

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт Механико-технологический факультет
Кафедра «Мехатроника и автоматизация»
Направление «Автоматизация технологических процессов и производств»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
В.Р. Гасияров

2018 г.

Автоматизация работы растяжной установки

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА
ЮУрГУ _____ 15.03.04.2018.093.00 _____ ПЗ (ВКР)

Нормоконтролер
Преподаватель
Е.А. Маклакова

2018 г.

Руководитель работы
Доцент
В. А. Смирнов

2018 г.

Нормоконтролер
Ст. преподаватель
С.С. Воронин

2018 г.

Автор работы
студент группы
Константин Александрович Цвор

2018 г.

АННОТАЦИЯ

Цвор К.А. Автоматизация растяжной установки. Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе. – Челябинск: ЮУрГУ, П-455, 2018 г., 75 с., 19 ил., 12 табл., прил. 9, 14 наим. библи.

Цель выпускной квалификационной работы – создание автоматизированной системы управления растяжной установкой, реализующая процесс растяжения для снятия внутренних напряжений.

Задача выпускной квалификационной работы – подробное изучение и описание объекта автоматизации, выделение этапов проектирования системы, создание системы управления на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК160 –24.И.М, создание человеко-машинного интерфейса для оператора. Разработана схема автоматизации системы, схема электрическая принципиальная и схема соединений. Представлено программное обеспечение автоматизированной системы управления растяжной установки в виде интерфейса оператора.

В пояснительной записке разработан алгоритм работы системы управления.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| 1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ | 7 |
| 1.1 Описание работы растяжной установки | 7 |
| 1.2 Принцип работы | 8 |
| 1.3 Цели автоматизации..... | 8 |
| 2 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ..... | 10 |
| 2.1 Разработка схемы автоматизации функциональной..... | 10 |
| 2.2 Разработка электрической принципиальной | 11 |
| 2.2.1 Выбор исполнительных элементов | 12 |
| 2.2.2 Выбор чувствительных элементов | 16 |
| 2.2.3 Выбор программируемого логического контроллера | 20 |
| 2.2.4 Выбор управляющих элементов | 23 |
| 2.2.5 Выбор панели оператора | 26 |
| 2.2.6 Выбор блока питания..... | 30 |
| 2.2.7 Автоматический выключатель..... | 32 |
| 2.3 Разработка схемы соединений | 34 |
| 3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ..... | 35 |
| 3.1 Разработка алгоритма работы системы..... | 35 |
| 3.2 Разработка интерфейса оператора..... | 35 |
| 3.3 Разработка программного обеспечения вычислителя..... | 39 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 43 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Внешний вид растяжной установки | 45 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б Принцип работы растяжной установки..... | 47 |

| | |
|---|----|
| ПРИЛОЖЕНИЕ В Циклограмма | 54 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г Схема автоматизации функциональная | 56 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д Подключение элементов | 58 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е Схема электрическая принципиальная | 61 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Схема соединений | 64 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ К Руководство пользователя по управлению | 67 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Л Алгоритм работы АСУРУ | 71 |

ВВЕДЕНИЕ

Тема выпускной квалификационной работы – автоматизация работы растяжной установки. Тема ВКР была сформулирована в период прохождения преддипломной практики на предприятии АО «ЗлатМаш».

АО «Златмаш» – одно из ведущих предприятий по изготовлению ракетных комплексов стратегического назначения Военно-морского флота Российской Федерации. Расположено в г. Златоусте Челябинской области. Предприятие изготавливает третью ступень баллистических ракет перспективной разработки отечественной промышленности – высокоточного комплекса «Синева». Наряду с выполнением государственного оборонного заказа, на предприятии успешно развивается выпуск гражданской продукции.

На сегодняшний день, помимо оружия, завод производит мирную продукцию – газовые/электрические кухонные печи «Мечта», стеклокерамические панели «HiMANS», радиаторы, накопительные водонагреватели, гидроманипуляторы, медицинское оборудование и другое.

1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

1.1 Описание работы растяжной установки

Растяжная установка предназначена для выполнения растяжения формы профилей вдоль горизонтальной оси с целью реорганизации их внутренней структуры и снятия внутренних напряжений, ведущих к деформациям. Хвостовик растяжного устройства автоматически располагается на удобном расстоянии, зависящем от параметров, считываемого с пуллера для каждого выполненного акта экструзии. Хвостовик растяжного устройства передвигается вдоль сферического подшипника с помощью электродвигателя с зубчатой передачей, останавливаясь точно в требуемом месте и фиксируя свою позицию на станке гидравлическим цилиндром, выполняющим зацепление за отверстия в поверхности опорной шины.

Экструдаты подаются к голове и подвижному хвостовику растяжной установки с помощью транспортной системы, расположенной между столом подачи и растяжным станком. Эти ленты отодвигаются, освобождая место для подвижного хвостовика растяжного устройства, избегая нанести удар в процессе движения. Отодвигаемые ленты называются телескопическими лентами и активируются системой переключателей ограничения, включаемой при движении хвостовой головы станка. После того, как экструдат занял место между щеками, процесс растяжения выполняется в следующем порядке: обе верхних щеки сдвигаются вниз и прижимают профили к нижним щекам, вал тормозного гидроцилиндра входит в отверстие рельсового пути (т.е., блокируя продвижение подвижного хвостовика), после чего начинает прилагаться усилие вдоль горизонтальной оси, для чего гидравлический цилиндр смещает назад расположенную над ним бабку.

После выполнения операции растяжения профиля происходит подъём верхних щёк, освобождение профиля и его перемещение на ленты транспортной

системы. Оборудование имеет закрытую телевизионную систему слежения с тем, чтобы хвостовая голова постоянно находилась в поле зрения оператора с его штатного места (рядом с бабкой системы растяжения) с тем, чтобы быть в состоянии оперативно среагировать на нештатную ситуацию.

1.2 Принцип работы

- 1) Заготовка подается через рольганги к голове и подвижному хвостовику.
- 2) Заготовка закрепляется щеками и лапами с двух сторон установки: головы и подвижного хвостовика.
- 3) Начинает работу тормозной узел, предназначенный для закрепления подвижного хвостовика.
- 4) Процесс растяжения: осуществляется с помощью перемещения головы.
- 5) Лапы и щеки разжимают заготовку.
- 6) Деактивация тормозного узла.
- 7) Возвращение гидравлического цилиндра в исходное положение.
- 8) Заготовка транспортируется через рольганг.

1.3 Цели автоматизации

Разрабатываемая система управления реализует автоматическое выполнение следующей последовательности действий:

- Закрепление заготовки в лапах
- Срабатывание тормозного узла с помощью гидравлического цилиндра
- Запуск растяжного гидравлического цилиндра.
- Открепление заготовки
- Перемещение заготовки
- Деактивация тормозного узла (переход гидравлического цилиндра в исходное состояние).

- Переход растяжного гидравлического цилиндра в исходное состояние.

Создание системы автоматизации преследует следующие цели:

- повышение производительности;
- снижение экономических затрат.

Критериями оценки успешности внедрения спроектированной системы являются:

- уменьшение количества брака;
- повышение прибыли

2 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

2.1 Разработка схемы автоматизации функциональной

Схема электрическая функциональная (функциональная схема автоматизации) – документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом. Другими словами, функциональная схема автоматизации – это один из основных проектных документов, необходимый для описания определенных технологических процессов, протекающих в отдельном блоке, конкретном участке или объекте. Данная схема предназначена для того, чтобы дать смотрящему представление о том, как именно функционируют элементы процесса производства, а также каким образом взаимодействуют с системой автоматизации. На схеме изображается упрощенный вид объекта автоматизации и его частей, исполнительные устройства, чувствительные элементы, а также линии связи.

Схема автоматизации не является детальным изображением элементов производства и связей между ними. Все элементы на схеме изображаются условно, без соблюдения масштаба.

Растяжную установку можно поделить условно на 3 части:

- 1) Голова;
- 2) Подвижный хвостовик;
- 3) Платформа;

Все компоненты автоматизации можно разделить на две группы:

- исполнительные элементы (электродвигатели, электромагниты);
- чувствительные (датчики).

Рассмотрим подробное функциональное назначение элементов системы:

- 1) Заготовка подается через рольганги к голове и подвижному хвостовику. Наличие детали фиксируют два оптических датчика YS с позиционными обозначениями 13, 14.
- 2) Заготовка закрепляется щекой и лапой с двух сторон установки (головы и подвижного хвостовика). Крайнее верхнее/нижнее положение лап гидроцилиндров фиксируют концевые датчики SQ1, SQ3/ SQ4, SQ2. Крайнее верхнее/нижнее положение щек SQ6,SQ7/SQ5,SQ8. Управление потоком жидкости осуществляется клапаном с электромагнитным управлением YA. Закрепление заготовки в лапах и щеках установки осуществляется с помощью подачи сигналов с электромагнитов YA1... YA4.
- 3) Начинает работу тормозной узел. Его гидроцилиндр входит в отверстие платформы, тем самым удерживая подвижный хвостовик установки в неподвижном состоянии. При закреплении подвижного хвостовика срабатывает электромагнит YA5. Крайнее нижнее/верхнее положение гидроцилиндра тормозного узла фиксирует датчик SQ10/SQ9.
- 4) Перемещение головы осуществляется при подачи жидкости в гидроцилиндр 6. Управление потоком жидкости осуществляется с помощью электромагнита YA6. Крайнее правое/левое положение цилиндра 6 фиксирует датчик SQ12/SQ11.

Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Г.

2.2 Разработка электрической принципиальной

Схема электрическая принципиальная – документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представления о принципах работы изделия (установки) . Принципиальная схема является наиболее полным документом для изучения функционирования системы управления, а также служит основой для разработки

другой конструкторской документации (схема соединений, расположения элементов, чертежей конструкции и т. д.). На схеме электрической принципиальной изображают все электрические устройства и элементы, необходимые для осуществления и контроля в системе заданных электрических процессов, электрические связи между ними, а также электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи (разъемы, зажимы и т.п.). Элементы изображают в виде условных графических обозначений, которые регламентируются ГОСТ и ЕСКД.

В выпускной квалификационной работе была разработана схема электрическая принципиальная для системы управления растяжной установкой. Схема представлена в приложении Е.

2.2.1 Выбор исполнительных элементов

Выбор асинхронного двигателя осуществлялся, исходя из следующих требований:

- Мощность – 3,00 кВт
- Частота вращения – 1445 об / мин

Асинхронный двигатель – электрическая машина переменного тока, частота вращения ротора которой не равна (в двигательном режиме меньше) частоте вращения магнитного поля, создаваемого током обмотки статора.

Достоинства и недостатки асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по сравнению с машинами других типов:

Достоинства:

- Простота изготовления.
- Относительная дешевизна.
- Высокая надёжность в эксплуатации.
- Невысокие эксплуатационные затраты.

- Возможность включения в сеть без каких-либо преобразователей (для нагрузок, не нуждающихся в регулировке скорости).

Все перечисленные достоинства являются следствием отсутствия механических коммутаторов в цепи ротора и привели к тому, что большинство электродвигателей, используемых в промышленности – это асинхронные машины с короткозамкнутым ротором.

Недостатки:

- Небольшой пусковой момент.
- Значительный пусковой ток.
- Низкий коэффициент мощности.

Характеристики асинхронного двигателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики 3GAA102314-BDE

| Наименование продукта | 3-фазный двигатель с короткозамкнутым ротором |
|-----------------------|--|
| Частота | 50 Гц |
| Напряжение | 380 В |
| Мощность | 3,00 кВт |
| Частота вращения | 1445 об / мин |
| Ток | 6,3А |
| КПД | 85.70 % |
| Крутящий момент | 19.80 Н*м |
| Класс защиты | IP55 |
| Направление вращения | Обе стороны |
| Вес | 29 кг |
| Страны производители | Румыния (RO) Китай (CN) Швеция (SE) Польша (PL) |

Данный асинхронный двигатель предназначен для обеспечения передвижения подвижного хвостовика растяжного устройства.

Внешний вид асинхронного двигателя представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Асинхронный двигатель 3GAA102314-BDE (M)

Гидрораспределители предназначены для распределения потока жидкости в гидросистемах строительных, дорожных и коммунальных машин, работающих при температуре от -60°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Гидрораспределитель ГР 2-3 представляет собой двухпозиционный трехлинейный распределитель с односторонним электромагнитным управлением.

Характеристики гидрораспределителя ГР-2-3 1/8 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики гидрораспределителя ГР-2-3 1/8 (24В)

| | |
|--|----|
| Условный проход, мм | 6 |
| Номинальное давление, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$) | 25 |
| Потребляемая мощность, Вт, не более | 28 |

Продолжение таблицы 2

| | |
|--|------------|
| Максимальное число срабатываний в минуту | 125 |
| Расход рабочей жидкости, лтр/мин | 16 |
| Род тока | постоянный |
| Напряжение, В | 24 |
| Время срабатывания при номинальных значениях давления и расхода, с, не более | 0,05 |

Внешний вид гидрораспределителя представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Гидрораспределитель ГР-2-3 1/8 (24В)

2.2.2 Выбор чувствительных элементов

При выборе индуктивного датчика придерживаться следующих требований:

- Необходимое расстояние срабатывания – 10мм
- Частота срабатывания

Индуктивный датчик – бесконтактный датчик, предназначенный для контроля положения объектов из металла (к другим материалам не чувствителен).

Принцип действия основан на изменении параметров магнитного поля, создаваемого катушкой индуктивности внутри датчика.

Индуктивные бесконтактные датчики наиболее эффективно использовать в качестве конечных выключателей в автоматических линиях, станках и т.п., так как они срабатывают только на металлы и не чувствительны к остальным материалам. Это увеличивает их защищенность от помех; например, введение в зону чувствительности выключателя рук оператора, эмульсии, воды, смазки и т.д. не приведет к ложному срабатыванию.

В таблице 3 приведены характеристики датчика.

Таблица 3 – Характеристики ВБ2.30М.53.15.1.К.

| Функциональное назначение | индуктивный датчик |
|---|---------------------|
| Расстояние срабатывания, мм | 15 |
| Гарантированный интервал срабатывания, мм | 0...12 |
| Ток нагрузки, мА | 300 |
| Защита от КЗ | есть |
| Максимальный потребляемый ток, мА | 8 |
| Частота срабатывания мах, кГц | 0.1 |
| Способ подключения | кабель 3х0.35мм кв. |
| Масса, г | 200 |



Рисунок 2.3 – Индуктивный датчик ВБ2.30М.53.15.1.К.

При выборе оптического датчика необходимо придерживаться следующих требований:

- Необходимое расстояние срабатывания – 300 мм.
- Напряжение питания 24В
- Защита от короткого замыкания

Оптические датчики – небольшие по размерам электронные устройства, способные под воздействием электромагнитного излучения в видимых инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах подавать единичный или совокупность сигналов на вход регистрирующей или управляющей системы. Оптические датчики реагируют на непрозрачные и полупрозрачные предметы, водяной пар, дым, аэрозоли.

Оптические датчики являются разновидностью бесконтактных датчиков, так как механический контакт между чувствительной областью датчика (сенсором) и воздействующим объектом отсутствует. Данное свойство оптических датчиков обуславливает их широкое применение в автоматизированных системах управления. Дальность действия оптических датчиков намного больше, чем у других типов бесконтактных датчиков.

Оптические датчики называют ещё оптическими бесконтактными выключателями, фотодатчиками, фотоэлектрическими датчиками.

Принцип работы диффузионного датчика показан на рисунке 2.4.

