

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
институт

Электроэнергетика
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

Г.Н. Чистяков

подпись
« ____ » _____ 20 ____ г.

инициалы, фамилия

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

«Разработка и изготовление системы цифрового управления
электроприводами координатно-расточного станка»

тема

Руководитель	_____ подпись, дата	доцент, канд. техн. наук _____ должность, ученая степень	Е.Я. Глушкин _____ инициалы, фамилия
Выпускник	_____ подпись, дата		Ю.А. Чумак _____ инициалы, фамилия
Нормоконтролер		_____ подпись, дата	И.А. Кычакова _____ инициалы, фамилия

Абакан 2019

ВВЕДЕНИЕ

В наше время автоматизация производственных процессов – это главное направление, по которому развивается производство во всем мире. Исполнение физических, интеллектуальных функций, выполняемых ранее человеком, постепенно переходит к технике, которая сама выполняет технологические циклы и осуществляет контроль за ними.

Широкое применение средств автоматизации производственных процессов напрямую влияет на сокращение издержек и повышение качества продукции.

Исторически первыми автоматическими устройствами промышленного назначения были поплавковый регулятор (Рисунок1) питания парового котла водой, который был разработан российским механиком Н. И. Ползуновым в 1756 г., а также регулятор скорости паровой машины, созданный англичанином

Д. Уаттом в 1784 г..

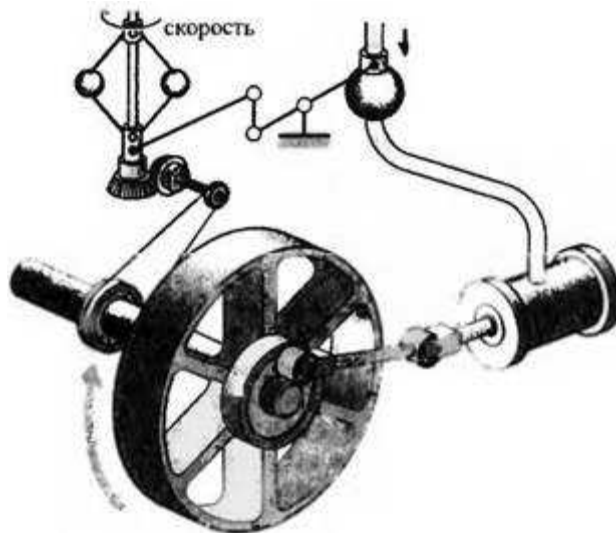


Рисунок 1- Поплавковый регулятор

В тридцатые и сороковые годы XX столетия теория и практика автоматического регулирования получили бурное развитие. В арсенале специалистов по управлению прочно закрепились принцип обратной связи, пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор, частотные методы анализа и синтеза систем. Помимо отдельных регуляторов

в промышленности стали применяться локальные системы контроля, регулирования и управления (ЛСКРиУ).

Важный шаг в развитии автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) был сделан в 1962 году, когда английская компания Imperial Chemical Industries представила идею прямого (непосредственного) цифрового управления (ПЦУ или НЦУ в русскоязычной технической литературе, Direct Digital Control – DDC в англоязычной литературе). Идея заключалась в том, что сигналы от датчиков вводились в ЭВМ, а управляющие сигналы, которые были сформированы компьютером, возвращались обратно непосредственно на исполнительные устройства. Из процесса управления убирались аналоговые регуляторы.

Дальнейший рост числа АСУ ТП с ПЦУ обусловлен переходом в шестидесятые годы на новую элементную базу ЭВМ. Сначала полупроводниковые транзисторы позволили на порядок снизить стоимость единицы вычислительной мощности компьютера и повысить его надежность, а затем интегральные микросхемы улучшили эти показатели еще на порядок. Главный недостаток систем с ПЦУ заключается в том, что отказ ЭВМ приводил к потере управления технологическим объектом. На смену централизованным системам управления пришли децентрализованные распределенные системы управления (Distributed Direct Digital Control – распределенное прямое цифровое управление).

Основными предпосылками создания распределенных децентрализованных систем управления стали создание локальных вычислительных сетей и разработка программируемого логического контроллера (Рисунок 2).



Рисунок 2- Внешний вид контролера ПЛК

Программируемый логический контроллер (ПЛК) представляет собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенное для работы в режимах реального времени.

В 1968 году группой инженеров компании General Motors был разработан первый ПЛК Modicon 084, имевший 4 кБ памяти.

ПЛК на основе микропроцессора был впервые создан в США в 1977 году компанией Allan Bradley Corporation на базе микропроцессора Intel 8080 с использованием дополнительных схем быстрого выполнения битовых логических операций.

Принципиальное отличие ПЛК от релейных схем заключается в том, что все его функции реализованы программно. На одном контроллере можно реализовать схему, эквивалентную тысячам элементов жесткой логики. При этом надежность работы схемы не зависит от ее сложности.

ПЛК в общем виде состоит из двух основных блоков: процессорного модуля и системы ввода/вывода внешних сигналов. Процессорный модуль управляет всей логикой работы ПЛК и делится на процессор и память.

Система ввода/вывода физически подключается полевым устройствам (реле-усилители, выключатели, пускатели, датчики и

т.д.) и обеспечивает интерфейс между процессорным модулем и информационными (входами) и управляющими (выходами) каналами.

При работе процессор "считывает" входные данные с подключенных полевых устройств с помощью своих входных интерфейсов, и затем выполняет управляющую программу, которая загружена в память процессорного модуля. Программы обычно разрабатываются на языке релейной логики, который очень похож на схемы релейной автоматики, и должны быть загружены в память контроллера до начала его работы.

Наконец, на основании программы ПЛК "записывает" или обновляет управляющие выходы через выходные интерфейсы. Этот процесс, называемый циклом сканирования, постоянно выполняется в одной и той же последовательности без остановки и изменяется только тогда, когда вносятся изменения в управляющую программу.

Конструктивно ПЛК (Рисунок 3,4) подразделяются на моноблочные, модульные и распределенные. Моноблочные имеют фиксированный набор входов выходов.



Рисунок 3- Внешний вид ПЛК

В модульных контроллерах модули входов – выходов устанавливаются в разном составе и количестве в зависимости от предстоящей задачи.

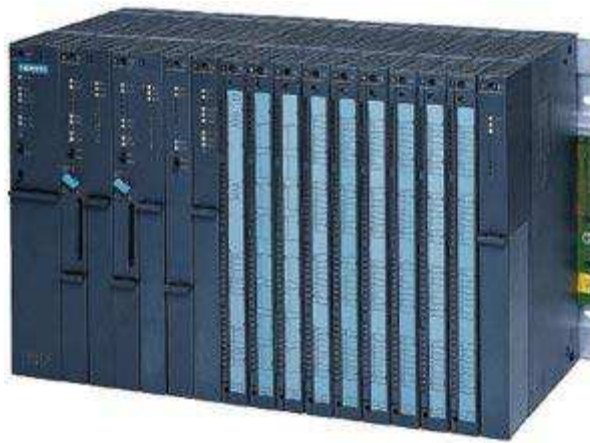


Рисунок 4- Внешний вид ПЛК

В распределенных системах модули или даже отдельные входа-выхода, образующие единую систему управления, могут быть разнесены на значительные расстояния.

ПЛК используются практически во всех сферах человеческой деятельности. Они находят применение в различных отраслях промышленности.

В области цветной и черной металлургии программируемые контроллеры применяются для управления транспортными операциями на коксовых батареях, загрузке доменных печей, для автоматизации литейных цехов. Их используют также для решения задач, которые связаны с анализом газов и с контролем качества.

В химической промышленности ПЛК используются для управления технологическими установками, устройствами дозирования и смешивания продуктов, очистки отходов химического производства, а также на установках по переработке пластмасс и некоторых агрегатах в производстве резины.

Нефтедобыча. Кроме областей применения, аналогичных предыдущей отрасли, ПЛК используется на перекачивающих и распределительных станциях, для управления работой и наблюдения за магистральными трубопроводами.

Транспортные и погрузочно-разгрузочные операции.

Программируемые контроллеры используются при сортировке посылок, почтовых отправлений, механизированном управлении складскими операциями, упаковке, конвейерной пересылке, комплектовании изделий на поддонах, в лифтовом хозяйстве, грузоподъемных механизмах и др.

Металлообработка и автомобильная промышленность. Это как раз те отрасли, где ПЛК нашли широкое применение. Их можно встретить на автоматических линиях и сборочных конвейерах, на стендах для испытания двигателей, а также на прессах, токарных автоматах, расточной и агрегатных станках, сварочных установках, автоматических станках для резки.

Для шлифовальной установки станка ЗЛ722В была разработана система цифрового управления с применением ПЛК 110-220.30К.ъ

Данная работа была выполнена по заказу ООО «Абакан Пласт».

Применение системы цифрового управления на данной установке позволяет производить более точную обработку деталей, повысить отказоустойчивость оборудования. Также позволяет оператору установки отслеживать и управлять ходом технологического процесса с помощью сенсорной панели системы цифрового управления.

Большое распространение ПЛК обуславливается рядом преимуществ. Основным из них является возможность одного небольшого электронного устройства заменить не одну сотню механических и электрических переключателей. Второе существенное преимущество – это возможность в любой момент перепрограммировать устройство, заменить его функции другими, без необходимости его удаления и установки нового. Именно это преимущество дает значительную прибыль в плане финансовых затрат.

Из других особенностей ПЛК можно отметить: небольшой размер; возможность быстро находить и ликвидировать ошибки в работе; возможность объединения в системы сетей; меньший расход электрической

энергии. Все эти достоинства проявляются, если их сравнивать с непрограммируемыми контроллерами.

Использование ПЛК в системе позволяет говорить о высокой надежности последней. Кроме этого, такие устройства можно быстро заменить аналогичными, они легко могут выпускаться большими партиями. При использовании таких элементов управления значительно быстрее происходит первоначальная установка систем, настройка и изменение алгоритмов работы управления процессами происходит быстрее – возможно даже производить изменения «на лету», то есть при функционирующем в данный момент времени оборудовании.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами объединяют различные объекты и устройства, локальные и удаленные, в единый комплекс и позволяют контролировать и программировать их работу, как в целом, так и по отдельности. Этим обеспечивается максимальная эффективность и безопасность производства, возможность оперативной наладки и переналадки, строгий учет и планирование показателей операционной деятельности, оптимизация бизнес-процессов.

Благодаря автоматизации производственных процессов, в значительной степени повышается эффективность труда, заметно улучшается качество производимой продукции. Автоматизация производства делает процесс изготовления продукции более безопасным и комфортным для всех работников предприятия на каждом из его этапов.

1 Общие сведения о станке ЗЛ722В

Расточной станки - оборудование, использующее в качестве режущего инструмента абразивный или алмазный круг. Применение этих станков определяется высокими требованиями к качеству поверхности, точности размеров, формы и положения обрабатываемых поверхностей и возможностью обработки труднообрабатываемых материалов. На расточной станки, как правило, поступают заготовки, предварительно обработанные на других станках с оставлением небольшого припуска под шлифование, величина которого зависит от требований к шероховатости и точности обработки.

Вид и конструкция шлифовального станка определяется схемой шлифования, учитывающей форму обрабатываемой поверхности и ее расположение относительно рабочей поверхности шлифовального круга (станки для шлифования периферией или торцом круга) при обработке. Также учитывается направление движения подачи (продольно-расточной и врезные расточной станки), положение главного шпинделя (станки с горизонтальным или вертикальным шпинделями) и способ установки заготовки (центровые, патронные и бесцентровые станки).

Для всех расточной станков характерна высокая производительность, которая определяется высокоскоростным режимом шлифования, позволяющим снимать большой объем материала в единицу времени (до 500 мм³/мин на 1 мм ширины круга) и широкой автоматизацией цикла обработки.

Плоскорасточной станки предназначены для чистовой обработки плоских и фасонных поверхностей на деталях разных размеров.

1.1 Общее устройство станка ЗЛ722В

станок высокой точности с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем расточной(рисунок5) предназначен для обработки плоских поверхностей периферией и торцом шлифовального круга, а также фасонных

поверхностей профилированным кругом как в индивидуальном, так и в крупносерийном производстве. Класс точности станка - В.

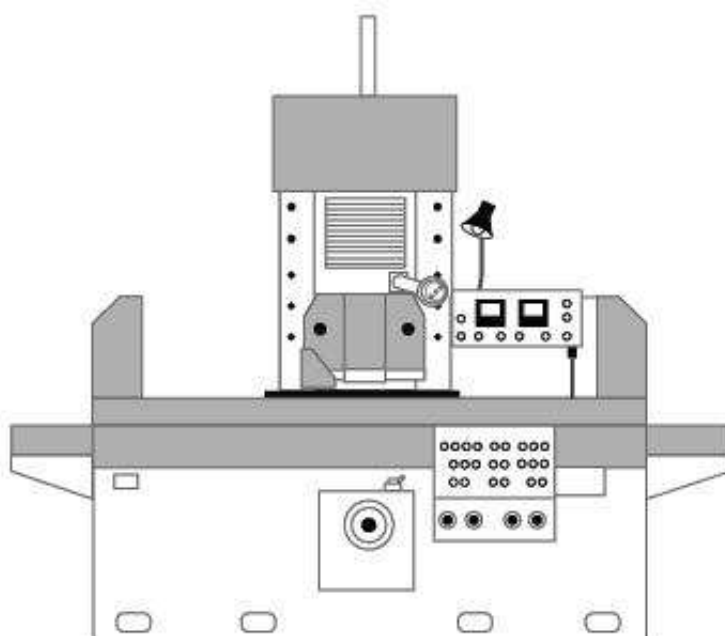


Рисунок 5 - Общий вид станка модели расточной

Технические характеристики станка модели расточной приведены в таблице 1.1 .

Таблица 1.1 - Технические характеристики станка модели расточной

Наименование параметра	расточной
Основные параметры	
Класс точности по ГОСТ 8-82	В, А
Наибольшие размеры обрабатываемых изделий (длина x ширина x высота), мм	1250 x 320 x 400
Наибольшие размеры обрабатываемых изделий на плите электромагнитной (длина x ширина x высота), мм	1250 x 320 x 280
Наименьшие размеры обрабатываемых изделий на плите электромагнитной (длина x ширина x высота), мм	50 x 40 x 3

Продолжение таблицы 1.1

Наименование параметра	расточной
-------------------------------	------------------

Расстояние от оси шпинделя до зеркала стола, мм	210..625
Наибольшая масса изделий обрабатываемых на столе, кг	600
Наибольшая масса изделий обрабатываемых на плите электромагнитной, кг	400
Рабочий стол станка	
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	1000 x 320
Размеры поверхности электромагнитной плиты (длина x ширина x высота), мм	800 x 320 x 120
Скорость возвратно-поступательного движения стола (регулирование бесступенчатое), м/мин	3..35
Шлифовальная бабка	
Размеры шлифовального круга по ГОСТ 2424-75	ПП450x80x203
Число оборотов шлифовального круга в минуту	1460
Наибольшая скорость шлифования, м/с	34,4
Наибольшее поперечное перемещение шлифовальной бабки (стойки), мм	430
Ускоренное поперечное перемещение шлифовальной бабки, м/мин	1,2
Автоматическая поперечная подача на каждый ход стола (бесступенчатое регулирование), мм/ход	1..60

Продолжение таблицы 1.1

Наименование параметра	расточной
-------------------------------	------------------

Наибольшее вертикальное перемещение шлифовальной бабки, мм	415
Цена деления лимба вертикального перемещения шлифовальной бабки, мм	0,002
Вертикальное перемещение шлифовальной бабки на один оборот лимба, мм	0,2
Автоматические вертикальные подачи шлифовальной бабки, мм	0,002..0,128
Скорость вертикального ускоренного перемещения, м/мин	0,200
Привод и электрооборудование станка	
Количество электродвигателей на станке	13
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки (М1), кВт	11
Электродвигатель насоса гидросистемы (М2) (гидростанция), кВт	4,0
Электродвигатели воздушного теплообменника (М3, М11) (гидростанция), кВт	0,09
Электродвигатель насоса системы смазки (М4), кВт	0,25
Электродвигатель привода механизма правки круга (М5), кВт	0,09
Электродвигатель насоса системы охлаждения (М6), кВт	0,75
Электродвигатель магнитного сепаратора (М7), кВт	0,12
Электродвигатель фильтра транспортера (М8), кВт	0,09

Окончание таблицы – 1.1

Наименование параметра	расточной
-------------------------------	------------------

Электродвигатель насоса охлаждения масла (M10) гидростанция, кВт	1,1
Электродвигатель вертикального ускоренного перемещения шлифовальной бабки (M12), кВт	0,6
Электродвигатель привода поперечной подачи стойки (M13), кВт	0,75
Электродвигатель вертикальной подачи шлифовальной бабки (M14), кВт	шаговый
Общая установленная мощность всех электродвигателей, кВт	18,25
род тока питающей сети	50Гц, 380 В
Габариты и масса станка	
Габарит станка (длина x ширина x высота), мм	4810 x 2660 x 2660
Масса станка, кг	7000

Перечень составных частей шлифовального станка ЗЛ722В

1. Станина
2. Стол
3. Стойка
4. Шлифовальная бабка
5. Электрошкаф
6. Гидроагрегат
7. Станина стойки
8. Пульт управления
9. Редуктор поперечной подачи
10. Агрегат охлаждения
11. Фильтр-транспортёр
12. Магнитный сепаратор
13. Масляный бак

- 14. Электромагнитная плита
- 15. Светильник местного освещения

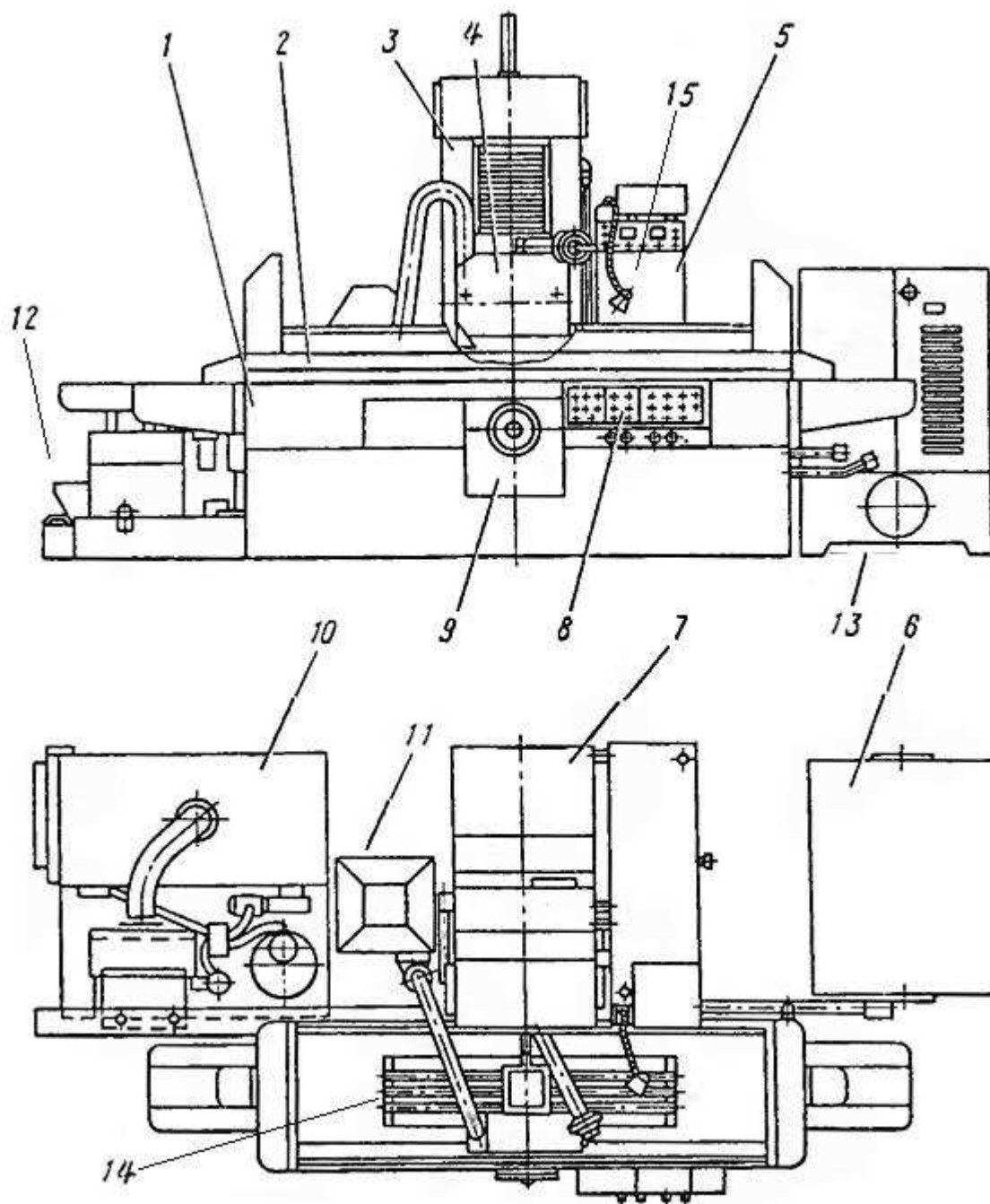


Рисунок 6 - Расположение основных узлов станка

Станина и стол станка.

По направляющим станины 1 перемещается возвратно-поступательно стол 2. (рисунок. 7). Направляющие станины закрыты двумя гибкими лентами. Ленты проходят в окна стола, образованные телом стола и привернутыми направляющими. Концы лент натянуты и неподвижно

укреплены на торцах станины. При натяжении ленты отпускают гайки и вращением винта перемещают вниз колодку с укрепленной на ней лентой, после чего вновь затягивают гайки. Ролики, укрепленные в привернутых планках, служат для того, чтобы ленты при движении стола прилегали к направляющим станины.

На рабочей поверхности стола имеются Т-образные пазы для закрепления крупных деталей или электромагнитной плиты. По Т-образному пазу стола перемещаются упоры реверса стола.

Возвратно-поступательное движение стола обеспечивается работой клапанов системы гидропривода 6. Нагнетание давления в систему производится при помощи насосов, приводимых в действие электродвигателями. Скорость движения стола осуществляется системой регулировки гидропривода, а именно дроссельным регулятором.

Обрабатываемое изделие в зависимости от материала, формы и размеров может закрепляться или на электромагнитной плите, или непосредственно на рабочей поверхности стола. Значительные габариты стола (1000x320 мм) позволяют обрабатывать широкую номенклатуру деталей от малых до средних размеров.

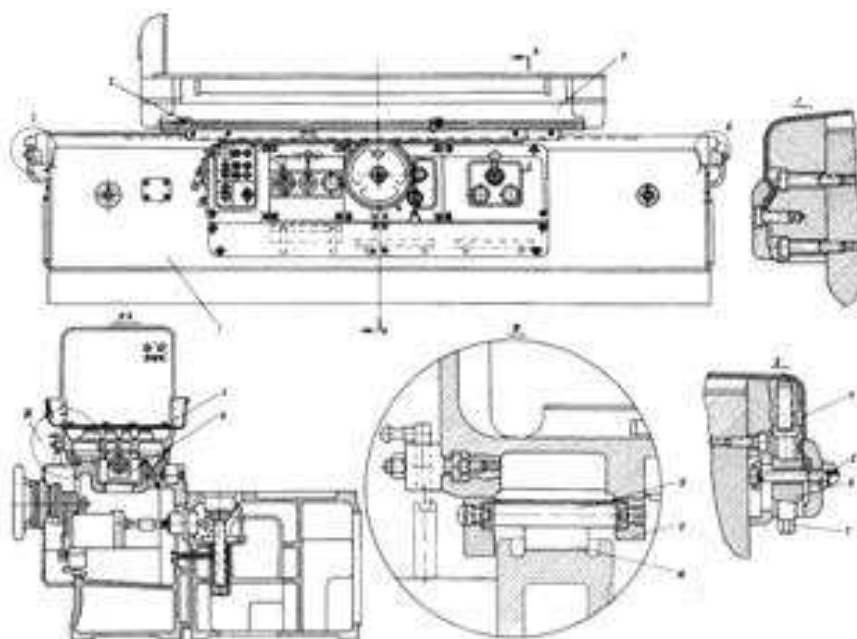


Рисунок 7- Станина и стол станка

Электромагнитная плита.

Электромагнитная плита 14 обеспечивает надежное и быстрое закрепление различных деталей, имеющих установочную плоскую базовую поверхность.

Электромагнитная плита (рисунок 8) состоит из стального литого или сварного корпуса, в котором закреплены сердечники с немагнитными прослойками между ними. На нижнюю часть сердечников надеты катушки из медного эмалированного провода, к которым подаётся постоянный ток. Снизу к корпусу привинчена крышка. Включение плиты в работу производится рукояткой. Свободное пространство в корпусе заливают эпоксидной смолой для герметизации (предохранения от попадания СОЖ).

Зеркало плиты необходимо предохранять от царапин, для чего при очистке плиты необходимо пользоваться скребком, поставляемым со станком.

Зеркало плиты следует периодически перешлифовывать, так как в процессе работы на рабочей поверхности могут иметь место забоины, царапины и т.д.

Плиту закрепляют в Т-образных пазах стола и шлифуют рабочую поверхность стола для обеспечения параллельности плоскости зеркала к направлению поперечной подачи.

После шлифования заготовку необходимо снять с плиты и устранить остаточную намагниченность. Этого достигают размагничиванием. От качества и эффективности систем размагничивания зависят производительность станков и точность шлифования на них.

Основной задачей системы размагничивания является обеспечение возможности лёгкого съёма обработанной заготовки с плиты.

Доля времени размагничивания плиты в общем времени вспомогательных, подготовительных и заключительных работ составляет 8...20 %, следовательно, снижение длительности размагничивания существенно повышает производительность станка.

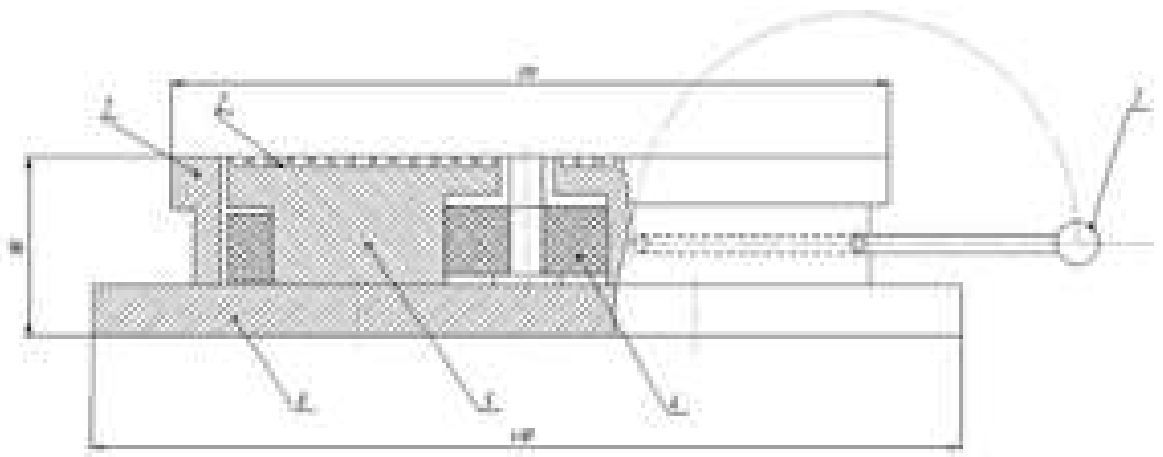


Рисунок 8 - Электромагнитная плита

Шлифовальная бабка.

На стойке 3 укреплена шлифовальная бабка 5, которая перемещается по направляющим каретки при помощи цилиндра (рисунок 9) или вручную от реечной передачи. По станине стойки 7 движется поперечно стойка вместе со шлифовальной бабкой. Шлифовальная бабка предназначена для вертикального перемещения шлифовального круга, который установлен на шпинделе.

Шпиндель вращается на двух трех вкладышных подшипниках скольжения. Вкладыши регулируются винтами таким образом, чтобы они прилегали к шейкам шпинделя по всей длине образующих. В осевом направлении шпиндель удерживается подпятником, состоящим из двух биметаллических колец. Регулирование осевого зазора в опоре производится при помощи компенсационного кольца. Вращение шпинделя осуществляется от электродвигателя через муфту. В станке применена централизованная система смазки горизонтальных направляющих стойки и стола от смазочной станции. В зону подшипников масло подается от установки смазки шпинделя. Подачу смазки от масляного бака 13 к подшипникам контролирует реле контроля смазки. Масляный бак выполняет функцию резервуара, в котором производится очистка и охлаждение масла.

Шлифовальный круг закрыт кожухом. Клином регулируют зазор в направляющих шлифовальной бабки.

Редуктор поперечной подачи 9 обеспечивает поперечное движение консоли шлифовальной бабки вместе со шлифовальным кругом.

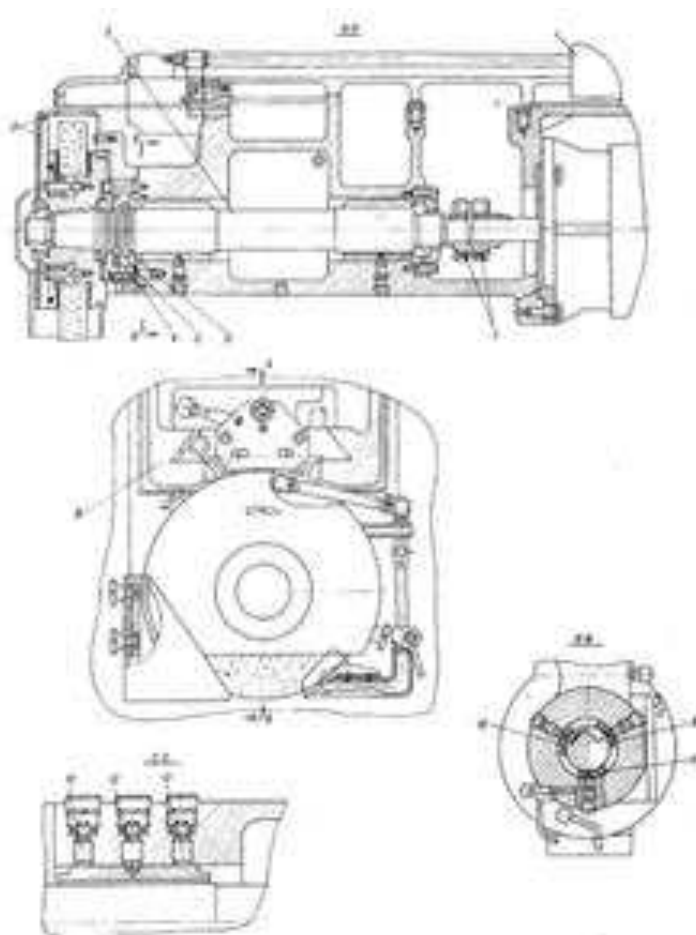


Рисунок 9 - Шлифовальная бабка

Для охлаждения рабочей поверхности шлифовального круга и обрабатываемой детали применяется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). После чего СОЖ попадает в магнитный сепаратор 12, затем в фильтр-транспортёр 11 для очистки. После очистки от металлической стружки и абразивной пыли СОЖ попадает в агрегат охлаждения 10, в систему которого входит теплообменник, вентилятор, циркуляционный насос.

