

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

инициалы, фамилия

« ____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

«Разработка и изготовление системы контроллерного управления установкой
по утилизации покрышек»

тема

Руководитель _____
подпись, дата

доцент, канд. техн. наук _____
должность, ученая степень

Е.Я. Глушкин
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

И.В. Буханова
инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____

подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Реферат

Выпускная квалификационная работа на тему «Разработка и изготовление системы контроллерного управления установкой по утилизации покрышек» содержит 52 страницы технического документа, 23 иллюстрации, 8 таблиц, 25 использованных источников и 3 листа графического материала.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, УТИЛИЗАЦИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН.

Актуальность выбранной темы состоит в том, что на сегодняшний день задача автоматизации промышленных предприятий является ключевой в развитии отечественной экономики и существует необходимость внедрения современных технических средств автоматизации российского производства.

Объектом ВКР является технологическая установка по утилизации крупногабаритных шин карьерных самосвалов.

Целью данной работы является:

- проектирование и изготовление шкафа управления системы автоматики;
- выбор оборудования;
- разработка алгоритма управления и программного обеспечения для ПЛК и сенсорной панели.

В результате выпускной квалификационной работы была модернизирована система автоматического управления, разработан шкаф управления механизмами и программное обеспечение для ПЛК и сенсорной панели.

В настоящее время завершены опытно-промышленные испытания, установка отправлена заказчику.

Листы графической части:

- 1 Схема электрическая принципиальная силовая;
- 2 Схема электрическая принципиальная контроллерного управления;
- 3 Схема электрическая принципиальная коммутации датчиков.

ABSTRACT

Final qualifying work on «Development and production of a digital control system for electric drives of a jig boring machine» 59 contains a text document pages, drawings 23, 8 tables of references, 25 literary source, 3 sheets of graphic material.

PROGRAMMABLE LOGICAL CONTROLLER, CONTROL SYSTEM, DISPOSAL OF LARGE TIRES

The relevance of the chosen topic is that today the task of automating industrial enterprises is key to the development of the domestic economy and there is a need to introduce modern technical means of automation of Russian production.

The object of the WRC is the is a technological installation for the disposal of large tires of dump trucks.

The purpose of this work is:

- design and manufacture of an automation control cabinet;
- equipment selection;
- development of control algorithm and software for PLC.

As a result of the final qualifying work, the automatic control system of the jig boring machine was modernized, a control cabinet for the mechanisms and software for the PLC was developed and touchpad.

At present, pilot tests have been completed, the installation has been sent to the customer.

Graphic sheets:

- 1 Schematic diagram of the electric power;
- 2 Electrical schematic diagram of the controller control;
- 3 Schematic circuit Diagram of switching sensor.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Описание технологической установки	6
2 Разработка принципиальной и монтажной схем системы цифрового управления установкой.....	9
2.1 Разработка и описание принципиальной схемы.....	9
2.2 Обоснование и выбор электрооборудования.....	14
3 Разработка программной части системы управления установкой	20
3.1 Описание среды разработки программы CoDeSys.....	24
3.1.1 Описание рабочей среды программы	24
3.1.2 Языки программирования среды разработки.....	27
3.1.3 Программные компоненты проекта	32
3.1.4 Типы данных проекта	33
3.1.5 Установка связи с ПЛК	33
3.2 Листинг программы ПЛК	33
4 Разработка системы человеко-машинного интерфейса	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

В России утилизация шин является серьезной экологической и экономической проблемой. Так по данным научно- исследовательского института шинной промышленности в стране ежегодно выходит из эксплуатации около 1 млн. тонн шин и только в Москве каждый год образуется до 60 тыс. тонн изношенных шин [1].

Не менее значимой экологической проблемой, связанной с утилизацией покрышек, является ситуация имеющая место в горнодобывающей отрасли [2].

Длительная эксплуатация карьерных самосвалов грузоподъемностью более 100 тонн привела к тому, что территория карьеров захламлена тысячами использованных покрышек, утилизация которых невозможна по причине сложности их транспортировки из-за больших габаритов. Такая ситуация сложилась на карьерах и разрезах республиках Хакассии, Якутии и Кемеровской области [3]. Одним из способов решения этой проблемы является разработка системы по измельчению покрышек непосредственно на карьере (разрезе). Первые варианты такой установки работали в ручном режиме, что не обеспечивала достаточной производительности и надежности в эксплуатации.

До настоящего момента во всем мире установка подобного рода была разработана в единственном экземпляре фирмой ITALIAPROM.

1 Описание технологической установки

Установка для резки крупногабаритных шин "Челюсти" – это высокопроизводительное оборудование для переработки крупных шин от карьерных самосвалов весом до 6 тонн. Данное оборудование выполнено из специально разработанных марок сталей, которые обеспечивают большой запас прочности и надежность установки. Установка имеет свои конструкционные особенности, например, угол атаки при резке крупногабаритной шины, особые настройки и расположение элементов гидравлики, плавающие ножи, подвижная система платформы ножниц и платформы со сменными опорами на которые устанавливается подготовленная к резке крупногабаритная шина.

Ножницы для резки шин делают возможным измельчение и подготовку к переработке любых видов крупногабаритных покрышек от карьерной техники. Установка предназначена для резки изношенных крупногабаритных шин моделей: 40.00R57. 46.00x57, 33.00R51. 33.00x51, 24.00x35, 24.00R35, 21.00x35 и более, на фрагменты (чипсы) весом 20 - 30кг.

Данная установка может эксплуатироваться в отдельно установленном месте, так и в составе линии по переработке шин КГШ. Установка оборудования может производиться как на открытой площадке, так и в закрытом помещении, диапазон температуры окружающей среды пригодный для работы от -30 до +40 °С.

Гидравлические ножницы для резки шин КГШ так же применяются на самих карьерах для измельчения больших, объёмных колес с целью увеличения насыпной плотности и уменьшения объёма использованных крупногабаритных шин. Что делает возможным перевозку шин КГШ в кузовах простых самосвалов без сопровождения.

Измельчение крупногабаритных шин на ножницах делает возможным не только дальнейшую переработку использованных шин в крошку. Но и избавит от затрат на организацию и согласование сопровождения для

осуществления перевозки по дорогам общего пользования, избавит вас от использования необходимой спец техники для перевозки изношенных негабаритных шин [4].

На рисунке 1 представлен сборочный чертеж установки «Челюсти», обеспечивающей утилизацию сверхгабаритных шин карьерных экскаваторов диаметром до 4 метров и весом до 6 тонн. На данный момент это самые большие по габаритам существующие шины. Автором конструкции является инженер завода «ИсКож» Филипов Е.Д.

Основными элементами установки являются: резак с гидроприводом (Челюсти), выполняющая главную функцию в системе (отрезание сегмента шины); подвижная платформа, обеспечивающая регулировку положения шины относительно челюстей в зависимости от диаметра; на платформе также расположен механизм поворота колеса вокруг своей оси, который регулирует размер отрезаемых сегментов; механизм подъема и наклона ступицы колеса; конвейер обеспечивает автоматическую транспортировку отрезанных сегментов к месту их складирования.