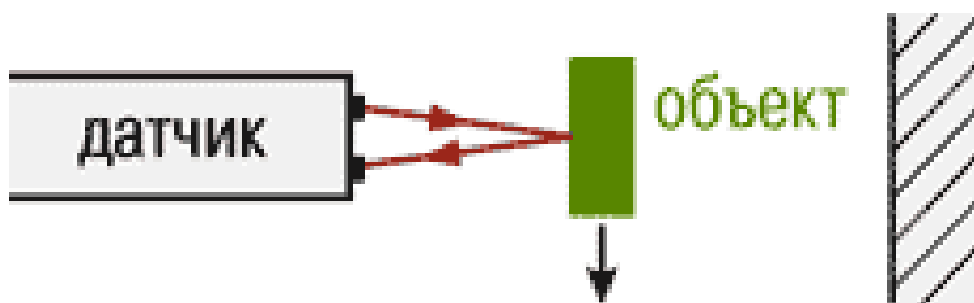


Рисунок 2.4 – Принцип работы диффузионного датчика

Внешний вид диффузионного датчика, а также габаритные размеры приведены на рисунке 2.5.

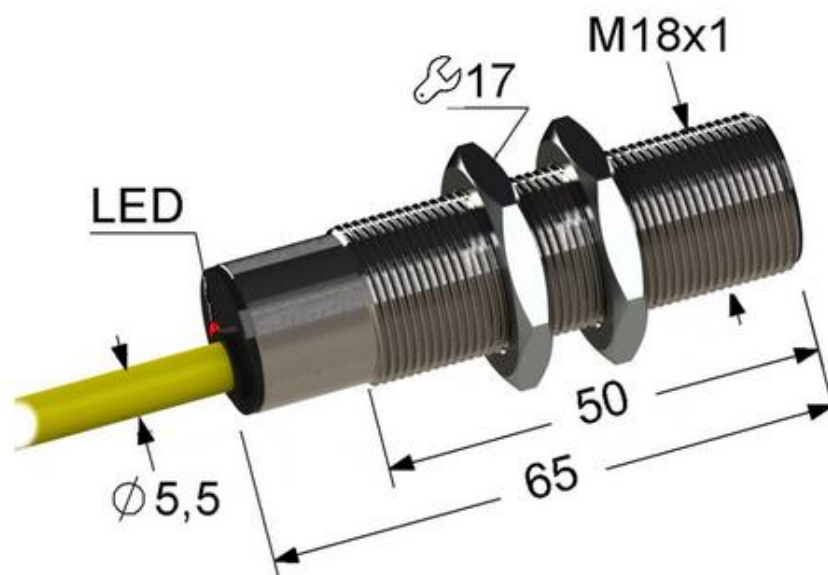


Рисунок 2.5 – Оптический датчик ВБ3С.18М.65.ТR400.5.1.К

Характеристики датчика приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики ВБ2.30М.53.15.1.К.

| | |
|----------------------------|---------------|
| Рабочее напряжение питания | 10...30 В |
| Тип выхода | PNP |
| Рабочая температура | (-20...+70) С |

Продолжение таблицы 4

| | |
|-------------------------------|------------------|
| Защита от короткого замыкания | есть |
| Защита от перегрузки по току | есть |
| Защита от переполюсовки | есть |
| Материал корпуса | Латунь |
| Потребляемый ток | Не более 30,0 мА |
| Ток нагрузки макс. | 0,3 А |

На основании вышеперечисленных требований выбран датчик диффузионного типа ВБЗС.18М.65.ТR400.5.1.К.

Датчики давления APZ 3420

Датчик давления – устройство, физические параметры которого изменяются в зависимости от давления измеряемой среды (жидкости, газа, пара).

Внешний вид датчика приведен в рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Датчик давления APZ 3420

Характеристики датчика приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики APZ 3420

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Диапазоны давления | 0...600 бар |
| Основная погрешность | ≤0,2% |
| Выходной сигнал | 4...20 мА |
| Сенсор | кремниевый тензорезистивный |
| Температура окружающей среды | -50...+85 °С |

2.2.3 Выбор программируемого логического контроллера

Программируемый логический контроллер – микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, обработки, преобразования, сохранения информации и выработки команд управления, имеющий определенное количество входов и выходов, подключенных к ним чувствительных элементов, исполнительных механизмов к объекту управления.

В выпускной квалификационной работе блок управления системы автоматизации реализован на основе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК160 –24.И.М. Внешний вид контроллера представлен на рисунке 2.6.

ПЛК160 –24.И.М – программируемый моноблочный контроллер с дискретными портами ввода/вывода на борту, предназначенный для автоматизации систем среднего уровня.

Отличительными особенностями линейки ПЛК являются:

- Наличие большого объема памяти и мощных вычислительных ресурсов.
- Наличие дискретных и аналоговых входов/выходов на борту контроллера.
- Наличие последовательных портов (RS-232, RS-485) на борту контроллера.
- Наличие порта Ethernet для включения в локальные или глобальные сети верхнего уровня.
- Поддержка протоколов обмена Modbus (RTU, ASCII), ОВЕН, DCON.

- Возможность работы напрямую с портами контроллера, что позволяет подключать внешние устройства с нестандартными протоколами.
- Контроллер имеет встроенные часы, что позволяет создавать системы управления с учетом реального времени.
- Встроенный аккумулятор, позволяющий организовать ряд дополнительных сервисных функций: возможность кратковременного пережидания пропадания питания, перевод выходных элементов в безопасное состояние.

Выбор элемента осуществлялся на основании следующих требований:

- 14 Дискретных входов
- 6 аналоговых входов
- 11 дискретных выходов
- RS-485 для подключения частотного преобразователя
- RS-232 для подключения панели оператора

Характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристики ПЛК160 –24.И.М

| | |
|--|--|
| Напряжение питания | от 22 до 28 В постоянного тока (номинальное 24 В) |
| Потребляемая мощность, не более | 40 ВА |
| Количество цифровых (дискретных) входов | 16 |
| Из дискретных входов быстродействующие | 4 (DI1-DI4) |
| Напряжение питания дискретных входов | 24 ± 3 В |
| Максимальный входной ток дискретного входа | не более 7 мА при питании 24 В, не более 8,5 мА при питании 27 В |

Продолжение таблицы 6

| | |
|--|---|
| Минимальная длительность импульса, воспринимаемого быстродействующим дискретным входом | 0,02 мс |
| Количество дискретных выходов | 12 |
| Количество аналоговых входов | 8 |
| Период опроса аналоговых входов | 10 мс |
| Количество аналоговых выходов | 4 |
| Минимальный период обновления выходов | 100 мс |
| Предел допускаемой дополнительной приведенной погрешности аналоговых выходов, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной на каждые 10 °С изменения температуры | не более 0,5 предела допускаемой основной приведенной погрешности аналоговых выходов |
| Интерфейсы связи | RS-485, RS-232, USB-Device |
| Центральный процессор | RISC-процессор на базе ядра ARM-9, 32 разряда, 180МГц |
| Время выполнения одного цикла программы | – Минимальное (нестабилизируемое) – 250 мкс; – Установленное по умолчанию – 1 мс (настраивается в окне «Конфигурация ПЛК (PLC Configuration) ПО CoDeSys. |
| Габаритные размеры, не более | (208×110×73) ± 1 мм |
| Масса, не более | 0,75 кг |
| Средняя наработка на отказ | 100 000 ч |
| Средний срок службы | 10 лет |



Рисунок 2.7 – Внешний вид ОВЕН ПЛК160 –24.И.М

2.2.4 Выбор управляющих элементов

Выбор элемента осуществлялся на основании следующих требований:

- Возможность обмена информацией по протоколу Modbus RTU.
- Система плавного пуска
- Возможность управления по физическим входам и по интерфейсу RS-485

Универсальная линейка частотных преобразователей может быть использована для управления приводами на базе асинхронных двигателей в промышленности и ЖКХ. Широкий набор функций для решения базовых задач частотного управления.

Характеристики преобразователя частотного ПЧВ–К75–Б приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики частотного преобразователя

| | |
|-------------------------------|--|
| Питание | 3×380 В (0,37...22 кВт) |
| Выходная частота | до 400 Гц |
| Входной ток | 3,5 |
| Выходной ток | 4,2 |
| Протокол RS-485 | Modbus RTU, FLN, Metasys; ВАСnet MSTP |
| Диапазон регулирования | до 1:1000 |
| Точность поддержания скорости | до 0,1% от фактической |
| Точность поддержания момента | до 0,5% от фактического |
| Мощность | до 22 кВт |
| Класс защиты корпуса | IP20 |

Основные функциональные возможности:

1. Плавный пуск и останов двигателя, в том числе отложенный запуск и пуск под нагрузкой по S-образной характеристике разгона;
2. Компенсация нагрузки и скольжения;
3. Вольт-частотный или векторный алгоритмы управления;
4. Автоматическая адаптация двигателя без вращения;
5. Автоматическая оптимизация энергопотребления, обеспечивающая высочайший уровень энергоэффективности;
6. Полная функциональная и аппаратная диагностика, и защита работы ПЧВ;
7. Встроенный сетевой дроссель и дроссель в звене постоянного тока;
8. Встроенный ПИ-регулятор для управления в замкнутом контуре (поддержание давления, температуры, уровня и т.д.);
9. Встроенный ПЛК для решения сложных задач управления и позиционирования привода
10. Возможность работы с внешними инкрементальными энкодерами, в том числе для поддержания малых частот вращения с большой точностью.

11. Возможность динамического торможения, в том числе с применением тормозных резисторов.
12. Гибкая структура управления с возможностью одновременного управления по физическим входам и по интерфейсу RS-485, что обеспечивает удобную интеграцию в современные системы управления и диспетчеризации.
13. Простая настройка в русскоязычном конфигураторе или с использованием локальной панели оператора. Быстрые меню и готовые конфигурации под типовые задачи.



Рисунок 2.8 – Внешний вид ПЧВ-К75-Б

2.2.5 Выбор панели оператора

Панель оператора – специализированное вычислительное устройство массового (либо крупносерийного) производства, реализованное в виде промышленного контроллера (а не компьютера), широко использующее человеко-машинный интерфейс для управления операторами отдельными автоматизированными устройствами или целыми технологическими процессами в составе АСУТП в рамках промышленной автоматизации.

ОВЕН СПЗхх – линейка сенсорных панелей оператора, предназначенная для наглядного отображения значений параметров и оперативного управления, а также ведения архива событий или значений. Конфигурирование СПЗхх осуществляется в среде «Конфигуратор СП300». Рекомендуются для совместного применения с ОВЕН ПЛК, ПР, ПЧВ, ТРМ. Линейка СПЗхх заменяет панель оператора СП270 (полным аналогом СП270 с улучшенными характеристиками является панель СП307-Б). Проекты, разработанные для СП270, могут быть загружены в СПЗхх после импорта в новое ПО.

Каждая модель (кроме СП315) выпускается в двух модификациях – базовой (-Б) и расширенной (-Р). Модификации имеют разные наборы интерфейсов. В базовом варианте семи- и десятидюймовые модели СП307-Б и СП310-Б имеют два последовательных интерфейса RS-485/RS-232 для обмена с ПЛК и порт USB-B для подключения к компьютеру.

В расширенных модификациях панелей оператора СП307-Р, СП310-Р и СП315-Р также присутствует Ethernet-порт для обмена данными с контроллером и порт USB для подключения USB-flash-накопителей.

Особенности конструктивного исполнения:

- Наличие уровня защиты – IP65. Особенностью данного уровня защиты является то, что корпус панели оператора защищает от пыли и влаги.
- Наличие глянцевой панели. Плюсом данной глянцевой панели является то, что поверхность легко очищается.

Выделим функциональные особенности панели оператора:

- Наличие USB кабеля, позволяющее подключиться к ПК. Для подключения к ПК также необходимо установить программу «Конфигуратор СП300»
- Загрузка программы через USB flash накопитель, удобная в случаях, когда нет возможности соединить ПК и панель оператора по USB кабелю для загрузки программы.
- Создание скриптов на «СИ» подобном языке, позволяющее значительно расширить возможности операторского интерфейса. Скрипты используются как вспомогательные логические блоки к основным элементам визуализации. Скрипты не подходят для написания программы управления технологическим процессом; для подобных задач в ассортименте ОВЕН есть класс таких устройств, как панельные контроллеры (СПК).
- Построение графиков для предоставления информации на операторском интерфейсе. XY-график позволяет построить кривую по XY координатам. График с сохранением истории отображает кривую состояния одной или нескольких переменных с возможностью просмотра истории записей, например, графика температуры в прошлом месяце. График реального времени показывает текущее состояние переменной без возможности просмотра истории, что экономит память.
- Таблицы

Таблицы подходят для ведения истории событий, имеется возможность пролистывать историю отображаемой информации, например, запись аварийных состояний. Также в таблицах можно производить подтверждение события нажатием на отображаемое сообщение.

- Загрузка внешних изображений в формате jpg и возможность использовать их в программе как активный элемент, например, как кнопку.
- Создание анимации. Благодаря анимации интерфейс системы ЧМИ становится интуитивно понятным. Из загруженных изображений в

формате jpg возможно создание анимированных изображений. Например, вращение вентилятора с заданной скоростью или перемещение какого-либо объекта по заданным координатам.

- Настройка уровней доступа. Заложено многоуровневое ограничение прав доступа к операторскому интерфейсу панели. Можно настроить до 12 уровней. Для каждого из уровней задается свой логин и пароль.

Технические характеристики панели оператора приведены в таблице 8.

Таблица 8-Панель оператора.

| | |
|--|---|
| Процессор | AT91SAM9G35-CU |
| Частота, МГц | 400 |
| Память программ (Flash), Мб | 128 |
| Допустимое число циклов перезаписи Flash-памяти на блок данных | 75000 |
| Оперативная память, Мб | 128 |
| Часы реального времени (RTC) | есть, энергонезависимые |
| Звук | пьезоизлучатель, с возможностью управления из программы |
| Тип дисплея | TFT LCD |
| USB Device | 1 × USB 2.0 В (для загрузки проектов) |
| Тип питающего напряжения | постоянное |
| Диагональ, дюймы | 10.1 |
| Разрешение | 800×480 |
| Номинальное напряжение питания, В | 24 |
| Макс. потребляемый ток, А | 0,27 |
| Макс. потребляемая мощность, Вт | 10 |
| Рабочая влажность, % | 10...90 (без конденсации) |

Продолжение таблицы 8

| | |
|--|--|
| Яркость, кд/м ² | 200 |
| Время наработки на отказ подсветки, часов | не менее 50000 при температуре 25 °С |
| COM-порты | <p>1 × Download-порт/COM1 (RS-232/RS-485) – для подключения устройств + загрузки проектов</p> <p>1 × PLC-порт/COM2 (RS-232/RS-485) – для подключения устройств</p> <p>Тип разъема DB9M, гальваническая изоляция отсутствует</p> <p>Сигналы RS-232 – Rx, Tx, GND; сигналы RS-485 – A, B</p> <p>Интерфейсы RS-232 и RS-485 являются аппаратно-независимыми</p> <p>Поддерживаемые протоколы: Modbus RTU (Master/Slave), Modbus ASCII (Master)</p> |
| Габаритные размеры (ширина × высота × глубина), мм | 272,2×191,7×51,2 |
| Рабочая температура, °С | 0...50 |
| Температура хранения, °С | -20...+60 |
| Масса брутто, кг | 1.5 |

Продолжение таблицы 8

| | |
|---|--------|
| Степень защиты корпуса по ГОСТ14254: | |
| - с лицевой стороны | IP65 |
| - со стороны разъемов | IP20 |
| Средний срок службы, лет | 10 лет |
| Среднее время наработки на отказ, часов | 75000 |

2.2.6 Выбор блока питания

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы возникла необходимость в обеспечении напряжения питания 24 В следующих элементов:

- индуктивный датчик ВБ2.30М.53.15.1.К;
- оптический датчик ВБ3С.18М.65.ТR400.5.1.К;
- датчик давления APZ 3420;
- гидрораспределитель ГР-2-3 1/8 (24В);
- программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК160 –24.И.М;

Для правильного подбора блока питания был проведён расчет суммарной потребляемой мощности всех элементов.

Для расчета потребляемой мощности одного элемента нужно умножить потребляемый ток элемента на напряжение питания 24 В.