Для управления движением подвижной части станка используется пульт управления 8 (рисунок 10), закрепленный на станине станка.

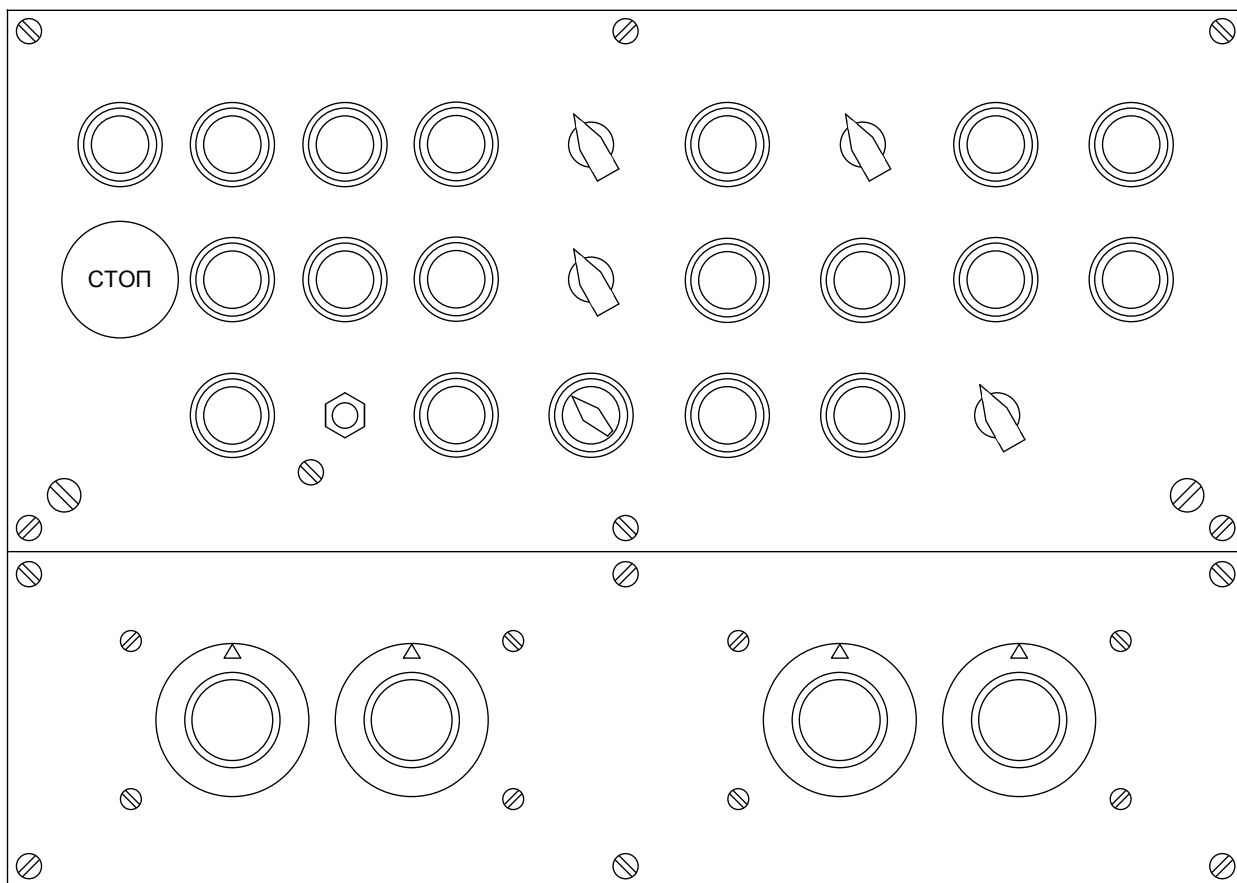


Рисунок 10 – Пульт управления

Для обеспечения работы электропривода станка необходимое коммутационное оборудование находится внутри электрошкафа 5, закрепленного на станине станка. На корпусе электрошкафа закреплен светильник местного освещения 15 рабочей поверхности станка.

1.2 Описание работы станка 3Л722В

Станок 3Л722В относится к классу плоскорасточной станков с горизонтально расположенным шпинделем. Основное рабочее движение шлифовального круга осуществляется параллельно движению стола, но относительно обрабатываемой поверхности шлифовальный круг может перемещаться вертикально и в поперечном направлении, относительно стола. Эти характеристики станка дают возможность обработки заготовок

периферией и торцом шлифовального круга, что позволяет обрабатывать не только плоские, но и фасонные поверхности.

Станок имеет режимы работы:

- Движение стола с автоматическим реверсом;
- Автоматическая поперечная подача стойки; - производится в точках реверса стола (в одной или каждой в зависимости от выбора условий подачи);
 - Автоматический реверс перемещения стойки;
 - Автоматическая вертикальная подача шлифовального круга (бабки); - производится в точках реверса стойки (в одной или каждой в зависимости от выбора условий подачи) или в точках реверса стола (в одной или каждой), при неподвижной стоке;
 - Движение стола с автоматическим реверсом без подач (выхаживание);
 - Наладочный (ручной) режим; - движения на станке производятся от кнопок управления; - при этом можно производить: толчковую подачу шлифовального круга на величину заданную переключателями; ползучую подачу шлифовального круга от шагового электродвигателя; ускоренную подачу шлифовального круга от асинхронного электродвигателя; непрерывную подачу стойки; ход стола с автоматическим реверсом;
 - Режим правки шлифовального круга; - при этом ход стола исключён; стойка перемещается непрерывно на замедленной скорости с автоматическим реверсом (от двигателя правки); подача шлифовального круга производится как автоматически, так и в ручном режиме;

На столе может устанавливаться магнитная плита, поэтому имеется режим работы станка с плитой и без плиты; режим выбирается переключателем, установленным в электрошкафу.

Схема управления станком.

Управление движения стола и стойки производителя с помощью системы контроля положения стола (стойки) сельсином-датчиком, кинематически связанным со столом (стойкой). Заданные точек реверса стола (стойки) производятся сельсинами, установленными на пульте управления.

В момент перехода через положения согласования осей сельсинов выключается соответствующий тиристор и отключается противоположный. Происходит реверс стола. В схеме реверса стойки включение соответствующего тиристора происходит также в момент перехода через положение согласования осей сельсинов. Происходит реверс стойки. Отключение тиристора происходит в этой же точке в момент выхода стойки из зоны реверса (ключевой режим). Для вывода стола или стойки в крайнее положение необходимо держать нажатым соответствующие кнопки пуска. Для остановки стола в любом положении необходимо нажать кнопку «Стоп стола».

Скорость стола регулируется гидравлическим дросселем, вращение которого производится редукторным электродвигателем. Управление двигателем - ручное с пульта управления. С валом гидравлического регулятора связан резистор обратной связи, с которого снимается сигнал на прибор индикатора скорости стола, с этого же резистора поступает сигнал в схему компенсации величины перебега стола при изменении скорости стола.

Поперечная подача стойки. Поперечная подача может быть толчковой, непрерывной (ускоренной в режиме обработки и замедленной в режиме правки) и ручной от маховика.

Для получения толчковой (прерывистой) подачи тяга выбора поперечных перемещений должна находиться в среднем положении, нажат поперечной выключатель, сигналы на подачу поступают от блока реверса в точках реверса стола.

Непрерывная подача производится при том же положении тяги выбора поперечных перемещений, включение подачи – от кнопок.

Для получения замедленной непрерывной подачи тяга выбора поперечных перемещений должна быть в утопленном крайнем положении. Включение подачи от кнопок.

Ручная подача от маховика производится в крайнем вытянутом положении тяги выбора поперечных перемещений, при этом механическая подача от двигателей невозможна.

Величина автоматической поперечной подачи стойки задается временем включения асинхронного электродвигателя привода стойки. Выдержка времени формируется реле времени и задается резистором.

Коммутация электродвигателя производится бесконтактным тиристорным пускателем.

В точках реверса стола (в одной или в каждой) подается «I» на вход реле времени. В зависимости от положения рукоятки резистора на выходе усилителя появляется импульс определенной длительности, включающей пускатель.

Вертикальная подача шлифовального круга.

Вертикальная подача производится шаговым двигателем, при этом величина толчковой подачи дозируется переключателем и осуществляется числовой схемой управления и силовым тиристорным коммутатором обмоток шагового двигателя. Переключателем выбираются условия подачи:

От хода стола и хода стойки;

Подача на каждый или двойной ход стола (стойки);

Ручной (наладочный) режим.

Ускорение перемещения бабки осуществляется асинхронным электродвигателем, управление этим электродвигателем – кнопками с пульта управления.

2 Разработка системы управления

2.1 Разработка и описание принципиальной схемы

Принципиальная электрическая схема отражает взаимные связи между отдельными электрическими устройствами станка, аппаратами, датчиками и средствами управления с учетом принципа действия и последовательности работы отдельных ее элементов.

Первым этапом составления схемы было изучение имеющейся документации станка и дальнейшая её оцифровка. Был проведен анализ всех имеющихся на станке электродвигателей, приборов, регуляторов и других элементов.

Также были выявлены их общие коммутационные аппараты и аппараты защиты. Были определены режимы работы для твердотельных реле при работе шагового двигателя, клапанов и муфт.

Ниже представлено основное электрооборудование станка.

M1 - электродвигатель обеспечивающий вращение шпинделя шлифовального круга;

M2 - электродвигатель, который приводит в действие насос гидропривода;

M3, M11 - электродвигатели вентиляторов охлаждения теплообменников;

M4 - электродвигатель масляного насоса, обеспечивающего смазку узлов и агрегатов станка;

M5 - электродвигатель механизма правки шлифовального круга;

M6 - электродвигатель приводит в движение насос подающий смазочно- охлаждающую жидкость (СОЖ) на обрабатываемую поверхность;

M7 - электродвигатель, обеспечивающий вращение магнитного сепаратора;

M8 - электродвигатель, обеспечивающий работу механизма фильтра-транспортёра;

M9 - электродвигатель привода дросселя регулирования скорости стола;

M10 - электродвигатель циркуляционного насоса охлаждения масла;

M12 - электродвигатель механизма ускоренного перемещения шлифовальной бабки;

M13 - электродвигатель привода механизма поперечной подачи стойки;

M14 - электродвигатель привода механизма вертикальной подачи шлифовальной бабки;

УН1 электромагнитная плита обеспечивает надежное и быстрое закрепление различных деталей с магнитными свойствами, что отражается на качестве обрабатываемой детали;

УАЗ электромагнитный гидрореле переключает шток выбора и включения передач хода стола;

УА8, УА9 электромагнитные гидрореле реверса стола;

сельсин-датчики :

BC1 для регулирования положения стола

BC2 для регулирования положения стойки;

BC3 для регулирования положения бабки;

путевые выключатели:

SQ1, 3Q2 производят размыкания электрической цепи, предназначен для ограничения перемещения бабки в крайних положениях;

SQ5, SQ6 производят размыкания электрической цепи, предназначен для ограничения перемещения стойки в крайних положениях;

3Q3 производят размыкания электрической цепи, предназначен для разрешения правки;

SQ10 производят размыкания электрической цепи, предназначен для разрешения поперечной подачи;

3Q11 производят размыкания электрической цепи, предназначен для включения фильтра-транспортера;

УВД устройство цифровой индикации положения бабки;

Заводская схема управления была реализована в виде модулей состоящих из набора логических элементов и транзисторов. Конструктивно смонтированные элементы герметично залиты компаундом на эпоксидной

основе и помещены в пластмассовый корпус. Конструкция неразборная и неремонтопригодная.

Элементы серии «Логика-Т» применялись в системах автоматического управления вместо электромеханических реле или магнитных бесконтактных элементов. Они допускают работу с бесконтактными и контактными датчиками, а также с другими органами управления, подающими на их вход сигналы указанного уровня.

Основным активным логическим элементом серии является элемент, реализующий функцию "ИЛИ-НЕ". В серии предусмотрен также пассивный элемент, реализующий функции «ИЛИ-И». Кроме того, имеются пассивные элементы, реализующие функции «ИЛИ-И» для импульсных схем и элементы памяти. Логические элементы допускают работу при частоте 500 гц ... 5 кгц.

Функциональные элементы предназначены для гальванического разделения цепей (согласующий элемент), формирования дискретного сигнала (релейный элемент) и сравнения величин двух напряжений (нуль-орган).

Элементы времени предназначены для реализации временных функций в импульсных и потенциальных схемах.

Выходные усилители предназначены для передачи команд исполнительным механизмам с мощностями управления до 100 вт.

Напряжение питания элементов -12 или -25 в, напряжение смещения +6 в.

Ниже приводится назначение некоторых элементов серии «Логика-Т».

Основным элементом системы, с помощью которого можно практически реализовать любую логическую задачу, является элемент Т-101.

Элемент Т-101 включает в себя две независимые схемы ИЛИ-НЕ, каждая из которых представляет собой инвертор НЕ с тремя диодными входами ИЛИ, выполняет операцию Пирса.

При отсутствии сигнала на всех входах транзистор закрыт и на его выходе возникает отрицательный потенциал, принятый в системе за 1. При подаче хотя бы на один из выходов сигнала, равного 1, транзистор открывается, и сигнал на выходе исчезает.

Входами первой схемы являются выводы 1, 3, 5, 7, выходом – вывод 9, входами второй схемы – выводы 2, 4, 6, выходом – вывод 8.

При работе элемента на вход других элементов необходимо соединить выводы 9 и 11, 8 и 10, при этом к выходу элемента Т-101 можно подключать не более трех схем ИЛИ-НЕ.

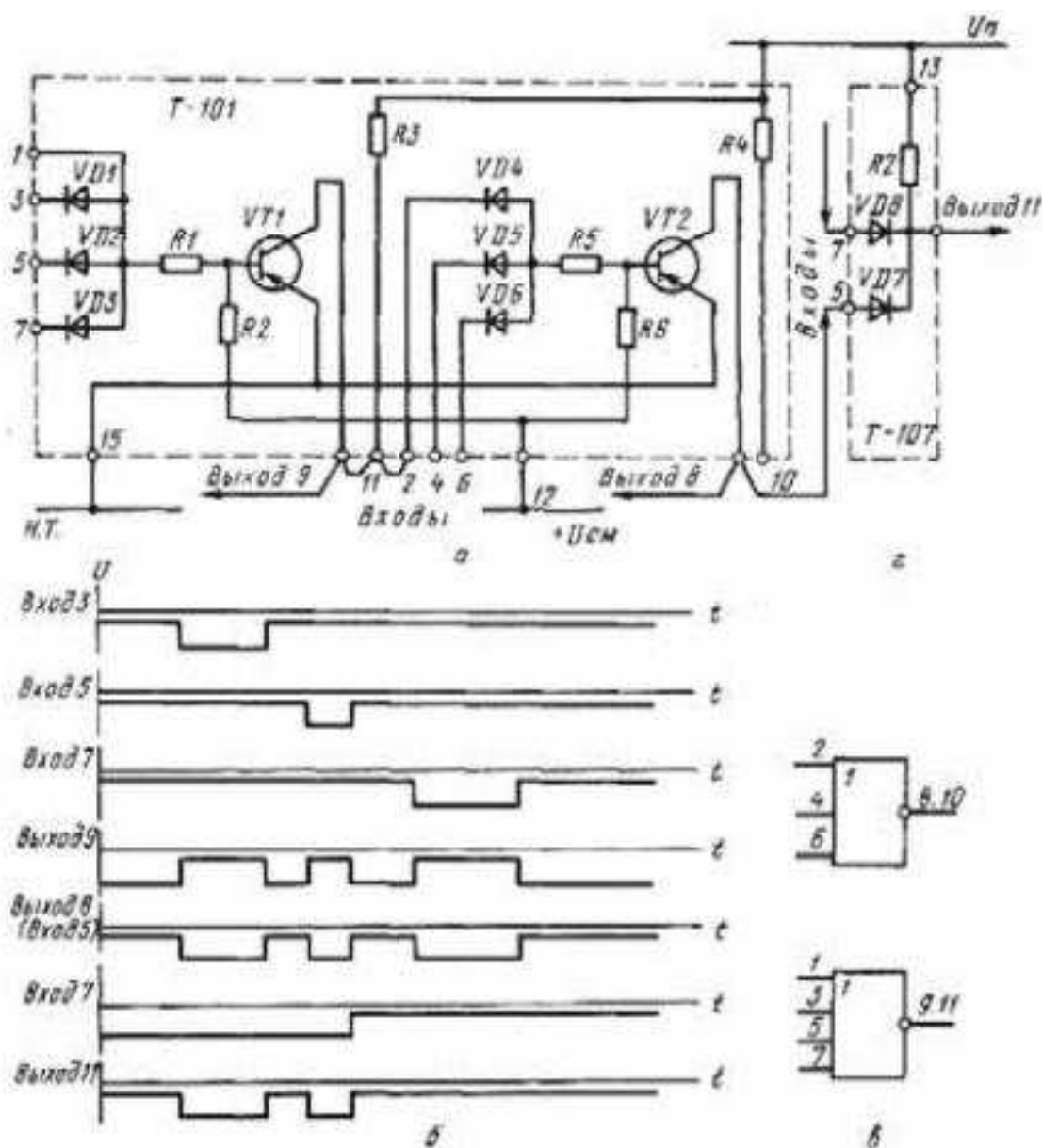


Рисунок 11-Устройство Логики Т



Рисунок 12-Внешний вид Логики Т

Элемент Т-102 представляет собой переключающее устройство (триггер), имеющий два устойчивых состояния. В схеме применяется в качестве источника импульса. Для организации счетного входа выводы 1 и 2 объединяются между собой. Для ориентации триггера в исходное состояние подается кратковременно нулевой потенциал на клемму 11.

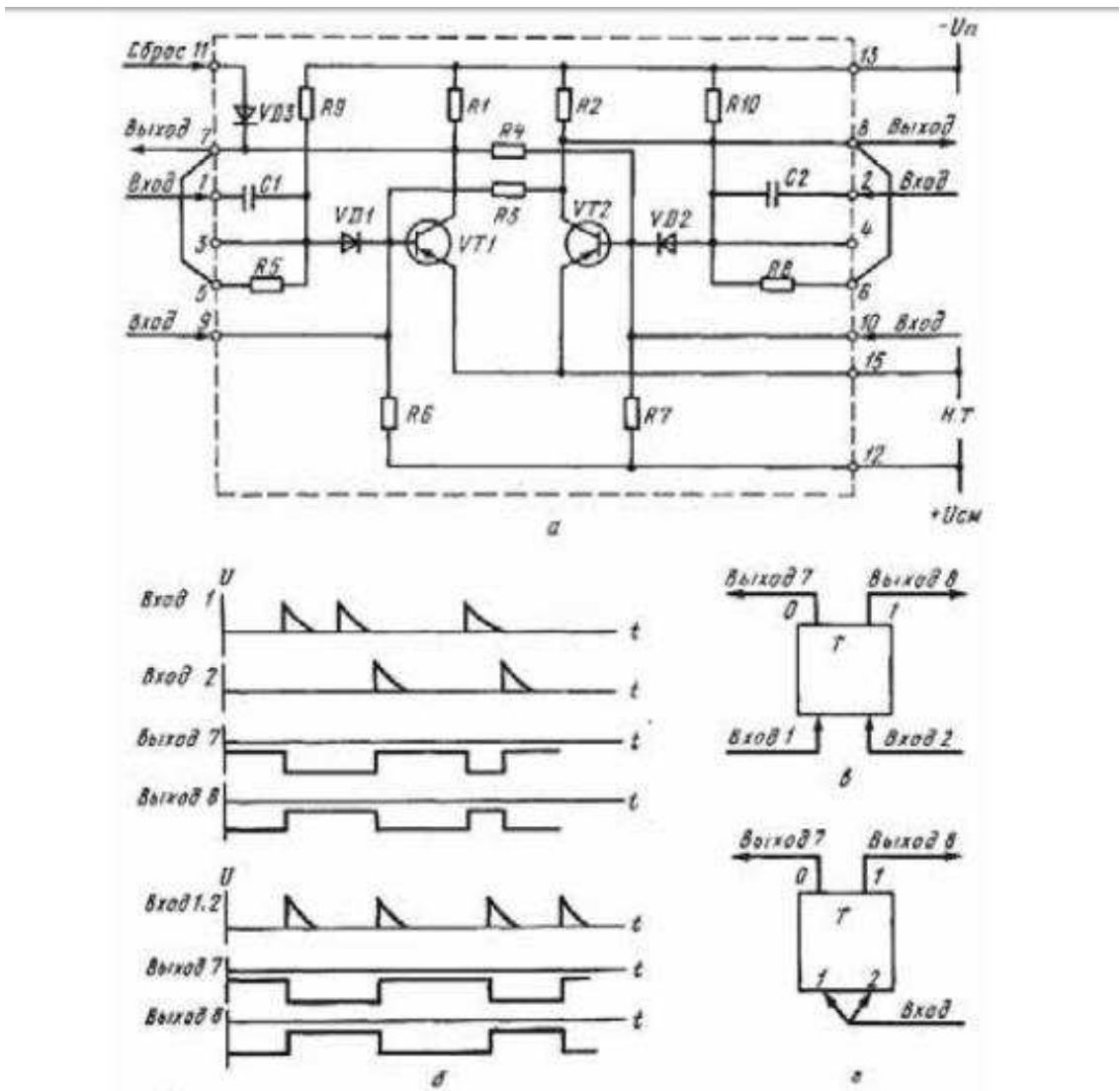


Рисунок 13-Устройство Логики Т



Рисунок 14-Внешний вид Логики Т

Элемент Т-402 используется при работе с большим числом бесконтактных устройств, может быть использован в качестве выходного усилителя для сравнительно маломощных нагрузок. В режиме согласования работа элемента допускается при напряжении питания – 12В, причем выводы 9,11 или 8, 10 объединяют.

В усилителе Т-402 размещено независимо друг от друга два усилителя, каждый из которых представляет собой инвертор на одном транзисторе и имеет два входа: реостатный (выводы 4,5) и диодный (выводы 2,3).



Рисунок 15-Внешний вид Логики Т

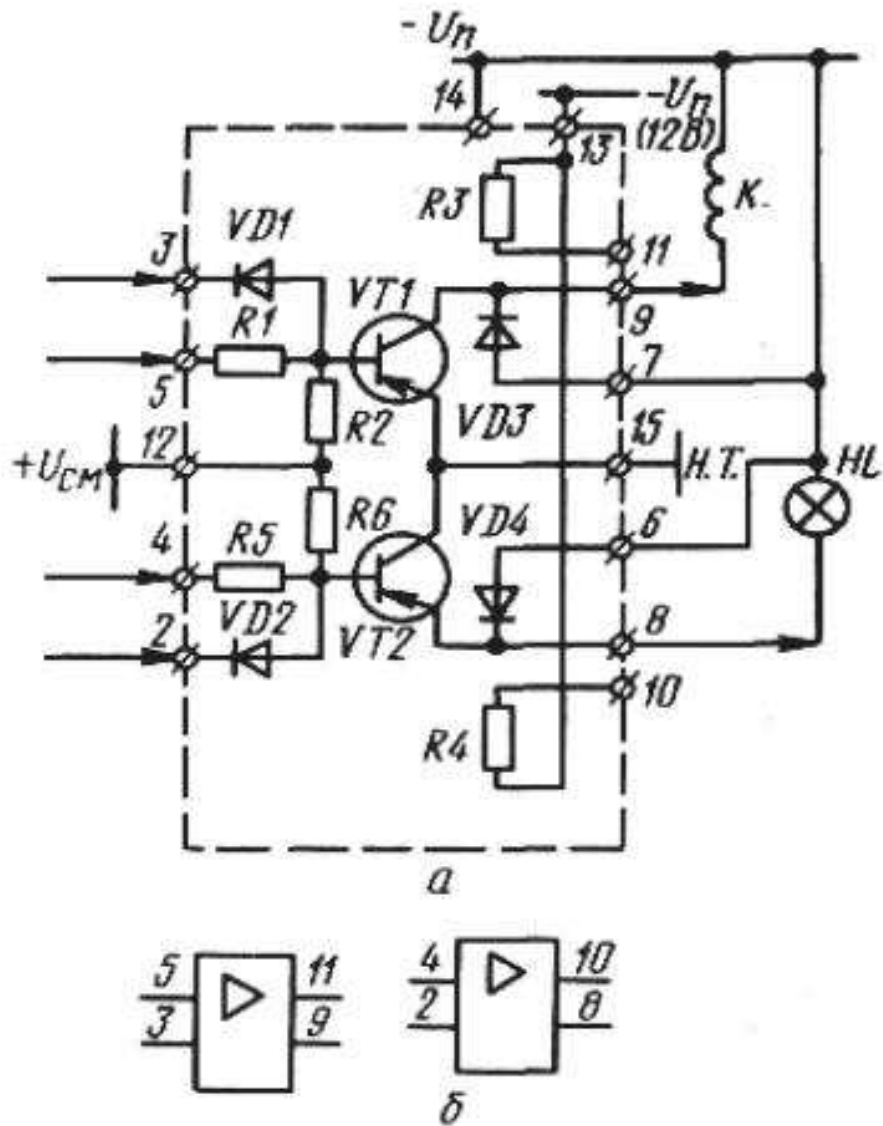


Рисунок 16-Устройство Логики Т

Элемент Т-303 – элемент задержки времени, применяют для получения задержки выходного сигнала на время от 1 до 10 сек. после поступления входного сигнала на один из входов.



Рисунок 17-Внешний вид Логики Т

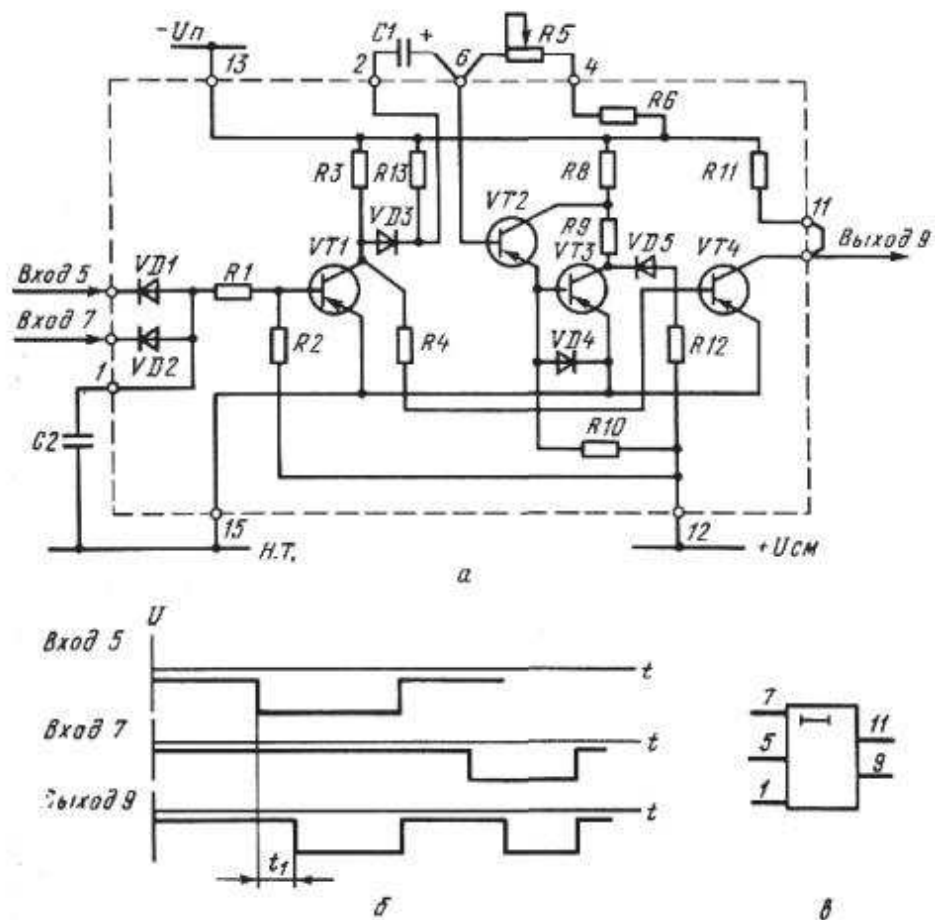


Рисунок 18-Устройство Логики Т

К началу 80-х элементы «Логика-Т» по таким показателям, как надежность, нагрузочная способность, помехозащищенность, удельная функциональная нагрузка на один элемент уже не соответствовали требованиям, предъявляемым к современной электронной базе систем управления.

В ходе эксплуатации шлифовального станка схема управления морально и физически устарела. Часть элементов логики вышла из строя, что привело к неработоспособности части узлов станка, а ручная регулировка привела к ухудшению качества обработки детали и к низкой производительности труда. Ремонт заводской схемы управления не представлялся возможным так как элементы «Логика Т» морально устарели в начале 80-х годов и были сняты с производства.

В связи с чем возникла необходимость модернизации станка и разработки принципиальной схемы, использующей современные элементы управления на базе контроллеров.

Станок имеет в своем составе литые базовые узлы, такие как станина и стойка, которые за весь срок эксплуатации не имеют деформации и механических повреждений. Поэтому модернизация имеющегося станка целесообразней, чем покупка нового.

2.1.1 Выбор оборудования

2.1.1.1 Выбор частотного преобразователя

Для управления работой двигателя M13, а именно для регулировки скорости двигателя, снижения пусковых токов, обеспечения реверсивного режима работы, необходим частотный преобразователь – инвертор с ШИМ регулированием.

Существует ряд параметров, по которым происходит выбор того или иного частотного преобразователя для решения нужных задач.

Сюда относятся такие параметры как мощностной ряд, входное напряжение, диапазон регулирования частоты, количество входов управления, количество выходных сигналов, управление.

Из ряда частотных преобразователей нами был выбран частотный преобразователь марки Telemecanique Altivar 31 0,75kW/1HP 380/500В со следующими техническими характеристиками: мощность двигателя до 0,75 кВт, полная мощность – 1,8 кВт, максимальный линейный ток – 1 кА, максимальный переходной ток в течении 60 сек – 7,2 А. Данный частотный преобразователь кроме технических параметров удовлетворяет и финансовым показателям.