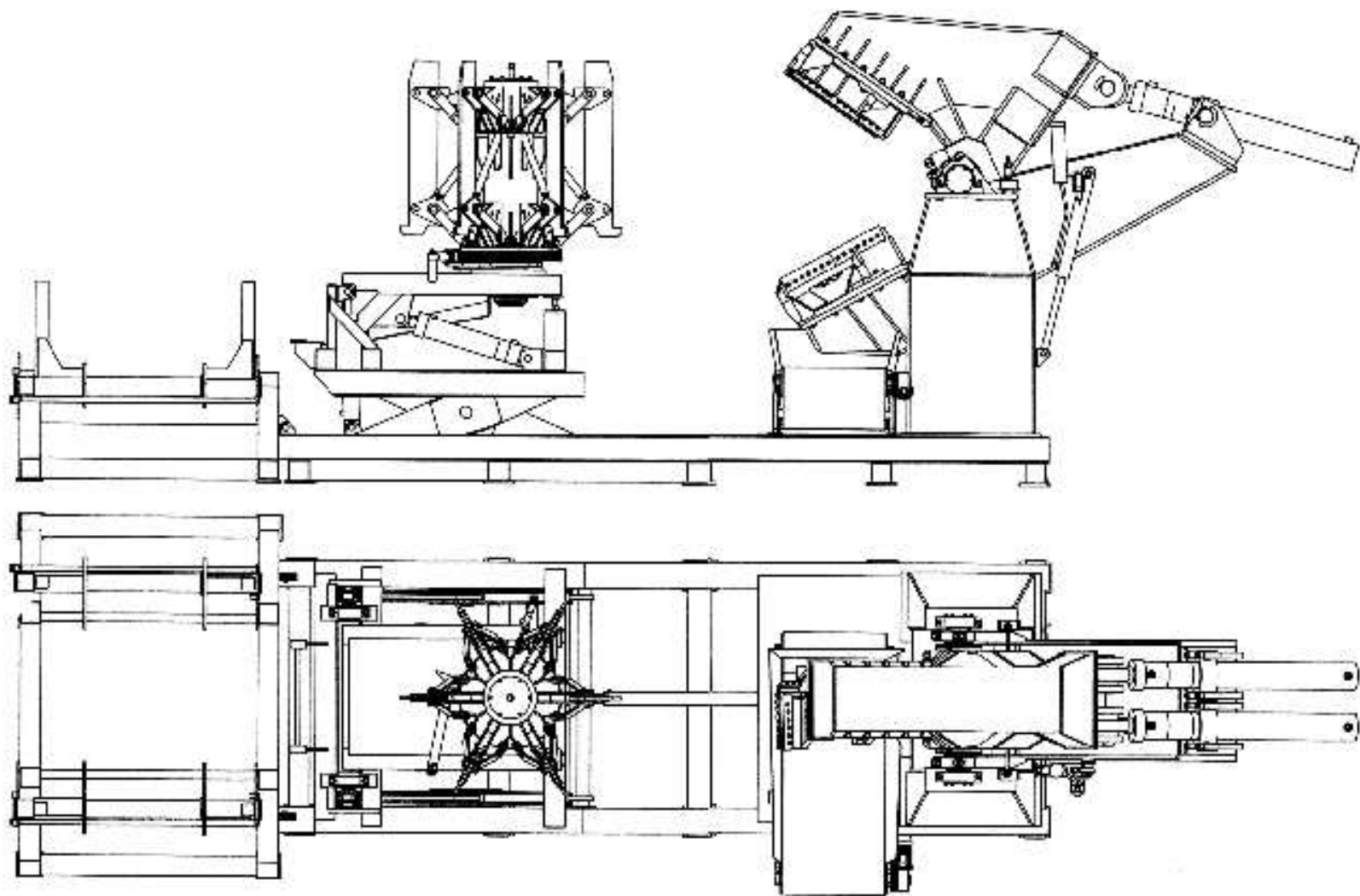


Рисунок 1 – Сборочный чертеж установки «Челюсти»

2 Разработка принципиальной и монтажной схем системы цифрового управления установкой

2.1 Разработка и описание принципиальной схемы

Схема управления установкой состоит из трех шкафов: силового шкафа; шкафа контроллерного управления; коммутационного шкафа, структурная схема представлена на рисунке 2.

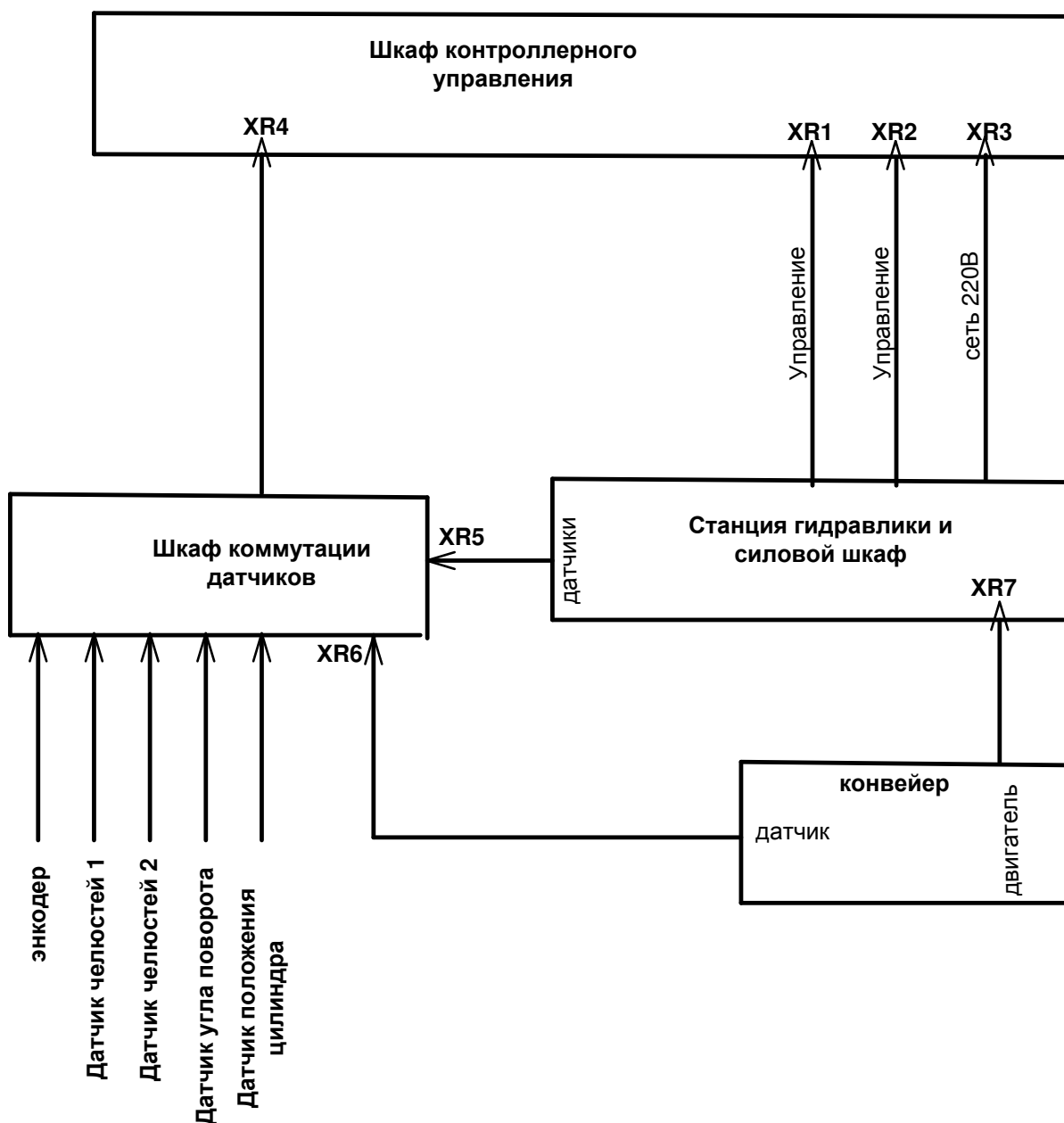


Рисунок 2 – Структурная схема системы автоматического управления

Силовой шкаф. На лицевую панель выведена ручка автоматического выключателя, подающего питание на все элементы системы. На нижней наружной стороне шкафа расположены ответные части разъемных соединений, обеспечивающие оперативный монтаж всей системы.