Характеристики элементов, необходимые для расчета, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики элементов для расчета блока питания

| Прибор | Потребляемая мощность, Вт | Кол-во, штук |
|--------|------------------------------|--------------|
|--------|------------------------------|--------------|

Продолжение таблицы 9

| | | |
|--|-------|----|
| датчик ВБ2.30М.53.15.1.К | 0,192 | 12 |
| датчик ВБ3С.18М.65.ТR400.5.1.К | 0,72 | 2 |
| датчик APZ 3420 | 0,72 | 6 |
| гидрораспределитель ГР-2- 3 1/8 (24В) | 28 | 6 |
| ОВЕН ПЛК160 –24.И.М | 40 | 1 |

Суммарная потребляемая мощность элементов равна 216Вт.

На основании расчетных данных был выбран блок питания Omron S8VT. Максимальная выходная мощность – 240 Вт. Блок питания имеет номинал выходного напряжения 24 В.

Внешний вид блока питания Omron S8VT представлен на рисунке 2.9.

Технические характеристики блока питания представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики блока питания Omron S8VT-F24024E

| Параметр | Значение |
|--------------------------|---|
| Выходное напряжение, DC | 24 V |
| Материал корпуса | алюминий |
| Защита | от короткого замыкания от перегрузок по току |
| КПД | 86- 91% |
| Класс защиты | IP67 |
| Температура эксплуатации | -10.. 60 °С |
| Выходная мощность, W | 240 W |
| Выходной ток, I | 10A |



Рисунок 2.9 – Внешний вид блока питания Omron S8VT-F24024E

2.2.7 Автоматический выключатель

Автоматический выключатель – контактный коммутационный аппарат (механический или электронный), способный включать токи, проводить их и отключать при нормальных условиях в цепи, а также включать, проводить в течение нормированного (заданного) времени и автоматически отключать токи при нормированных ненормальных условиях в цепи, таких как токи короткого замыкания

Автоматический выключатель необходим для защиты электрической цепи от любого тока, превышающего номинальный (сверхтока).

Таблица 11 – Технические характеристики ПЧВЗ-К75-Б

| | |
|--------------------------------|---|
| Питающая сеть | 3 фазы, 200...240 В (0,25...11 кВт) 3 фазы, 380...480 В (0,37...90 кВт) |
| Выходное напряжение (U,V,W), % | 0...100 |

Продолжение таблицы 11

| | |
|---|--|
| Выходная частота, Гц | 0...200 Гц(VC), |
| Цифровые входы | 4 |
| Аналоговые входы | 2 U/I (0...10 В/4...20 мА) |
| Аналоговые выходы | 2 I (4...20 мА) |
| Релейные выходы | 2 (240 В, 2 А) |
| Протокол RS-485 | Modbus RTU, FLN, Metasys; BACnet MSTP |
| Встроенные источники питания | 10 В/25 мА 24 В/80 мА |
| Класс защиты корпуса | IP20 |
| Диапазон рабочих температур | 0...40 °С при номинальном выходном токе ; -20...+50 °С со снижением выходного тока |
| Температура при хранении и транспортировке | -30... +70 °С |

Внешний вид автоматического выключателя представлен на рисунке 2.10



Рисунок 2.10 – Внешний вид автоматического выключателя ПЧВ3-К75-Б

2.3 Разработка схемы соединений

Схема электрическая соединений – это документ, показывающий соединения составных частей изделия (установки) и определяющий провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.).

Схема соединений элементов представлена в приложении Г.

3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

3.1 Разработка алгоритма работы системы

В рамках выполнения выпускной квалификационной работы в соответствии с технологическим процессом был разработан алгоритм работы системы управления растяжной установкой. Данный алгоритм является набором инструкций, предназначенным для помощи оператору в использовании системы управления для достижения конкретного результата. Алгоритм выполнен в виде блок-схемы.

Алгоритм работы системы представлен в приложении Г.

3.2 Разработка интерфейса оператора

В рамках выпускной квалификационной работы была произведена разработка программного обеспечения для АСУРУ. Данное программное обеспечение позволит оператору осуществлять контроль над измерительным процессом, получать уведомления о неисправностях системы, а также настраивать при необходимости отдельные параметры измерительного процесса.

Панель оператора АСУРУ разработана с использованием программной среды проектирования Simple Scada. Система включает в себя следующие панели:

- панель «Задание параметров» (см. рисунок 3.1);
- панель «Выбор режима работы», рисунок 3.2;
- панель «Управление элементами системы», рисунок 3.3;
- панель «Справка», рисунок 3.4;

Панель управления «Задание параметров» позволяет регулировать измерительные параметры. Такие как: начальное положение подвижного хвостовика и параметр растяжения. Также данная панель содержит настройки диапазона рабочего давления.

Во избежание ошибок в работе системы при задании заведомо неверных параметров измерений, пользователю предоставляется возможность выбора параметров из выпадающего меню. Выпадающее меню будет содержать только тот набор параметров, который был утвержден разработчиком измерительного стенда и АСУРУ.

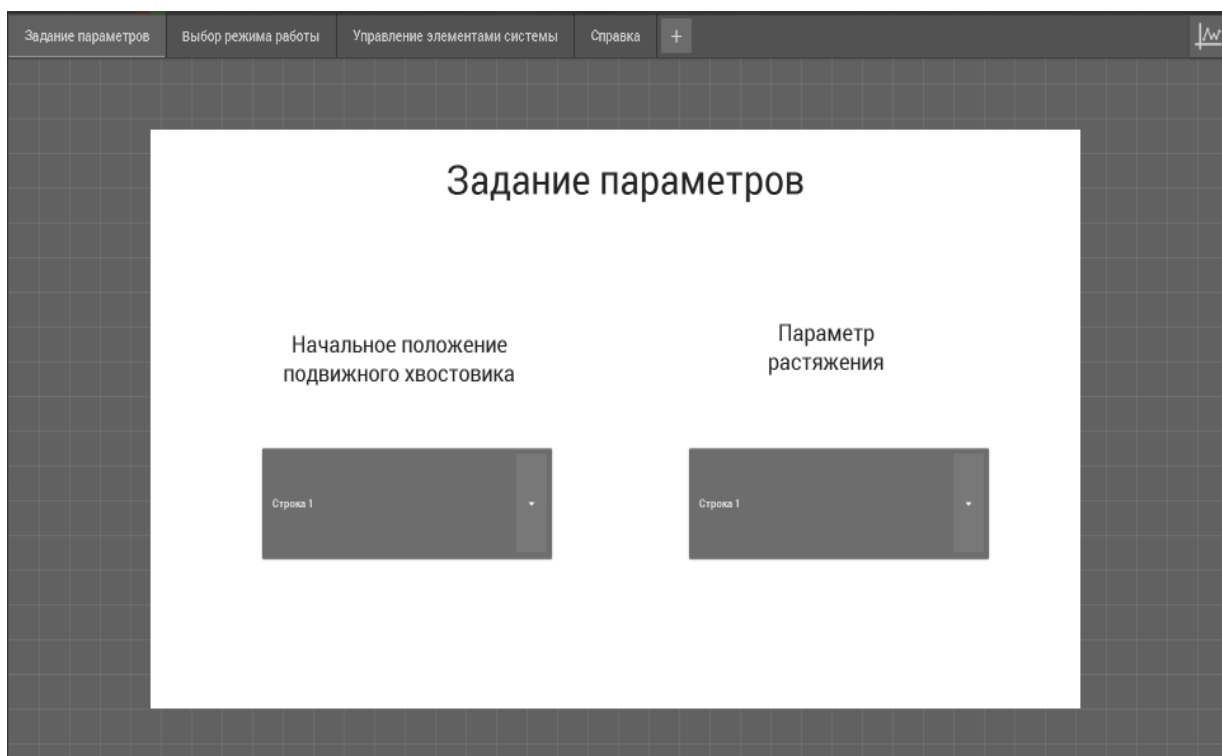


Рисунок 3.1 – Панель «Задание параметров»

Панель управления «Выбор режима работы» содержит информацию о выборе режима работы на АСУРУ.

Панели управления режимами измерений включают в себе 3 кнопки «Ручной», «Автоматический», «Стоп». Кнопка «Автоматический» предназначена

для запуска процесса в автоматическом режиме. Кнопка «Ручной» предназначена для управления системой в ручном режиме. Кнопка «Стоп» предназначена для остановки работы всей растяжной установки. Чтобы продолжить работу необходимо перейти в ручной или автоматический режим.

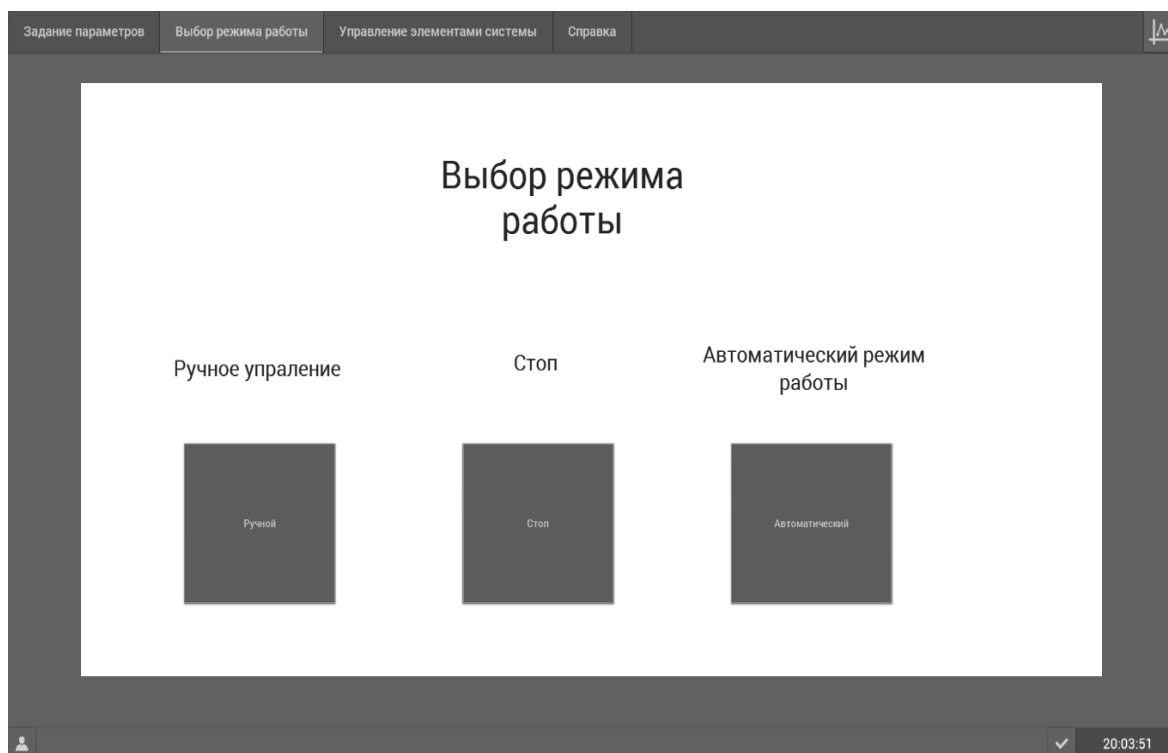


Рисунок 3.2 – Панель «Выбор режима работы»

Панель управления «Выбор режима работы», содержит информацию о выборе режима работы на АСУРУ. Данная панель позволяет контролировать процесс работы устройств.

Панели управления режимами измерений включают в себе кнопки выбора режимов «Ручной», «Автоматический» и «Стоп». Кнопка «Автоматический» предназначена для запуска процесса в автоматическом режиме. Кнопка «Ручной» предназначена для управления системой в ручном режиме. Кнопка «Стоп» предназначена для остановки работы всей растяжной установки. Чтобы продолжить работу необходимо перейти в ручной или автоматический режим.

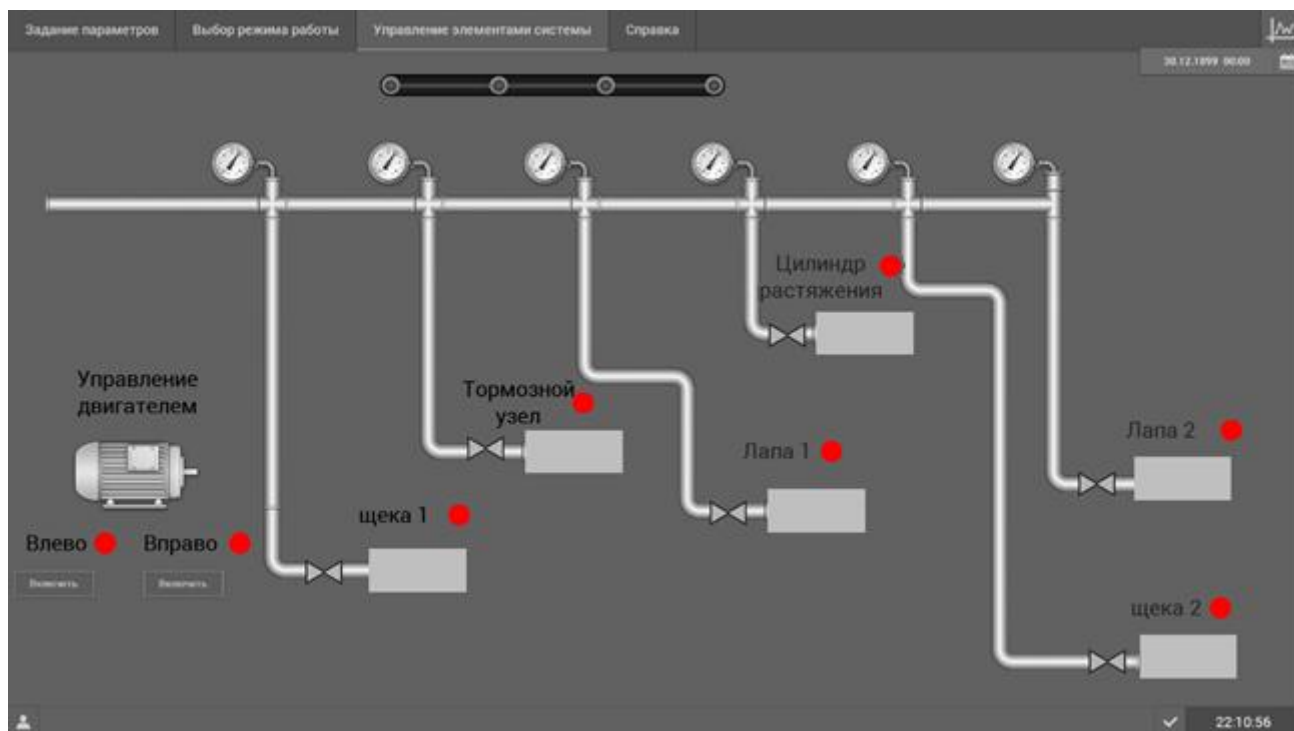


Рисунок 3.3– Панель «Управление элементами системы»

Панель управления «Управление элементами системы», позволяет контролировать процесс работы устройств (Датчики передают информацию о работе устройств системы), а также непосредственно работать в ней при переходе в ручной режим.

В панели управления элементы системы можно разделить на две группы:

- Управление подвижным хвостовиком
- Управление головой

Панель управления подвижным хвостовиком включает следующие кнопки: управление лапой «Лапа1», управление щекой «Щека1» и три кнопки управления двигателем «Вправо», «Влево» и «Стоп».

Панель управления головой включает следующие кнопки: управление лапой «Лапа2», управление щекой «Щека2», управление «цилиндром растяжения».