Рисунок 20-Внешний вид частотного преобразователя

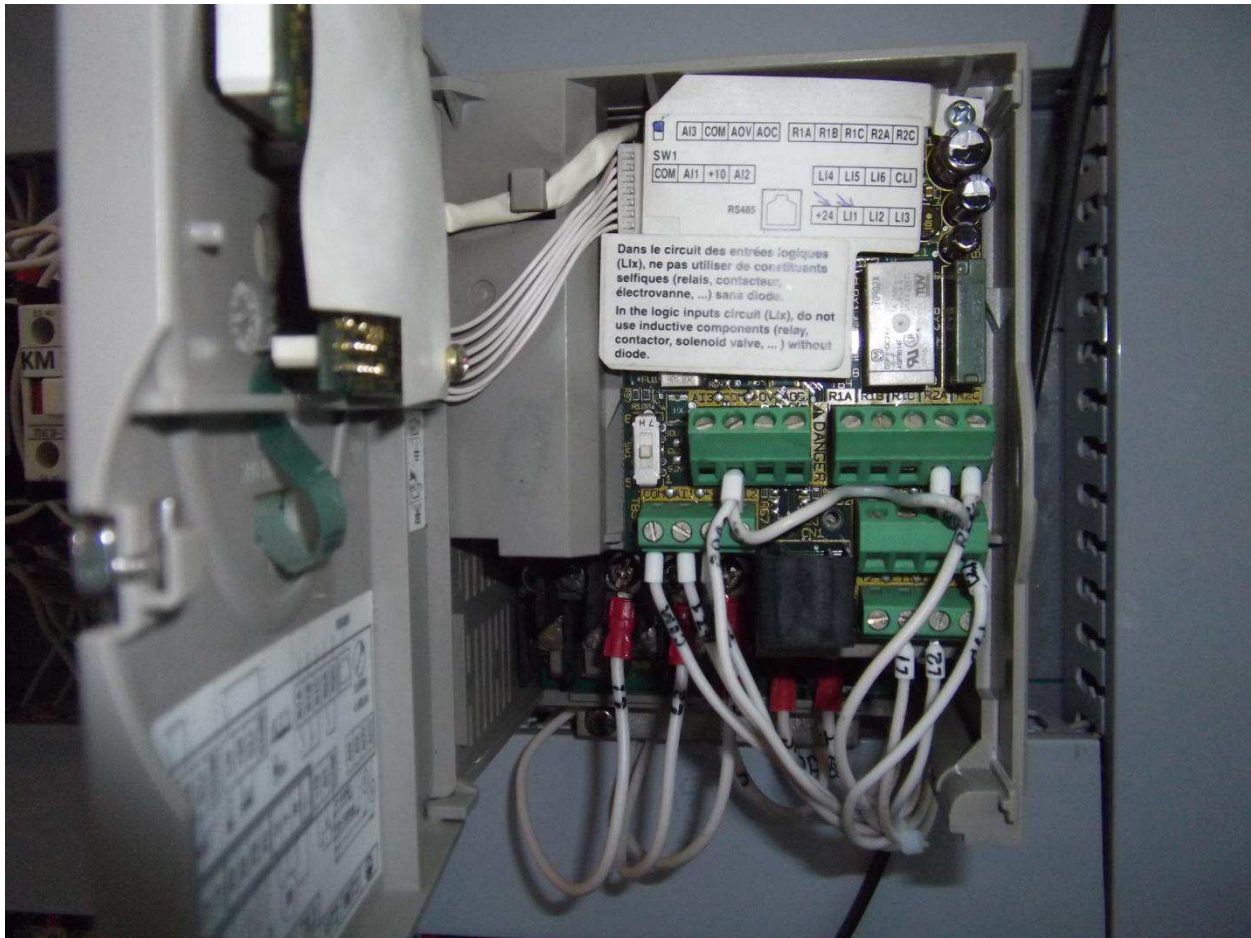


Рисунок 21-Внешний вид частотного преобразователя

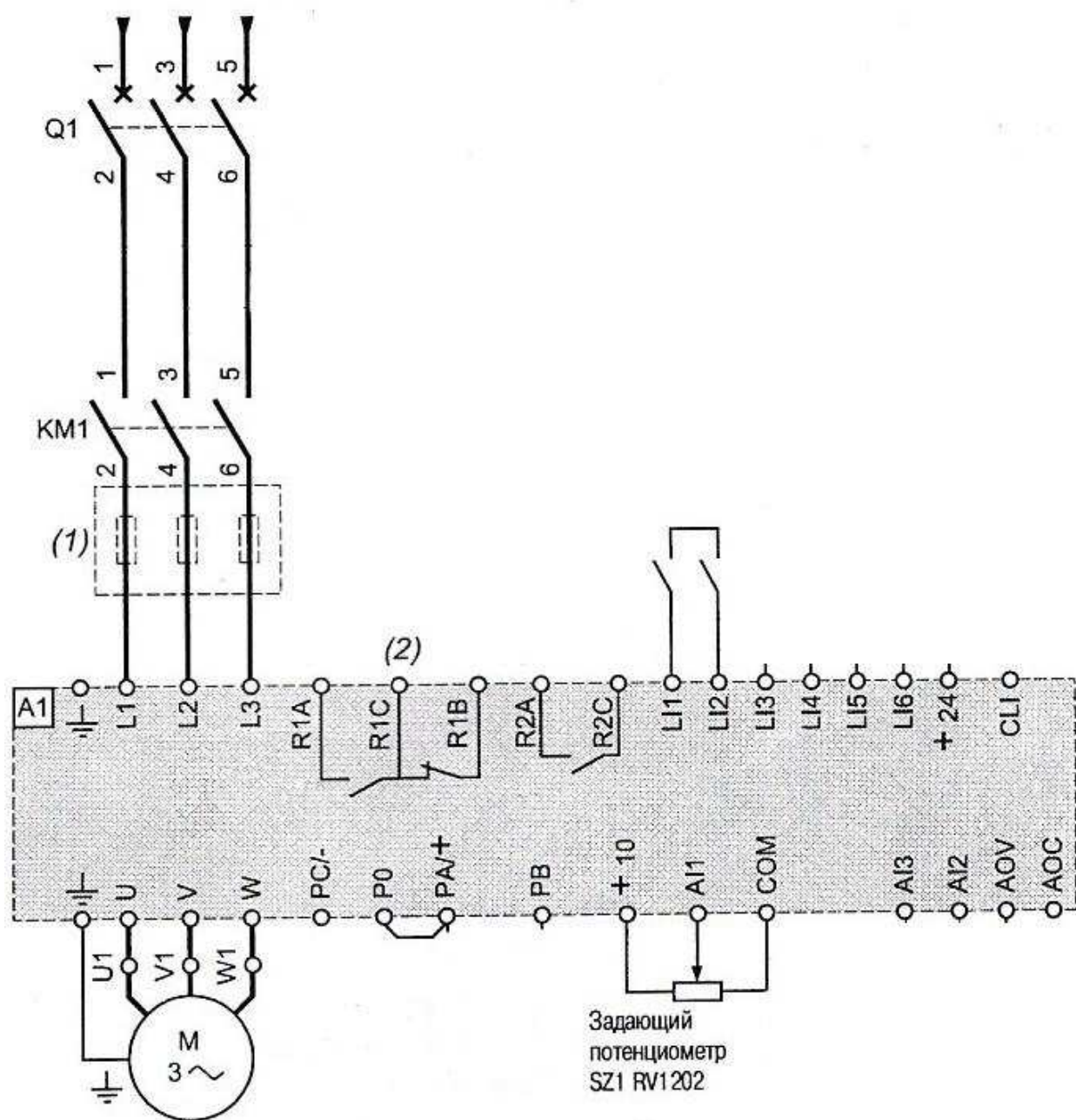


Рисунок 22-Подключение двигателя к частотному преобразователю

2.1.1.2 Выбор оптической линейки

С помощью оптоэлектронных датчиков оптической линейки, установленной на станине станка, отслеживается точность обработки деталей на шлифовальном станке.

Устройство оптической линейки достаточно простое, но надежное, обеспечивающее высокую точность (до долей мкм) измерений. Ее основные

элементы: прозрачная линейка с нанесенной микроскопической штриховкой и оптическая считывающая головка, перемещающаяся вдоль линейки. Считыватель при своем движении реагирует на череду рисок и промежутков, аналоговый сигнал по кабелю передается к устройству цифровой индикации. Линейка имеет от одной до нескольких референтных точек для установки начала отсчета перемещения (нуля координат).

Основные параметры оптической линейки

- Рабочая длина.
- Точность.
- Тип сигнала.
- Дискретность измерения.

Фотоэлектрический преобразователь линейных перемещений L35-AV



Рисунок 23-Внешний вид оптической линейки

Преобразователь линейных перемещений L35 прецизионный фотоэлектрический (тип закрытый). Применяется для преобразования в электрические сигналы параметров линейных перемещений рабочих органов станков, содержащих информацию о величине и направлении этих перемещений.

Преобразователь представляет собой: жесткий пустотелый профиль со считывающей головкой, перемещающейся по стеклянной растровой шкале на подшипниках качения. От попадания пыли и охлаждающей жидкости преобразователь предохранен защитными губками. Повышенная защита от пыли обеспечивается подачей фильтрованного сжатого воздуха в

преобразователь. Выходные сигналы оптоэлектронного устройства считывающей головки - прямоугольные или синусоидальные (RS 422).

Особенности L35: наличие корпуса с закрепленной растровой линейкой, обеспечивающего повышенную устойчивость к вибрациям, и двух пар защитных губок, увеличивающих степень защиты. Возможность выбора нулевой метки магнитным селектором, который может перемещаться в продольном пазу на внешней поверхности преобразователя.

Из ряда линеек нами была выбрана оптическая линейка, поскольку для шлифовального оборудования с погрешностью менее 10 мкм/м не применяют магнитные линейки. Из ряда оптических линеек была выбрана линейка марки L35-AV так как она удовлетворяет по параметрам точности и рабочей длины, а также пыле-влагозащищенности.

2.1.1.3 Выбор контроллера

Разработанная принципиальная схема базируется на использовании контроллера.

Современные средства контроля и управления металлорежущих станков, представленные в виде ЧПУ и ПЛК заменяют релейно-контактную схем управления, собранных на дискретных компонентах: реле, таймерах, счетчиках, элементах жесткой логики.

Для модернизации станка ЗЛ722В использование ЧПУ было не целесообразно в связи с использованием ЧПУ серийных и мелкосерийных производств. Так как данный станок используется в штучном и мелкосерийном производстве целесообразно схему управления реализовать на базе контроллера или микроконтроллера. Использование микроконтроллера подразумевает реализацию специального интерфейса подключения, изготовление которого затратит большее время работы, что значительно удорожит схему. Обслуживание и ремонт данной схемы будет значительно сложнее, чем использование готового программируемого

контролера. Наличие съёмной контактной клеммной колодки позволяет производить удобный и быстрый демонтаж прибора для его обслуживания и ремонта.

Также ПЛК имеет возможность перепрограммирования, что не маловажно при задании новых режимов работы станка, расширяя больший диапазон обработки изделия. Использование современных датчиков значительно улучшило точностные характеристики станка. Ведение внутреннего журнала ошибок работы станка и непосредственно самого контролера дало возможность анализировать заданный режим работы и вносить изменения в процессе эксплуатации станка.

Для выбора контроллера была составлена таблица входных и выходных сигналов.

Таблица 2.1 – Таблица входных сигналов

Входные сигналы	Орган управления	Обозначение	Вход контролера	Клемма контрол	Клемник X1
Энкодер	Энкодер	A	DI1	7	81
		B	DI2	8	82
Датчик хода стола	Инд.датчик	SQ7	DI3	9	83
Датчик хода стойки	Инд.датчик	SQ8	DI4	10	84
Разрешение правки круга	Датчик контактный	SQ3	DI5	11	85
Разрешение поперечной подачи	Датчик контактный	SQ10	DI6	12	86
Включение фильтра транспортера	Датчик контактный	SQ11	DI7	13	87
Датчик тока намагничивания	реле тока	KA1	DI8	14	
Датчик давления	Контакт	SP1	DI9	15	89
Скорость стола	Переключатель	SA4:1	DI10	16	90
		SA4:2	DI11	17	91
Выбор подачи (от стола или стойки) и режима вертикальной подачи	Переключатель	SA6:1	DI12	18	92
		SA6:2	DI13	19	93
		SA6:3	DI14	20	94
Датчик ограничения стойки право	Датчик контактный	SQ5	DI15	21	95
Датчик ограничения стойки влево	Датчик контактный	SQ6	DI16	22	96
			DI17	23	
			DI18	24	
Включение охлаждения	Переключатель	SA12	DI1	5	97
Включить шлиф круг	Кнопка	SB2	DI2	6	98
Выключить шлиф круг	Кнопка	SB3	DI3	7	99
Включить гидропривод	Кнопка	SB4	DI4	8	100
Выключить стойку	Кнопка	SB5	DI5	10	101
Включение стола вправо	Кнопка	SB6	DI6	11	102
Включение стола влево	Кнопка	SB7	DI7	12	103
Выключение стола	Кнопка	SB8	DI8	13	104
Бабка ускоренно вверх	Кнопка	SB9	DI9	15	105

Продолжение таблицы 2.1

Бабка ускоренно вниз	Кнопка	SB10	DI10	16	106
Намагничивание плиты	Кнопка	SB11	DI11	17	107
Размагничивание плиты	Кнопка	SB12	DI12	18	108
Включение стойки вперед	Кнопка	SB13	DI13	20	109
Включение стойки назад	Кнопка	SB14	DI14	21	110
Толчковая вертикальная подача	Кнопка	SB15	DI15	22	111
Ползучая вертикальная подача	Кнопка	SB16	DI16	23	112
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM1.1	DI17	29	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM2.1	DI18	30	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM3.1	DI19	31	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM4.1	DI20	32	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM5:1.1	DI21	34	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM5:2.1	DI22	35	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM6.1	DI23	36	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM7.1	DI24	37	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM8.1	DI25	39	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM10.1	DI26	40	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM11.1	DI27	41	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM12:1.1	DI28	42	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM12:2.	DI29	44	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM13.1	DI30	45	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM14:1.1	DI31	46	
<i>Состояние пускателя</i>	Контакт	KM14:2.1	DI32	47	
<i>Контакт теплового реле (NO)</i>	Контакт	KK1.1	DI1	3	
<i>Контакт теплового реле (NO)</i>	Контакт	KK2.1	DI2	4	
<i>Контакт теплового реле (NO)</i>	Контакт	KK3.1	DI3	5	
<i>Контакт теплового реле (NO)</i>	Контакт	KK4.1	DI4	6	
<i>Контакт теплового реле (NO)</i>	Контакт	KK5.1	DI5	8	
<i>Контакт теплового реле (NO)</i>	Контакт	KK6.1	DI6	9	

Окончание таблицы 2.1

Контакт теплового реле (NO)	Контакт	KK7.1	DI7	10	
Контакт теплового реле (NO)	Контакт	KK8.1	DI8	11	
Контакт теплового реле (NO)	Контакт	KK10.1	DI9	15	
Контакт теплового реле (NO)	Контакт	KK11.1	DI10	16	
Контакт теплового реле (NO)	Контакт	KK12.1	DI11	17	
Сигнал готовности частотного привода	Контакт	F	DI12	18	
Повторитель кнопки Общий Стоп	Контакт	KM15.1	DI13	20	
Выбор режима поперечной подачи	Переключатель	SA11:1	DI14	21	113
		SA11:2	DI15	22	114
		SA11:3	DI16	23	115
физические ограничители					
Ограничение бабки вверх	Датчик контактный	SQ1			55-59
Ограничение бабки вниз	Датчик контактный	SQ2			56-60
Тумблер Включить ПЛК (220 V)	Переключатель				68,69
Общий стоп	Кнопка	SB1			61,62
На панели оператора					
Работа с плитой	Переключатель	SA3			

Таблица 2.2 – Таблица выходных сигналов

Выходные сигналы		Пускатель	Двигатель	Кол-во	Тип	Выход контрол.	Клемма контрол.	модуль
1ф Шагового двигателя вертикальной подачи 2ф 3ф 4ф		VS14:1	M14	1	K	DO1	33	ПЛК110-30К
		VS14:2		1	K	DO2	35	
		VS14:3		1	K	DO3	37	
		VS14:4		1	K	DO4	38	
Клапан движение стола в	лево	VS1	YA8	1	K	DO5	40	
Клапан движение стола в	право	VS2	YA9	1	K	DO6	41	
Муфта электромагнитная		VS3	YC4	1	K	DO7	42	
Клапан		VS4	YA3	1	K	DO8	43	

Окончание таблицы 2.2

Выходные сигналы		Пускатель	Двигатель	Кол-во	Тип	Выход контрол.	Клемма контрол.	модуль
Поперечное перемещение	вперед	VS13:1	M13	1	K	DO9		45
	назад	VS13:2		1	K	DO10	46	
Двигатель регулирования скорости стола "больше"	"меньше"	KL1	M9	1	K	DO11	47	
		KL2		1	K	DO12	48	
Привод шлифовального круга		KM1	M1	1	P	DO1	4	МУ110-8Р
Насос гидропривода		KM2	M2	1	P	DO2	6	
Воздушный теплообменник		KM3	M3	1	P	DO3	9	
Смазка направляющих		KM4	M4	1	P	DO4	11	
Охлаждение масла		KM10	M10	1	P	DO5	16	
Воздушный теплообменник		KM11	M11					
Поперечное перемещение		KM13	M13	1	P	DO6	19	
Правка	круга по часовой против часовой	KM5.1,	M5	1	P	DO7	21	
		KM5.2		1	P	DO8	24	
Насос охлаждения		KM6	M6	1	P	DO1	4	
Привод сепаратора		KM7	M7					
Привод транспортера		KM8	M8					
Ускоренное перемещение бабки	вперед назад	KM12:1	M12	1	P	DO2	6	МУ110-8Р
		KM12:2		1	P	DO3	9	
Электромагнит плиты	намагнитить размагнитить	KM14:1	YH1	1	P	DO4	11	
		KM14:2		1	P	DO5	16	
Трансформатор		KM15	T4	1	P	DO6	19	
					P	DO7	21	
					P	DO8	24	

По заданным параметрам управления электрической части станка подобрали контролеры и модули входов и выходов.

Выбор пал на оборудование компании ОВЕН. Так как он удовлетворял по заданным нами характеристикам и ценой по сравнению с аналогичными ПЛК. За основу взят обновленный контроллер ОВЕН ПЛК110-220.30.К. Основными критериями выбора контролера послужили наличие высокоскоростных входов для непосредственного обрабатывания сигналов с датчика фотоэлектрического преобразователя линейных перемещений, а также наличие высокоскоростных выходов для управления работой шагового двигателя, клапанов и частотным преобразователем.

Преимущества контролера ПЛК110-220.30.К:

- ✓ Новый эргономичный контроллер с мощными вычислительными ресурсами.
- ✓ Опрашивает счетчики и энкодеры с частотой до 100 КГц и управляет в импульсном режиме сервоприводами и шаговыми двигателями.
- ✓ Ведение архива работы оборудования или работа по заранее оговоренным сценариям при подключении к контроллеру USB Flash карт.
- ✓ Простое и удобное программирование в системе CODESYS v.2 и CODESYS v.3* через порты USB Device и Ethernet.
- ✓ Включение в сети верхнего уровня с использованием Ethernet или GSM-сетей (GPRS).
 - ✓ 4 последовательных порта (RS-232, RS-485) для:
 - – увеличения количества входов-выходов;
 - – управления частотными преобразователями;
 - – подключения панелей операторов, GSM-модемов, считывателей штрих-кодов и т.д.
- ✓ Невысокая цена для устройств подобного уровня.
- ✓ Широкий выбор модификаций для конкретной задачи (питание 220 В).



Рисунок 24-Внешний вид ПЛК

2.1.1.4 Выбор модулей расширения

Для увеличения количества подключаемых сигналов ввода/вывода используются модули расширения. Поскольку для управления схемой необходимы не только высокоскоростные выходы, но и релейные выходы были подобраны следующие модули расширения: Модуль дискретного ввода ОВЕН МВ 110-220.32ДН, Модуль дискретного ввода ОВЕН МВ 110-24.16ДН, Модуль дискретного вывода ОВЕН МУ 110-24.8Р.

Данные модули расширения были выбраны так как они совместимы с ранее выбранным контроллером. Также они имеют релейные выходы, с которых непосредственно осуществляется управление оборудованием.

Иными причинами выбора данных модулей расширения стали экономические соображения, технические параметры.



Рисунок 25 Внешний вид модуля дискретного ввода MB110-220.32ДН

Основные особенности модуля цифрового ввода ОВЕН MB110 32ДН:

Напряжение питания: ~220В

32 каналов цифрового ввода.

Входные сигналы: транзисторные ключи n-p-n p-n-p типа, сигналы =24В

Частота измерений: до 1000Гц, длительность импульса (минимальная) 0.5мс

Для каждого канала счетчик импульсов.

Параметры входов:

Гальваническая развязка: групповая

Электрическая прочность: 1.5кВ

Напряжение: 24+/-3В

Тип Датчиков: датчики, имеющие на выходе p-n-p и n-p-n транзистор, коммутационные устройства (реле, контакты кнопок, герконов, выключателей...)

Максимальная частота сигнала: 1000Гц

Минимальная длительность импульса: 0.5мс (скважность 2 для 1000Гц)

Максимальный входной ток: 8,5мА (при напряжении питания дискретного входа 27В)

Минимальный ток "логической единицы": 4,5мА

Максимальный ток "логического нуля": 1,5мА

Основные особенности модуля цифрового ввода ОВЕН МВ110 16ДН:

Напряжение питания: =24В

16 каналов цифрового ввода, групповая изоляция - модификация ДН, без изоляции - Д.

Входные сигналы: транзисторные ключи n-p-n p-n-p типа, сигналы =24В

Частота измерений: до 1000Гц, длительность импульса (минимальная) 0.5мс

Для каждого канала счетчик импульсов.

Параметры входов:

Гальваническая развязка: групповая

Электрическая прочность: 1.5кВ

Напряжение: 24+/-3В

Тип Датчиков: датчики, имеющие на выходе p-n-p транзистор, n-p-n транзистор, коммутационные устройства (реле, контакты кнопок, герконов выключателей...)

Минимальная длительность импульса: 0.5мс (скважность 2 для 1000Гц)

Максимальная частота сигнала: 1000Гц

Максимальный входной ток: 8,5мА (при напряжении питания дискретного входа 27В)

Минимальный ток "логической единицы": 4,5мА

Максимальный ток "логического нуля": 1,5мА

Основные особенности модуля цифрового вывода ОВЕН МУ110 8Р:

Питание: =24 В

8 каналов цифрового вывода

Типы выходов: Р - электромагнитное реле 4А =24В или ~250В

Выдача ШИМ-сигнала

2.1.1.5 Выбор сенсорной панели оператора

Для визуализации процессов работы станка, отображения показаний перемещения узлов, задания скорости шагового двигателя, задания режимов работы, возможности диагностики коммутационного оборудования необходима сенсорная панель.

Наличие интерфейса подключение сенсорной панели позволило сдублировать кнопки управления станка на панели. Задавать с панели режимы обработки изделия с отображением шага перемещения рабочих механизмов. Отображение показаний о работе узлов станка и информации об ошибках, о неработоспособности конкретного электрического аппарата на экране, значительно упростило рабочий процесс и ремонт. Программно реализован режим настройки, где на сенсорном экране реализована возможность отключения или подключения какого-либо из электрических аппаратов отдельно. Это значительно облегчило ремонт и обслуживание станка, так как на заводской схеме управления запуск производится всего узла со всеми задействованными в процессе реле, пускателями, электродвигателями и т.д., что значительно усложняет процесс отслеживания неработоспособного оборудования. Наличие панели позволяет, производить настройку некоторых параметров не используя ПК.

ОВЕН СПК107 представляет собой устройство класса человеко-машинный интерфейс со встроенными функциями свободно программируемого контроллера.

Параметры:

Панель оператора и программируемый логический контроллер в одном корпусе

Графический экран с диагональю 7 дюймов

Количество цветов 65535

Сенсорное управление экраном

Два независимых последовательных интерфейса RS-232/RS-485

Встроенная операционная система Linux

Поддержка протоколов Modbus/OWEN

Функциональные возможности

Объединение функций ПЛК и графической панели оператора позволяют сэкономить пространство в щите управления и стоимость системы управления в целом.

Разработка программ и алгоритмов управления в единой среде программирования позволяет сократить сроки разработки за счет использования одних и тех же переменных системы, тем самым экономит человеческие и финансовые ресурсы исполнителя.

Сенсорный экран управления – позволяет создавать элементы управления технологическим процессом в удобных для пользователя местах. Осуществлять необходимые подписи и комментарии к элементам управления.

Программное переключение режимов работы универсальных интерфейсов RS-232/RS-485 – позволяют не оговаривать исполнение панели в момент заказа и сократить количество ЗИП на складе.

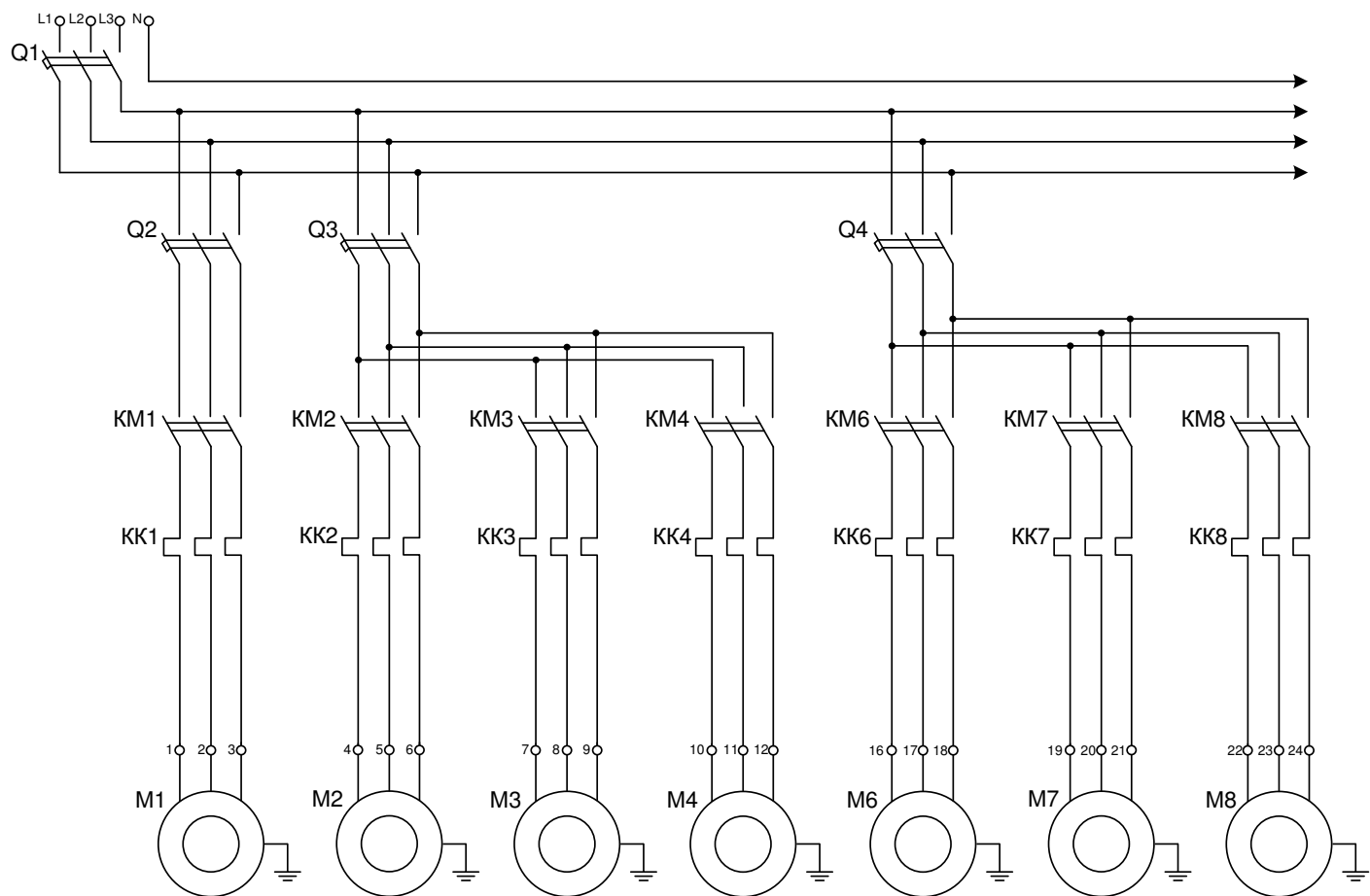
Индикация состояния обмена по последовательным интерфейсам на лицевой панели позволяет идентифицировать состояние линий связи с внешними устройствами, не прибегая к вскрытию щита управления.

Операционная система – дает возможность использовать стандартные программные средства для увеличения функциональных возможностей изделия.



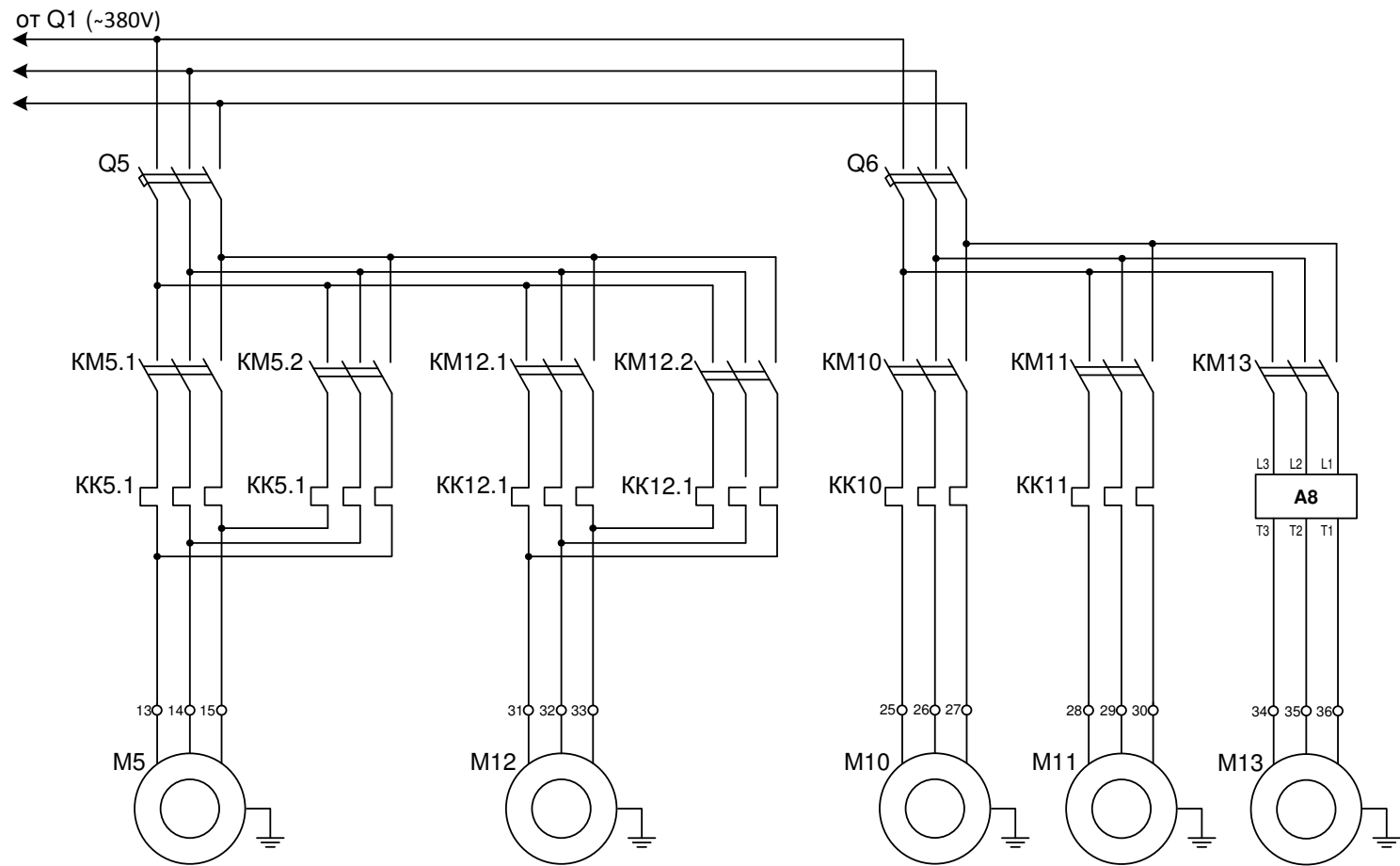
Рисунок 26- Внешний вид ОВЕН СПК107.