Схема силового шкафа представлена в графической части.

Вводной автоматический выключатель QF1 и автоматические выключатели QF2 – QF6, обеспечивают защиту статорных цепей от токов К.З., и тепловую защиту каждого двигателя. От фазы А сети через предохранитель FU1 выполнена подача одной фазы напряжения в шкаф контроллера для питания всех цепей управления. Для контроля состояния выключателя, все выключатели оснащены дополнительным контактным модулем.

M1, M2, M3 - двигатели насосов, управление которыми осуществляется контактами пускателей KM1, KM2, KM3 соответственно. M4 - двигатель вентиляторов системы охлаждения, и M5 - двигатель конвейера включаются пускателями KM4, KM5 соответственно. Коммутация катушек этих пускателей осуществляется контактами реле, расположенными в шкафу блока контроллерного управления. Для удобства монтажа статор M5 подключается к силовому шкафу через разъемное соединение XR7, остальные – через клеммные соединения.

Катушки электрических клапанов ГР1.1- ГР8 управляются контактами реле, так же расположенными в шкафу контроллерного модуля.

С помощью реле KV1 контролируется правильное чередование фаз сетевого напряжения, несимметрия по фазам или обрыв любой из фаз сетевого напряжения. Спецификация к схеме представлена в таблице 1.

Коммутационный шкаф. Сигналы состояния автоматических выключателей QF2 – QF6, пускателей KM1- KM5 и с датчиков давления и температуры масла, через контакты клеммных колодок X1 и X3 поступают в коммутационный шкаф. Сюда же поступают сигналы с датчиков расположенных на станине: датчик открытого положения челюстей, датчик

закрытого положения челюстей, датчик отсчета угла поворота колеса, датчик исходного положения гидроцилиндра возврата, датчик контроля движения ленты транспортера и энрементальный энкодер, определяющий положение тележки с колесом. Через контакты разъема XR4 все сигналы поступают в контроллерный шкаф.

Таблица 1 – Спецификация элементов силового шкафа

№	Обозначение на схеме	Марка	Количество
1	2	3	4
1	KM1, KM2	Контактор малогабаритный КМЭ-9511 95А 1NO+1NC (Укат 220В) 1Н/О 1Н/З ЭКФ	2
2	KM3	Контактор малог. КМЭ-0901 15А 1NC (Укат 220В) Н/З ЭКФ	1
3	KM4, KM5	Контактор малог. КМЭ-0901 9А 1NC (Укат 220В) Н/З ЭКФ	2
4	QF1	ВА -99С 160/160А ЭКФ	1
5	QF2, QF3	Выключатель автоматический ВА 47-63 3п 100 А ЭКФ"С" PROxima	2
6	QF4	Выключатель автоматический ВА 47-63 3п 25 А ЭКФ"С" PROxima	1
7	QF5, QF6	Выключатель автоматический ВА 47-63 3п 10 А ЭКФ"С" PROxima	2
8	FU1	Предохранитель-разъединитель для ПВЦ 10x38 1Р ЕКФ, плавкая вставка цилиндрическая ПВЦ 10x38 1А ЕКФ.	1

Сигналы всех датчиков проходят через контакты разъема XR4 поступают в шкаф контроллера. Через контакты 1 и 2 этого же разъема, из шкафа контроллера поступает постоянное напряжение 24 В, для питания всех датчиков, в том числе и датчиков давления. Схема электрическая принципиальная шкафа коммутации представлена в графической части.

Шкаф контроллерного управления. На лицевой панели шкафа расположены два ряда сдвоенных кнопок, световые индикаторы, пакетный переключатель и экран сенсорной панели оператора. Данные кнопки обеспечивают управление отдельными механизмами в ручном режиме. Кнопка «Работа» включает (отключает) автоматический режим работы установки. Кнопка «Обнулить» задает текущее положение тележки как

исходное положение, при котором включается сжатие челюстей. Пакетным переключателем подается (снимается) питание на контроллер.

Логика работы установки и прочие элементы управления выполнены на основе программируемого логического контроллера ПЛК110-32-M. Принципиальная схема шкафа контроллерного управления представлена в графической части. Основными элементами этой схемы, помимо контроллера, являются два модуля расширения цифровых входов и выходов – А2, А3, А4 и модуль ввода аналоговых сигналов А5, к которому подключены выходы обоих датчиков давления и резистивного датчика температуры.

Наличие двух блоков питания А6 и А7 для отдельного питания электронной части схемы и обмоток реле КЛ1-КЛ20 оправдано улучшением помехозащищенности контроллерной части этой схемы.

Реле КЛ1 – КЛ20 увеличивают коммутационную способность транзисторных выходов модулей А1 и А4. Однофазный пускатель КМ1 коммутирует подачу переменного напряжения 220 В на контакты реле и включается после запуска программы контроллера с цепью самоблокировки, что обеспечивает при необходимости путем нажатия кнопки «Аварийный стоп» снятие напряжения со всех клапанов и пускателей без отключения самого контроллера, напряжение питания которого осуществляется переключателем SA1. При этом для последующего включения установки в работу не требуется перезагрузка контроллера, достаточно лишь нажать кнопку «включить сеть» на главном экране сенсорной панели, которая появляется сразу же после отключения пускателя КМ1. Визуальный контроль, за которым, выполняет индикатор НЛ7. Спецификация к схеме представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Спецификация элементов шкафа контроллерного управления

№	Обозначение на схеме	Марка	Количество
1	2	3	4
1	A1	ПЛК-110-224.32.К-М	1
2	A2, A3	МУ110-24.16Д	2
3	A4	МУ110-24.8К	1
4	A5	МВ110-224.8А	1
5	A6, A7	БП15Б-Д2-24	2
6	КМ1	NC1-2510 25А 230В/АС3 1НО (CHINT)	1
7	KL1 – KL 20	Реле RP-403 24DC	20
8	SB1-SB12	Кнопка XB2-BL8325 двойная вкл-откл ЭНЕРГИЯ	12
9	SB13	Кнопка красная поворотн с фикс Гриб NP2-BS542 1з, б/подсв (CHINT)	1
10	HL1-HL7	Светодиодная матрица AD16-22HS красная 220В PROxima	6
11	SA1	Переключатель кулачковый ПК-1-11 10А 1Р "0-1" EKF PROxima	1
12	Датчики положения	Датчики индукционные LA18-68.4N1.U1.E	5
13	Сенсорная панель	СП310	1
14	Энкодер	ES3-02CN6941 Инкрементальный энкодер с цельным валом (200имп, отк.кол, нестр, 7-24В)	1

2.2 Обоснование и выбор электрооборудования

В данном пункте рассматривается обоснование и выбор оборудования, входящего в состав контроллерной системы управления. В основе данного выбора лежат следующие принципы (условия): соответствие количества и типов дискретных и аналоговых сигналов, существующих в системе, к количеству и типу сигналов, которые может обработать контроллер и дополнительные модули расширения [5].

