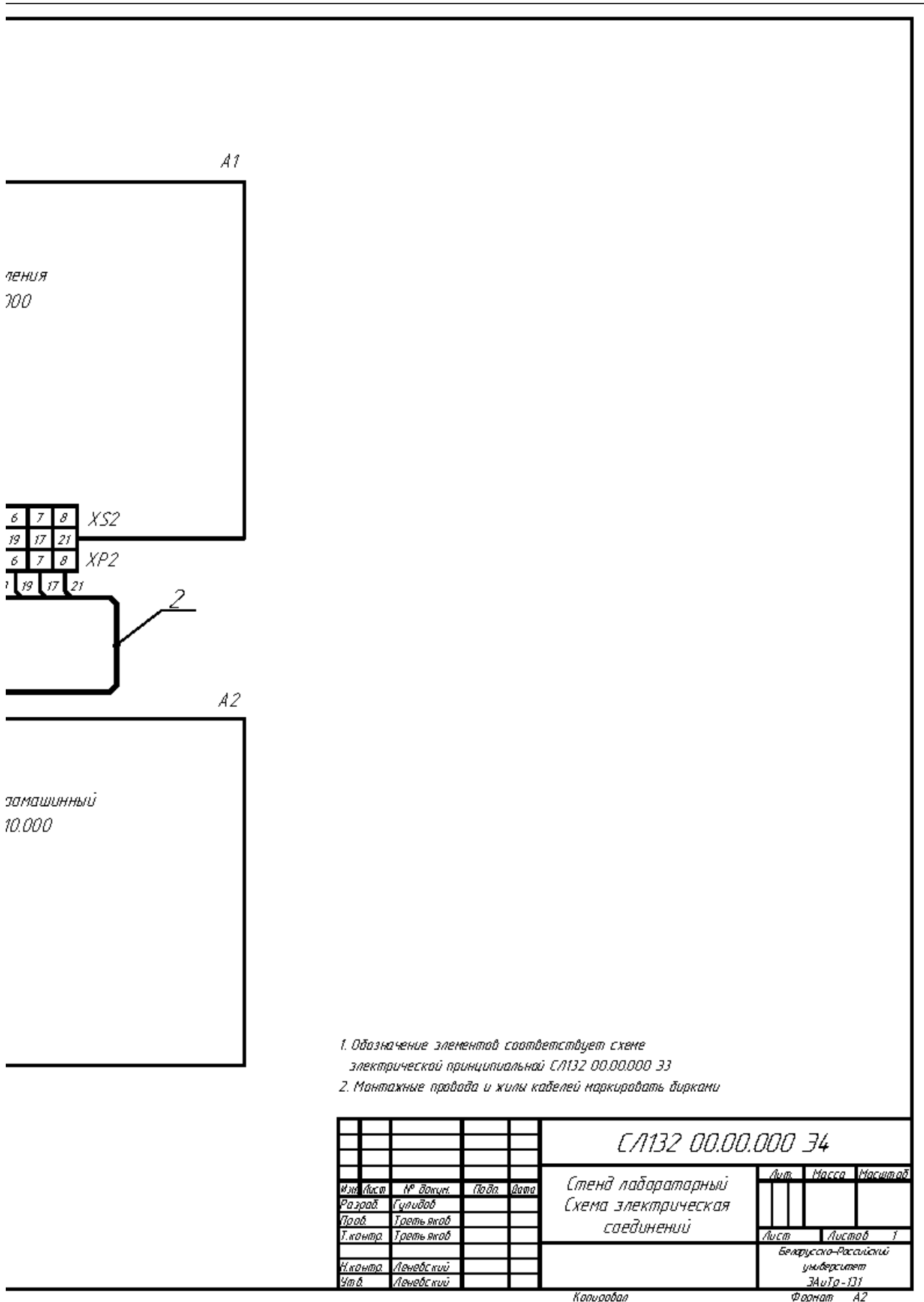


Рисунок Е.1 – Стенд лабораторный. Схема электрическая соединений



Окончание рисунка Е.1

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Видые провода			Примечание
			тип	сеч.	цвет	
		<u>Жгут 1</u>				
L12	A1XP11	A2XT21	ПВ-3	1,5	черн.	
L13	A1XP12,XP17	A2XT22,XT27	ПВ-3	1,5	черн.	
L14	A1XP18,XP13	A2XT28,XT23	ПВ-3	1,5	черн.	
L22	A1XP12	A2XT22	ПВ-3	1,5	черн.	
L23	A1XP14,XP19	A2XT24,XT29	ПВ-3	1,5	черн.	
L24	A1XP10,XP14	A2XT210,XT2.14	ПВ-3	1,5	черн.	
L32	A1XP13	A2XT23	ПВ-3	1,5	черн.	
L33	A1XP16,XP11	A2XT26,XT2.11	ПВ-3	1,5	черн.	
L34	A1XP12,XP15	A2XT2.12,XT.15	ПВ-3	1,5	черн.	
		<u>Жгут 2</u>				
12	A1XP21	A2XT2.16	ПВ-3	1,5	черн.	
13	A1XP22	A2XT2.17	ПВ-3	1,5	черн.	
15	A1XP23	A2XT2.18	ПВ-3	1,5	черн.	