С учетом выбранного оборудования была разработана принципиальная электрическая схема.



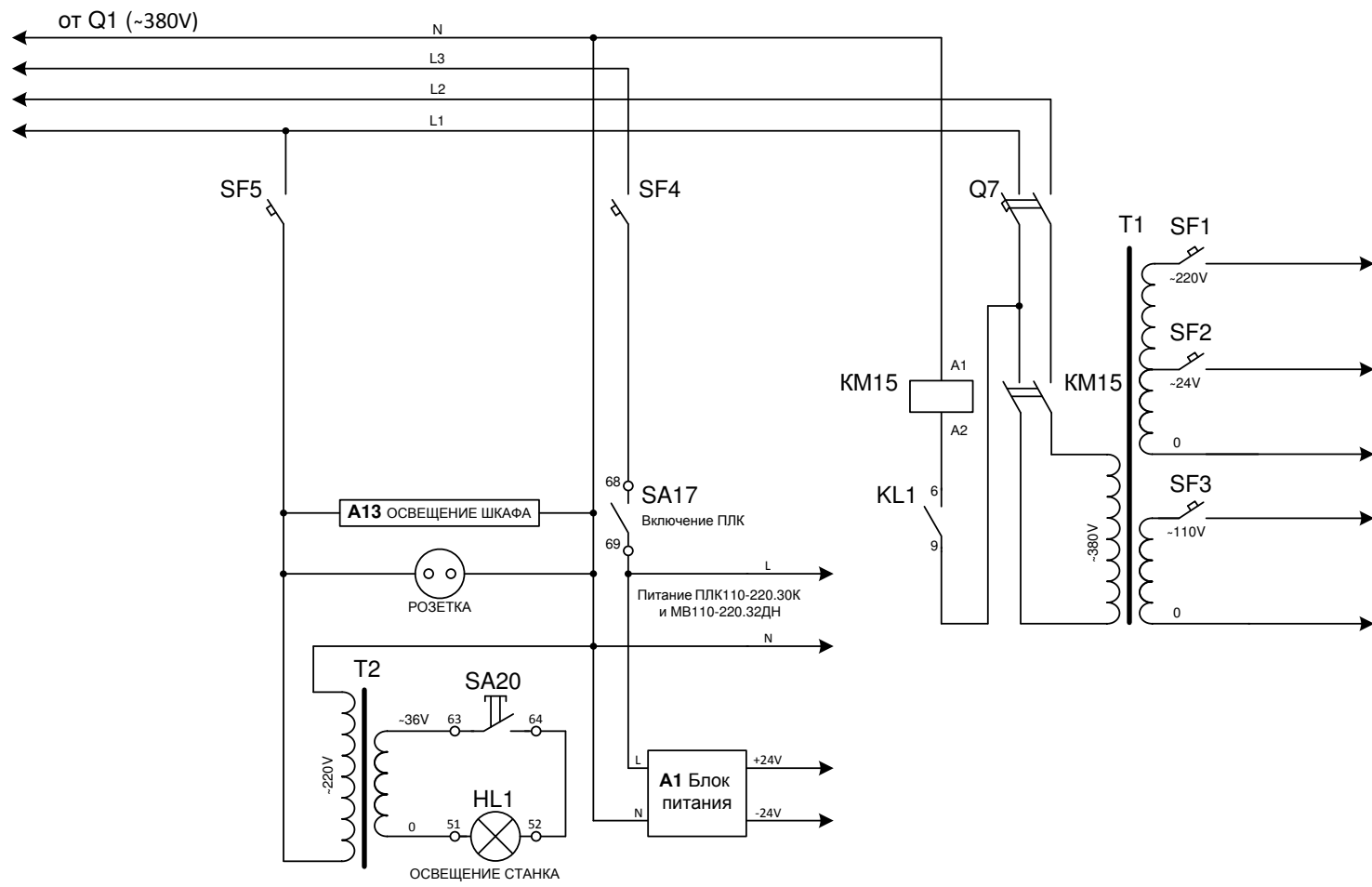
Ввод	Шлифовальный круг	Насос гидропривода	Воздушный теплообменник	Смазка направляющих	Нанос охлаждения	Магнитный сепаратор	Фильтр транспортёр

Рисунок 27-Принципиальная электрическая схема лист 1: Схема подключение электродвигателей станка ЗЛ722В.



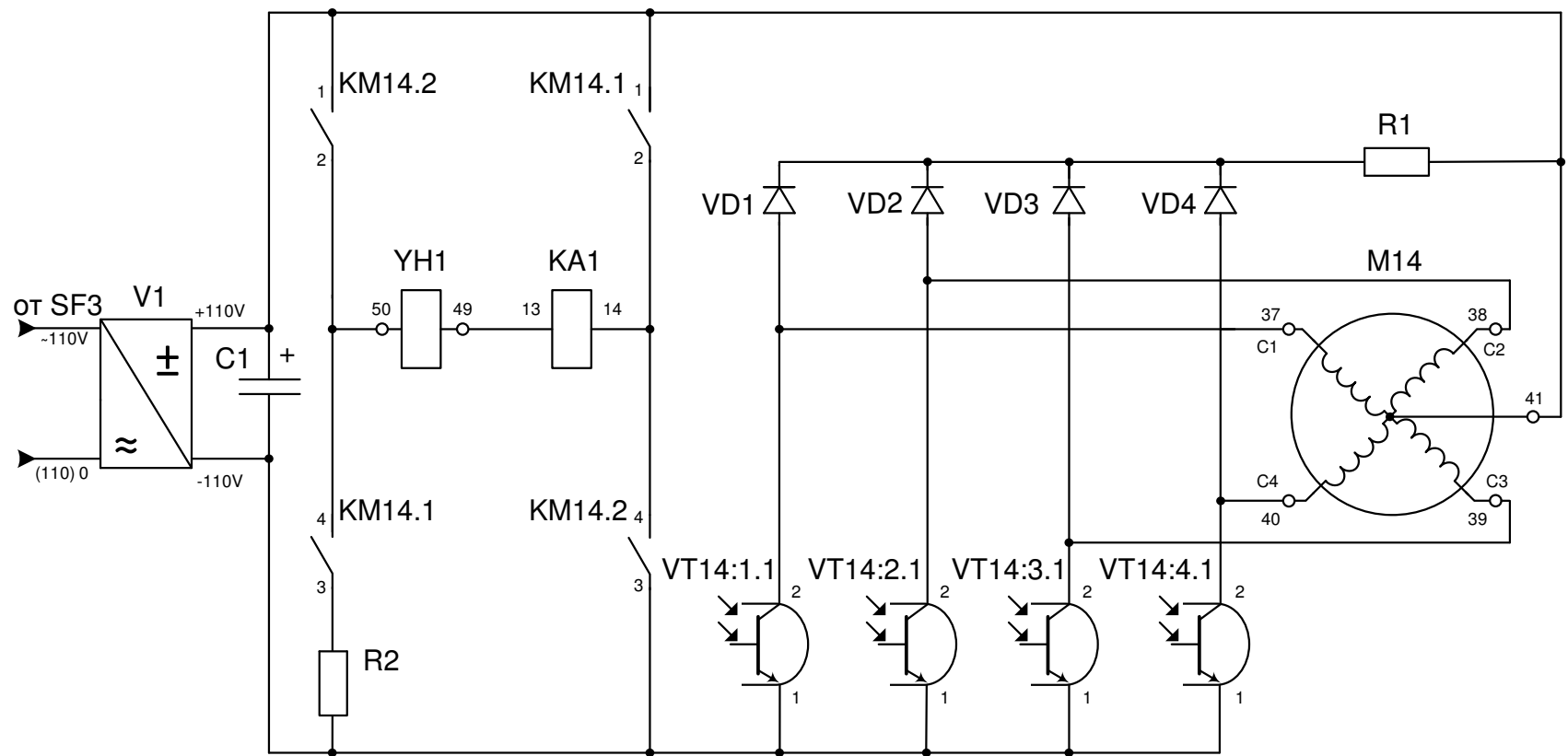
Правка круга		Ускоренное перемещение бабки		Охлаждение масла	Воздушный теплообменник	Поперечное перемещение стойки	
По часовой стрелке	Против часовой стрелке	Вверх	Вниз			Вперёд	Назад

Рисунок 28-Принципиальная электрическая схема лист 2: Схема подключение электродвигателей станка 3Л722В.



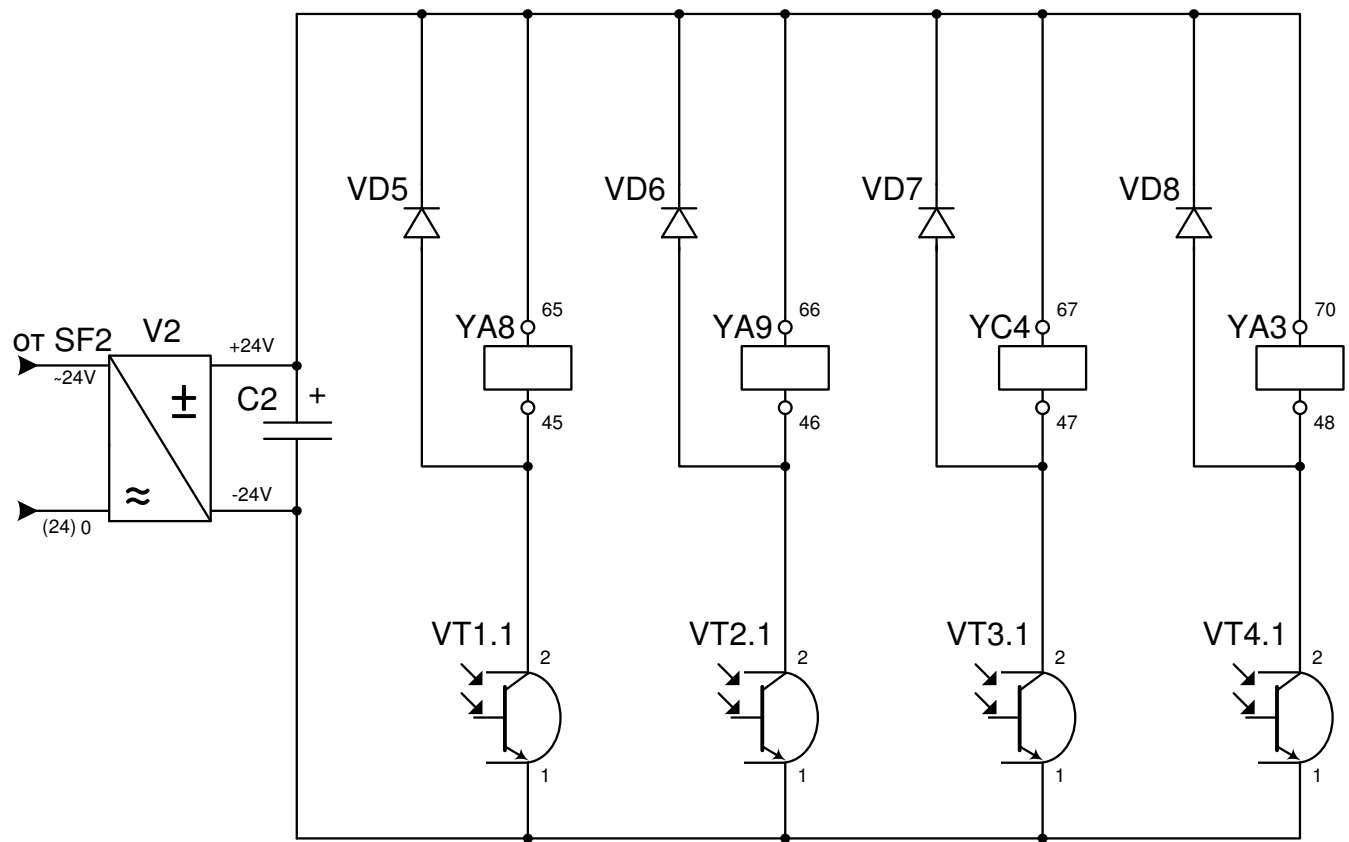
Трансформатор T2	Освещение станка	Питание ПЛК		Питание трансформатора	Трансформатор T1

Рисунок 29-Принципиальная электрическая схема лист 3: Схема подключение трансформаторов и блока питания.



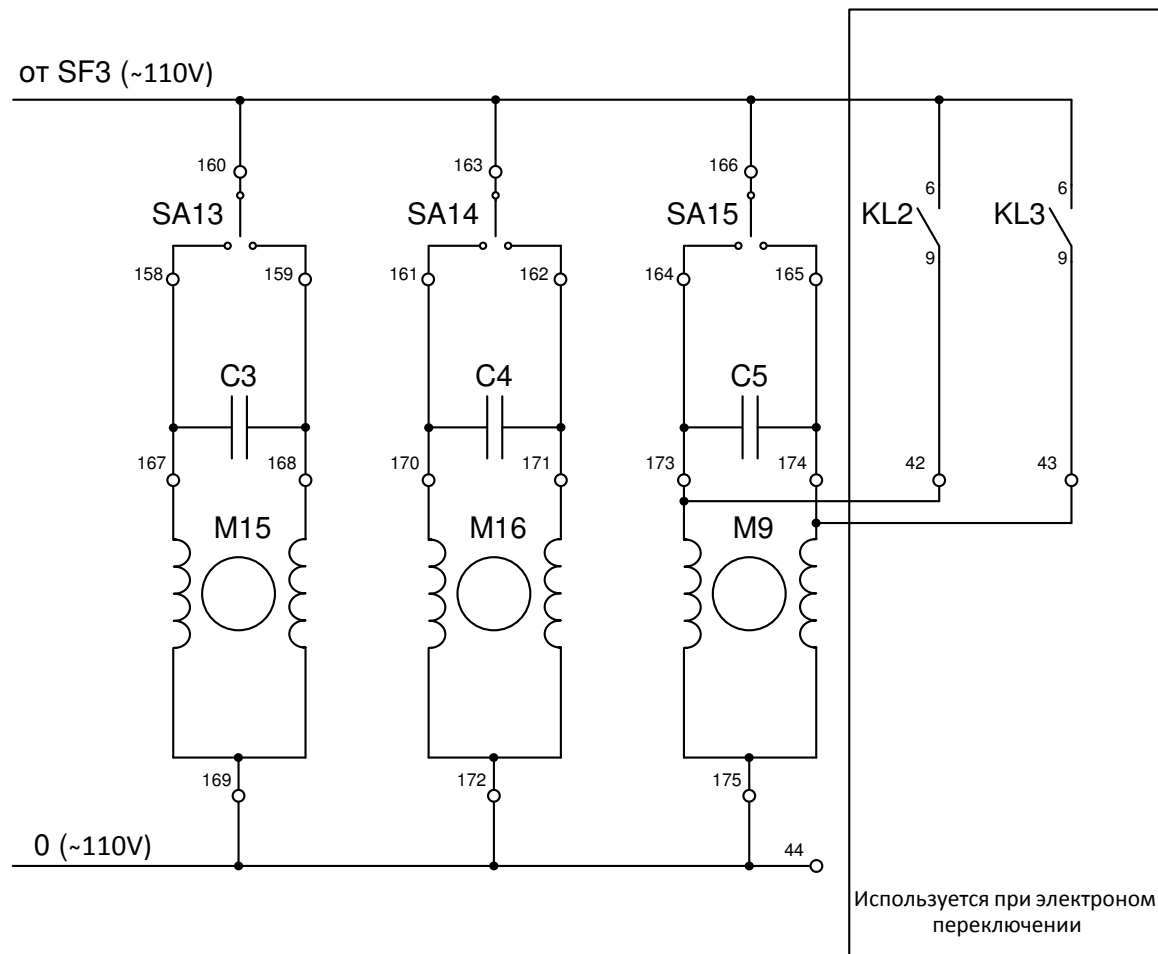
Выпрямитель 110В	Намагничивание плиты	Шаговый двигатель вертикальной подачи

Рисунок 30-Принципиальная электрическая схема лист 4: Схема подключение шагового двигателя.



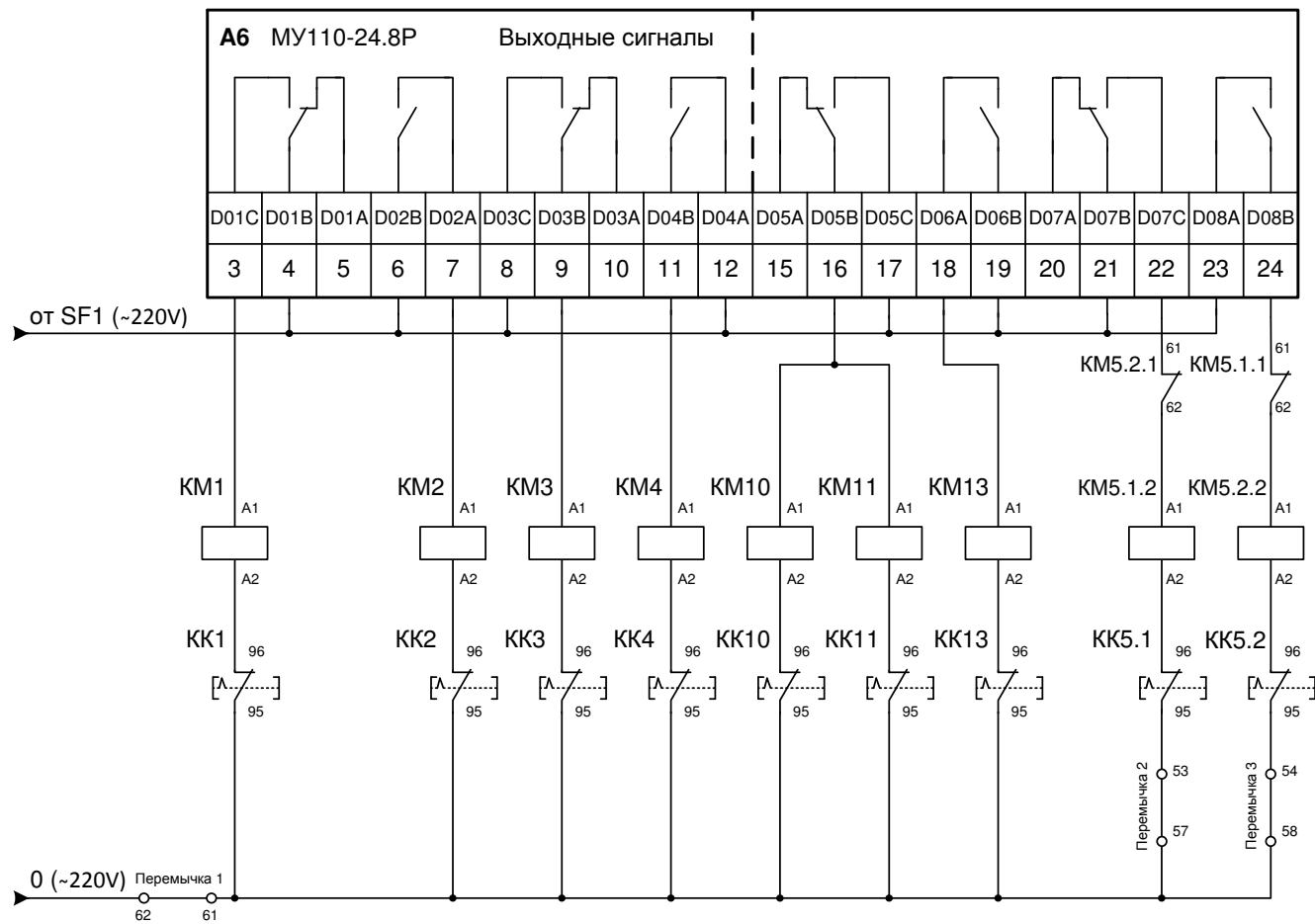
Выпрямитель 24В	Клапан	Клапан	Муфта	Клапан
	Влево	Вправо		

Рисунок 31-Принципиальная электрическая схема лист 5: Схема подключение клапанов и муфты.



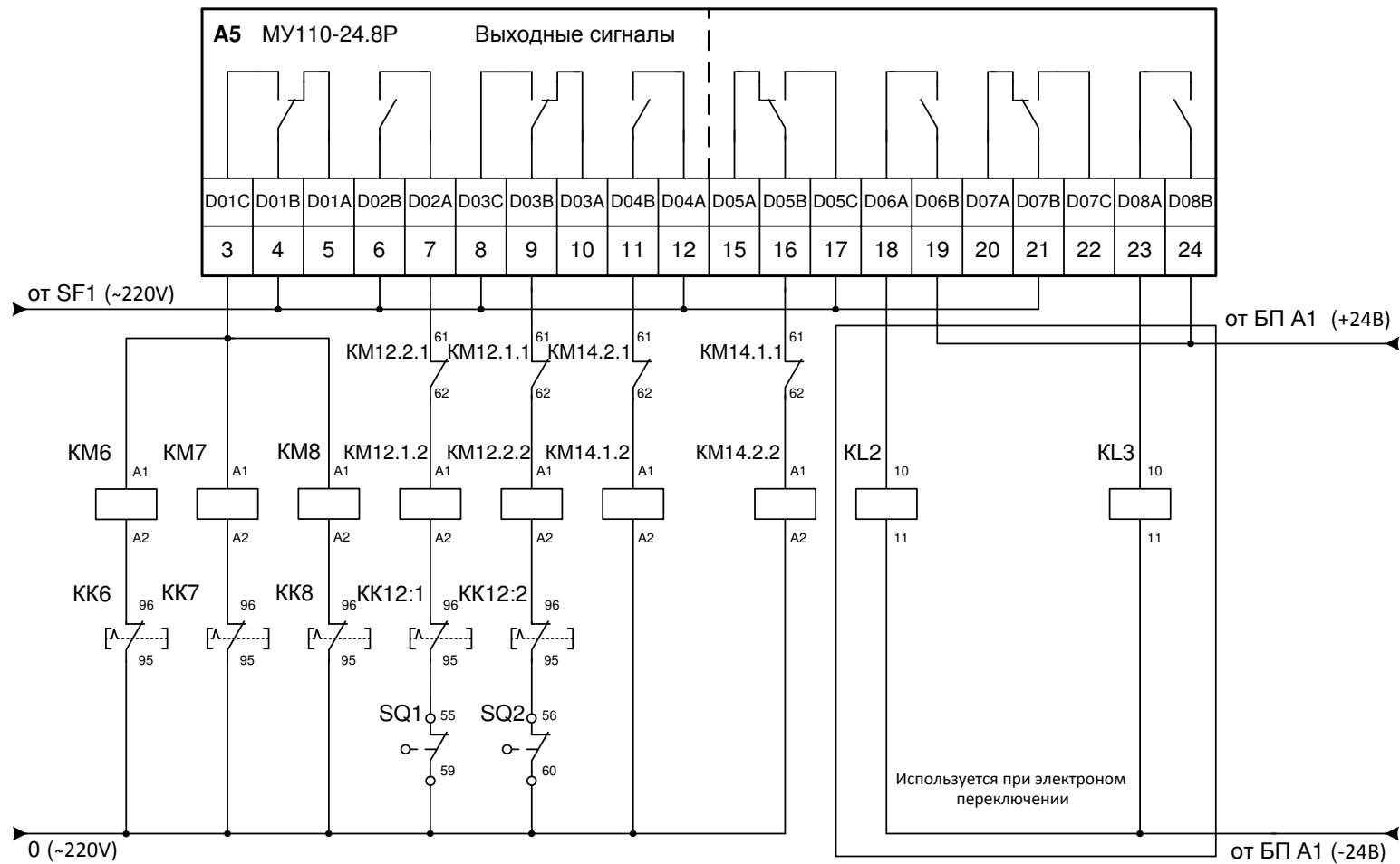
Регулировка зоны поперечного хода стола		Регулировка зоны поперечного хода стойки		Регулирование скорости стола		* Регулирование скорости стола	
Вправо	Влево	Вперёд	Назад	Больше	Меньше	Больше	Меньше

Рисунок 32-Принципиальная электрическая схема лист 6: Схема подключение дроссель регуляторов.



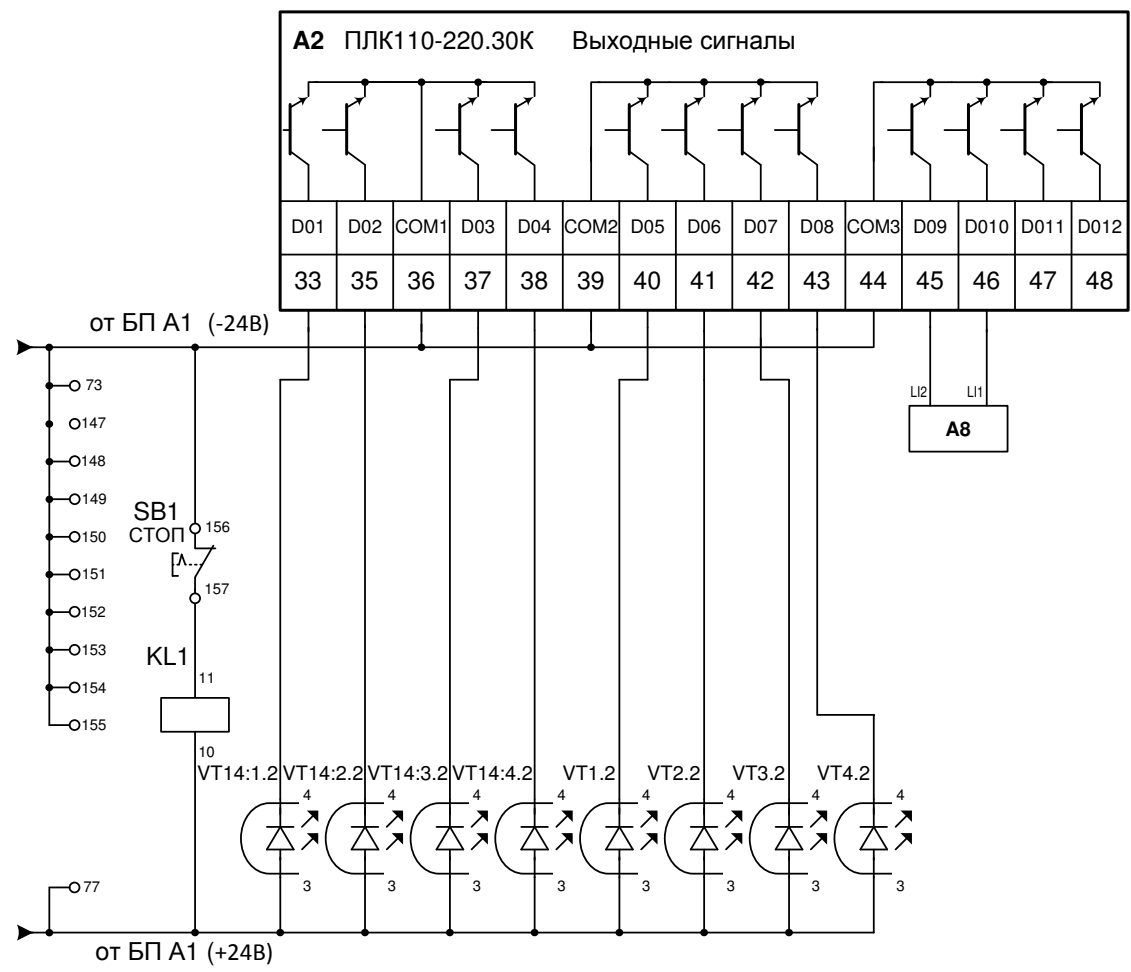
Шлифовальный круг		Насос гидропривода	Воздушный теплообменник	Смазка направляющих	Охлаждения масла	Воздушный теплообменник	Поперечное перемещение стойки	Правка круга	
								По часовой стрелке	Против часовой стрелке

Рисунок 33-Принципиальная электрическая схема лист 7: Схема подключение катушек пускателей к модулю выходов А6.



Насос охлаждения	Магнитный сепаратор	Фильтр транспортёр	Ускоренное перемещение бабки		Электромагнит плиты УН1		* Регулирование скорости стола	
			Вверх	Вниз	Намагнитить	Размагнитить	Больше	Меньше

Рисунок 34-Принципиальная электрическая схема лист 8: Схема подключение катушек пускателей к модулю выходов А5.



Свободные контакты	Трансформатор Т1	Шаговый двигатель вертикальной подачи	Клапан YA8	Клапан YA9	Муфта YC4	Клапан YA3	Поперечное перемещение стойки	
			Лево	Право			Вперёд	Назад

Рисунок 35-Принципиальная электрическая схема лист 9: Схема подключение твёрдотельных реле к контролеру А2.

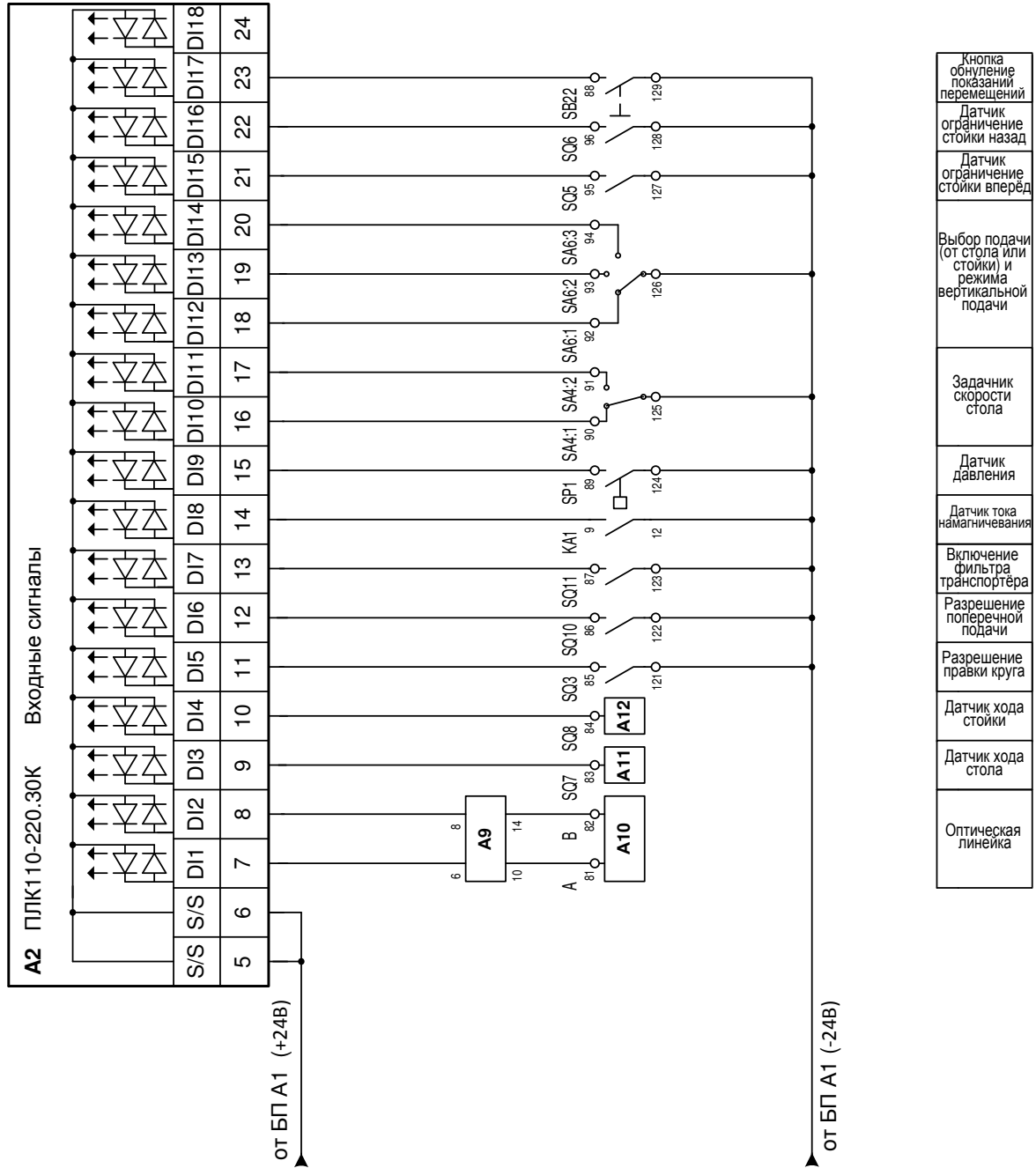


Рисунок 36-Принципиальная электрическая схема лист 10: Схема подключение датчиков и переключателей А2.