Рассмотрим совокупность всех существующих в системе входных сигналов.

Таблица 3 – Входные сигналы

Название	Назначение	Тип/ характеристика	Адрес
1	2	3	4
Челюсти открыты	Контроль положения челюстей	Цифровой сигнал, 0-24 В	ПЛК DI3
Челюсти закрыты			ПЛК DI4
Угол поворота колеса	Контроль угла поворота колеса	Цифровой сигнал, 0-24 В	ПЛК DI5
Обратное положение цилиндра	Контроль обратного положения цилиндра	Цифровой сигнал, 0-24 В	ПЛК DI6
Движение конвейера	Контроль движения конвейера	Цифровой сигнал, 0-24 В	ПЛК DI7
Состояние пускателей	Контроль состояния пускателей (5 шт.)	Цифровой сигнал, 0-24 В	ПЛК DI8- DI12
Состояние автоматических выключателей	Контроль состояния автоматических выключателей (5шт.)	Цифровой сигнал, 0-24 В	ПЛК DI3- DI17
Контроль напряжения	Контроль чередования и перекоса фаз сетевого напряжения	Цифровой сигнал, 0-24 В	ПЛК DI18
Температура масла	Контроль температуры масла	Аналоговый	МВ AI3-2
Давление в установке	Контроль давления (2 шт.)	Аналоговый	МВ AI1-2 МВ AI2-2

Рассмотрим совокупность всех существующих в системе входных сигналов:

Таблица 4 – Выходные сигналы

Название	Назначение	Тип/ характеристика	Адрес
1	2	3	4
Контроль клапанами	Управление работой клапанов	Цифровой	ПЛК DO1-DO14
Контроль пускателей	Управление пускателями двигателей	Цифровой	МУ DO2A-DO7A

Таким образом, кол-во цифровых входов должно быть не менее 16 шт., количество аналоговых входов – не менее 3 штук, количество цифровых выходов – не менее 20 шт.

Таким образом, были выбраны следующие компоненты: контроллер - ПЛК 110-32М, модуль расширения цифровых входов - MBV110-224.16 (2 шт.), модуль расширения цифровых выходов - МУ100-224.8К (2 шт.), модуль расширения аналоговых входов - MBV110-224.8А.

Технические характеристики контроллера ПЛК 110-32М [6]:

Таблица 5 - Технические характеристики ПЛК 110-32М

Параметр	Значение (свойства)
1	2
Напряжение питания:	От 22 до 28 В постоянного.
Параметры встроенного источника питания	Выходное напряжение 24 В, ток не более 400 мА
Аккумулятор резервного питания	LIR2477/LIR2466 (срок службы зависит от условий эксплуатации, но не более 5 лет)
Количество входов (из них быстродействующих)	18 (2)
Тип входов по ГОСТ Р 52931–2008	1 и 2
Ток «логического нуля», мА	0...0,06
Напряжение «логической единицы», В	15...27
Ток «логической единицы», мА	6...10

Продолжение таблицы 5

1	2
Подключаемые входные устройства	–коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.); –датчики, имеющие на выходе транзистор n-p-n или p-n-p–типа с открытым коллектором; – дискретные сигналы 24□3 В.
Гальваническая развязка	Групповая (все входы объединены в одну группу)
Электрическая прочность изоляции, В	1500 (между другими цепями)
Количество релейных выходных каналов	14
Гальваническая развязка	Индивидуальная или групповая (часть выходов собраны в группы по 2 или 4 шт. и имеют общую клемму)
Электрическая прочность изоляции, В	1500
Максимальный ток, коммутируемый контактами реле, А, не более	3 (для переменного напряжения не более 250 В и $\cos > 0,4$ – нагрузка для категории использования AC-15) 3 (для постоянного напряжения не более 30 В – нагрузка для категории использования DC-13)
Механический ресурс реле	–не менее 300 000 циклов переключений при максимальной коммутируемой нагрузке; –не менее 500 000 циклов переключений при коммутации нагрузки менее половины от максимальной.
Количество транзисторных выходных каналов, из них быстродействующих	14 4 (DO1...DO4)
Гальваническая развязка	Индивидуальная или групповая (часть выходов собраны в группы по 2 или 4 шт. и имеют общую клемму)
Электрическая прочность изоляции, В	1500 В от схемы прибора; 500 В между выходами (или группами выходов)
Максимальный ток транзистор- ного выхода, мА, не более – для обычных – для быстродействующих	400 (при напряжении не более 30 В постоянного тока – нагрузка для категории использования DC-13 по ГОСТ Р 50030.1–2000); 400 (при напряжении постоянного тока в диапазоне от 12 до 30 В, при этом используется внешний источник)
Центральный процессор	RISC-процессор на базе ядра ARM-9, 32 разряда, 180 МГц
Гальваническая развязка	Индивидуальная или групповая (часть выходов собраны в группы по 2 или 4 шт. и имеют общую клемму)
Электрическая прочность изоляции, В	1500 В от схемы прибора; 500 В между выходами (или группами выходов)
Максимальный ток транзистор- ного выхода, мА, не более – для обычных – для быстродействующих	400 (при напряжении не более 30 В постоянного тока – нагрузка для категории использования DC-13 по ГОСТ Р 50030.1–2000); 400 (при напряжении постоянного тока в диапазоне от 12 до 30 В, при этом используется внешний источник)

Окончание таблицы 5

1	2
Гальваническая развязка	Индивидуальная или групповая (часть выходов собраны в группы по 2 или 4 шт. и имеют общую клемму)
Электрическая прочность изоляции, В	1500 В от схемы прибора; 500 В между выходами (или группами выходов)
Максимальный ток транзистор-ного выхода, мА, не более - для обычных - для быстродействующих	400 (при напряжении не более 30 В постоянного тока – нагрузка для категории использования DC-13 по ГОСТ Р 50030.1–2000); 400 (при напряжении постоянного тока в диапазоне от 12 до 30 В, при этом используется внешний источник)
Центральный процессор	RISC-процессор на базе ядра ARM-9, 32 разряда, 180 МГц
Объем оперативной памяти (тип памяти)	8 Мб (SDRAM), из них 1 Мб для кода пользовательской программы, 128 кб для переменных пользовательской программы
Объем энергонезависимой памяти (тип памяти)	4 Мб (DataFlash), из них 3 Мб доступно для хранения файлов и архивов
Размер Retain-памяти	не более 16 кб.
Время выполнения одного цикла программы	– Установленное по умолчанию (стабилизированное) – 1 мс (настраивается в окне «Конфигурация ПЛК (PLC Configuration) ПО CoDeSys. Подробнее см. в РП
Дополнительное оборудование	– Часы реального времени с собственным аккумуляторным питанием (погрешность хода – не более 3 мин в сутки*); – Встроенный источник выдачи звукового сигнала; – Функциональная кнопка на передней панели контроллера
Габаритные размеры, мм	(140x110x73)±1
Масса, кг, не более	0,55
Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254–96	IP20 со сторон передней панели, IP00 со стороны клемм
Индикация на передней панели	Светодиодная
Средняя наработка на отказ, ч	100 000
Средний срок службы, лет	8

Модуль расширения цифровых входов MB110-224.16 предназначен для измерения аналоговых сигналов, преобразования измеренных параметров в значение физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485.