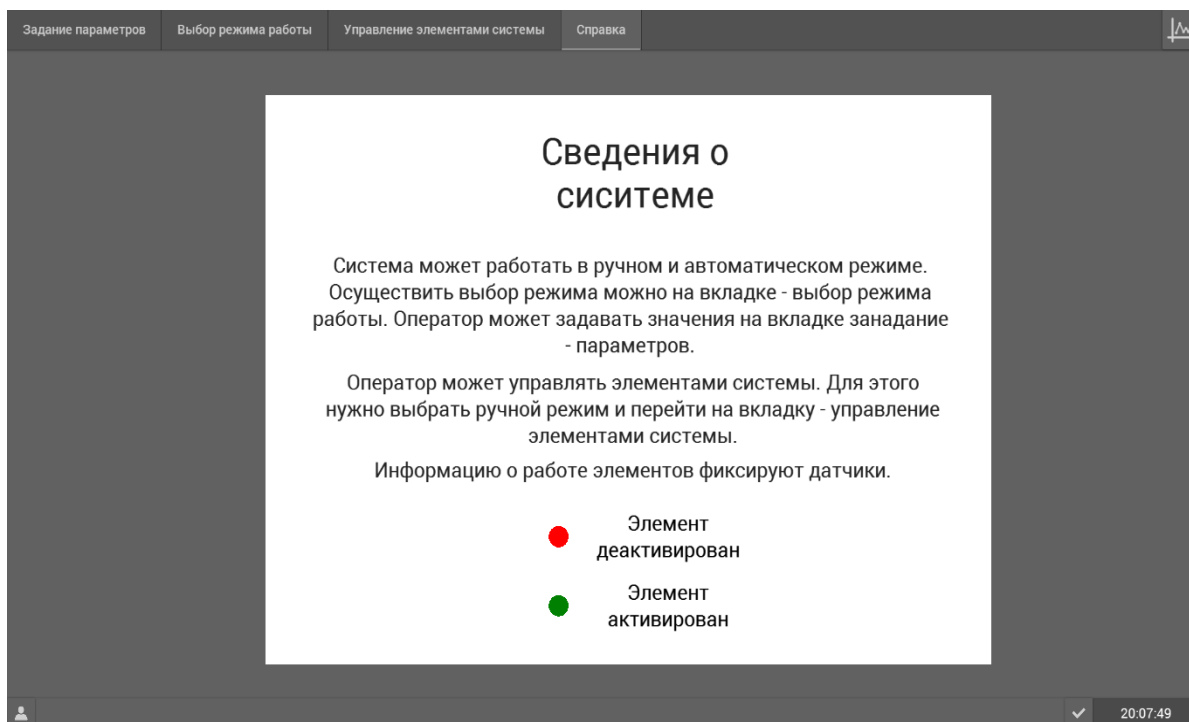


Рисунок 3.4– Панель «Справка»

Панель «Справка» служит для расшифровки обозначений параметров измерений, а также содержит в себе общие сведения о системе.

3.3 Разработка программного обеспечения вычислителя

Разработка программного обеспечения для ПЛК160-24.ИМ. велась с использованием программы «CoDeSys V2.3».

После создания проекта и выбора используемой модели ПЛК, необходимо произвести настройку конфигурации данного вычислителя. Сначала назначим все порты ПЛК, которые будут задействованы в системе управления растяжной установкой.

Затем реализуем возможность взаимодействия ПЛК с модулем аналогового ввода и частотными преобразователями через интерфейс RS-485 по протоколу ModBus RTU в режиме «Master». Для этого добавим подэлемент ModBus (Master) и в его параметрах выберем интерфейс RS-485. Далее проведем настройку

параметров модуля RS-485, задав скорость обмена по сети равной 11520 б/с и подтип протокола связи RTU. Настроенные параметры модуля представлены на рисунке 3.4.

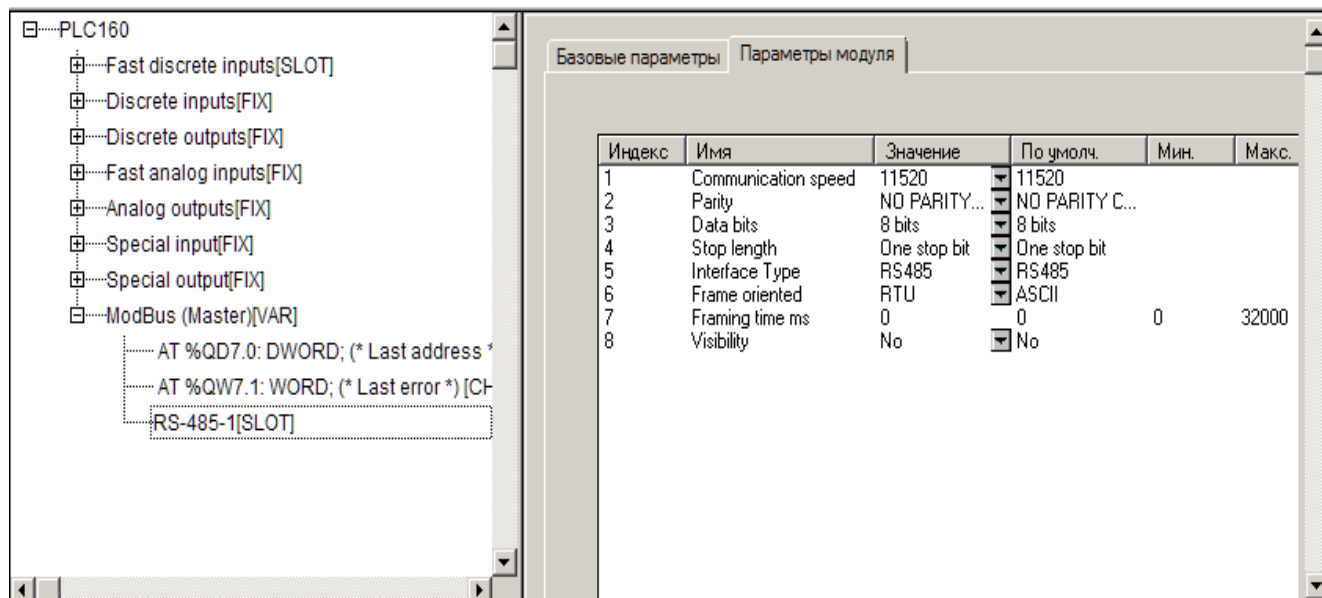


Рисунок 3.4– Параметры модуля RS-485

Для опроса параметров частотного преобразователя и изменения их по сети добавим, как подпункт подэлемента ModBus (Master), подэлемент Universal Modbus device. В его параметрах зададим адрес устройства.

Далее назначим регистры, с которыми будем работать. Для этого воспользуемся таблицами адресации регистров ОВЕН ПЧВ для удаленного опроса по интерфейсу RS-485 из руководства по программированию ОВЕН ПЧВ [22]. Информация о используемых регистрах приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Адресация регистров ОВЕН ПЧВ

| Назначение | Номер регистра dec | Номер регистра hex |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Входные данные: регистр командного слова | 49999 | C34F |

Продолжение таблицы 12

| | | |
|--|-------|------|
| Выходные данные: регистр слова состояния | 50199 | C417 |
| Выходные данные: регистр основного текущего значения | 50209 | C421 |
| Считывание рабочих характеристик: частота | 16129 | 3F01 |
| Входные данные: регистр задания по RS-485 | 50009 | C359 |

Настроенные параметры подэлемента Universal Modbus device для частотного преобразователя показаны на рисунке 3.5.

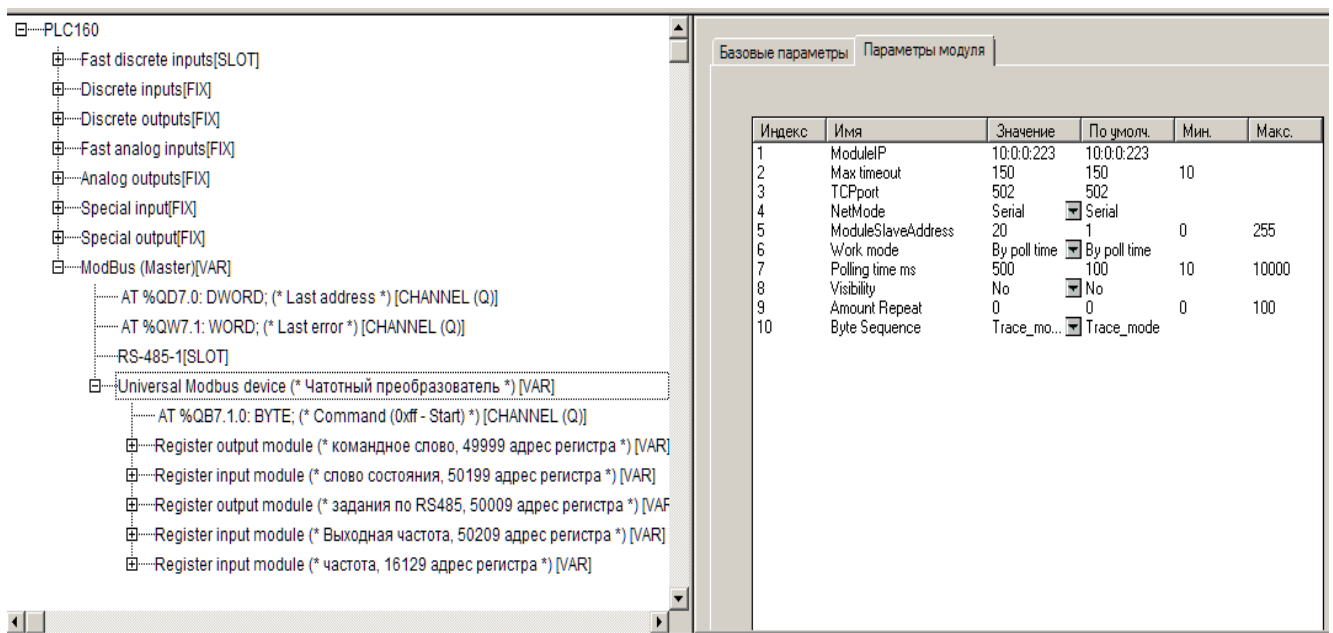


Рисунок 3.5 – Параметры подэлемента для частотного преобразователя

Далее добавим подэлемент RS-485 и зададим его параметры, как скорость обмена по сети равную 115200 б/с и подтип протокола связи RTU. На рисунке 3.6 показаны настроенные параметры модуля RS-232.

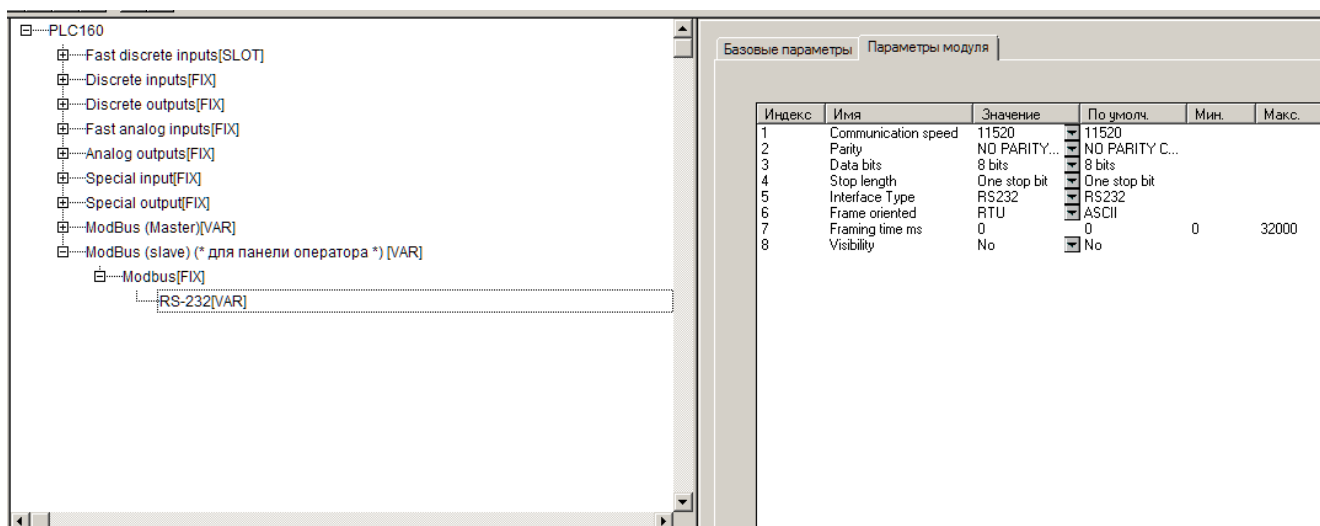


Рисунок 3.6 – Параметры модуля RS-232

Также произведем настройку параметров панели оператора (см. рисунок 3.7). Она производится в среде «Конфигуратор СП300».

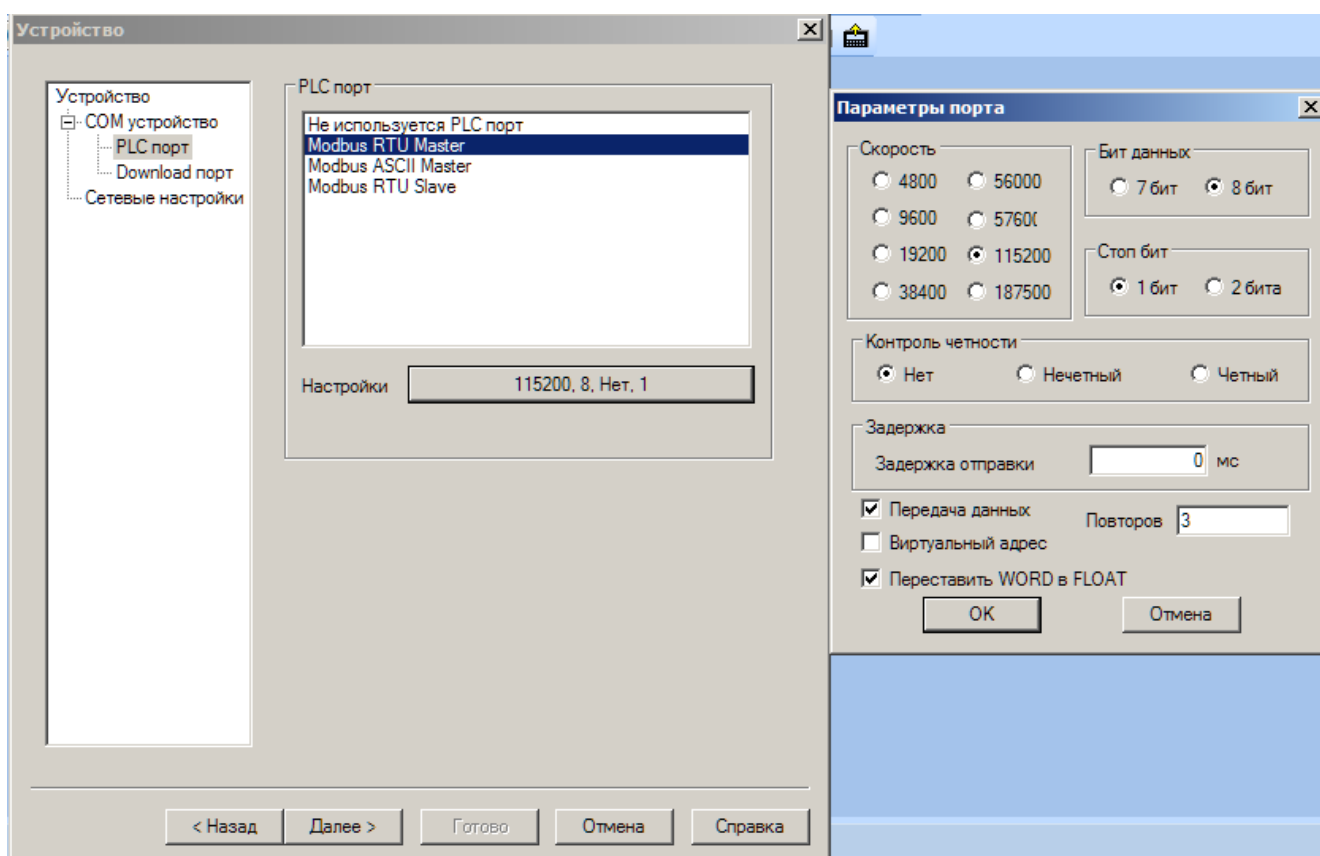


Рисунок 3.7 – Настройка параметров панели оператора

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
- 2 Решетов Д. Н. Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.: ил.
URL: <http://mashinform.ru/kpo/pressy-mehanicheskie/k2540.shtml>
- 3 ГОСТ 2.701 – 2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Стандартинформ, 2009 – 22 с.
- 4 Клюев А. С. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля/ А. С. Клюев, Б. В. Глазов, М. Б. Миндин, С. А. Клюев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.: ил.
- 5 Смирнов В. А. Электроника систем управления Ч. 1: Аналоговая электроника: Учебное пособие. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. – 158, [1] с.
- 6 Характеристики асинхронного двигателя – <http://new.abb.com/products/ABB3GAA102314-BDE>
- 7 Характеристики блока питания – <http://shopleds.ru/katalog/bloki-pitaniya-dlya-lenty/blok-pitaniya-hlg-240h-24-24v-10a-240w>
- 8 Характеристики преобразователя частоты – http://www.owen.ru/catalog/preobrazovatel_chastoti_oven_pchv3/37633388
- 9 Программируемый логический контроллер ПЛК160–220.И.М – http://www.owen.ru/catalog/programmiruemij_logicheskij_kontroller_oven_plk160/opisanie
- 10 Индуктивные датчики ВБ2.30М.53.15.1.К – http://www.owen.ru/catalog/datchiki_induktivnie/datchiki_induktivnie
- 11 Оптические датчики ВБ3С.18М.65.ТR400.5.1.К – <http://mega-k.com/products/vb3c-18m65-tr400b51-k?tab=tabOptions>
- 12 Датчики давления APZ 3420 – <https://piezus.ru/media/catalog/product/apz3420ru>