17	A1XP25	A2XT2.22	ПВ-3	1,5	черн.	
18	A1XP26	A2XT2.20	ПВ-3	1,5	черн.	
19	A1XP27	A2XT2.21	ПВ-3	1,5	черн.	
21	A1XP24,XP28	A2XT2.19,XT2.23	ПВ-3	1,5	черн.	
		<u>Кабель 1</u>				
L1	A1.XT11	Сеть фаза А	ПВ-3	1,5	Ч	
L2	A1.XT12	Сеть фаза В	ПВ-3	1,5	Ч	
L3	A1.XT13	Сеть фаза С	ПВ-3	1,5	Ч	
N	A1.XT14	Сеть N	ПВ-3	1,5	Ж-З	
		<u>Кабель 2</u>				
L+	A1.XT15	Сеть +	ПВ-3	1,5	Ч	
L-	A1.XT16	Сеть -	ПВ-3	1,5	Ч	
			СЛ132 00.00.000 Т34			
			Стенд лабораторный Таблица соединений			
			Лит			Лист
			Лит			Листов
			Белорусско-Российский университет			3АиТр-131
			3АиТр-131			1

Рисунок Е.2 – Стенд лабораторный. Таблица соединений

## Приложение Ж (справочное)

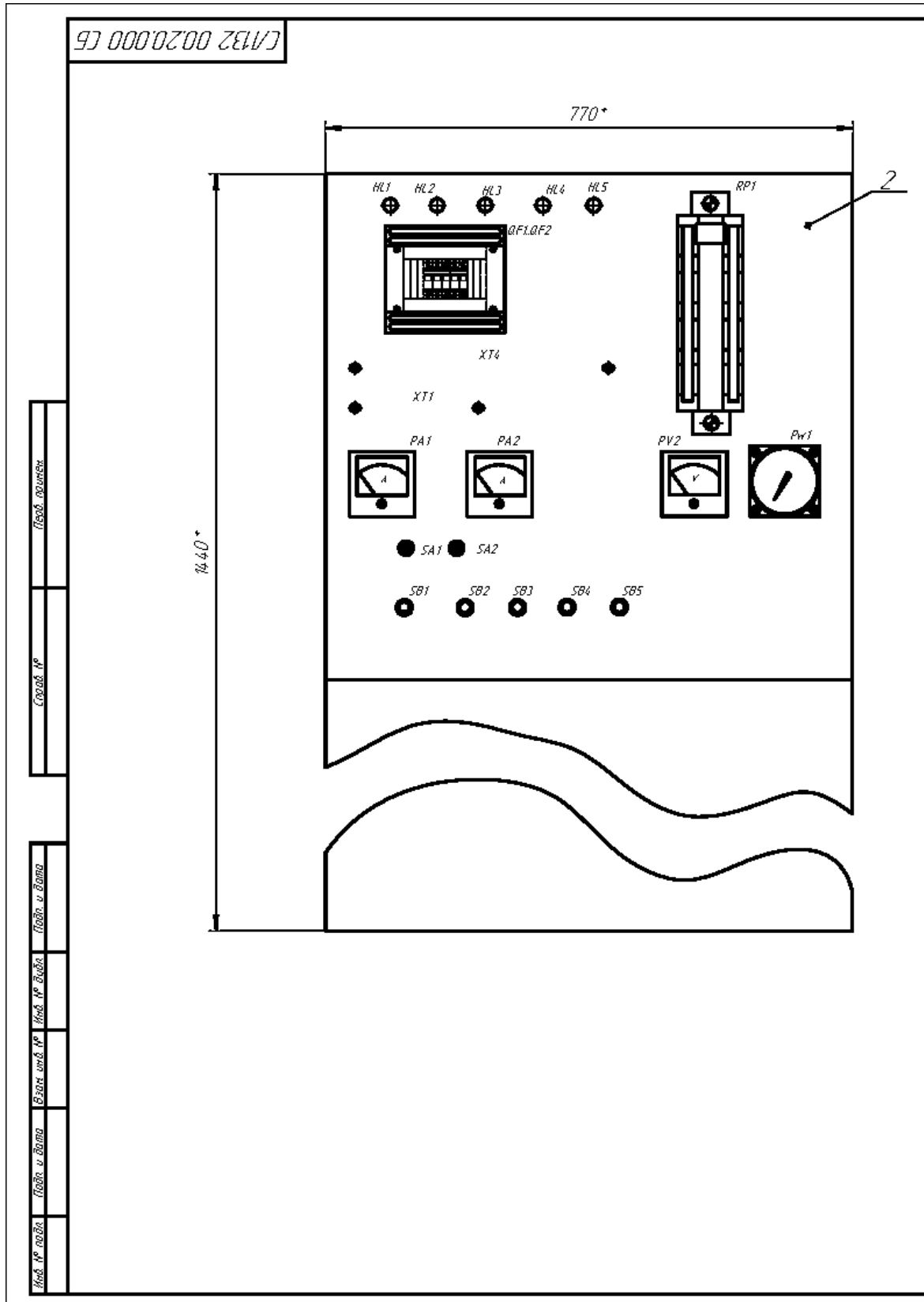
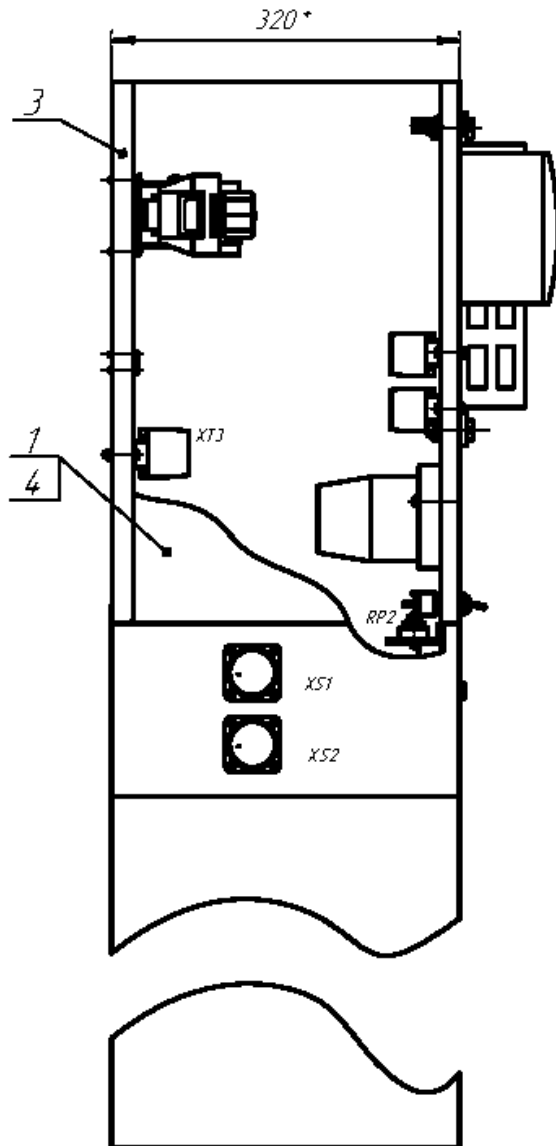