Технические характеристики модуля расширения цифровых входов MB110-224.16 [7]:

Таблица 6 – Технические характеристики MB110-224.16

Наименование	Значение
1	2
Напряжение питания:	от 90 до 264 В переменного тока
Потребляемая мощность, ВА, не более	6
Количество аналоговых входов	8
Разрядность АЦП, бит	16
Время опроса одного входа*:	
термометры сопротивления, сек, не более	0,9
термоэлектрические преобразователи и унифицированные сигналы постоянного напряжения и тока, сек, не более	0,6
Предел основной приведенной погрешности при измерении: термоэлектрическими преобразователями, % термометрами сопротивления и унифицированными сигналами постоянного напряжения и тока, %	±0,5 ±0,25
Электрическая прочность изоляции цепей, В	1500
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек	115200
Протокол связи, используемый для передачи информации	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Степень защиты корпуса	IP20 со стороны передней панели, IP00 со стороны клеммной колодки
Габаритные размеры прибора, мм, не более	(63x110x75) ±1
Масса прибора, кг, не более	0,5
Средний срок службы, лет	10
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	50 000

Модуля расширения цифровых выходов МУ100-224.8К предназначен для управления по сигналам из сети RS-485 встроенными дискретными ВЭ, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением.

Технические характеристики модуля расширения цифровых выходов МУ100-224.8К [8].

Таблица 7 - Технические характеристики МУ100-224.8К

Наименование	Значение
1	2
Напряжение питания	90...264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47...63 Гц
Потребляемая мощность, ВА, не более	6
Количество дискретных выходных элементов	8
Интерфейс связи с компьютером	RS-485
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/сек	115200
Протокол связи, используемый для передачи информации	ОВЕН; ModBus-RTU; ModBus-ASCII; DCON
Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры прибора, мм	(63x110x75)±1
Масса прибора, кг, не более	0,5
Средний срок службы, лет	8
Реле электромагнитное	4 А при напряжении не более 250 В 50 Гц и $\cos \varphi > 0,4$ или 4 А при постоянном напряжении не более 24 В
Оптопара транзисторная п-р-п типа, открытый коллектор	400 мА при напряжении не более 60 В постоянного тока

3 Разработка программной части системы управления установкой

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 [9]. Программируемые логические контроллеры обеспечивают ввод данных, их обработку и вывод результатов. Данный процесс состоит из трех этапов, представленных на рисунке 3:

- этап ввода;
- этап обработки;
- этап вывода

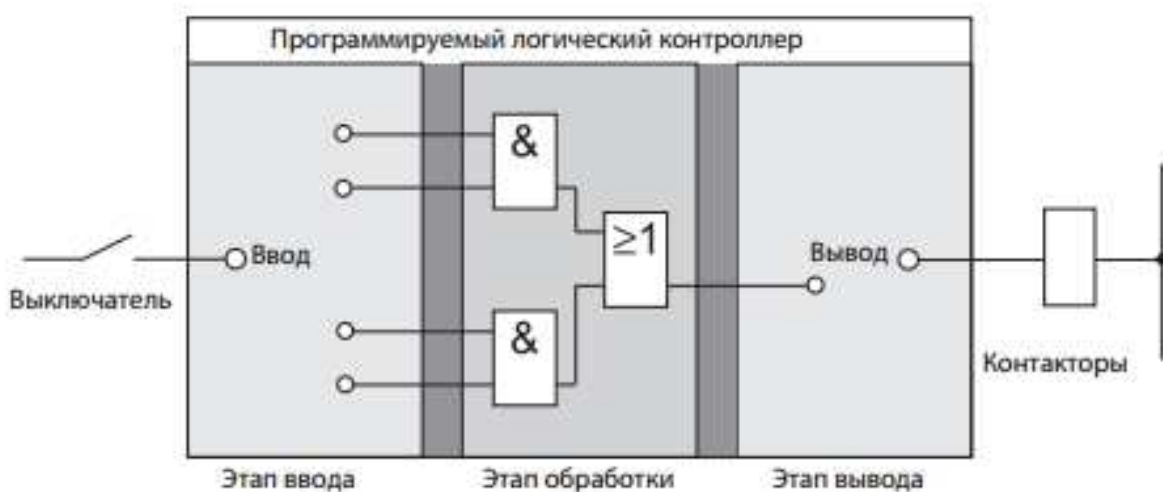


Рисунок 3 - Процесс обработки данных в ПЛК

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 программного цикла.

Обработка образа процесса

При обработке программы в ПЛК входные и выходные сигналы используются не напрямую, а в виде «образа процесса», представленном на рисунке 4 [10]:

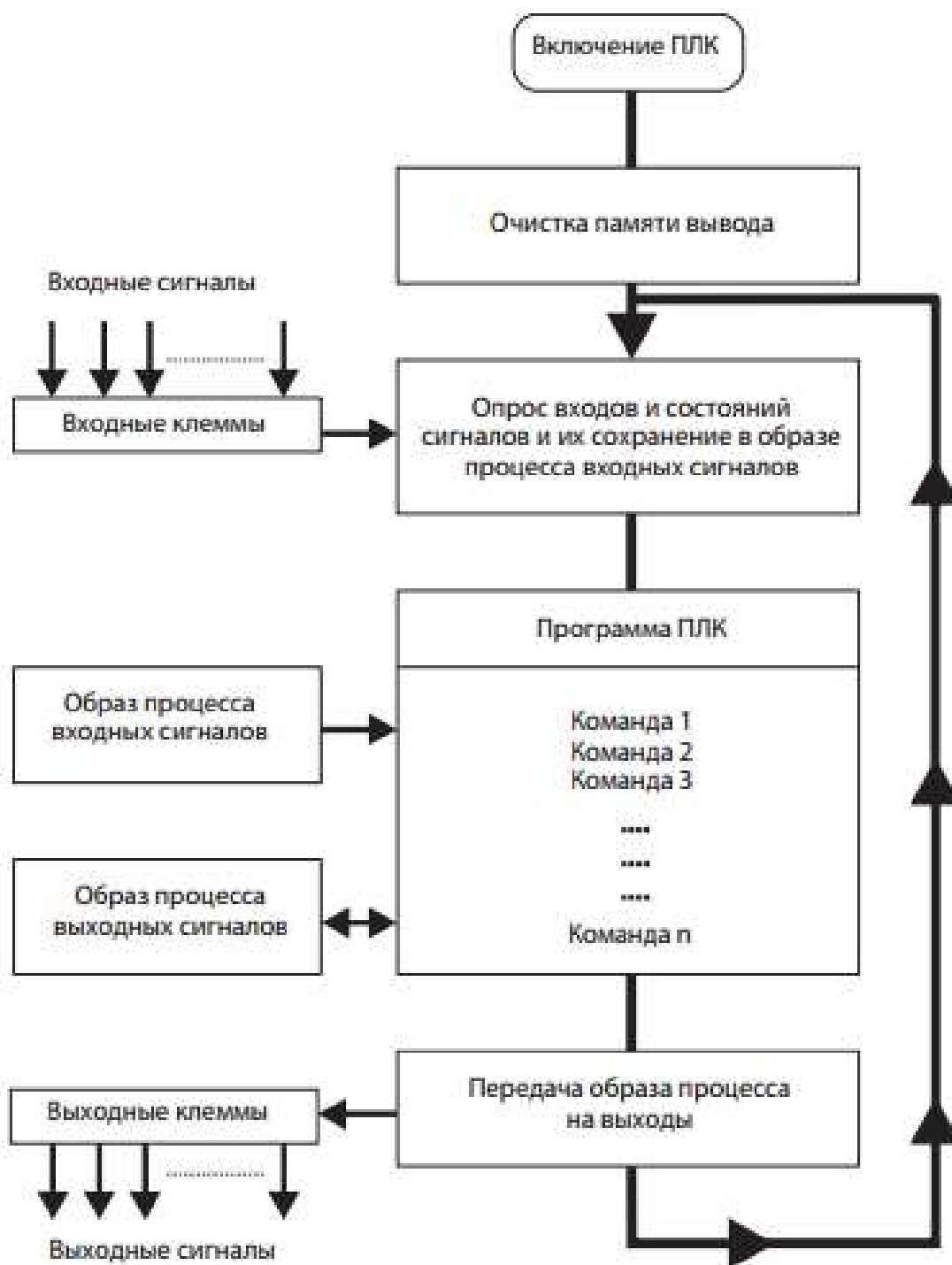


Рисунок 4 - Образ процесса

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 [11].

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 [12]. Результаты выполнения отдельных шагов программы сохраняются и используются в текущем программном цикле, представленном на рисунке 5.

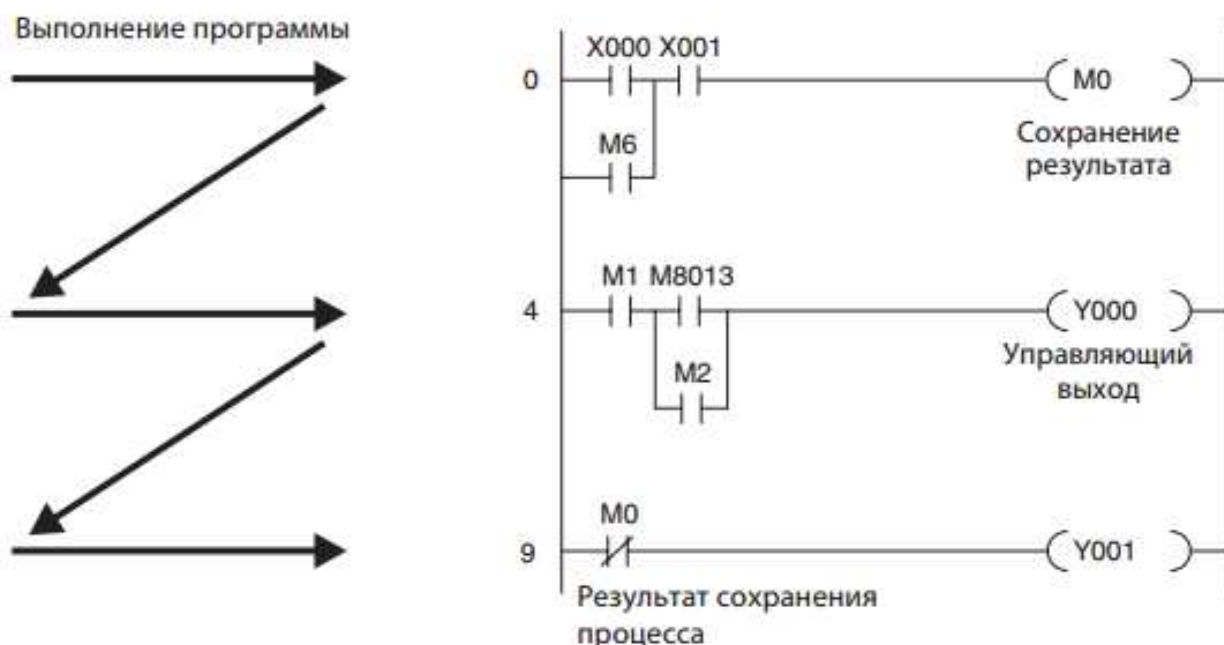


Рисунок 5 - Выполнение программы и результат сохранения процесса

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 [13]. 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 [14].

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 представлено на рисунке 6.