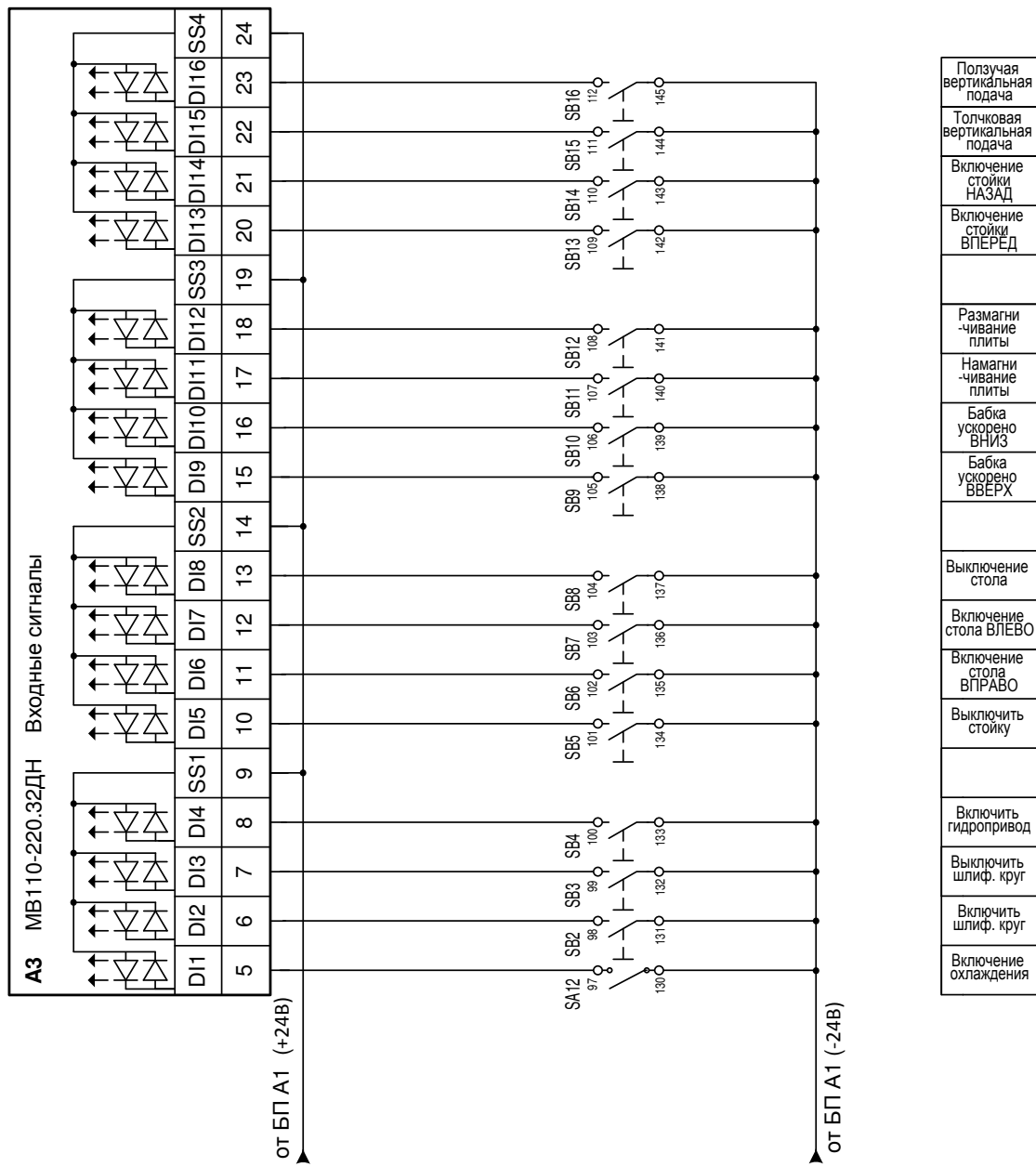


Рисунок 37-Принципиальная электрическая схема лист 11: Схема подключения кнопок пульта управления к модулю расширения А3.

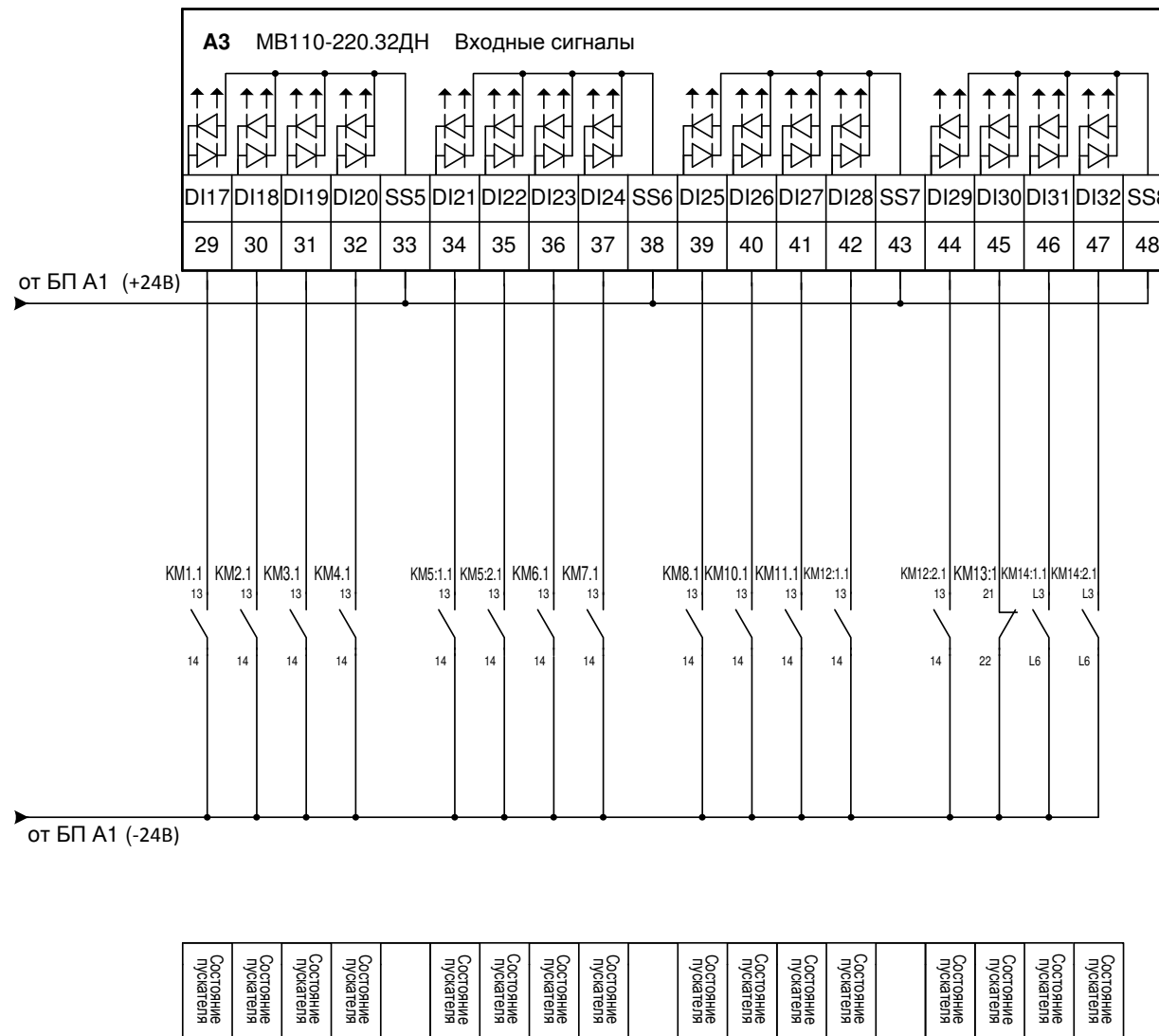


Рисунок 38-Принципиальная электрическая схема лист 12: Схема подключение контактов магнитных пускателей к модулю расширения А3.

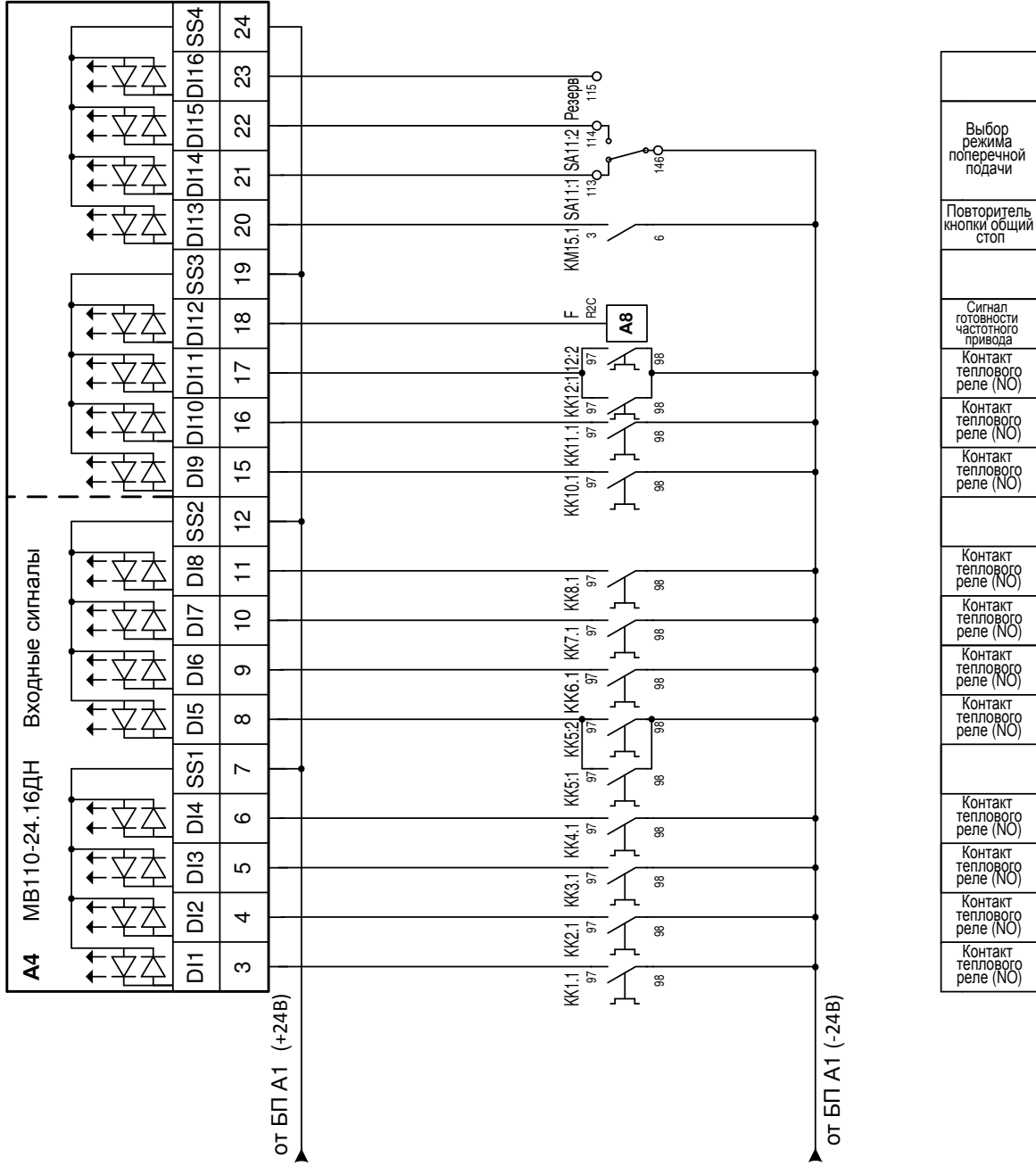


Рисунок 39-Принципиальная электрическая схема лист 13: Схема подключение тепловых реле к модулю расширения А4.

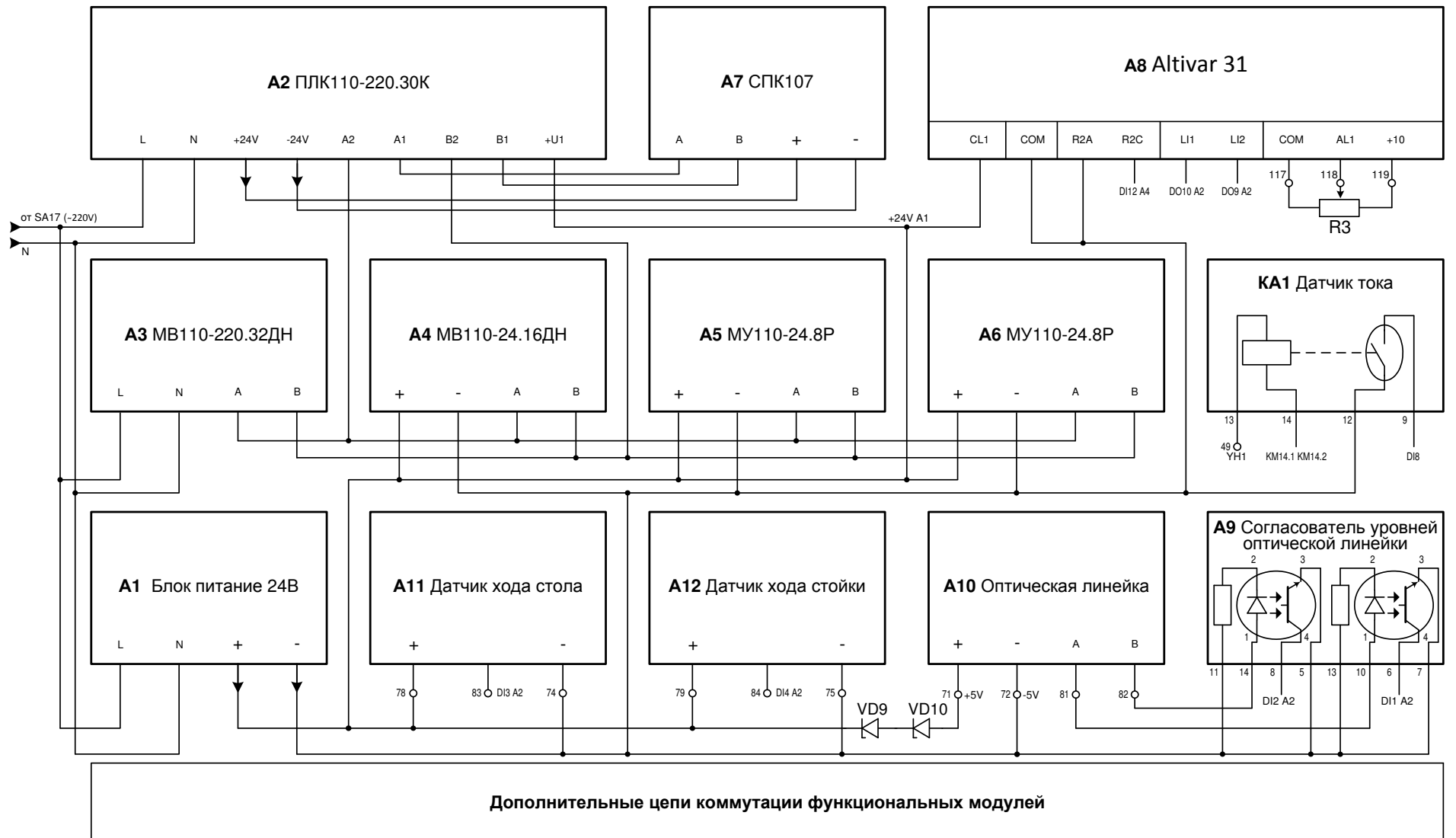


Рисунок 40-Принципиальная электрическая схема лист 14: Схема интерфейса функциональных модулей.

Описание принципиальной схемы

Лист 1, 2: На схеме расположены аппараты защиты в виде автоматических выключателей и тепловых реле. Пуск двигателей осуществляется замыканием контакта магнитных пускателей. Управление двигателя M13 осуществляется с помощью частотного преобразователя А8, задающего плавный пуск, частоту вращения и реверсивный режим работы двигателя. Во время возникновения неисправности частотный преобразователь отключит электродвигатель, подав соответствующий сигнал на вход контролера. Корпусы двигателей заземлены.

Лист 3: Схема включения через кнопку SA17 блока питания А1, контролера А2, модуля входных сигналов А3. Кнопка с фиксацией «Общий стоп» SB1 запитывает питание промежуточного реле, контакт которого запитывает катушку магнитного пускателя КМ15. Магнитный пускатель КМ15 запитывает трансформатор Т2 питание с которого проходя через автоматические выключатели является электрически развязанным от основного питания. На схеме расположен трансформатор Т1 для питания лампы местного освещения станка HL1.

Лист 4: Схема запитана постоянным током от выпрямителя V1. Намагничивание и размагничивание электромагнитной плиты осуществляется через работу пускателей КМ14.1 и КМ14.2. Резисторы R1, R2 ограничивают избыточный ток. Диоды VD1-VD8 снимают ток с катушек шагового двигателя и клапанов после коммутации. Датчик КА1 подаёт сигнал на контролер при протекании тока через электромагнитную плиту. Управление шаговым электродвигателем M14 осуществляется через твёрдотельное реле VT14:1.1-VT14:4.1.

Лист 5: Схема запитана постоянным током от выпрямителя V2. Работа электроклапанов YA3, YA8, YA9 и электромуфты YC4 осуществляется через твёрдотельное реле VT1.1-VT5.1.

Лист 6: Работа дроссельных регуляторов M9, M15, M16 осуществляется подачей переменного тока через переключатели SA12, SA13,

SA14. Работой дроссельного регулятора возможно управлять, как через переключатель SA14, так и в электронном режиме промежуточного реле KL2, KL3.

Лист 7, 8: Управление магнитными пускателями KM1-KM14.2.2 происходит через релейные выходы модулей расширения выходных сигналов A5, A6. Питание катушек магнитных пускателей проходит через нормально замкнутые контакты тепловых реле KK1-KK12.2. Нормально замкнутые контакты KM5.1.1, KM5.2.1, KM12.1.1, KM12.2.1, KM14.1.1, KM14.2.1 предохраняют произвольное включение магнитного пускателя при реверсивной работе электродвигателя. Концевые выключатели SQ1, SQ2 предохраняют от поломок механизм стойки, если вовремя не было отключено питание двигателя. Перемычки 1-3 установлены для дополнительного оборудования. Управление промежуточными реле KL2, KL3 с выходов модуля расширения выходных сигналов используется при электронном регулировании дроссельного регулятора M9.

Лист 9: С высокоскоростных выходов контролера A2 управляются твердотельные реле VT1-VT14:4.2 и частотный преобразователь A8. С нормально замкнутой кнопки SB1 запитывается катушка KL1. Контакты 73, 77, 147-155 задействуются при подключении дополнительного оборудования.

Лист 10: На высокоскоростные входы контролера A2 поступают сигналы от датчиков A10, A11, A12, SQ3, SQ5, SQ6, SQ10, SQ11, SP1, KA1 переключателей SA4, SA6 и кнопки SB22. Согласование сигналов датчика A10 с контролером A2 проходит через модуль A9.

Лист 11, 12: На модуль входных сигналов поступают сигналы от переключателя SA12 магнитных пускателей о срабатывании KM1.1-KM14:2.1, кнопок пульта управления станка SB2-SB16.

Лист 13: На модуль входных сигналов поступает сигнал о готовности с частотного преобразователя A8, магнитного пускателя KM15, переключателя SA11:2, нормально разомкнутых контактов тепловых реле KK1-KK12:2. Вход DI16 соединённый с винтовым контактом 115 является резервным.

Лист 14: Модули А1, А2, А3 запитаны переменным напряжением 220В через переключатель SA17. Питание модулей А4, А5, А6, А11, А12 осуществляется от блока питания А1. Питание оптической линейки А10 осуществляется через последовательно соединённые стабилитроны VD9, VD10 понижающие напряжение до 5В необходимое для её работы. Питание сенсорного контролера А7 осуществляется через внутренний блок питания контролера А2, подающий напряжение после запуска контролера. Передача данных между контролером А2 и сенсорным контролером производится по двух проводной схеме порта RS485. Передача данных от модулей А3, А4, А5, А6 проходит через порт RS485 приходящий на второй информационный порт контролера А2. Реостатом R3 задаются параметры работы электродвигателя M13 управляемый частотным преобразователем А8. Работа датчика тока КА1 осуществляется срабатыванием контакта геркона вовремя прохождения тока через его катушку. Сигналы оптической линейки А10 и контролера А2 гальванически развязаны через оптроны установленные в модули А9.

В ходе работ также был произведен подбор проводов, галет, наконечников, подбор частотного преобразователя по режимам работы и параметрам асинхронного электродвигателя. Была составлена спецификация элементов электрической схемы с их обозначением на схеме и техническими данными.

Таблица 2.3 – Спецификация оборудования станка

Обозначение	Наименование	Кол.во	Примечание
Оборудование			
А1	Блок питания ОВЕН БП60Б-Д4-24С	1	
А2	Программный логический контролер ОВЕН ПЛК 110-220.30К	1	
А3	Модуль дискретного ввода ОВЕН МВ 110-220.32ДН	1	
А4	Модуль дискретного ввода ОВЕН МВ 110-24.16ДН	1	
А5;А6	Модуль дискретного вывода ОВЕН МУ 110-24.8Р	2	

Продолжение таблицы 2.3

Обозначение	Наименование	Кол.во	Примечание
A7	Панельный программируемый логический контроллер ОВЕН СПК107	1	
A8	Частотный преобразователь Telemecanique Altivar 31 0,75kW/1HP 380/500В ~	1	
A9	Согласователь уровней энкодера	1	
A10	Фотоэлектрический преобразователь линейных перемещений L35-AV	1	
A11	Датчик хода стола ВБ2.12М.33.4.1.1.К	1	
A12	Датчик хода стойки ВБ2.12М.33.4.1.1.К	1	
A13	TL3011 T8 30W	1	~220V номинальное напряжение
	Датчик давления		
SP1	Комплектно с гидроприводом	1	-24V номинальное напряжение
	Электродвигатели		
M1	4A132M4	1	
M2;M3; M9;M10; M11	Комплектно с гидроприводом	5	
M4	ДПТ-П21-4-С4	1	
M5	4AA50B4	1	
M6	П-100М	1	
M7	4AA56A4	1	
M8	4AA50B4	1	
M12	4AA71A4	1	
M13	4AA71B4	1	
M14	ШД-2,65/5-03	1	
M15		1	
M16		1	
	Электромагниты		
YA3; YA8; YA9	Комплектно с гидроприводом	3	-24V номинальное напряжение
YN1	Плита электромагнитная	1	-110V номинальное напряжение
	Муфта электромагнитная		
YC4	ЭТМ-056-2А	1	-24V номинальное напряжение

Продолжение таблицы 2.3

Обозначение	Наименование	Кол. во	Примечание
	Светильник		
HL1	HKC01x100/п20-02	1	~36V номинальное напряжение
	Автоматические выключатели однополюсные		
SF1;SF2	BA 47-63	2	1А номинальный ток
SF3	BA 47-63	1	2А номинальный ток
SF4; SF5	BA 47-63	2	5А номинальный ток
	Автоматические выключатели двухполюсные		
Q7	BA 47-63	1	5А номинальный ток
	Автоматические выключатели трёхполюсные		
Q1	BA 47-63	1	63А номинальный ток
Q2	BA 47-63	1	25А номинальный ток
Q3	BA 47-63	1	16А номинальный ток
Q4;Q6	BA 47-63	2	3А номинальный ток
Q5	BA 47-63	1	10А номинальный ток
	Магнитные пускатели		
KM1	KMЭ 2510	1	
KM2÷ KM15	KMЭ 1210	16	
	Реле		
KL1÷ KL3	РЕК 78/3 24DC	3	
	Реле тепловое		

Продолжение таблицы 2.3

Обозначение	Наименование	Кол. во	Примечание
КК1	РТЭ-1322-17-25А	1	
КК2	РТЭ-D13-7-10А	1	
КК3	РТЭ-D13-1-1,6А	1	
КК4; КК6; КК11; КК12:1	РТЭ-D13-2,5-4А	4	
КК5:1; КК5:2; КК7; КК10; КК12:2	РТЭ-D13-0,4-0,63А	5	
КК8	РТЭ-D13-0,63-1А	1	
Реле твёрдотельное			
VT1÷VT 14:4	HD-2525.DD3-12-250В DC-25А	8	
Трансформаторы			
T1	ОСМ1-1,0 У3-1кВА 380/220/110/22/5 В	1	
T2	ОСМ1-0,1 У3-0,1кВА 220/36/24/12 В	1	
Конденсаторы			
C1	МБГО-2-160В-2*30мк	1	
C2	МБГЧ-1-250В-10мк	1	
C3÷C5	МБГО-2-160В-2мк	3	
Резисторы			
R1	ПВ-50-510 Ом	1	
R2	ПВ-25-100 Ом	1	
R3	ППБ-3Г-4,7 кОм	1	
Диоды			
VD1÷VD8	КД202М	8	
Стабилитроны			
VD9	Д815Г	1	
VD10	Д815Ж	1	
Диодные мосты			
V1;V2	КВРС2510	2	
Шины соединительные			
L1;L2;L3	PIN 3ф 63А	1	
L1	PIN 1ф 63А	1	
Шина нулевая на DIN-изолятор			

Продолжение таблицы 2.3

Обозначение	Наименование	Кол. во	Примечание
N	ШНИ-6x9-10-Д-С	1	
Кнопки управления			
SB1	КМЕ-5502- красный	1	Общий стол
SB2	КМЕ-4511 - черный	1	Вкл.шлиф.круга
SB3	КМЕ-4511 - красный	1	Выкл.шлиф.круга
SB4	КМЕ-4511 - зеленый	1	Вкл.гидропривода
SB5	КМЕ-4511 - красный	1	Выключение стойки
SB6	КМЕ-4522 - черный	1	Вкл.стола «вправо»
SB7	КМЕ-4522 - черный	1	Вкл.стола «влево»
SB8	КМЕ-4502 - красный	1	Выключение стола
SB9	КМЕ-4511 - черный	1	Бабка ускорена вверх
SB10	КМЕ-4511 - черный	1	Бабка ускорена вниз
SB11	КМЕ-4511 - зеленый	1	
SB12	КМЕ-4511 - красный	1	Намагничив.плиты
SB13	КМЕ-4511 - черный	1	Включ.стойки «вперед»
SB14	КМЕ-4511 - черный	1	Включ.стойки «назад»
SB15	КМЕ-4511 - черный	1	Толчков.вертик. подача
SB16	КМЕ-4511 - черный	1	Ползуч.вертик. подача
SB22	КМЕ-4511 – голубой (белый)	1	Обнуление показаний перемещений
Переключатели			
SA4	П2Т-5	1	
SA6; SA11	ПГК-3ПЗМ-А	2	
SA12	ПЕ-011 исп2	1	
SA13	П2Т-5В Трёхпозиционный	1	
SA14	П2Т-5В Трёхпозиционный	1	
SA15	П2Т-5В Трёхпозиционный	1	
SA17	П2Т-24Л	1	
SA20	П2Т-24Л	1	
Микропереключатели			
SQ1	МП1203 исп1	1	Ограничение бабки «вверх»

Окончание таблицы 2.3

Обозначение	Наименование	Кол. во	Примечание
SQ2	МП1203 исп1	1	Ограничение бабки «вниз»
SQ3	МП1203 исп1	1	Разрешение правки круга
SQ5	МП1203 исп1	1	Ограничение стойки «вперед»
SQ6	МП1203 исп1	1	Ограничение стойки «назад»
SQ10	МП1203 исп1	1	Разрешение попереч.подачи
SQ11	МП1101 исп1	1	Вкл.фильтра транспортёра
SQ7	МП1101 исп1		
SQ8	МП1101 исп1		
	Клеммы проходные винтовые		
X1÷X3	MTU-4	3	
X4÷X176	MTU-2.5	173	
	Разъёмы модульные		
	PPM-77/3	3	
	PPM-77/4	2	

2.2 Разработка и описание монтажной схемы

Монтажная схема, показывает соединения составных частей электрических аппаратов и расположение проводов, шин, кабель каналов которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений к галетам.

Начало создания монтажной схемы заключалась в замерах внутренней области электрошкафа. По соответствующим размерам (1000×1200) мм изготовили панель из листа металла толщиной 2 мм. С задней стороны панели произвели армирования по периметру панели квадратной трубой размерами 20×20мм.

Произвели замеры всего электрооборудования, расположенного на панели, вмонтированной в электрошкаф. В программе Visio 2007 была начерчена монтажная схема панели электрошкафа с расположенным на ней

всех электроаппаратов, кабель каналов, проводов и винтовых клемм в масштабе (Рисунок 41). При проектировании важно было учитывать подвод питающего кабеля, расположение винтовых клемм к которым необходимо будет присоединить электрооборудование станка. Учитывалось расположение силового коммутационного оборудования и управленческого оборудования. Удобство расположения и беспрепятственный доступ к оборудованию для дальнейшего обслуживания и ремонта в ходе эксплуатации. Немаловажным было была расположить элементы таким образом, чтобы провода и соединительных шин была минимальной, что значительно экономит материал.

После разнесения разметки на панель произвели монтаж оборудования с последующими коммутациями шин и проводов (Рисунок 42). При изменении принципиальной схемы производили монтаж и демонтаж части оборудования с внесением изменений в документацию. Также были внесены изменения в пульт управления станка. На пульте были демонтированы часть переключателей и сельсинов-регуляторов, установлены два дополнительных тумблера. В ходе монтажа проводов была применена опрессовка проводов наконечниками и разъёмами с помощью специальных пресс-клещей. Это повысило качество монтажа и значительно ускорило процесс монтажа проводов к оборудованию и клеммам. Элементы управления заводского исполнения реализованные модулями логики и реле мы заменили на контролер с модулями расширения (Рисунок 43) и частотный преобразователь. Использование современного электрооборудование позволило уменьшить размеры станка, занимаемые в электрошкафу, в сравнении с заводским оборудованием.