Рисунок Ж.1— Станция управления. Сборочный чертеж



- 1.\* Размеры для справок.
2. Обозначение элементов соответствует схеме электрической принципиальной СЛ132 00.20.000 Э3
3. Монтаж выполнен согласно схеме электрической соединений СЛ132 00.20.000 Э4.
4. Монтаж проводов условно не показан.

СЛ132 00.20.000 СБ				
Илл	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Сулдов			
Проб.	Третий яков			
Т.контр.	Третий яков			
И.контр.	Ленинский			
Утв.	Ленинский			
Станция управления Сборочный чертёж				
			Лист	Масса
				14
			Лист	Листов
				1
Белорусско-Российский университет ЗАО-БЗ				
Копировал				
Формат А2				

Окончание рисунка Ж.1



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<u>Документация</u>							
A2			СЛ132 00.20.000 СБ	Сборочный чертеж			
A3			СЛ132 00.20.000 Э3	Схема электрическая принципиальная			
A4			СЛ132 00.20.000 ПЗ3	Перечень элементов			
A3			СЛ132 00.20.000 Э4	Схема электрическая соединений			
A4			СЛ132 00.20.000 ТЭ4	Таблица соединений			
<u>Сборочные единицы</u>							
ВН		1	СЛ132 00.20.000	Корпус	1		
ВН		2	СЛ326 00.21.000	Панель управления	1		
ВН		3	СЛ326 00.22.000	Панель электроаппаратуры	1		
<u>Стандартные изделия</u>							
		4		Шуруп 2-5x35 ГОСТ 1145-80	12		
<u>Материалы</u>							
				Бандаж кабельный КЕВКВ2.6x160	100	2	
				Кабель АВВГ-2x2.5			
				ГОСТ 16442-80	5	м	
				Канифоль смоловая А ТУ			
				16-505.083-70	50	2	
<b>СЛ132 00.20.000</b>							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Гулидов						
Проб.	Третьяков						
Н.контр.	Леневский						
Учб.	Леневский						
Станция управления					Лит.	Лист	Листов
						1	2
					Белорусско-Российский университет ЗАУГр-131		

Копировал

Формат А4

Рисунок Ж.2 – Станция управления. Спецификация