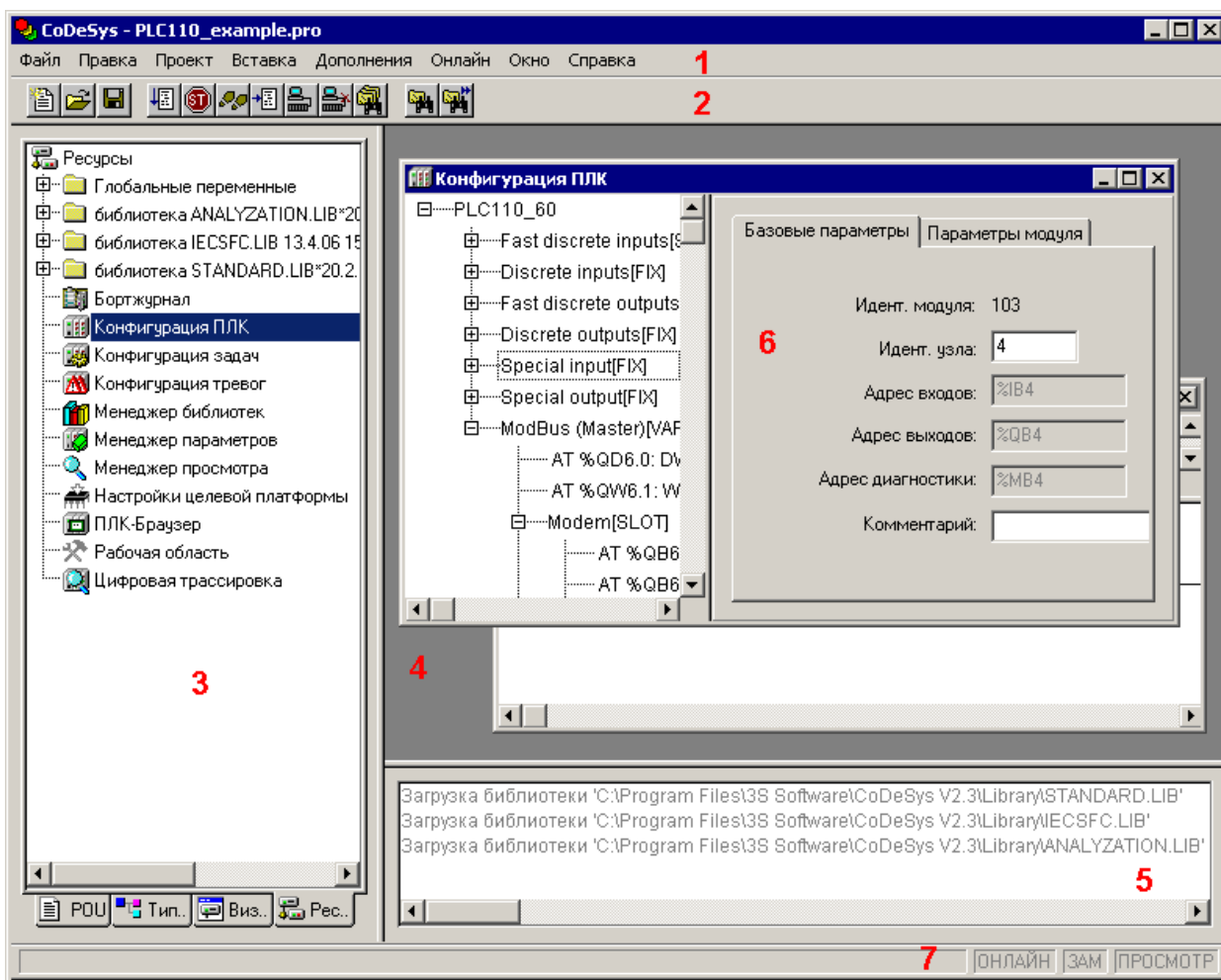


Рисунок 6 - Главное окно программы

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

- 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.

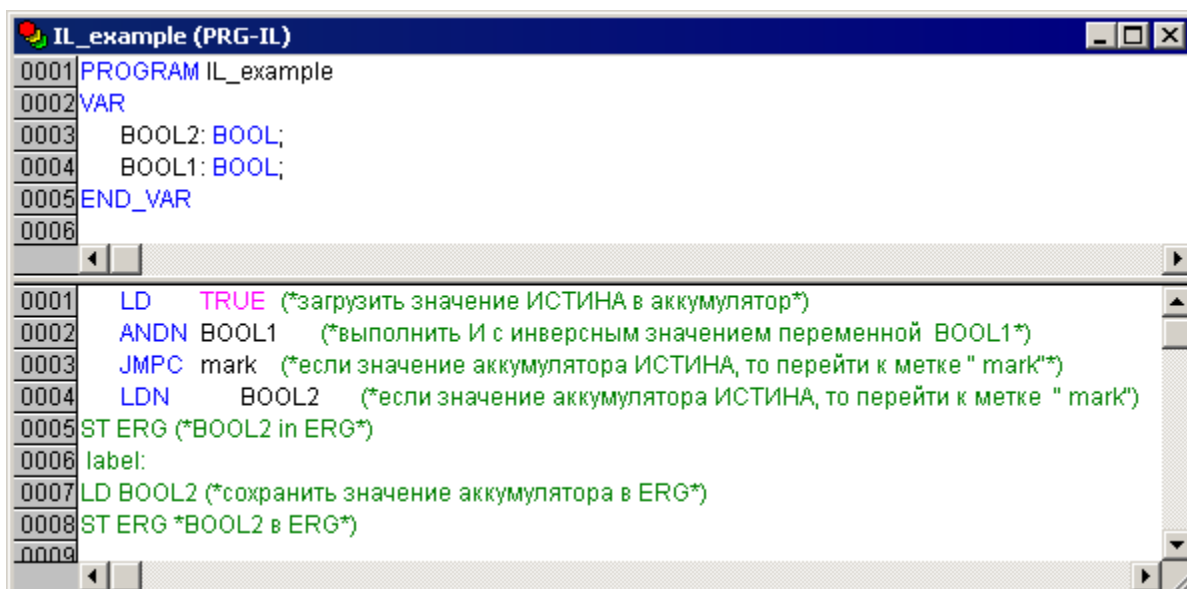
Краткие описания языков программирования приведены ниже.

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 7.



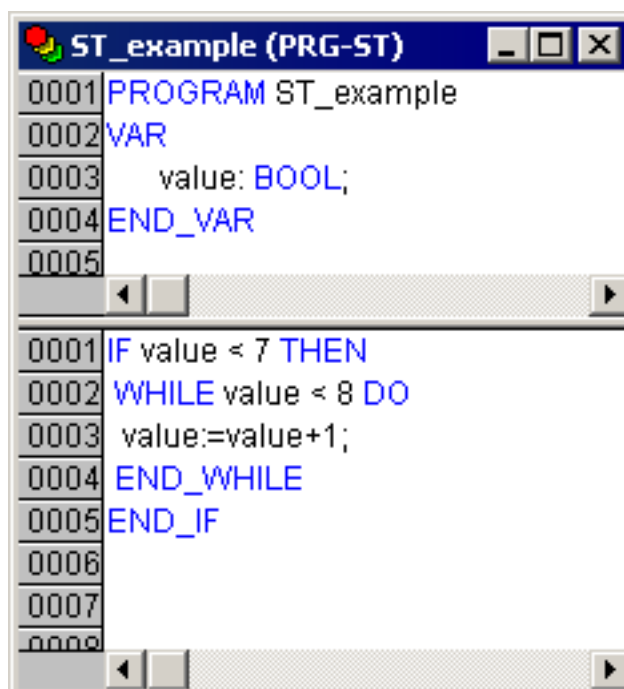
```
IL_example (PRG-IL)
0001 PROGRAM IL_example
0002 VAR
0003   BOOL2: BOOL;
0004   BOOL1: BOOL;
0005 END_VAR
0006
0001 LD TRUE (*загрузить значение ИСТИНА в аккумулятор*)
0002 ANDN BOOL1 (*выполнить И с инверсным значением переменной BOOL1*)
0003 JMPC mark (*если значение аккумулятора ИСТИНА, то перейти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

Рисунок 7 – 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) [15].

Пример ST программы приведен на рисунке8 .