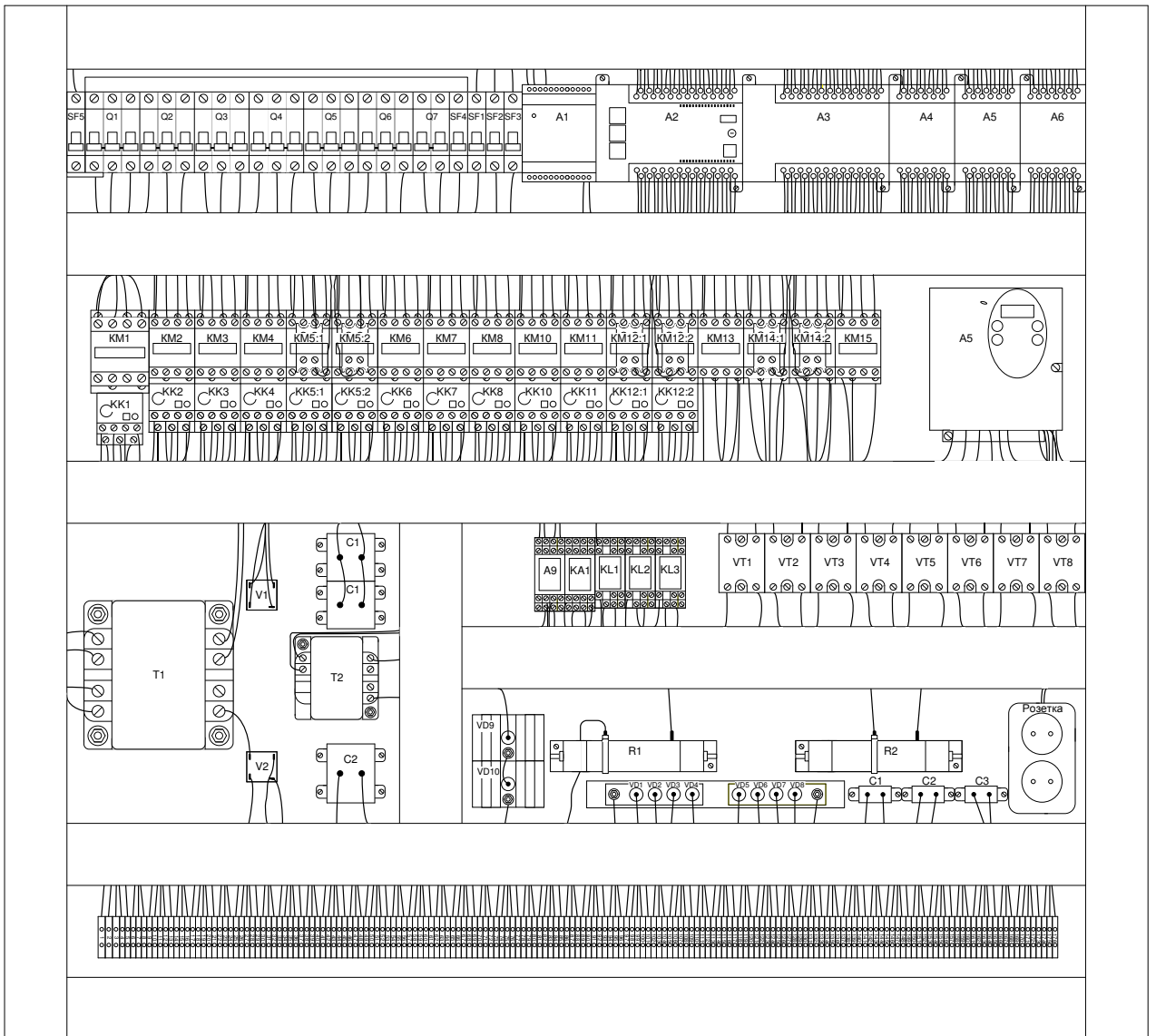


Рисунок 41-Вид монтажной схемы реализованной в программе

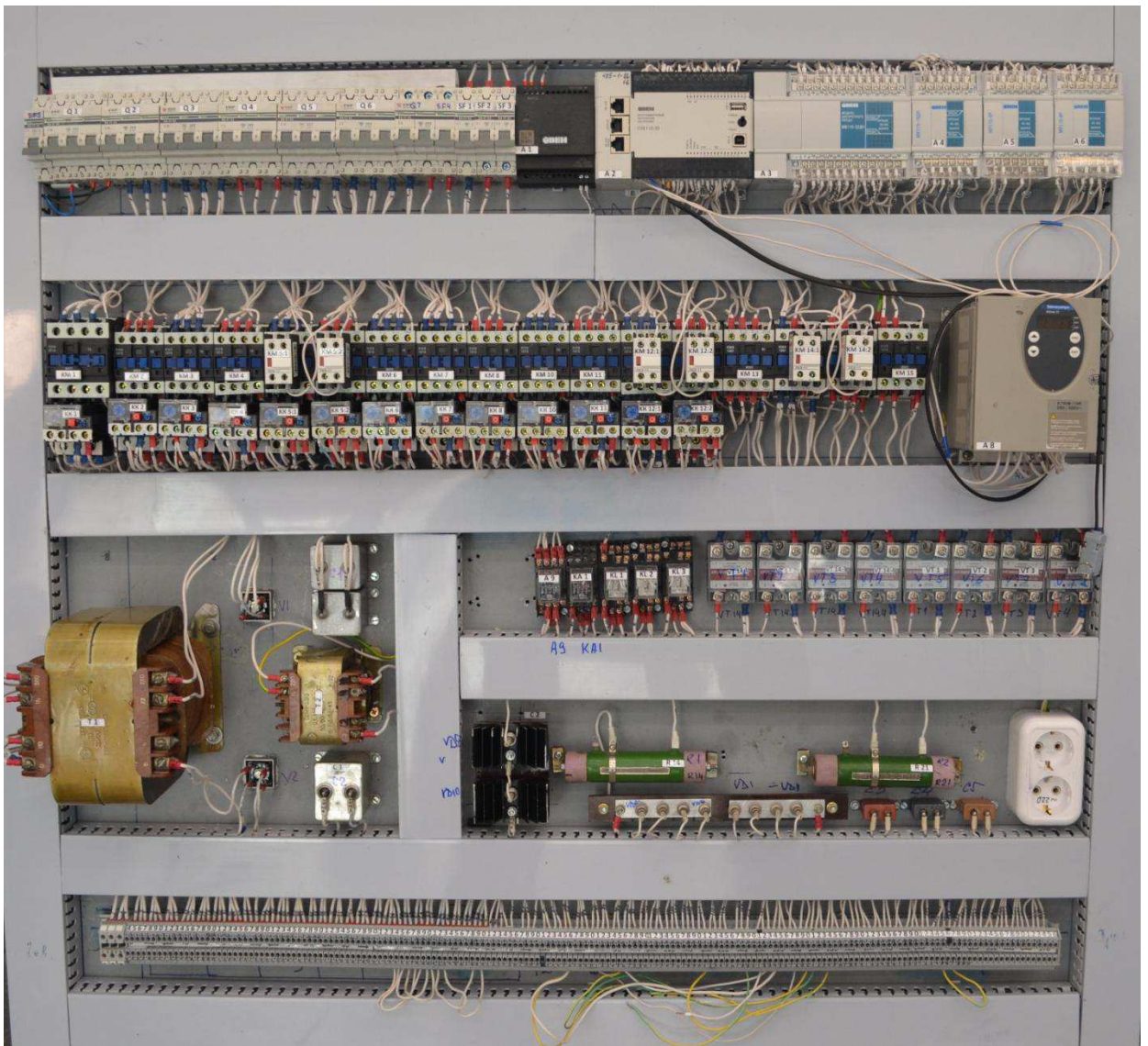


Рисунок 42-Фотография панели шкафа управления



Рисунок 43-Фотография контролера с модулями расширения

№	Обозначение кнопок и переключателей
1	Кнопка включения возвратно-поступательного движения стола
2	Кнопка остановки движения стола
3	Кнопка включения возвратно-поступательного движения стола
4	Кнопка включения движения стойки от себя
5	Переключатель режима работы стойки
6	Кнопка включения вращения шлифовального круга
7	Переключатель режима вертикальных подач шлифовальной бабки
8	Кнопки ускоренного вертикального перемещения шлифовальной бабки
9	Кнопка толчкового вертикального перемещения шлифовальной бабки вниз
10	Кнопка "Общий стоп"
11	Кнопка "Размагничивание электромагнитной плиты"
12	Кнопка "Намагничивания плиты"
13	Кнопка остановки движения стойки
14	Кнопка остановки вращения шлифовального круга
15	Кнопка замедленного непрерывного перемещения шлифовальной бабки вниз
16	Кнопки ускоренного вертикального перемещения шлифовальной бабки
17	Кнопка обнуления показаний вертикальной подачи
18	Кнопка "Включения гидроуправления"
19	Тумблер задания скорости стола
20	Кнопка включения движения стойки на себя
21	Выключатель лампы местного освещения
22	Выключатель системы подачи и очистки СОЖ
23	Включение системы подачи и очистки СОЖ
24	Тумблер регулирования величины хода стола
25	Тумблер регулирования величины хода подачи

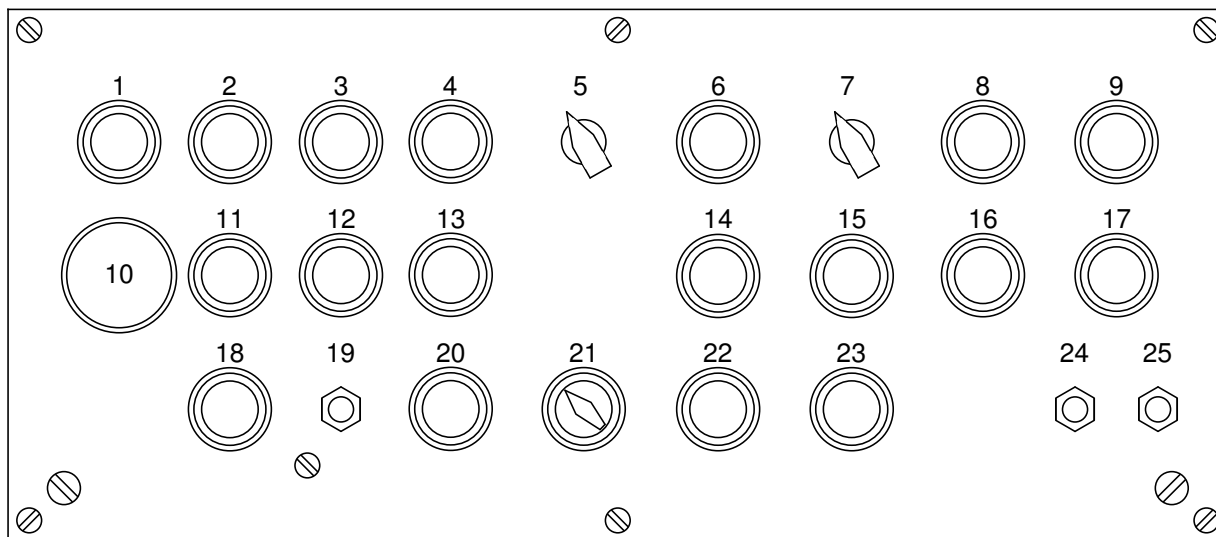


Рисунок 44-Внешний вид пульта после модернизации

3 Разработка программной части системы управления шлифовальной установки

В отличие от обычных контроллеров, функции которых определяются их физическим подключением, функции программируемых логических контроллеров (ПЛК) определяются программой. Данные ПЛК тоже подключаются к внешним системам с помощью кабелей, но содержимое их памяти программы можно изменять в любое время, адаптируя программы к различным задачам управления. Программируемые логические контроллеры обеспечивают ввод данных, их обработку и вывод результатов. Данный процесс состоит из трех этапов:

- этап ввода;
- этап обработки;
- этап вывода

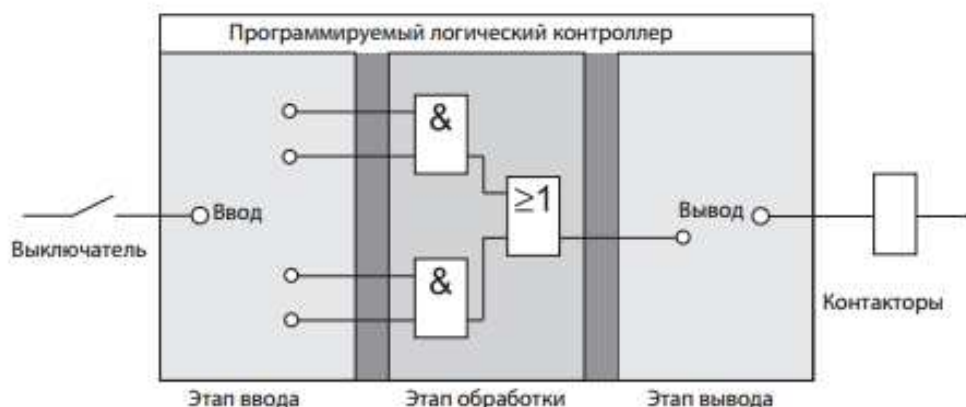


Рисунок 45- Процесс обработки данных в ПЛК

Этап ввода

На этапе ввода управляющие сигналы с переключателей, кнопок и датчиков передаются на этап обработки. Сигналы с данных компонентов формируются в процессе управления и передаются на входы в виде логических состояний. С этапа ввода они передаются на этап обработки в предварительно обработанном формате.

Этап обработки

На этапе обработки происходит обработка предобработанных сигналов с этапа ввода и их комбинирование с помощью логических операций и других функций. Память программы этапа обработки является полностью

программируемой. Последовательность обработки можно изменять в любое время путем модифицирования или замены программы, хранящейся в памяти.

Этап вывода

Результаты обработки программой входных сигналов передаются на этап вывода, где они осуществляют функции управления подключенными переключаемыми элементами, такими как контакторы, сигнальные лампы, электромагнитные клапаны и т.д.

ПЛК выполняет свои задачи путем исполнения программы, которая обычно разрабатывается вне контроллера, затем передается в его память программы. Программа ПЛК состоит из последовательности команд, управляющих функциями контроллера. ПЛК выполняет данные управляющие команды последовательно, одну за другой. Вся последовательность программы циклическая, то есть она повторяется в непрерывном цикле. Продолжительность одного повтора программы называется временем или периодом программно цикла.

Обработка образа процесса

При обработке программы в ПЛК входные и выходные сигналы используются не напрямую, а в виде «образа процесса»:

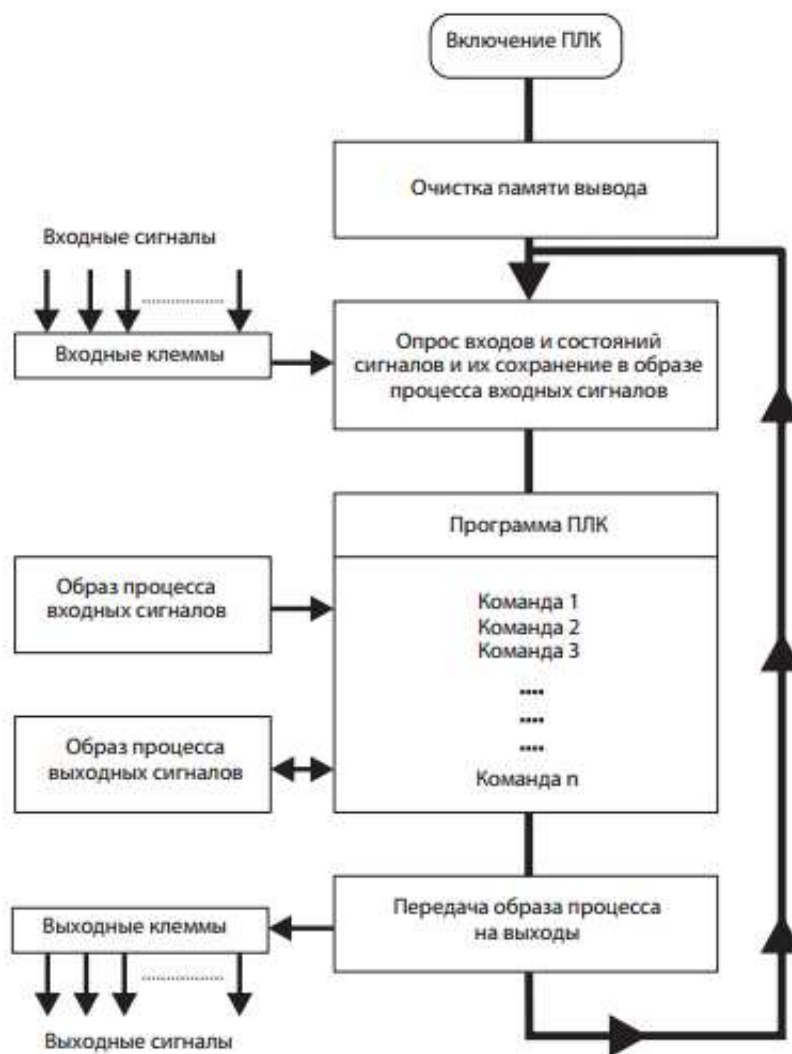


Рисунок 46- Образ процесса

Образ процесса входных сигналов

В начале каждого программного цикла система производит опрос состояний сигналов на входах и сохраняет их в буфере, создавая «образ процесса» входных сигналов.

Выполнение программы

После этого происходит выполнение программы, в процессе которого ПЛК обращается к состояниям входных сигналов, сохраненным в образе процесса. Это означает, что любые последующие изменения состояний входных сигналов не регистрируются до программного цикла. Программа выполняется последовательно от начала и до конца – в том порядке, в каком были запрограммированы данные команды. Результаты выполнения

отдельных шагов программы сохраняются и используются в текущем программном цикле.

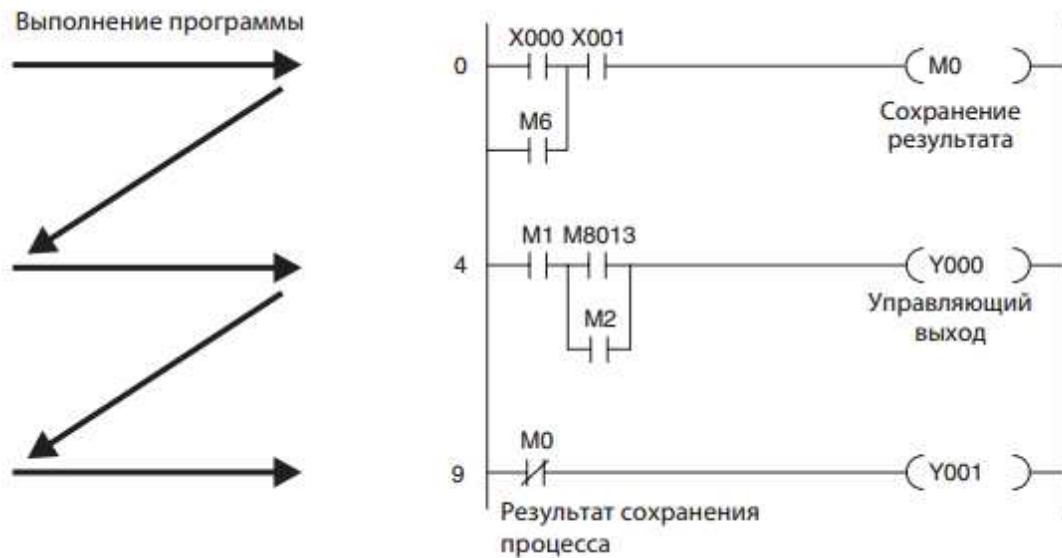


Рисунок 47- Выполнение программы и результат сохранения процесса

Образ процесса выходных сигналов

Результаты логических операций, относящиеся к выходным сигналам, сохраняются в буфере вывода в виде образа процесса выходных сигналов. Образ процесса выходных сигналов хранится в буфере вывода до его перезаписи. После записи значений в виде выходных сигналов данный программный цикл повторяется.

Отличия обработки сигналов в ПЛК и контроллерах на релейно-контактной логике

В контроллерах на релейно-контактной логике программа определяется функциональными элементами и их подключением. Все операции управления выполняются одновременно (параллельное выполнение). При любом изменении в состоянии входного сигнала моментально изменяется состояние соответствующего выходного сигнала. ПЛК не реагирует на изменения в состоянии входных сигналов до следующего после данных изменений программного цикла. В настоящее время этот недостаток в значительной степени компенсируется крайне

короткими периодами программных циклов. Длительность периода программного цикла зависит от количества и типа выполняемых команд.

3.1 Описание среды разработки программы CoDeSys

3.1.1 Описание рабочей среды программы

CoDeSys - основная среда для программирования контроллеров на языках стандарта МЭК 61131-3.

Запуск ПО CoDeSys.

Главное окно программы Запуск ПО осуществляется любым из способов, доступных в ОС MS Windows. Например, вызовом команды Пуск | Программы | 3S Software | Codesys 2.3 | Codesys 2.3. После запуска ПО CoDeSys открывается Главное окно программы (см. рисунок 3.3).

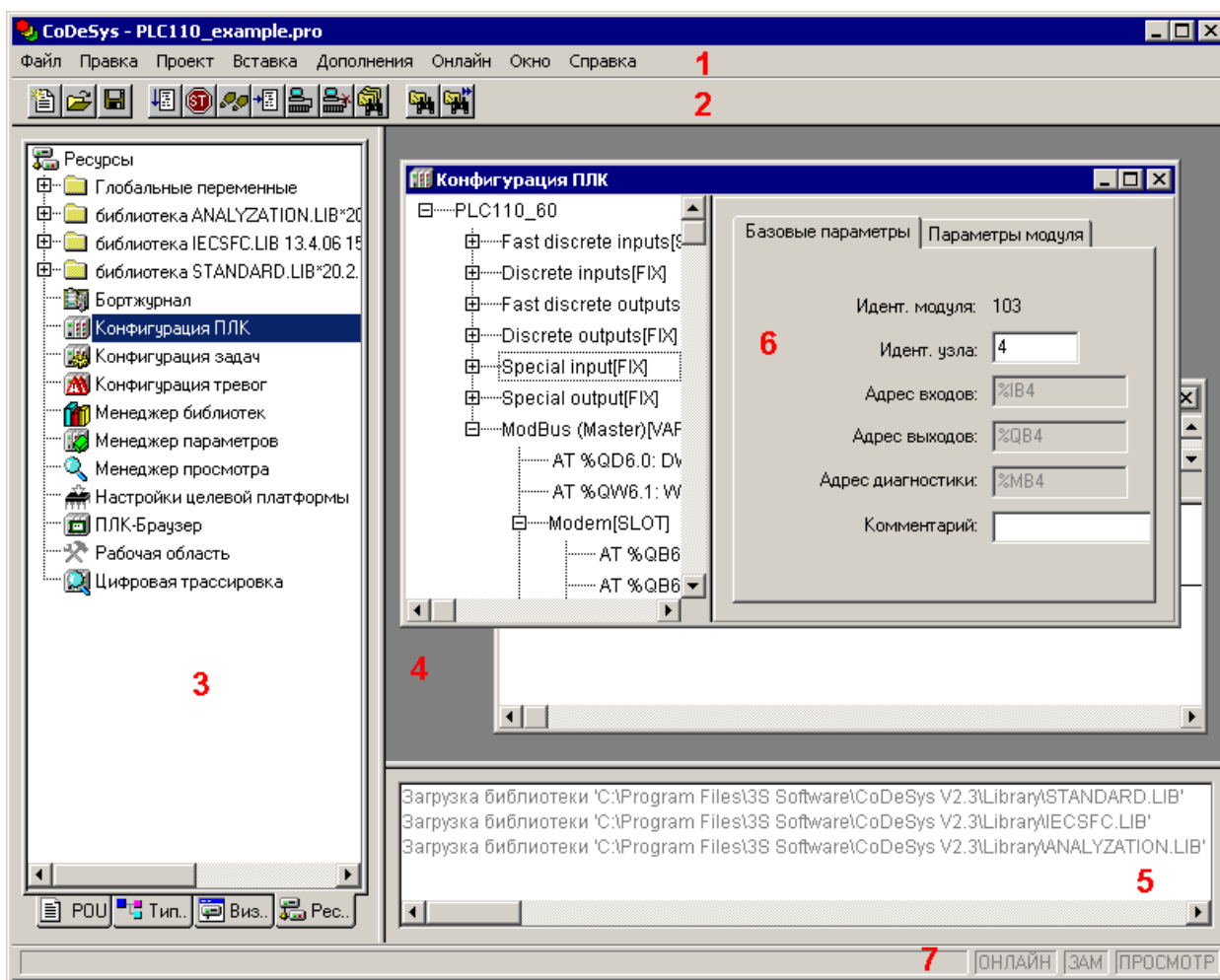


Рисунок 48 - Главное окно программы

Главное окно программы содержит следующие элементы (помечены красными цифрами на рисунке 3.3):

– Главное меню (1), содержащее перечень доступных групп команд программы. В различных режимах работы группы команд главного меню дополняются специализированными командами.

– Панель инструментов (2), содержащая кнопки, дублирующие часто используемые команды программы. В различных режимах работы панель инструментов дополняется специализированными панелями.

– «Организатор объектов» (3) – переключатель групп режимов работы программы; включает четыре вкладки: «POU», «Типы данных (Data types)», «Визуализации (Visualizations)» и «Ресурсы (Resources)».

– Рабочая область программы (4), в которой отображаются окна (6) режимов работы программы (в правой верхней части).

– Окно (область) сообщений (5, в правой нижней части). В этом окне появляются сообщения компилятора, результаты поиска и список перекрестных ссылок.

– Строка статуса (7), содержащая информацию о текущем состоянии проекта (в нижней части). При выборе пункта меню в строке статуса отображается его описание; при работе в текстовом редакторе – указывается позиция, в которой находится курсор (например, Line:5, Col.11); в режиме визуализации – отображаются координаты курсора X и Y, которые отсчитываются относительно верхнего левого угла окна; если указатель мыши находится на элементе, или над элементом производятся какие-либо действия, то отображается номер этого элемента; при вставке элемента – отображается его название (например, Rectangle). При работе в режиме «Online» надпись Online в строке статуса выделяется черным цветом, в ином случае надпись серая. В режиме «Online» можно определить, в каком состоянии находится программа: SIM – в режиме эмуляции, RUN – программа запущена, BP – установлена точка останова, FORCE – происходит фиксация переменных.

Области Главного окна разделены линиями – разделителями, которые могут перемещаться с помощью мыши. Это позволяет подобрать оптимальное сочетание размеров областей.

Управление работой программы осуществляется выбором требуемых команд главного меню, которое отображается в верхней части главного окна программы и содержит пункты «Файл (File)», «Правка (Edit)», «Проект (Project)», «Вставка (Insert)», «Дополнения (Extras)», «Онлайн (Online)», «Окно (Window)» и «Справка (Help)».

Вызов команд главного меню дублируется кнопками панели инструментов, командами контекстных меню и горячими клавишами.

3.1.2 Языки программирования среды разработки

В соответствии с требованиями стандарта МЭК 61131, ПО CoDeSys поддерживает следующие языки программирования.

Кроме того, ПО CoDeSys поддерживает «Язык непрерывных функциональных схем» (CFC), схожий с FBD, но, в отличие от последнего, блоки и соединители в этом языке располагаются свободно, разрешаются циклы и свободные соединения.

Каждый из перечисленных языков обладает специфическими чертами, определяющими их применение для решения определенных задач.

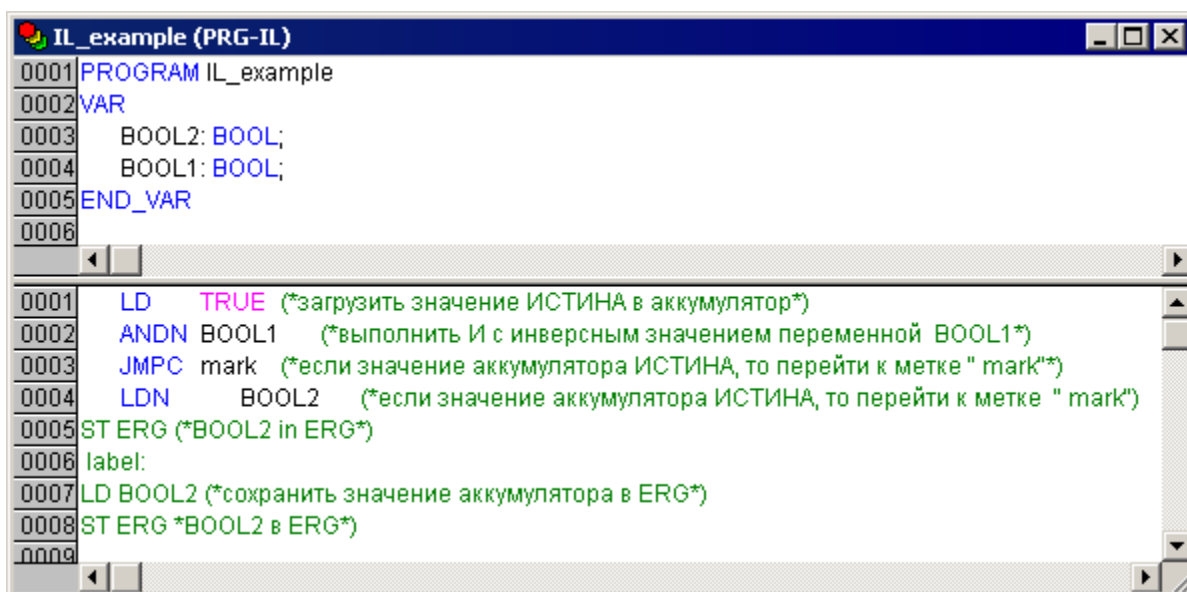
Краткие описания языков программирования приведены ниже.

Язык «IL» – список инструкций

Текстовый язык, схожий с ассемблером STEP5 фирмы SIEMENS; все операции производятся через аккумулятор; легко читается в случае небольших программ.

Каждая инструкция начинается с новой строки и содержит оператор и, в зависимости от типа операции, один и более операндов, разделенных запятыми. Перед операндом может находиться метка, заканчивающаяся двоеточием (:).

Комментарий должен быть последним элементом в строке. Между инструкциями могут находиться пустые строки. Пример IL программы приведен на рисунке 3.8



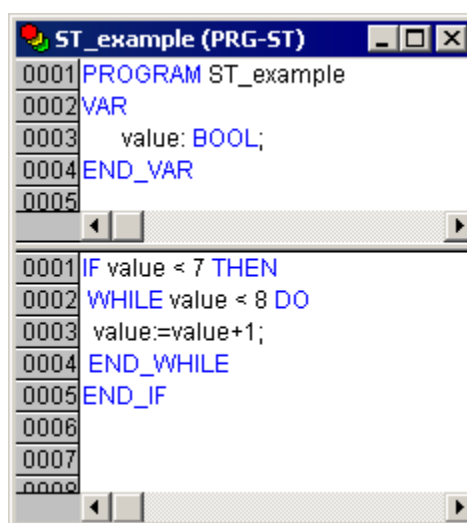
```
0001 PROGRAM IL_example
0002 VAR
0003   BOOL2: BOOL;
0004   BOOL1: BOOL;
0005 END_VAR
0006
0007 LD TRUE (*загрузить значение ИСТИНА в аккумулятор*)
0008 ANDN BOOL1 (*выполнить И с инверсным значением переменной BOOL1*)
0009 JMPC mark (*если значение аккумулятора ИСТИНА, то перейти к метке " mark"*)
0010 LDN BOOL2 (*если значение аккумулятора ИСТИНА, то перейти к метке " mark"*)
0011 ST ERG (*BOOL2 in ERG*)
0012 label:
0013 LD BOOL2 (*сохранить значение аккумулятора в ERG*)
0014 ST ERG *BOOL2 в ERG*)
0015
```

Рисунок 49 – Пример программы на языке IL 3.3.2.1.2

Язык «ST»! – структурированный текст

Текстовый язык высокого уровня, схожий с языком «Паскаль»; оптимален для программирования циклов и условий. Представляет собой набор инструкций, которые могут использоваться в условных операторах (IF..THEN..ELSE) и в циклах (WHILE..DO).