13 Гидрораспределители – <http://b-k-r.ru/catalog/item385.html>

14 Автоматический выключатель –
http://220pro.ru/products/avvmodulnyj_trehpolyusnoj_avtomaticheskij_vyklyuchatel_10a_45ka/

ПРИЛОЖЕНИЕ А Внешний вид растяжной установки



Рисунок А.1 – Внешний вид растяжной установки

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Принцип работы растяжной установки

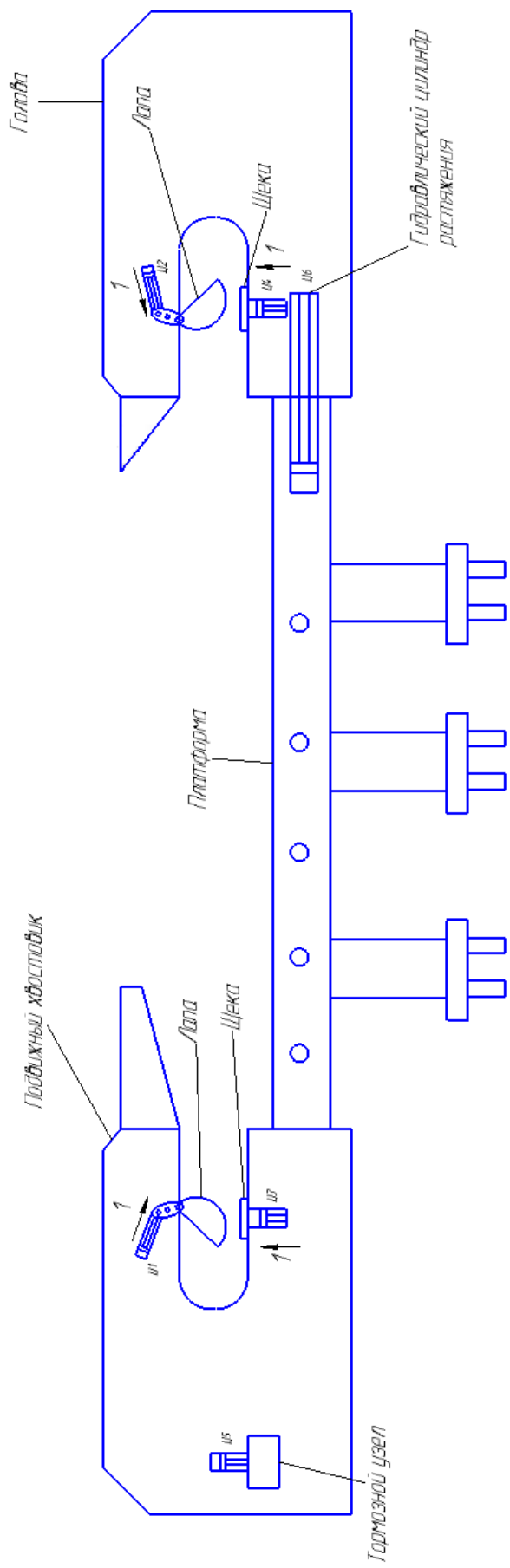


Рисунок Б.1 – Фиксация заготовки в лапах и щеках

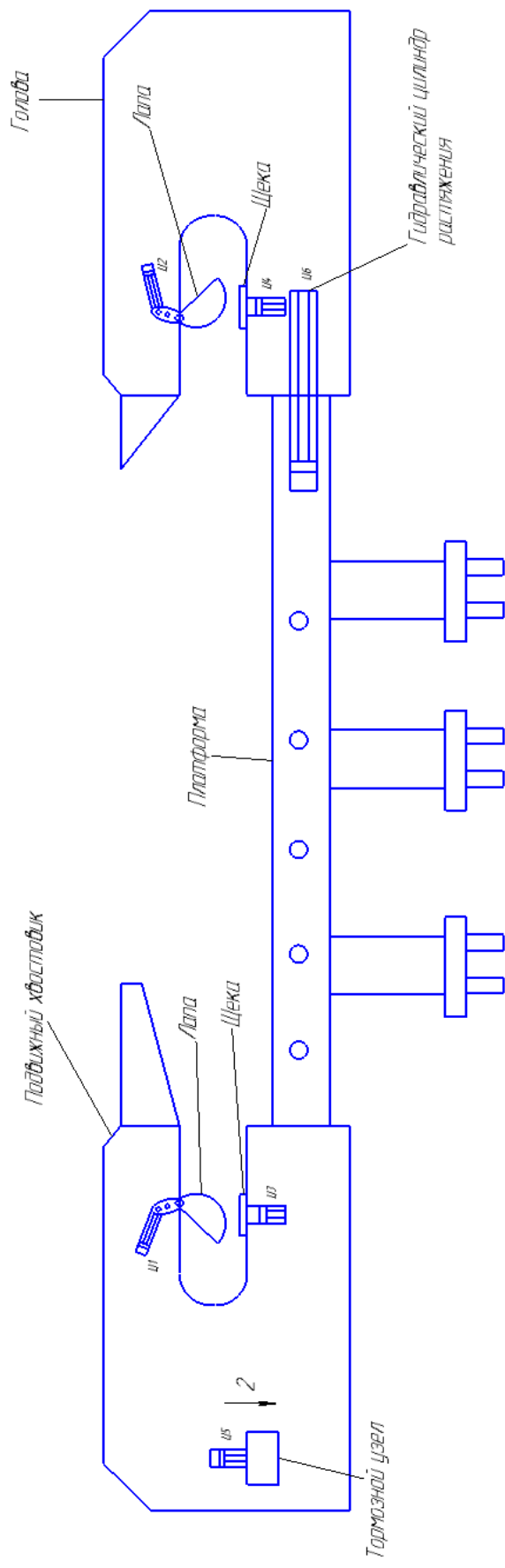


Рисунок Б.2 – Начало работы тормозного

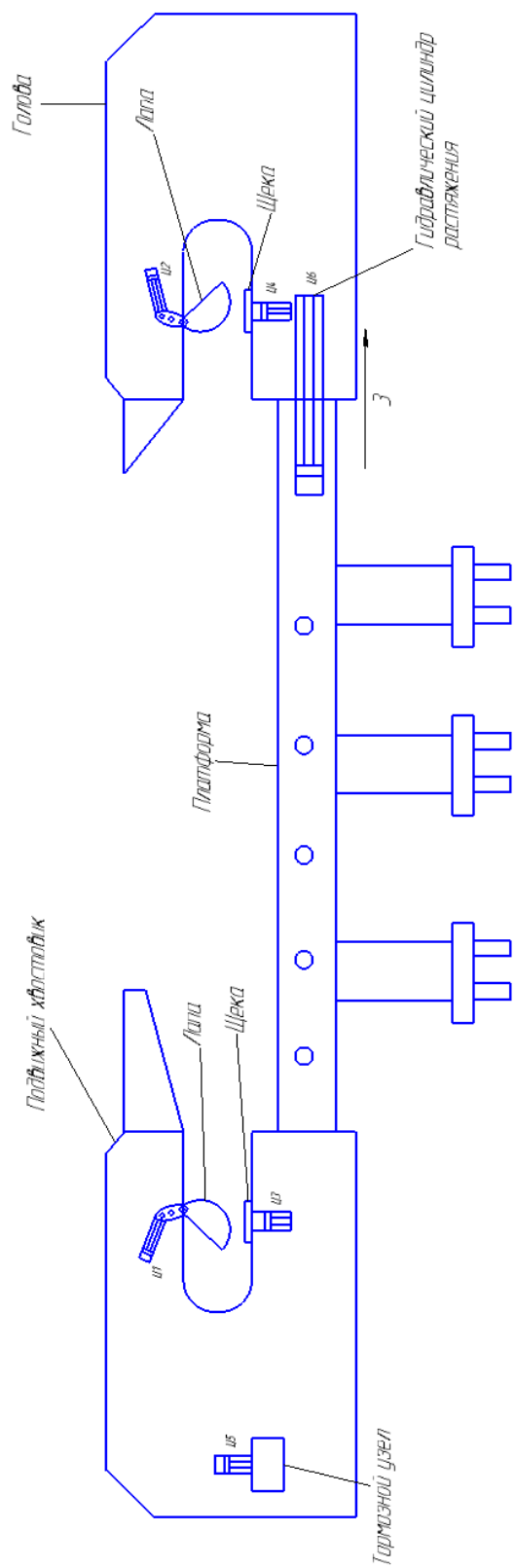


Рисунок Б.3 – Процесс растяжения

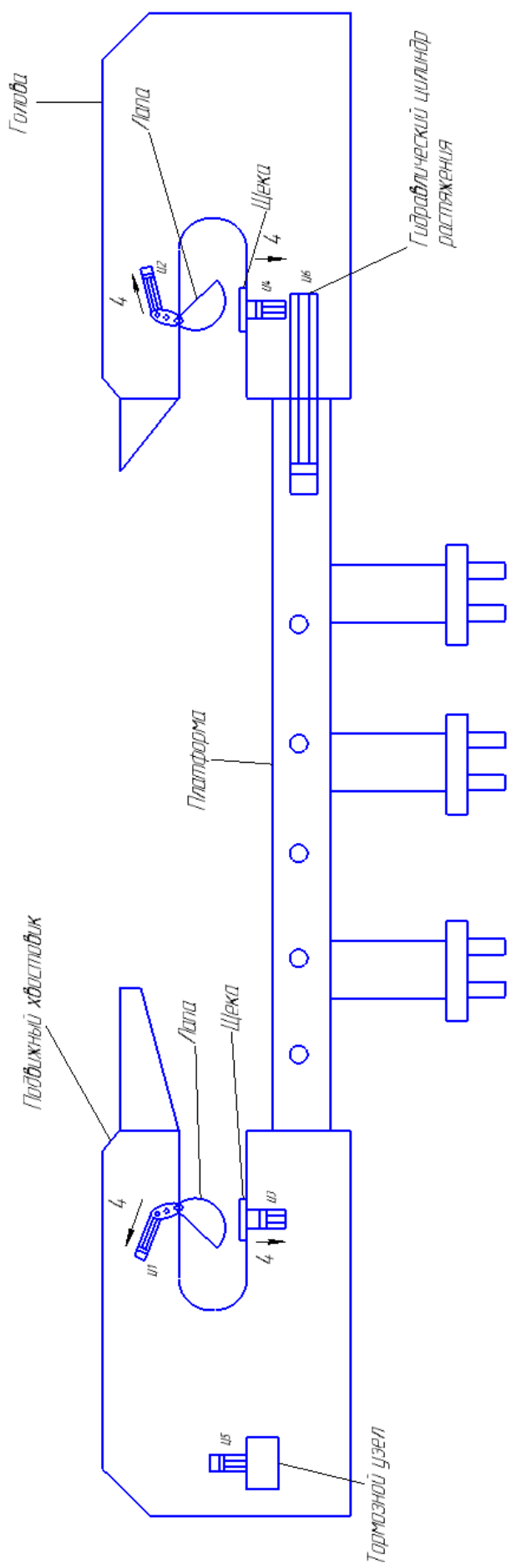


Рисунок Б4 – Разжатие лап и щек

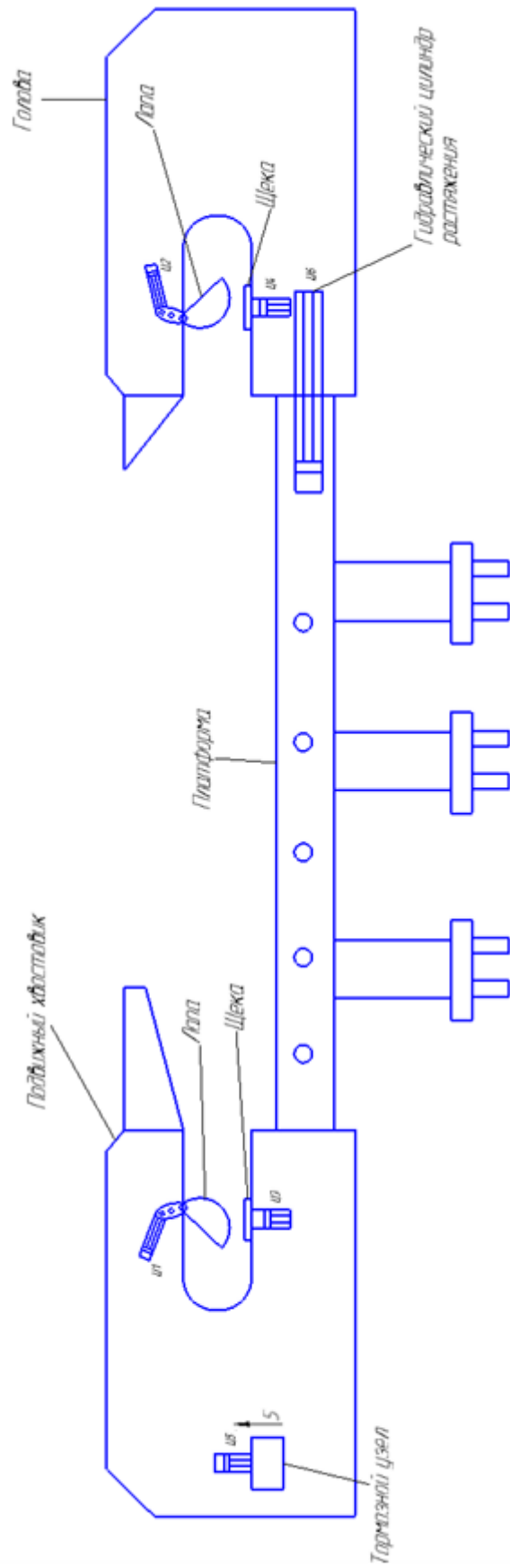


Рисунок Б5 – Деактивация тормозного узла

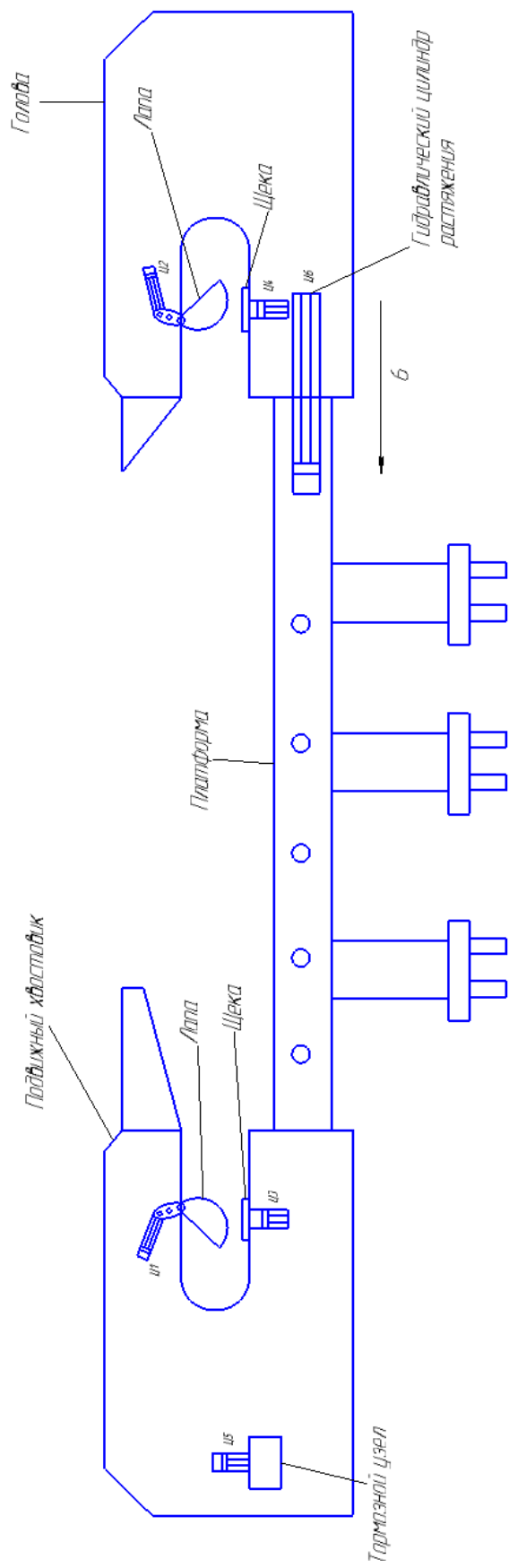


Рисунок Б6 – Принцип работы растяжной установки

ПРИЛОЖЕНИЕ В Циклограмма

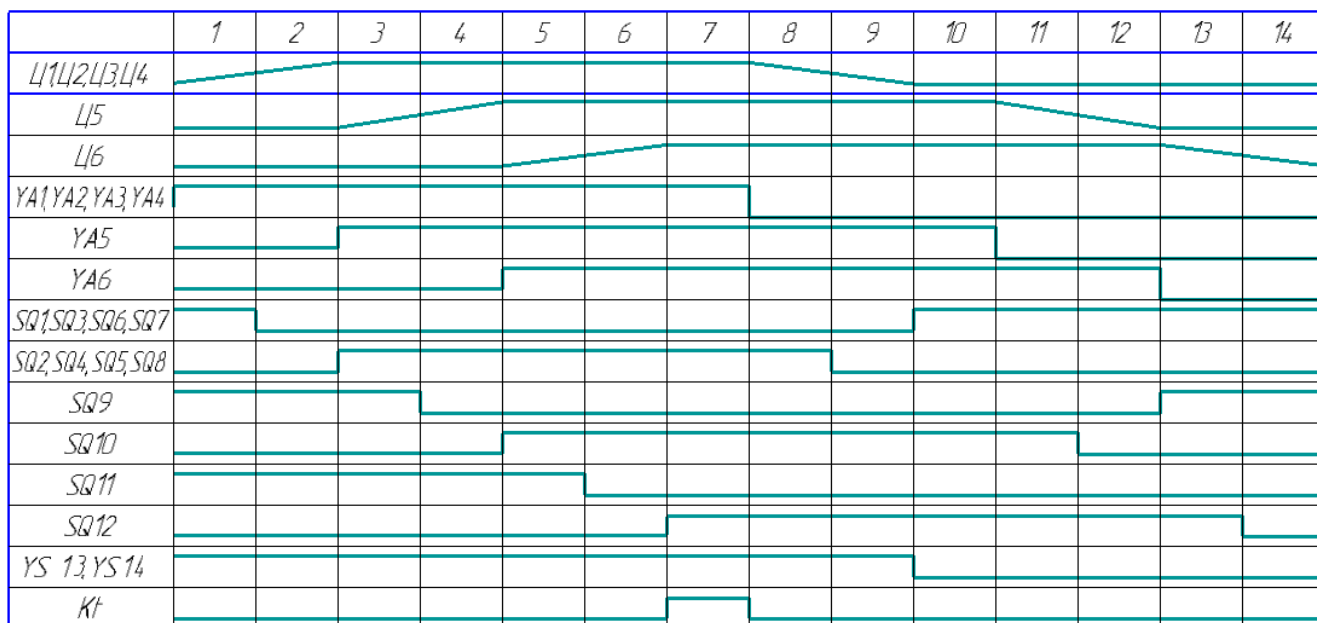


Рисунок В.1 – Циклограмма

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Схема автоматизации функциональная