Пример ST программы приведен на рисунке 3.9.



```
0001 PROGRAM ST_example
0002 VAR
0003   value: BOOL;
0004 END_VAR
0005
0006
0007 IF value < 7 THEN
0008   WHILE value < 8 DO
0009     value:=value+1;
0010   END_WHILE
0011 END_IF
0012
```

Рисунок 50 – Пример программы на языке ST

Язык «FBD» – функциональные блоковые диаграммы Графический язык программирования. Работает со схемами, состоящими из блоков и операндов – с последовательностью цепей, каждая из которых содержит логическое или арифметическое выражение, вызов функционального блока, переход или инструкцию возврата.

Пример FBD программы приведен на рисунке 3.10.

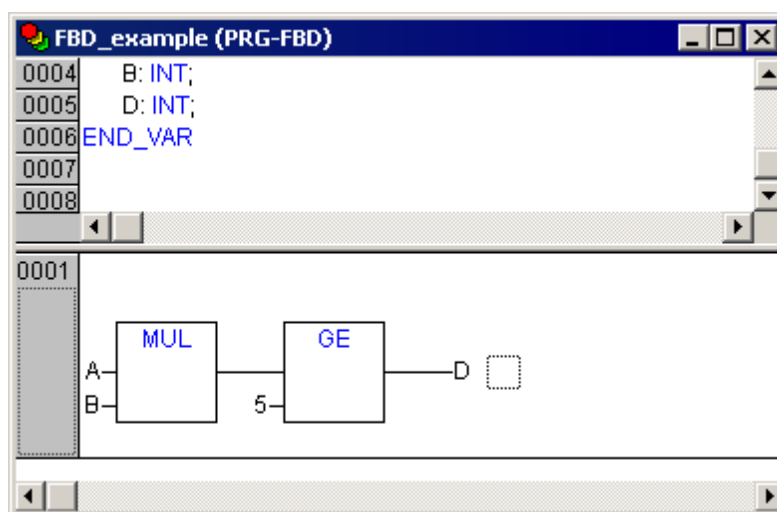


Рисунок 51 – Пример программы на языке FBD

Язык «LD» – релейные диаграммы

Графический язык, реализующий структуры электрических цепей; программа на языке LD состоит из схем с последовательностью цепей, каждая из которых содержит логическое или арифметическое выражение, вызов функционального блока, переход или инструкцию возврата. Сложен в использовании для работы с аналоговыми типами данных.

Лучше всего LD подходит для построения логических переключателей, но достаточно легко можно создавать на нем и сложные цепи – как в FBD. Кроме того, LD достаточно удобен для управления другими компонентами ROU.

Используется для программирования большинства ПЛК. Допустимо переключение между языками FBD и LD.

Диаграмма LD состоит из ряда цепей. Слева и справа схема ограничена вертикальными линиями – шинами питания. Между ними расположены цепи, образованные контактами и обмотками реле, по аналогии с обычными

электронными цепя- 3 Этапы создания пользовательской программы 24 ми. Слева любая цепь начинается набором контактов, которые посылают слева направо состояние «ON» или «OFF», соответствующие логическим значениям ИСТИНА или ЛОЖЬ. Каждому контакту соответствует логическая переменная. Если переменная имеет значение «ИСТИНА», то состояние передается через контакт, если «ЛОЖЬ», то правое соединение получает значение «Выключено (OFF)». Пример программы на языке LD приведен на рисунке 3.11.

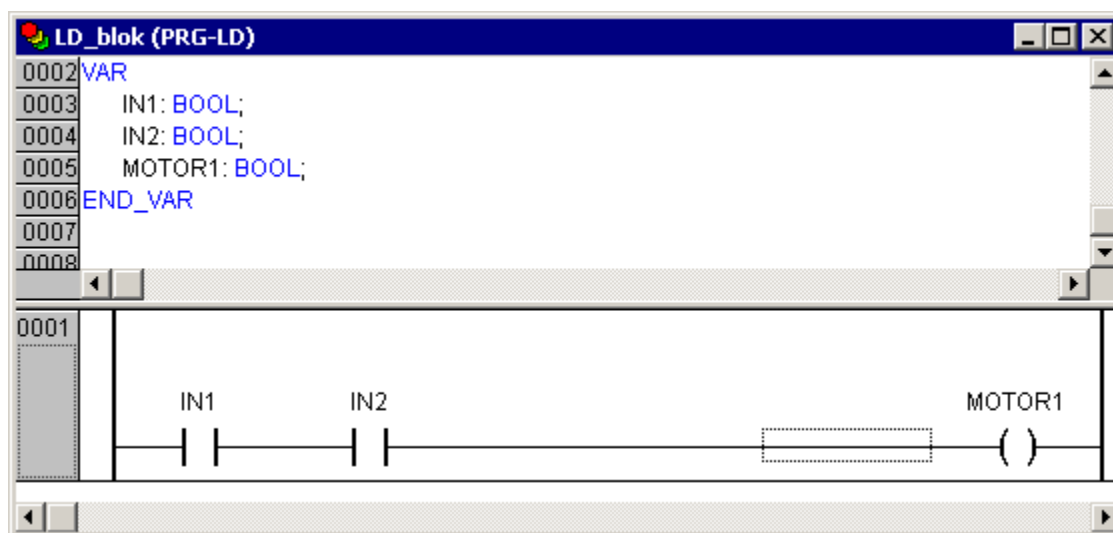


Рисунок 52 – Пример программы на языке LD

Язык «SFC» – последовательные функциональные схемы

Графический язык, используемый для структурирования приложений; состоит из шагов и переходов; действия выполняются внутри шагов. Не конвертируется в другие языки.

Пример программы на языке SFC приведен на рисунке 3.12.

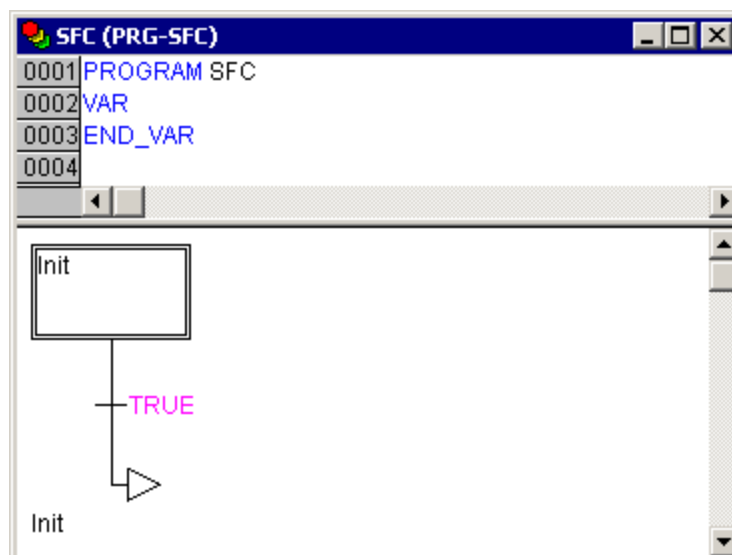


Рисунок 53 – Пример программы на языке SFC

Язык «СФС» – непрерывные функциональные схемы

Язык непрерывных функциональных схем. В отличие от FBD, не использует цепи, но дает возможность свободно размещать компоненты и соединения, что позволяет создавать, в частности, обратные связи.

Пример SFC программы приведен на рисунке 3.13.

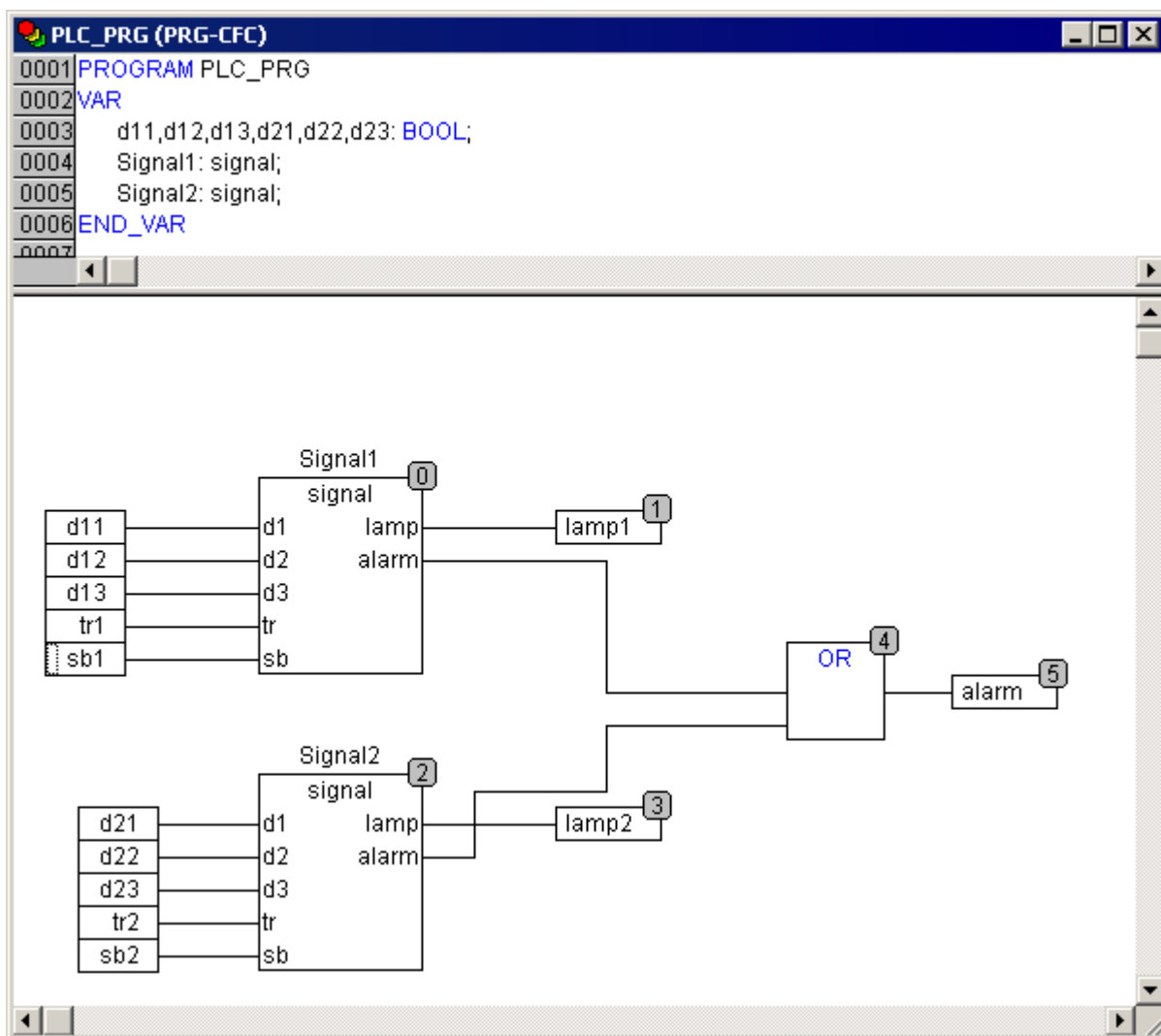


Рисунок 54 – Пример программы на языке CFC

3.1.3 Программные компоненты проекта

Проект создается в ПО CoDeSys на любом из доступных языков программирования. Проект может состоять из одного или нескольких программных компонентов (POU, Program Organization Unit). Главная программа, выполняемая циклически, должна называться PLC_PRG.

К программным компонентам (POU) относятся функциональные блоки, функции и программы. Отдельные POU могут включать действия (подпрограммы).

Каждый программный компонент состоит из раздела объявлений и кода. Для написания всего кода POU используется только один из МЭК языков программирования (IL, ST, FBD, SFC, LD или CFC).

CoDeSys поддерживает все описанные стандартом МЭК компоненты. Для их использования достаточно включить в свой проект библиотеку standard.lib.

POU могут вызывать другие POU, но рекурсии недопустимы.

Кроме того, в проекте могут быть явно определены несколько задач с различными условиями выполнения.

3.1.4 Типы данных проекта

Тип данных определяет род информации и методы ее обработки и хранения, количество выделяемой памяти. Программист может непосредственно использовать элементарные (базовые) типы данных (логический, целочисленные, рациональные, строковые, временные) или создавать собственные (пользовательские) типы на их основе.

3.1.5 Установка связи с ПЛК

Перед установкой связи ПО CoDeSys с контроллером следует однократно настроить канал связи (интерфейс и настройки обмена), по которому будет осуществляться связь. В дальнейшем, при отладке программы, настройка интерфейса связи может потребоваться только при переходе на связь по другому интерфейсу. Установка связи с контроллером возможна по интерфейсам Ethernet, Debug RS-232, USB Device или через модем, подключенный к последовательному порту RS-232 или Debug RS-232.

3.2 Листинг кода программы ПЛК

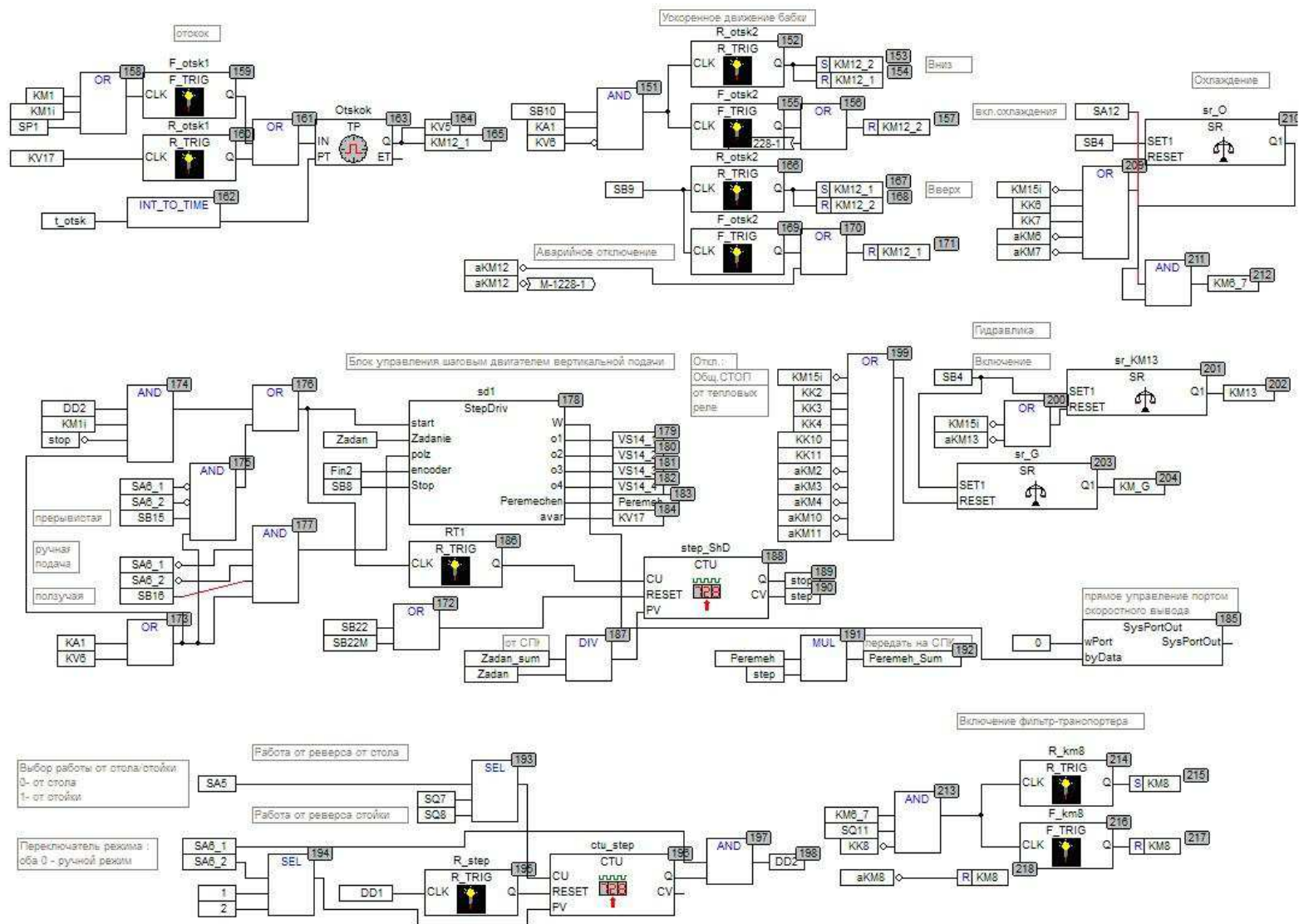


Рисунок 55 - Листинг основной программы для ПЛК110

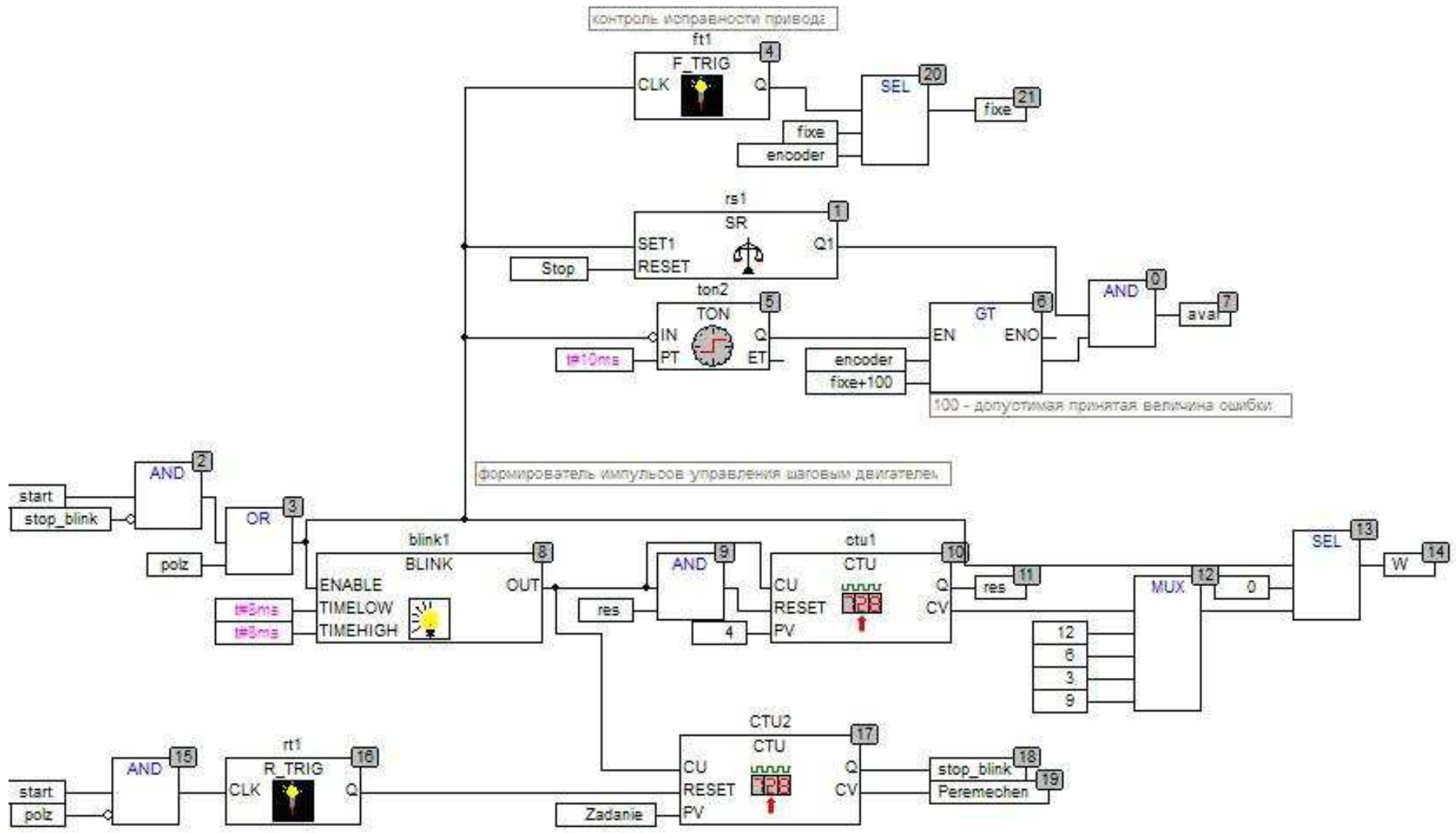


Рисунок 56 - Листинг основной программы для ПЛК110

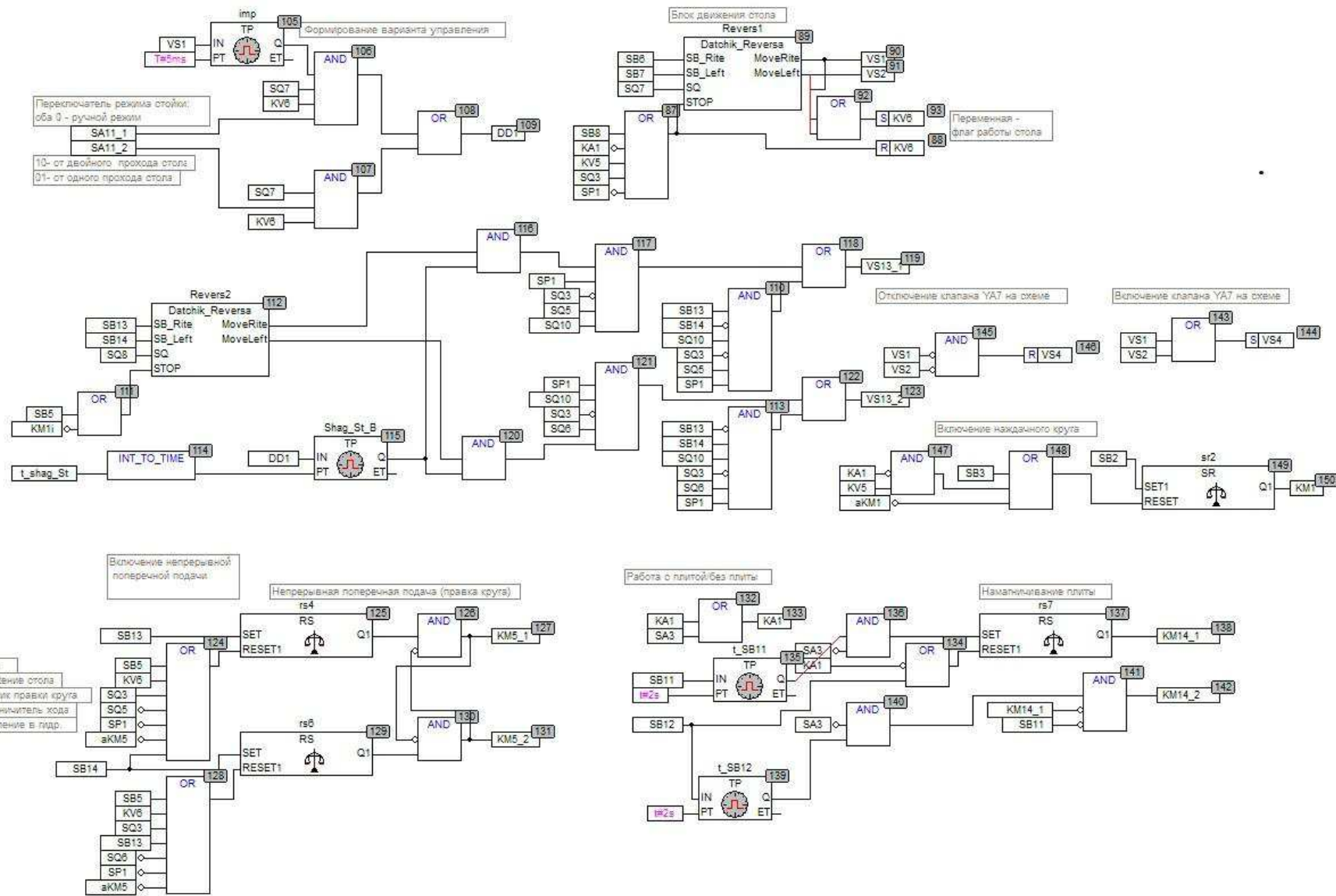


Рисунок 57- Листинг основной программы для ПЛК110

3.3 Листинг кода программы сенсорной панели

```
PROGRAM PLC_PRG
VAR
    a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,l,m:WORD;
        (*Входы от ПЛК110*)
    SQ7,SQ8,SQ3,SQ10,SQ11,KA1,SP1,SA4_1,SA4_2,SA5,SA6_1,SA6_2,
SQ5,SQ6,SA11_1,SA11_2:BOOL;
    // распаковка 0 регистра входов от ПЛК
    reg_0: WORD_AS_BIT;
        (*Выходы ПЛК*)
    VS14_1,VS14_2,VS14_3,VS14_4,VS1,VS2,VS3,VS4,KL1,KL2,VS13_1
,VS13_2:BOOL; (*переменные для управления выходами ПЛК*)
    VS14_1v,VS14_2v,VS14_3v,VS14_4v,VS1v,VS2v,VS3v,VS4v,KL1v,K
L2v,VS13_1v,VS13_2v:BOOL; (*переменные для отображения состояний
выходов ПЛК*)
    KV17,SA3,SB22:BOOL;    (*переменные виртуальных сигналов:
авария ШД, с плитой/безплиты, обнуление перемещения. Эти сигналы только с
СПК*)

    // упаковка 1 регистра для управления выходами ПЛК
    reg_1: BIT_AS_WORD;
    reg_2: WORD_AS_BIT;(*Регистр состояний выходов ПЛК
(2)*)

        (*Выходы МУ110-8P*)
    KM1,KM2,KM3,KM4,KM5_1,KM5_2,KM10_KM11,KM13,KM6_7,K
M8,KM15,KM12_1,KM12_2,KM14_1,KM14_2,KL16_1,KL16_2:BOOL;
        (*переменные для управления выходами*)
    KM1v,KM2v,KM3v,KM4v,KM5_1v,KM5_2v,KM10_KM11v,KM13v,K
M6_7v,KM8v,KM15v,KM12_1v,KM12_2v,KM14_1v,KM14_2v,KL16_1v,KL16_2v
:BOOL;(*переменные для отображения состояний выходов МУ*)

    // Упаковка 3 регистра для команд на МУ110-8
```

```

reg_3: BIT_AS_WORD;
reg_4: WORD_AS_BIT;(*Регистр состояний выходов МУ (4)*)
(*Входы от MB110-32, MB110-16*)
SA12,SB2,SB3,SB4,SB5,SB6,SB7,SB8,SB9,SB10,SB11,SB12,SB13,SB
14,SB15,SB16:BOOL; //кнопки
KM1i,KM2i,KM3i,KM4i,KM5_2i,KM5_1i,KM6i,KM7i,KM8i,KM10i,K
M11i,KM12_2i,KM12_1i,KM13i,KM14_2i,KM14_1i,KM15i,in31,in32:BOOL; //б/к
пускателей
KK1,KK2,KK3,KK4,KK5,KK6,KK7,KK8,KK10,KK11,KK12,KK13,in1
4,in15,in16,in17:BOOL; // контакты тепловых реле
reg_5: WORD_AS_BIT;(*Регистр состояний входов MB110-32 1-16
(5)*)
reg_6: WORD_AS_BIT;(*Регистр состояний входов MB110-32 1-16
(5)*)
reg_7: WORD_AS_BIT;// Распаковка регистра входов от MB110-16
(*Переменные дублирующие входные сигналы от кнопок и
переключателей(виртуальные кнопки СПК),и датчиков*)
SB2d,SB3d,SB4d,SB5d,SB6d,SB7d,SB8d,SB9d,SB10d,SB11d,SB12d,S
B13d,SB14d,SB15d,SB16d:BOOL; //кнопки
SQ7d,SQ8d,SQ3d,SQ10d,SQ11d,KA1d,SP1d,SA12d,SA4_1d,SA4_2d,S
A5d,SA6_1d,SA6_2d,SQ5d,SQ6d,SA11_1d,SA11_2d:BOOL; //переключатели(d-
значит команда от СПК)
KM1id,KM2id,KM3id,KM4id,KM5_2id,KM5_1id,KM6id,KM7id,KM8i
d,KM10id,KM11id,KM12_2id,KM12_1id,KM13id,KM14_2id,KM14_1id,KM15id,in
31d,in32d:BOOL; //б/к пускателей
KK1d,KK2d,KK3d,KK4d,KK5d,KK6d,KK7d,KK8d,KK10d,KK11d,KK
12d,KK13d,in14d,in15d,in16d,in17d:BOOL; // контакты тепловых реле

// Регистры дублированный конопок переключателей и датчиков от
СПК

```

```

reg_8,reg_9: BIT_AS_WORD;
//Переменные логики управления кнопками и переключателями от СПК
SA5_6,SA5_6a:BOOL; // переменная для объединения SA5 SA6
// регулирование скорости стола
tSA4:INT; //положение бегунка регул-я скорости стола
SA4:BOOL; //невидимая кнопка фиксирования положения на момент
начала регулирования
selectorSA4: POU; // блок переключения (определение
направления регулирования, больше или меньше)
R_TRIG_0:R_TRIG;
r1: RS; //включение по новой невидимой кнопки фиксации
blink1: BLINK; //генератор и счетчик для формирования
переменной пропорциональной времени импульса переключения SA4,
ctud1: CTUD; //нужны для отображения зелёной полосы
//3-х позиционный переключатель SA11
SA11int,SA11_2int:INT; // угол положения рисунка
переключателя
ctuSA11_1,ctuSA11_2: CTU;
SA11_1x,SA11_2x: BOOL; //невидимые кнопки переключения
//5-ти позиционный переключатель SA6
SA5dx,SA5dx1:BOOL;
//Уставки и отображения чисел
mm:REAL; // перемещения от линейки(энкодера),имп
mm_v:REAL; //Отображение перемещения от
линейки(энкодера),мм
mmD:WORD; //Отображение перемещения от ШД, имп
mmD_v:real; //Отображение перемещения от ШД, мм
Rassogl:REAL; //Рассогласование
D_Rassogl:REAL :=10; //Рассогласование допустимое
Shag_ver:INT; //задание шага вертикальной подачи, мкм

```

Zadanie:INT; //общее задание вертикального перемещения,
суммарное шагов, мм

Shag_gor:INT :=500; //задание шага горизонтальной подачи, мсек

v_ShD:INT;//скорость шагового двигателя, частота тактового
генератора, сек (период)

t_otsk:INT :=1000; //время отскока, мсек

Plavnost: INT :=50; // плавность регулирования скорости стола

// Диагностика пускателей

Al_KM1,al_KM2,al_km3,al_km4,al_km5,al_km6,al_km7,al_km8,al_km
10,al_km11,al_km12,al_km13,al_km14,al_km15: BYTE; //переменные с
шифром аварии, см.в конфигураторе аварий

al1,al2: BOOL; (*переменные наличия аварии, две для инверсии*)

POU_Diagnost_0: POU_Diagnost; //подпрограмма диагностики
аварии

POU_Diagnost_1: POU_Diagnost; //зашифровывает состояние
сигналов на входе в переменную

POU_Diagnost_2,POU_Diagnost_3,POU_Diagnost_15,POU_Diagnost_1
6: POU_Diagnost;

POU_Diagnost_4,POU_Diagnost_5,POU_Diagnost_6,POU_Diagnost_7,
POU_Diagnost_8,POU_Diagnost_9,POU_Diagnost_10,POU_Diagnost_11,POU_Diag
nost_12,POU_Diagnost_13,POU_Diagnost_14: POU_Diagnost;

aKM1,aKM2,aKM3,aKM4,aKM5,aKM6,aKM7,aKM8,aKM10,aKM11,aKM12,
aKM13,aKM14,aKM15:BOOL;//наличие аварии пускателя, команда отключения

// регстр команд аварий пускателей

k: WORD;

// Регистр передачи аварий пускателей

reg_11: BIT_AS_WORD;

```
// Регистры передачи эмуляции входов
reg_12: BIT_AS_WORD;
reg_13: BIT_AS_WORD;

mm0,mm1:WORD;
W_to_DW_0: W_to_DW;
// состояние работы стола 1 -стол работает
KV6: BOOL;
// Авария "нет намагничивания плиты"
al_KA1: BOOL;
// Авария нет давления в гидравлике
al_SP1: BOOL;
// Инициация предупреждений AlarmClass3
mes: BOOL;
mes1: BOOL;
// Плита не намагничена
mes2: BOOL;
// Режим ручного перемещения стойки.
mes3: BOOL;
// Не вращается наждачный круг
mes4: BOOL;
// Режим ручного перемещения
mes5: BOOL;
// Режим правки круга
mes6: BOOL;
// Включен режим работы без плиты.
mes7: BOOL;
// Плита не намагничена.
mes8: BOOL;
// Работает стол.
```

mes9: BOOL;

// Плита не намагничена.

mes10: BOOL;

// Стол должен работать

mes11: BOOL;

mes12: BOOL;

END_VAR

VAR RETAIN

M_lin:REAL :=1; //масштаб линейки (энкодера) mm_v=импульсы
энкодера/M_lin

M_ShD:REAL :=1; //масштаб перемещения шагового двигателя
mmD= импульсы ШД/M_ShD

END_VAR

3.4 Окна сенсорной панели

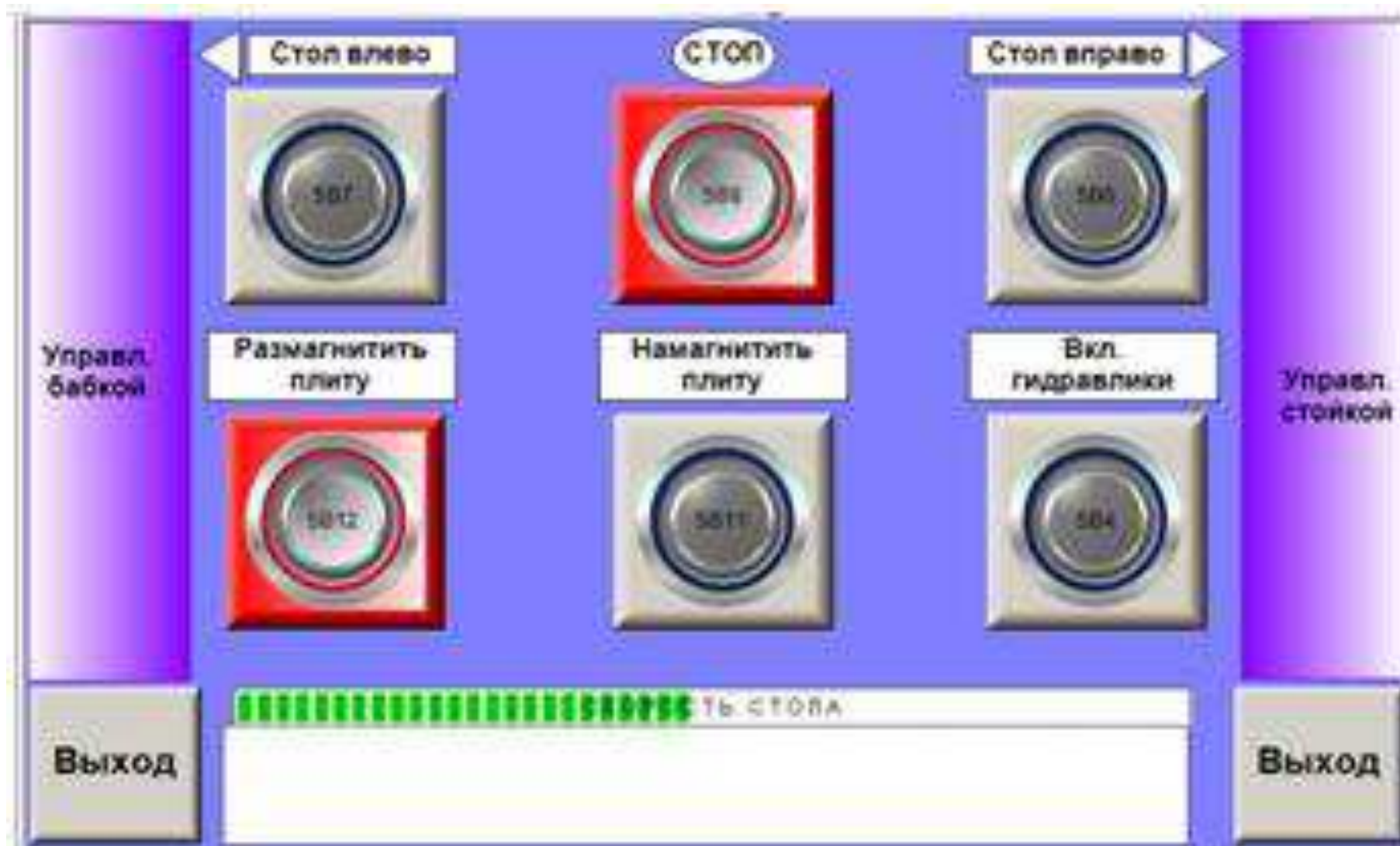


Рисунок 58 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 1: управления механизмами стола.



Рисунок 59 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 2: управления механизмами стойки.



Рисунок 60 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 3: выбор режима вертикальной подачи.



Рисунок 61 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 4: управления перемещением стойки.



Рисунок 62 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 5: параметры режима вертикальной подачи ЭКРАН 1.

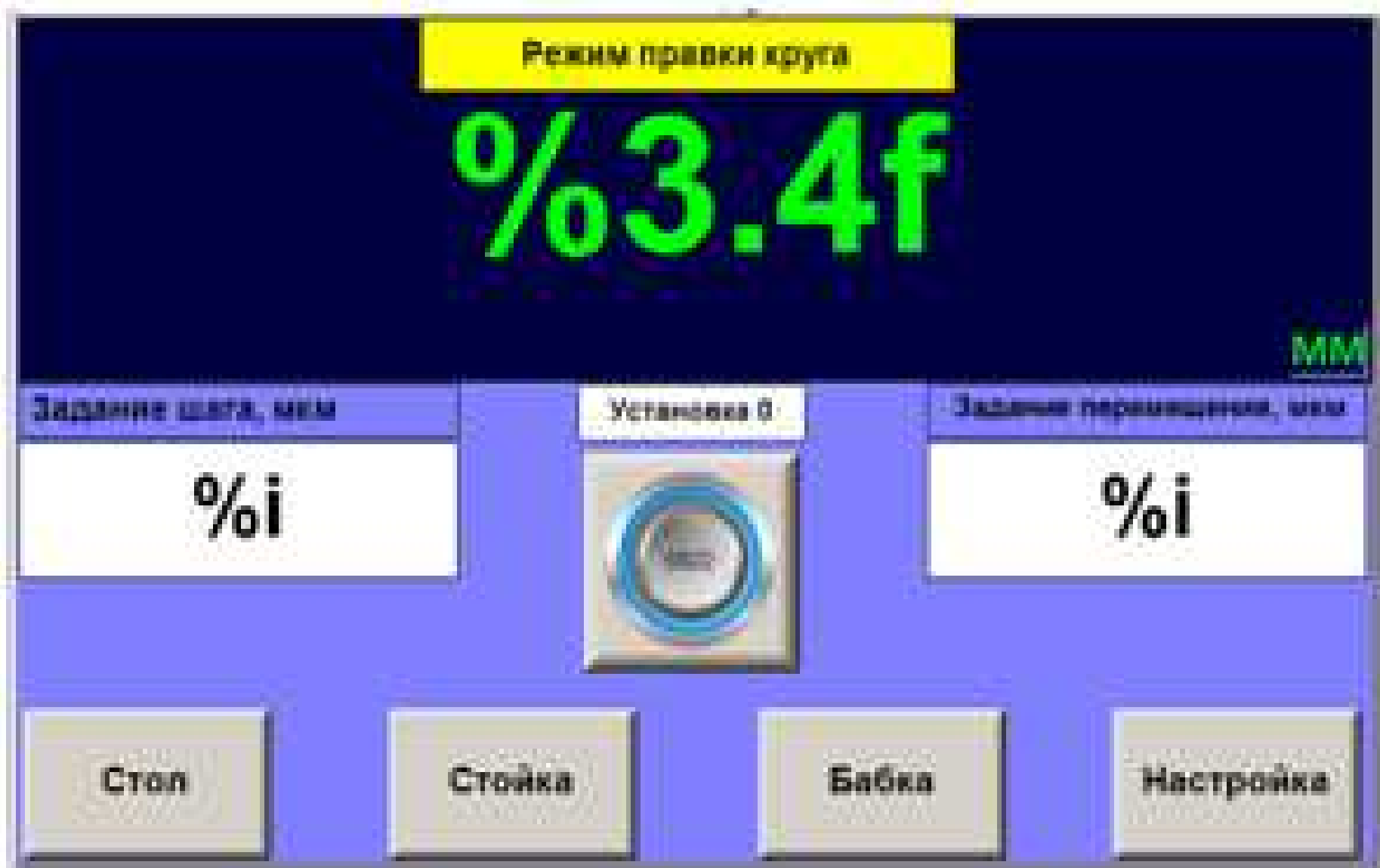


Рисунок 63 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 6: параметры режима вертикальной подачи ЭКРАН 2.

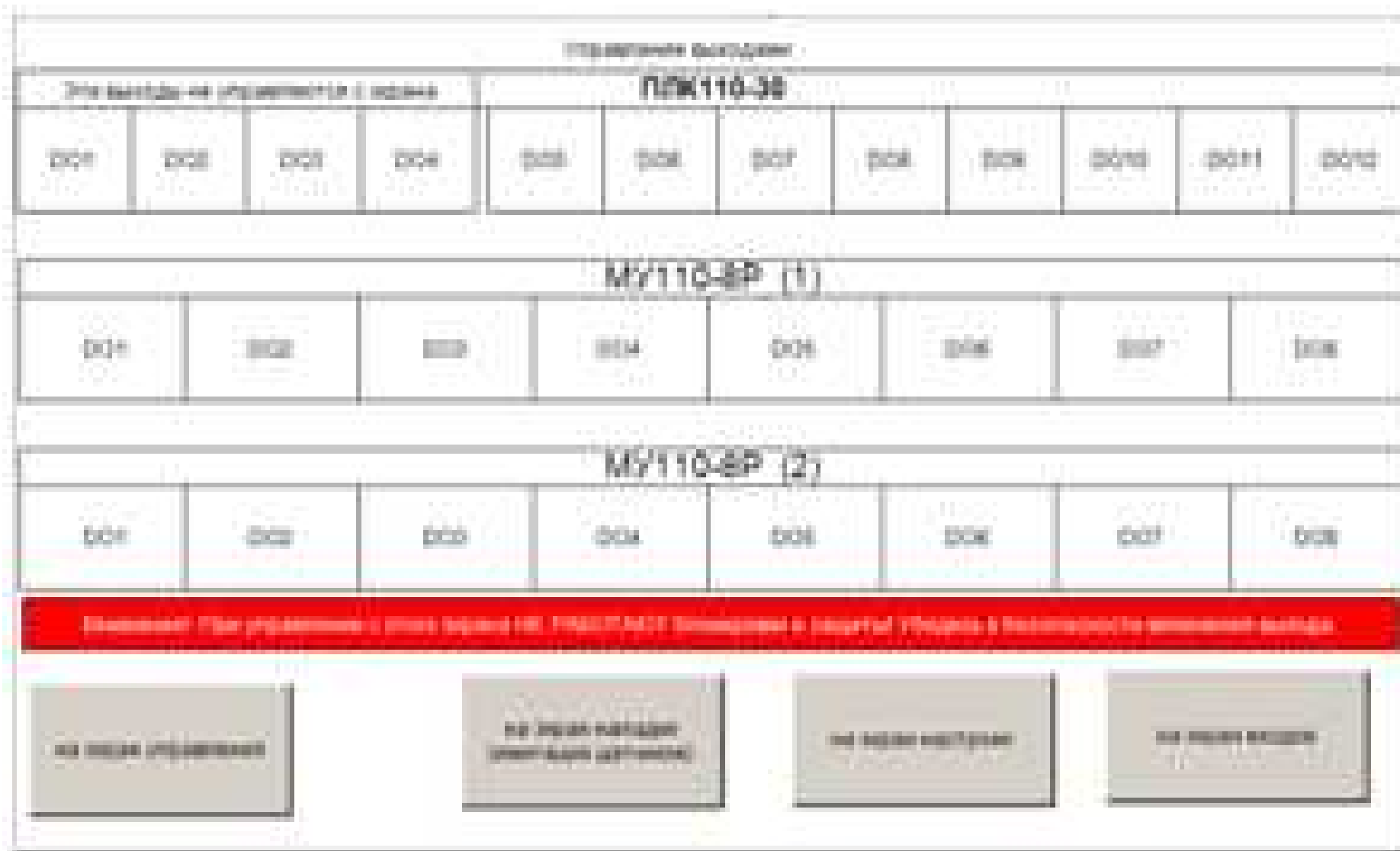


Рисунок 64 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 7: режим настройки ЭКРАН 1.

Управление водами. (Имитация датчиков.)															
Выключается основное входной переменной.															
KVT10-20															
000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
KVT10-21 (2)															
000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
KVT10-22 (2)															
000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
KVT10-23															
000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	0	000	000	000	000
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">Выход</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">на вход водопровода</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">на вход водопровода</div> </div>															

Рисунок 65 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 8: режим настройки ЭКРАН 2.

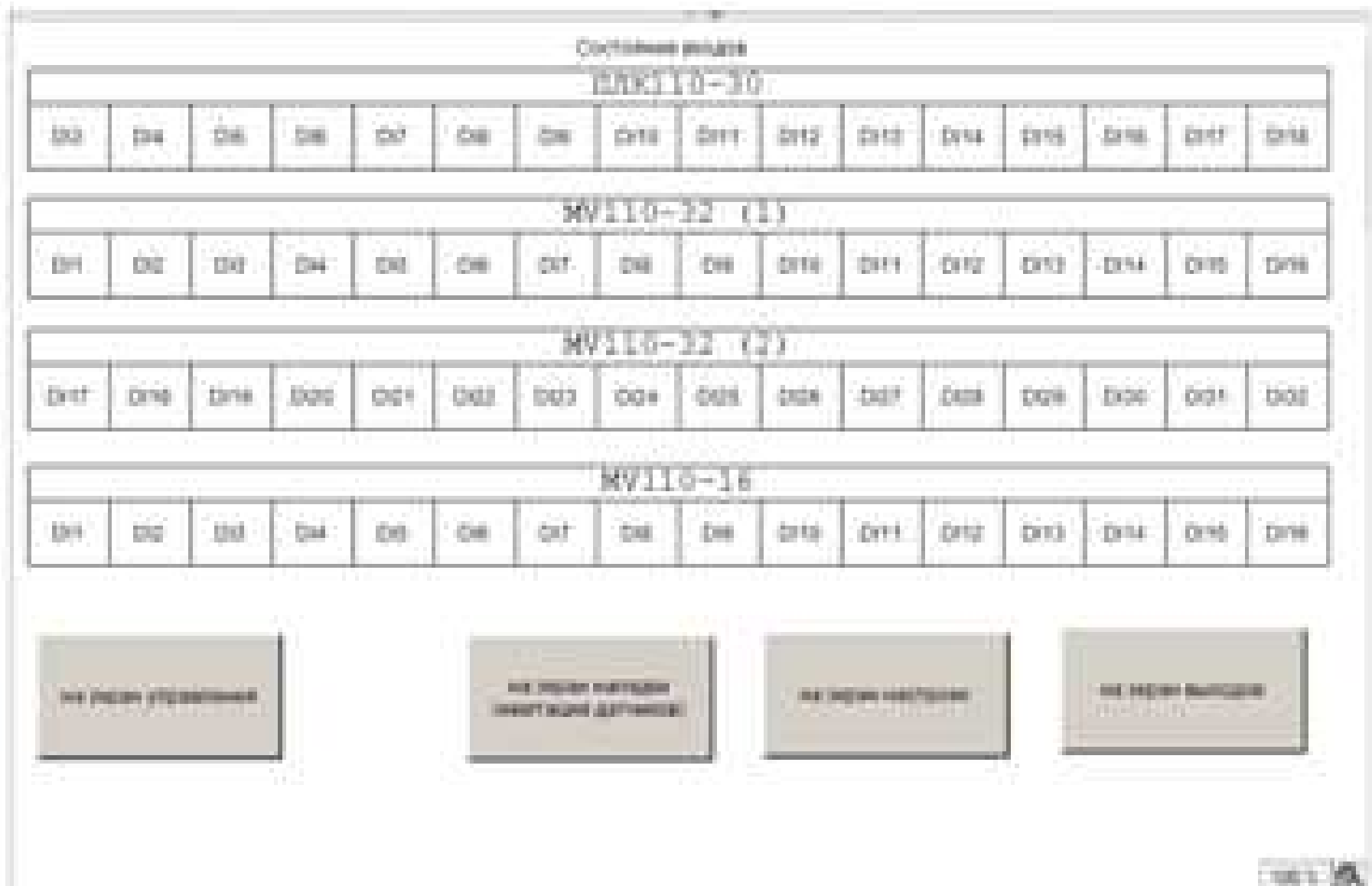


Рисунок 66 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 9: режим настройки ЭКРАН 3.

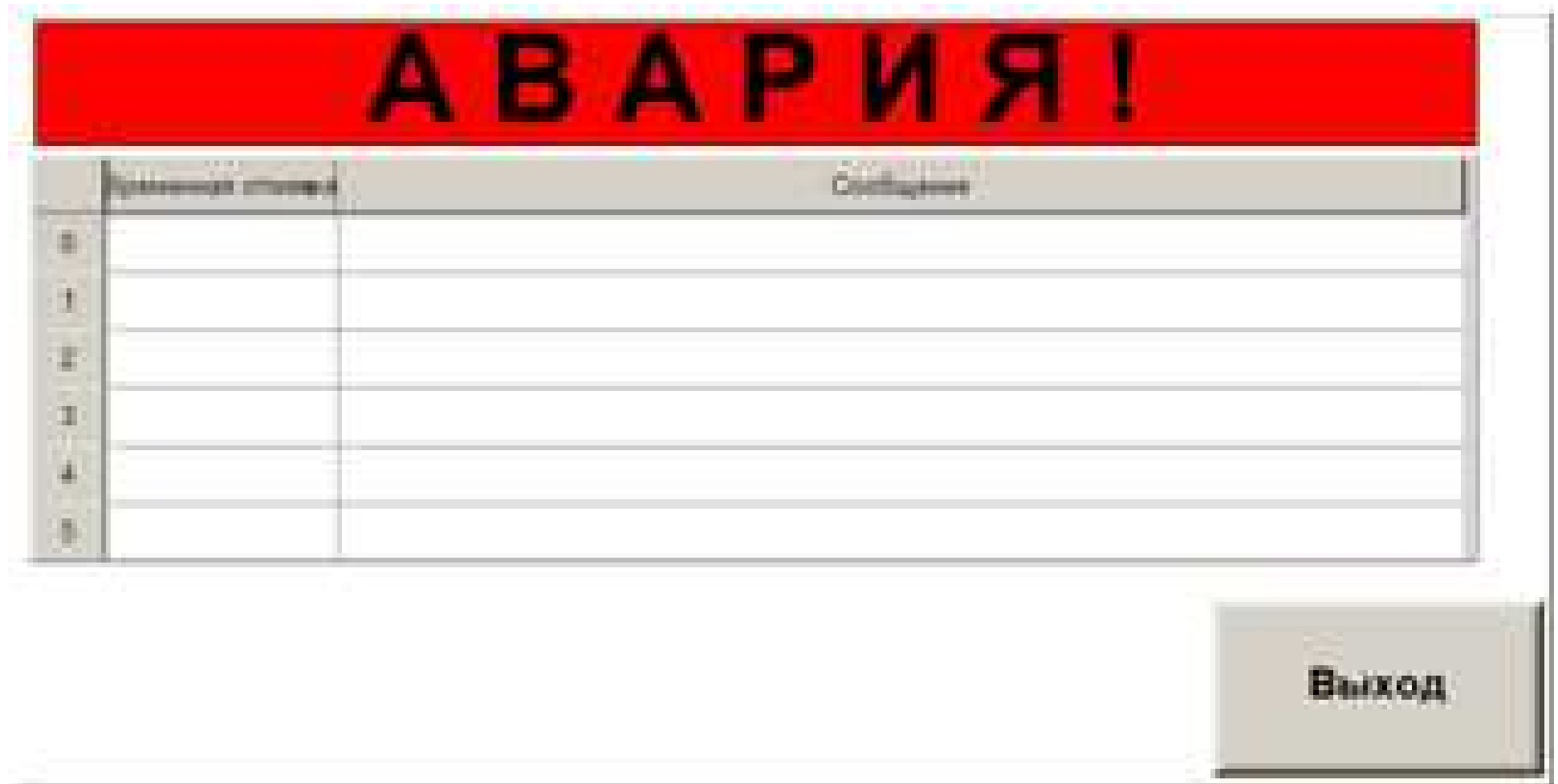


Рисунок 67 - Экраны контролера ОВЕН СПК107 лист 10: сообщение при аварии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При модернизации нами была разработана принципиальная и монтажная схема. Произведена замена силовой и управленческой схемы в электрошкафу.

Установлены современные датчики, что в свою очередь повысило точность обработки изделий. Для большей автоматизации процесса работы были установлены два дополнительных дроссельных регулятора. Заменены морально устаревшие сельсины на современную оптическую линейку. Внесены изменения в пульт управления станком.

Дополнительно для управления, а также для мониторинга процессов был установлен сенсорный экран. Установленные современные элементы управления, а также силовые элементы, основная часть которых выпускается российской промышленностью. Это упростит дальнейший ремонт и обслуживание шлифовальной установки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванников, А.Д. Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах/ А.Д. Иванников. -М.: Радио и связь, 1995- 112с
2. Алексеенко А.Г. Микросхемотехника: Учебное пособие/ под редакцией И.П. Степаненко/А.Г. Алексеенко.- М.: Радио и связь, 1984- 215с
3. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов/С.И. Баранов .-Л.: Энергия, 1994- 164с
4. Видениекс П.О. Проблемно-ориентированные микропроцессорные системы в производстве РЭА/ П.О. Видениекс.- М.: Радио и связь, 1994- 213с
5. Вирт Н. Систематическое программирование .Введение./ Н.Вирт .- М.: Радио и связь, 2002- 324с
6. Григорьев В.Л. Программное обеспечение микропроцессорных систем./В.Л. Григорьев .- М.: Энергоатомиздат, 1985- 143с
7. Каган Б.М., Сташин В.В. микропроцессоры в цифровых системах./ Б.М. Каган., В.В. Сташин.- М.:энергия, 1996- 154с
8. Новик Г.Х. Сташин В.В. проектирование цифровых устройств управления объектами сети ЭВМ. Архитектура, принципы построения, реализация./Г.Х. Новик
9. В.М. Сташин.- Финансы и Статистика, 2001- 317с
10. Шевкопляс Б.В. Микропроцессорные структуры./Б.В. Шевкопляс.- Инженерные решения. М.: Радио и связь, 2004-263с
11. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. - Спб.: БВХ - Санкт-Петербург, 2000. - 528 с.
12. Уильямс Г.Б. Отладка микропроцессорных систем. /Г.Б. Уильямс.- М.: Энергоатомиздат, 2002- 513 с.
13. Фролов А.В., Фролов Г.В. «Аппаратное обеспечение IBM PC»./А.В. Фролов., Г.В.Фролов.- М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2004- 365 с.
14. Кочетков В.П. Подборский П.Э. Колесников А.А. Электропривода инерционных механизмов с многоконтурными системами подчиненного

регулирования / В. П. Кочетков, П. Э. Подборский, А. А. Колесников и др.- Сб. трудов II науч.-тех. конф. с межд. уч. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2005. – С. 99–102. 16. Руководство пользователя контроллера Siemens 2014- 514с

15. УЧПУ серии NC-110, NC-200, NC-310 [Электронный ресурс] : руководство программиста MC/TC. Программирование в процессах – Санкт-Петербург, Балт-Систем, 2002. – 16 с. – Режим доступа: <http://www.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=114>.

16. УЧПУ NC-110, NC-301, NC-302, NC-310 [Электронный ресурс] : программирование интерфейса PLC – Санкт-Петербург, Балт-Систем, 2016. – – 242 с. – Режим доступа: <http://www.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=114>.

17. УЧПУ NC-110, NC-301, NC-302, NC-310 [Электронный ресурс] : руководство по характеристике – Санкт-Петербург, Балт-Систем, 2016. – – 202 с. – Режим доступа: <http://www.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=114>.

18. УЧПУ NC-110, NC-310, NC-301, NC-302, NC-201, NC-201M, NC-202, NC-210, NC-220, NC-230 [Электронный ресурс] : Руководство оператора. Визуальное программирование – Санкт-Петербург, Балт-Систем, 2016. – Часть 2 – 39 с. – Режим доступа: <http://www.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=114>.

19. УЧПУ NC-200, NC-210, NC-220, NC-230 [Электронный ресурс] : руководство оператора – Санкт-Петербург, Балт-Систем, 2016. – 141 с. – Режим доступа: <http://www.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=114>.

20. УЧПУ NC-230 [Электронный ресурс] : Руководство по эксплуатации – Санкт-Петербург, Балт-Систем, 2016. – 126 с. – Режим доступа: <http://www.bsystem.ru/Default.aspx?tabid=114>.

21. Чиликин М. Г., Общий курс электропривода : учебник / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 576 с.

22. «Экономика в энергетике»: конспект лекций / сост. Н.В. Дулесова; Сиб. Федер. Ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан: РИО ХТИ – филиал СФУ, 2011. – 18с.

23. Электротехнический справочник: В 3-х т. Общие вопросы. Электротехнические материалы / под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова

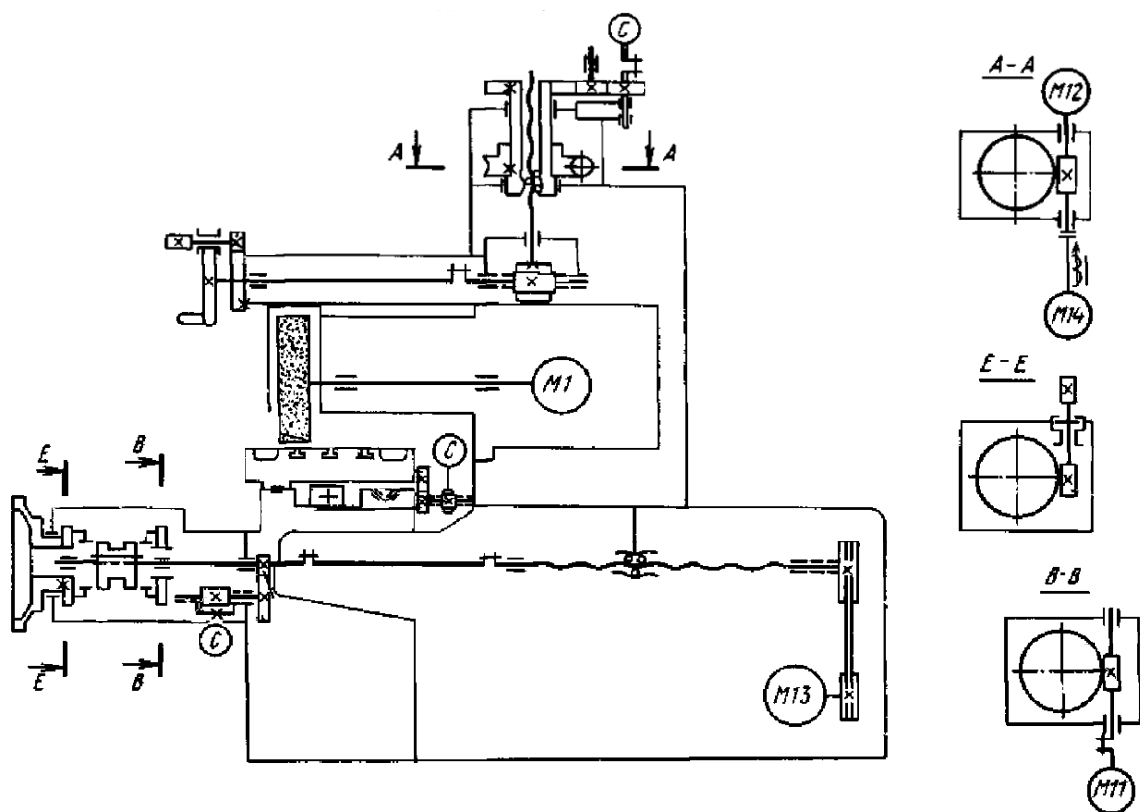
[и др.]. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1985. – Т. 1 Э45 – 520 с.

24. Электротехнический справочник: В 3-х т. Электротехнические устройства/ под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова [и др.]. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1981. – Т. 2 Э45 – 640 с.

25. Инвестиции. Пер с англ. / У. Ф. Шарп [и др.]. – Москва : Инфра, 1997. – 1024 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Кинематическая схема станка ЗЛ722В



Дипломная работа выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 25 наименований.

Электронный экземпляр сдан на кафедру.

« _____ » _____ 20 ____ г.
(дата)

(подпись)

Дмитриенко А.С.
(ФИО)

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
институт

Электротехника
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

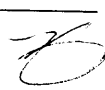
Заведующий кафедрой
Г.Н.Чистяков
подпись инициалы, фамилия
«15» 06 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электротехника и электротехника»
(код и наименование специальности)

Разработка и изготовление системы цифрового управления
электроприводами координатно-расточного станка
(наименование темы)

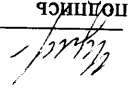
Руководитель


подпись, дата
15.06.2019г.

должность, ученая степень


Е.Я.Лушкин
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата
15.06.2019г.

Ю.А.Чумаков
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата
15.06.2019г.

И.А.Кычакова
инициалы, фамилия