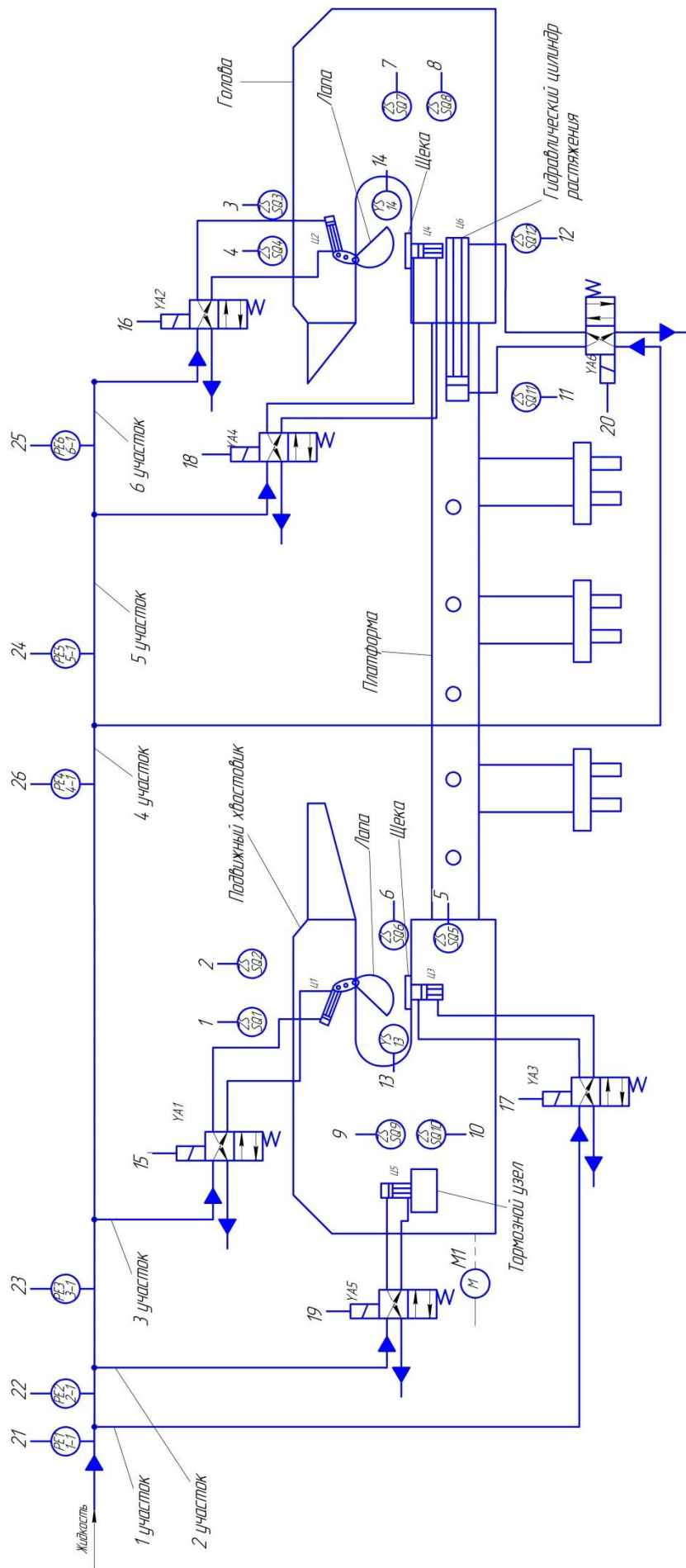


Рисунок Г.1 – Схема автоматизации функциональная

ПРИЛОЖЕНИЕ Д Подключение элементов

ПРИЛОЖЕНИЕ Е Схема электрическая принципиальная

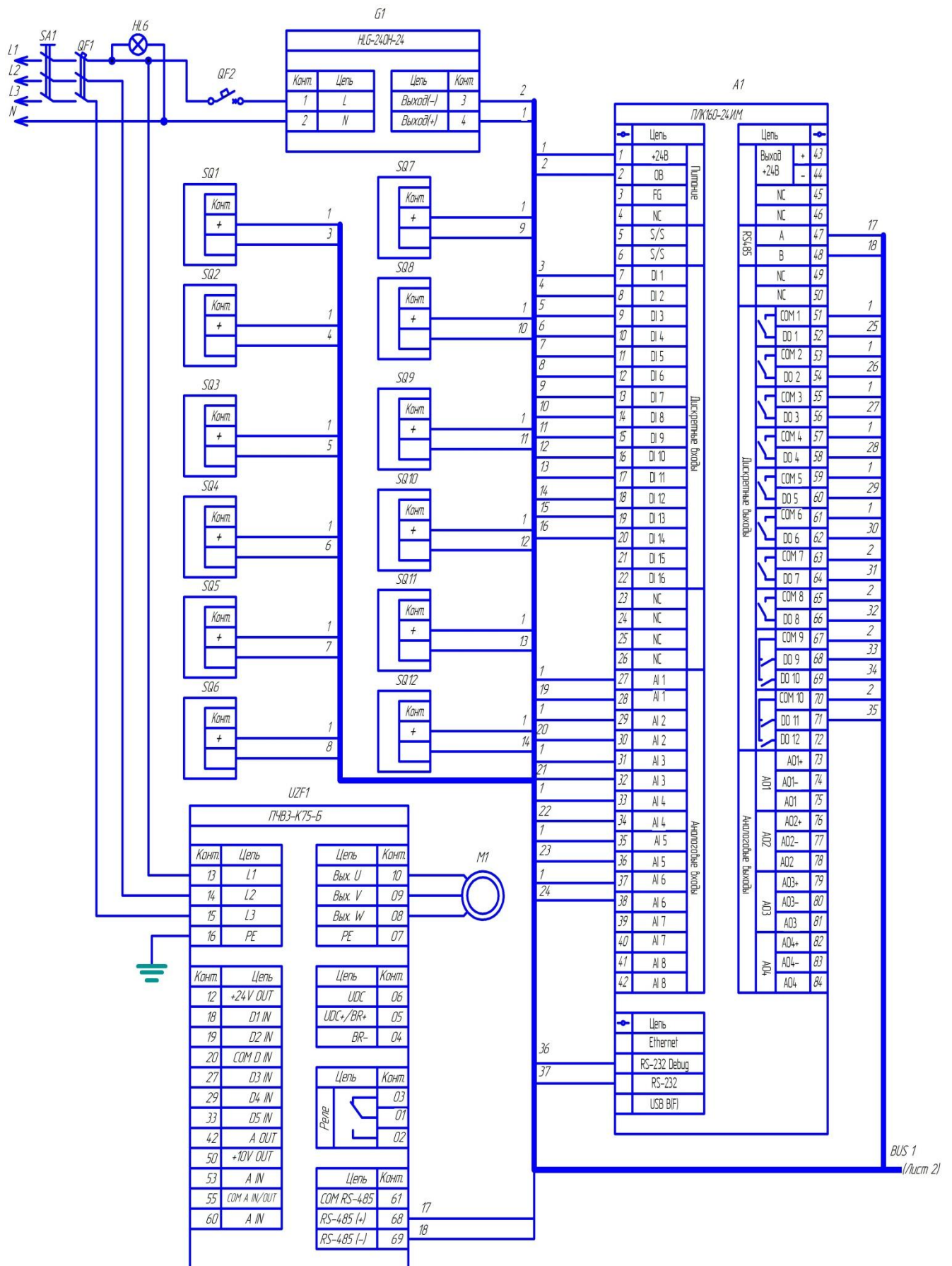


Рисунок Е.1 – Схема электрическая принципиальная

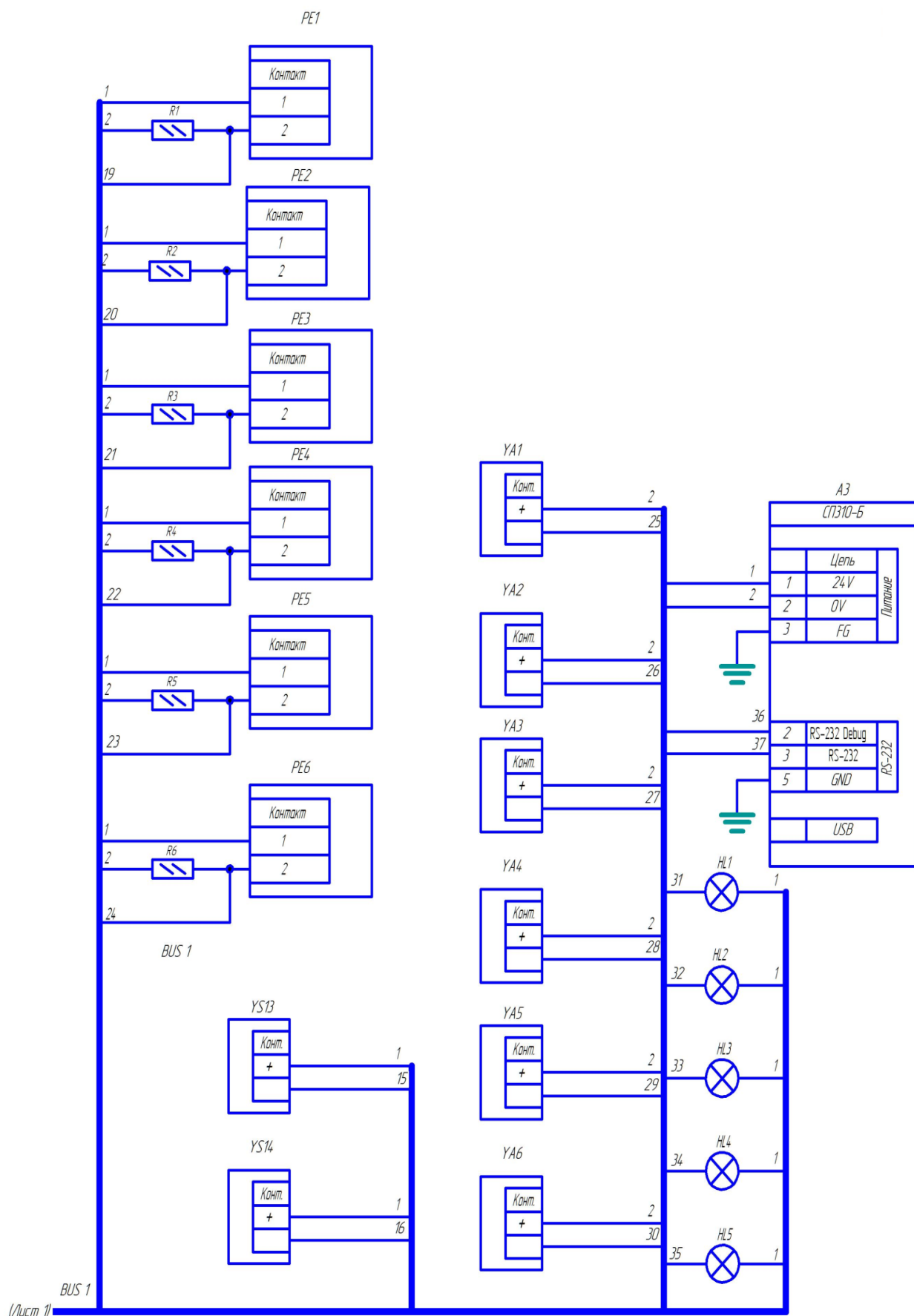


Рисунок Е.2 – Схема электрическая принципиальная

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Схема соединений

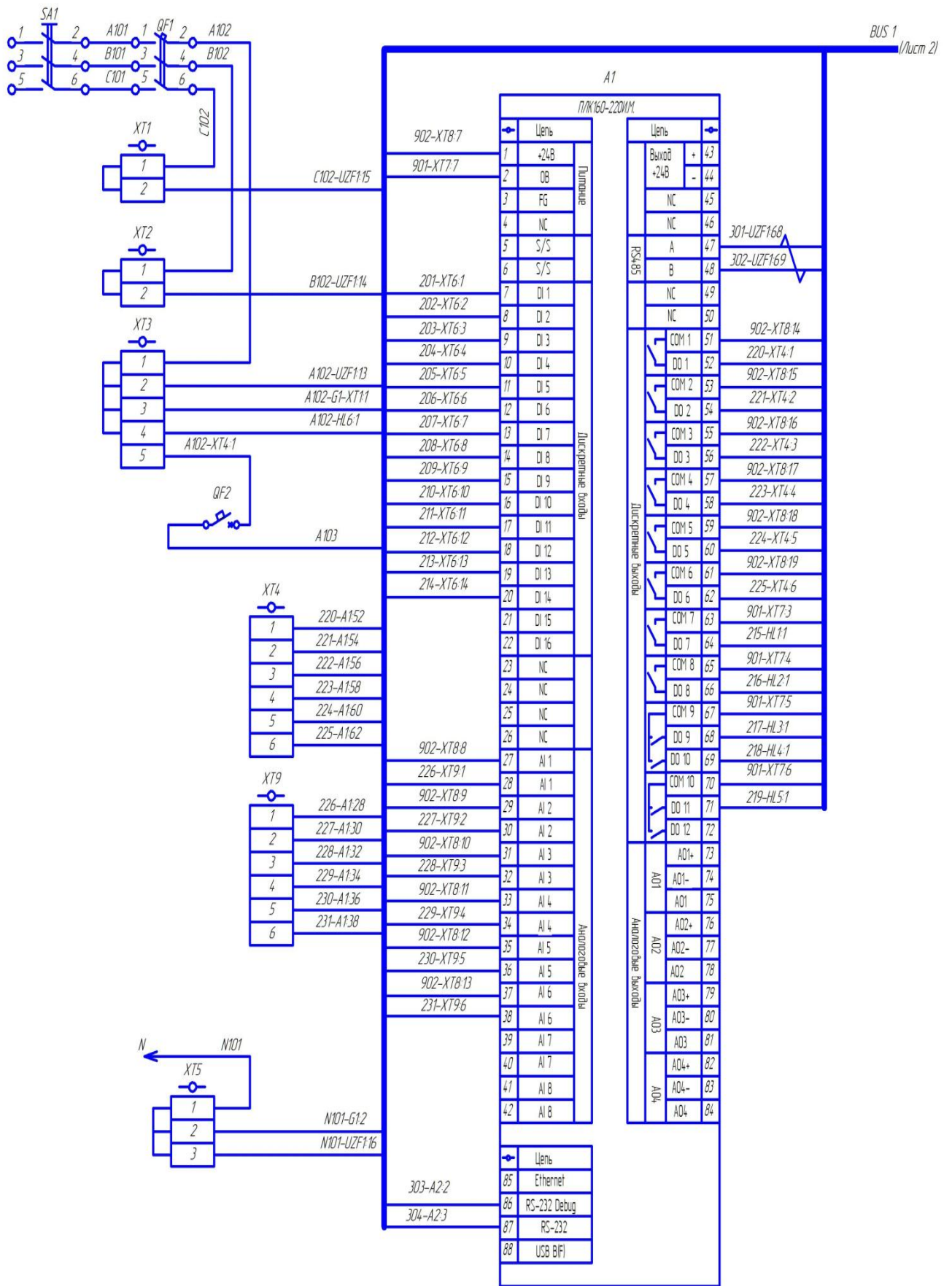


Рисунок Ж.1 – Схема соединений

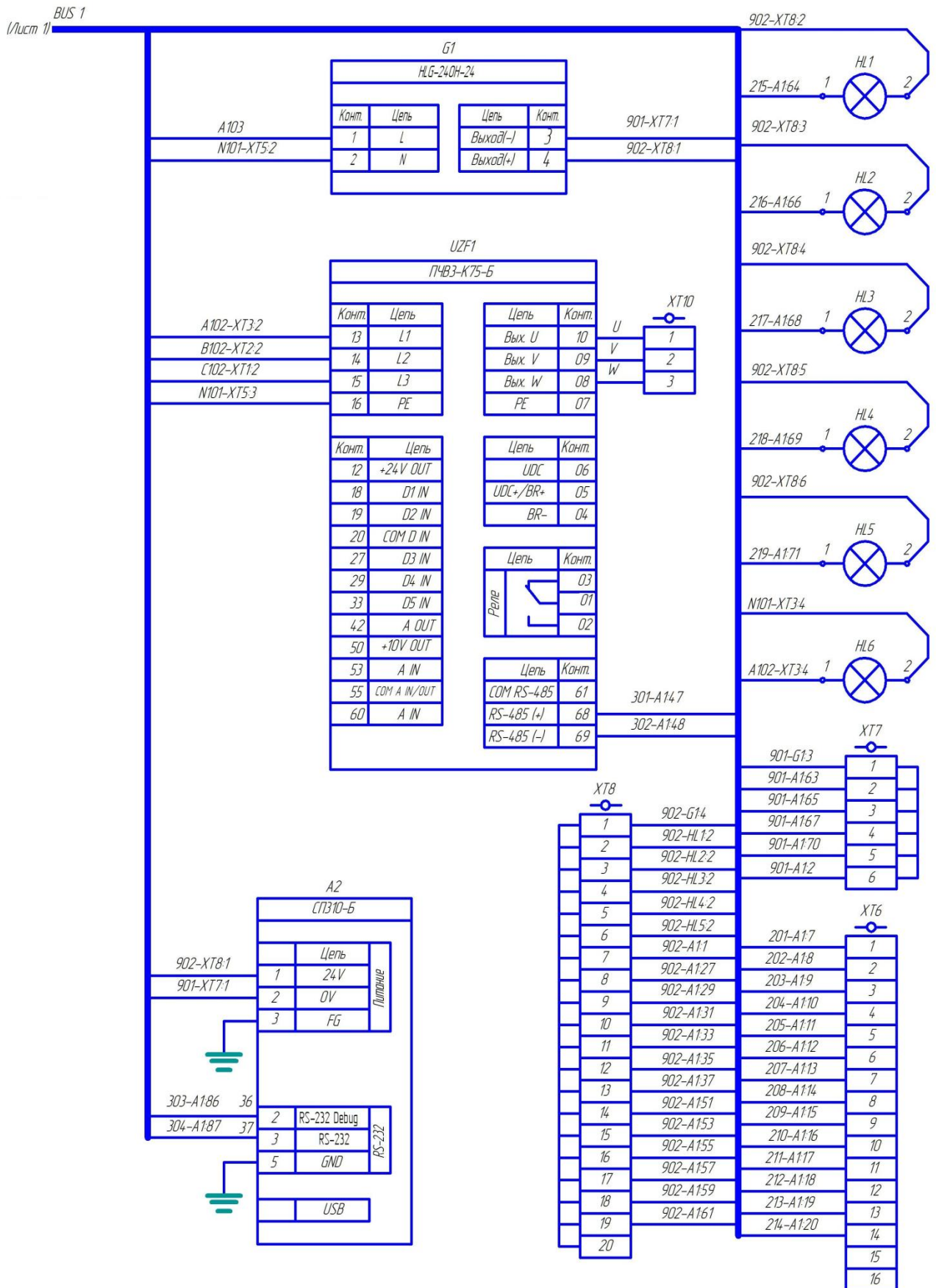


Рисунок Ж.2 – Схема соединений

ПРИЛОЖЕНИЕ К Руководство пользователя по управлению

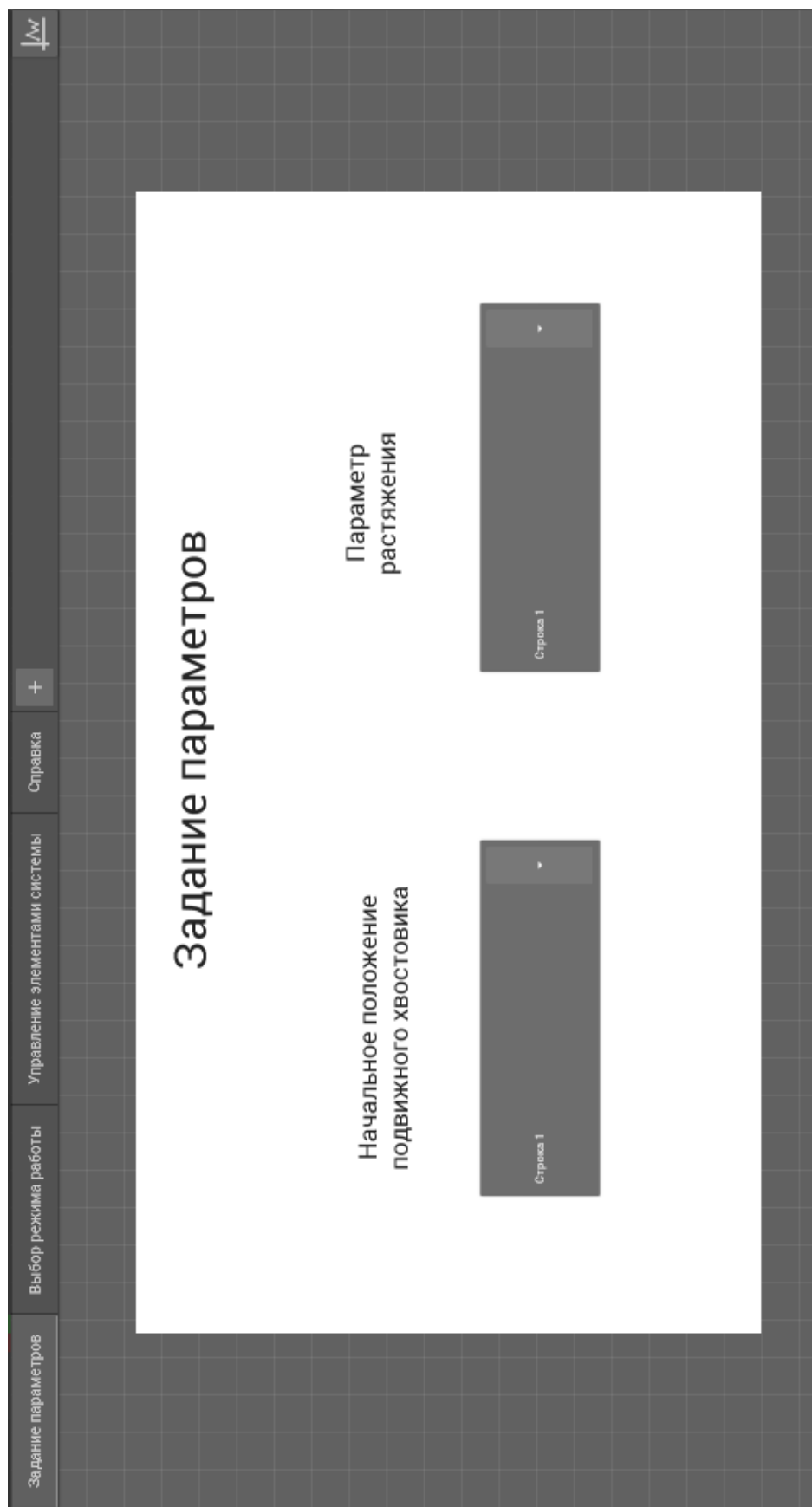


Рисунок К.1 – Задание параметров

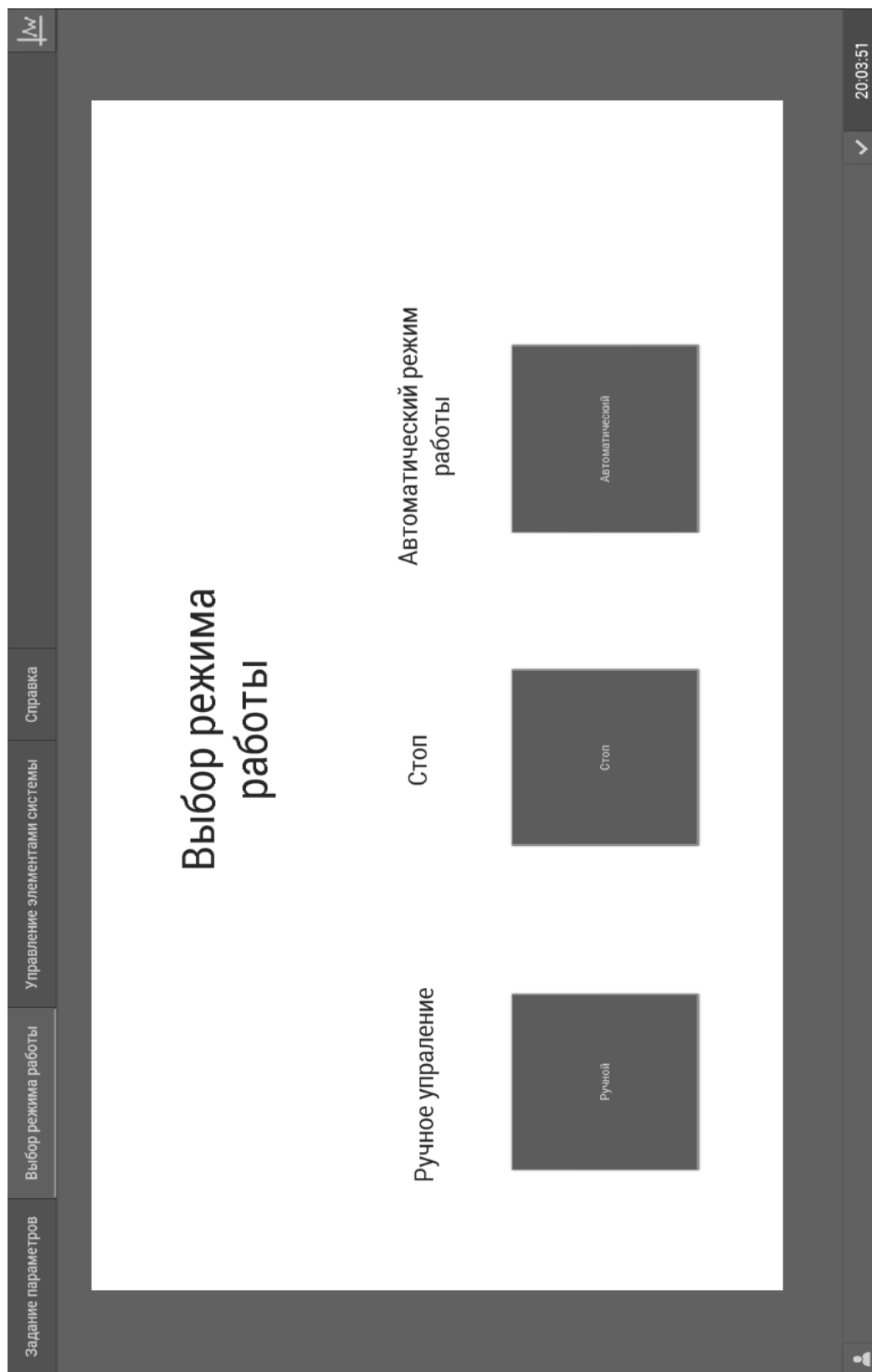


Рисунок К.2 – Выбор режима работы

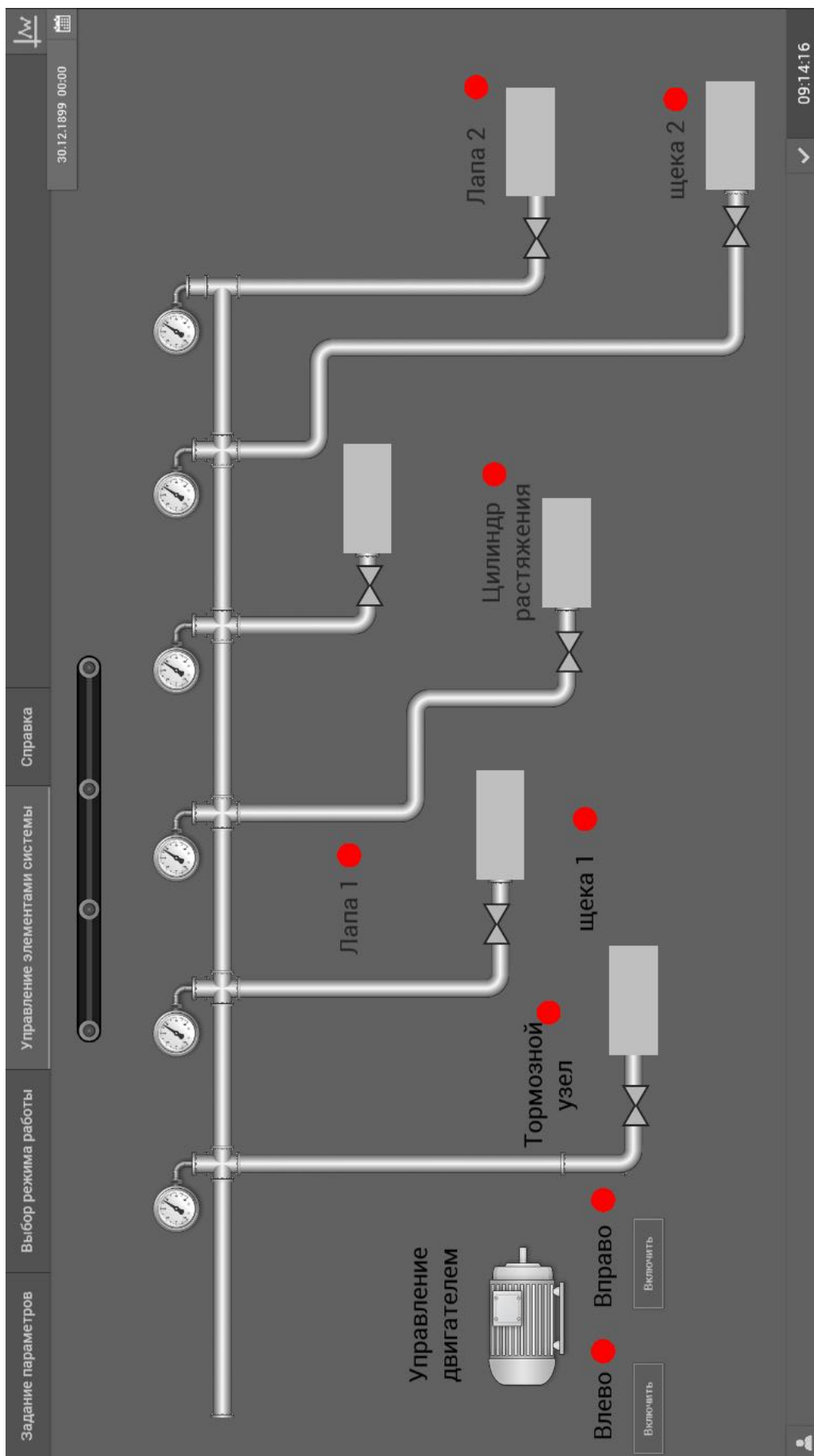


Рисунок К.3 – Управление элементами системы

ПРИЛОЖЕНИЕ Л Алгоритм работы АСУРУ

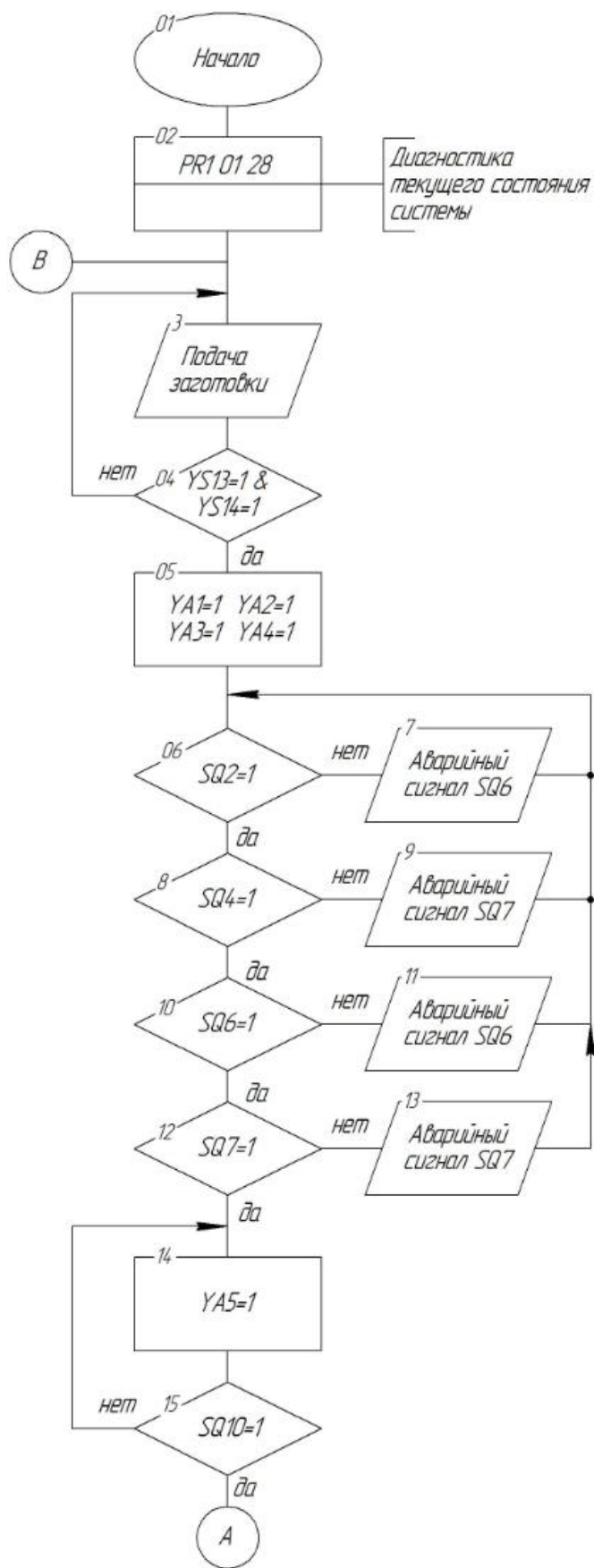


Рисунок Л.1 – Алгоритм работы АСУР

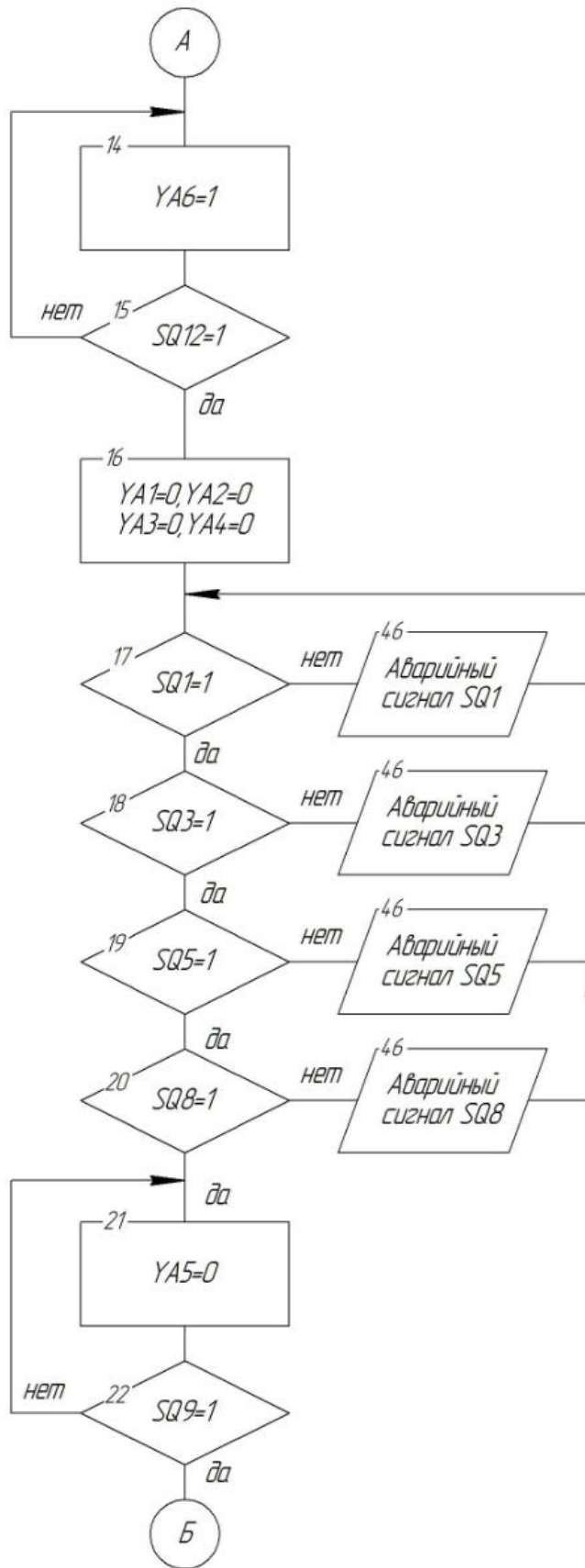


Рисунок Л.2 – Алгоритм работы АСУРУ

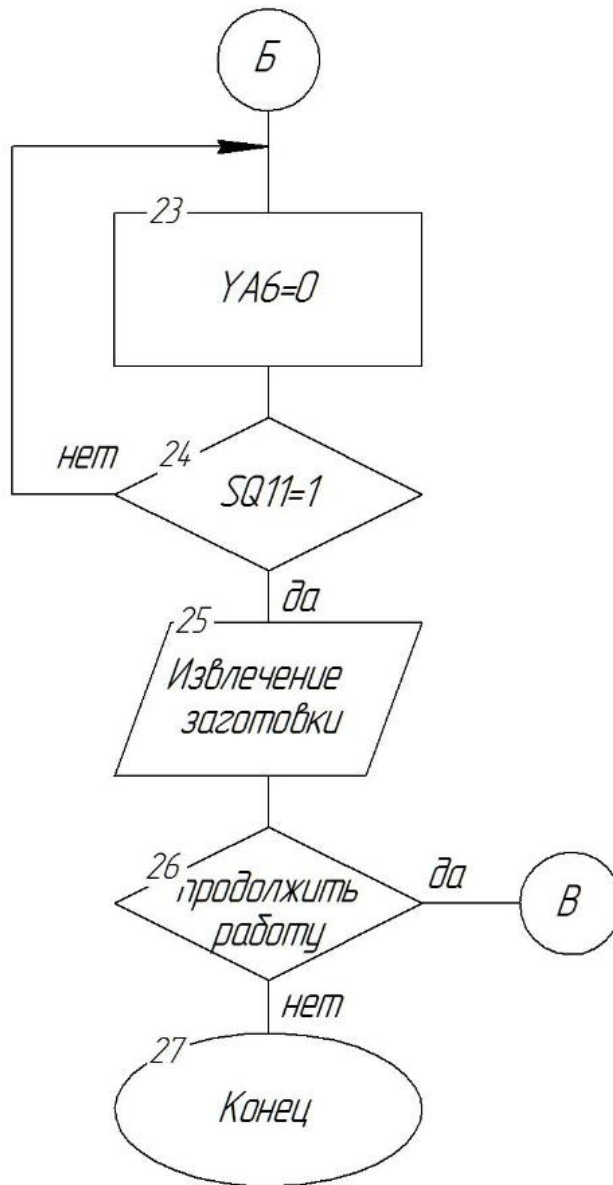


Рисунок Л.3 – Алгоритм работы АСУРУ

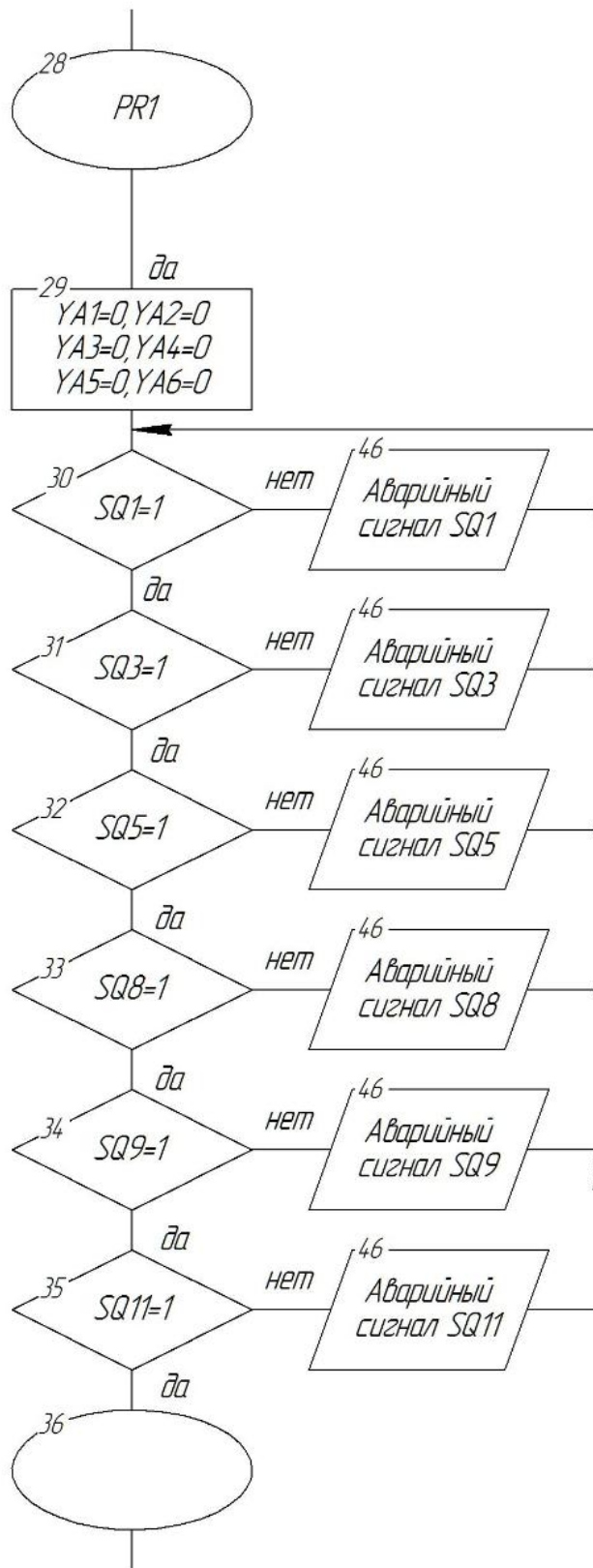


Рисунок Л.4 – Алгоритм работы АСУРУ (подпрограмма)