```
ST_example (PRG-ST)
0001 PROGRAM ST_example
0002 VAR
0003   value: BOOL;
0004 END_VAR
0005
0001 IF value < 7 THEN
0002 WHILE value < 8 DO
0003   value:=value+1;
0004 END_WHILE
0005 END_IF
0006
0007
0008
```

Рисунок 8 – Пример программы на языке ST

Язык «FBD» – функциональные блочные 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 [16].

Пример FBD программы приведен на рисунке 9.

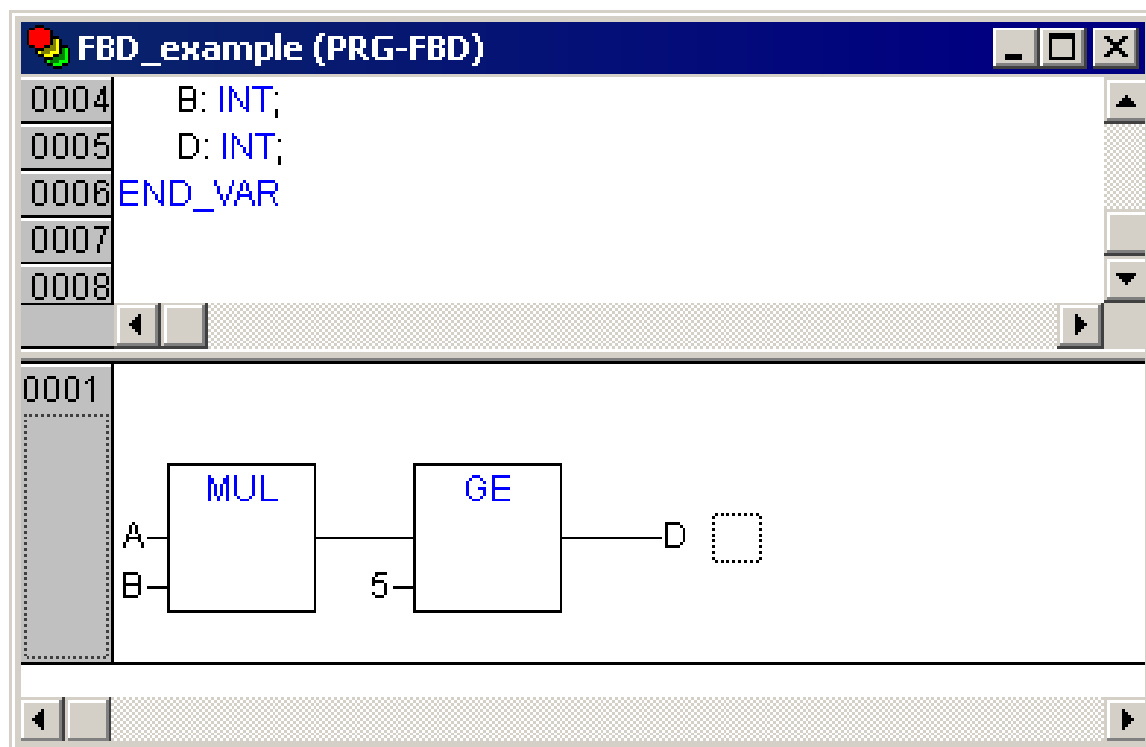


Рисунок 9 – Пример программы на языке FBD

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 [17].

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 РОУ.

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 цепями. 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 10 .

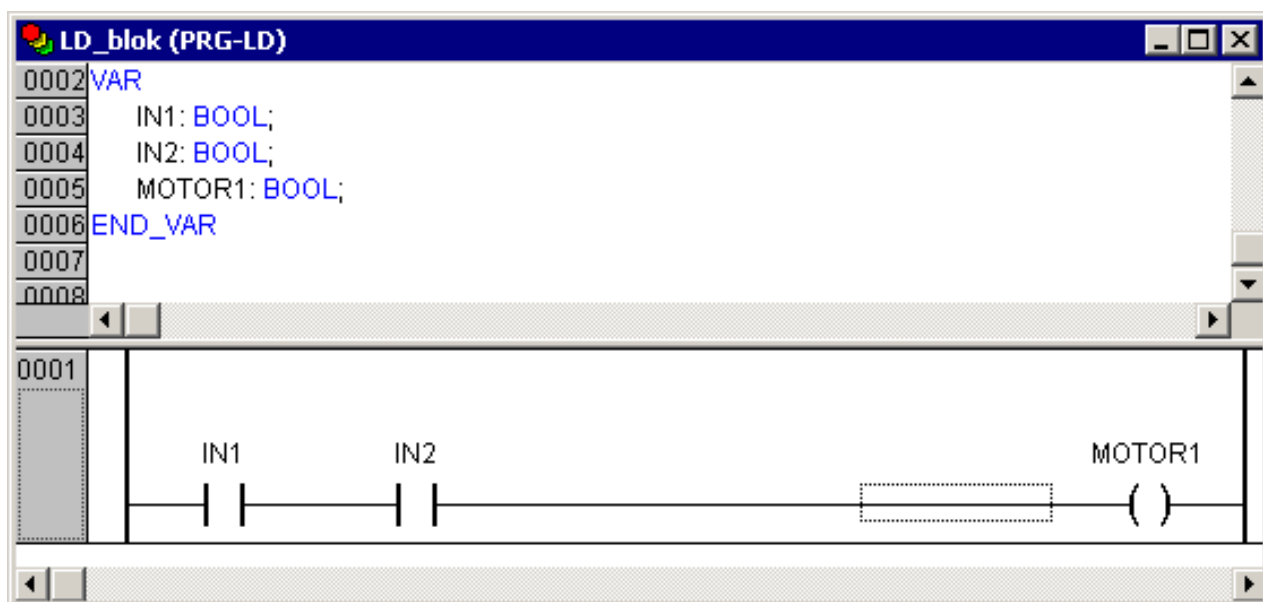


Рисунок 10 – Пример программы на языке LD

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 [18].

Пример программы на языке SFC приведен на рисунке 11 .

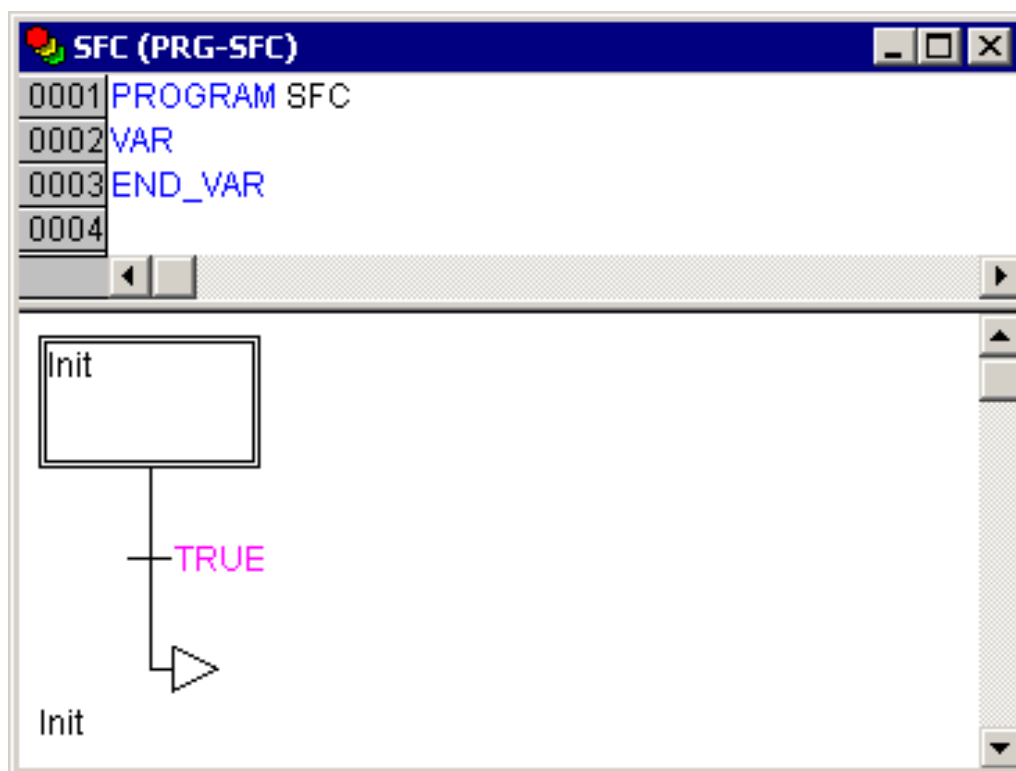


Рисунок 11 – Пример программы на языке SFC

Язык «CFC» – 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 [19].

Пример CFC программы приведен на рисунке 12 .

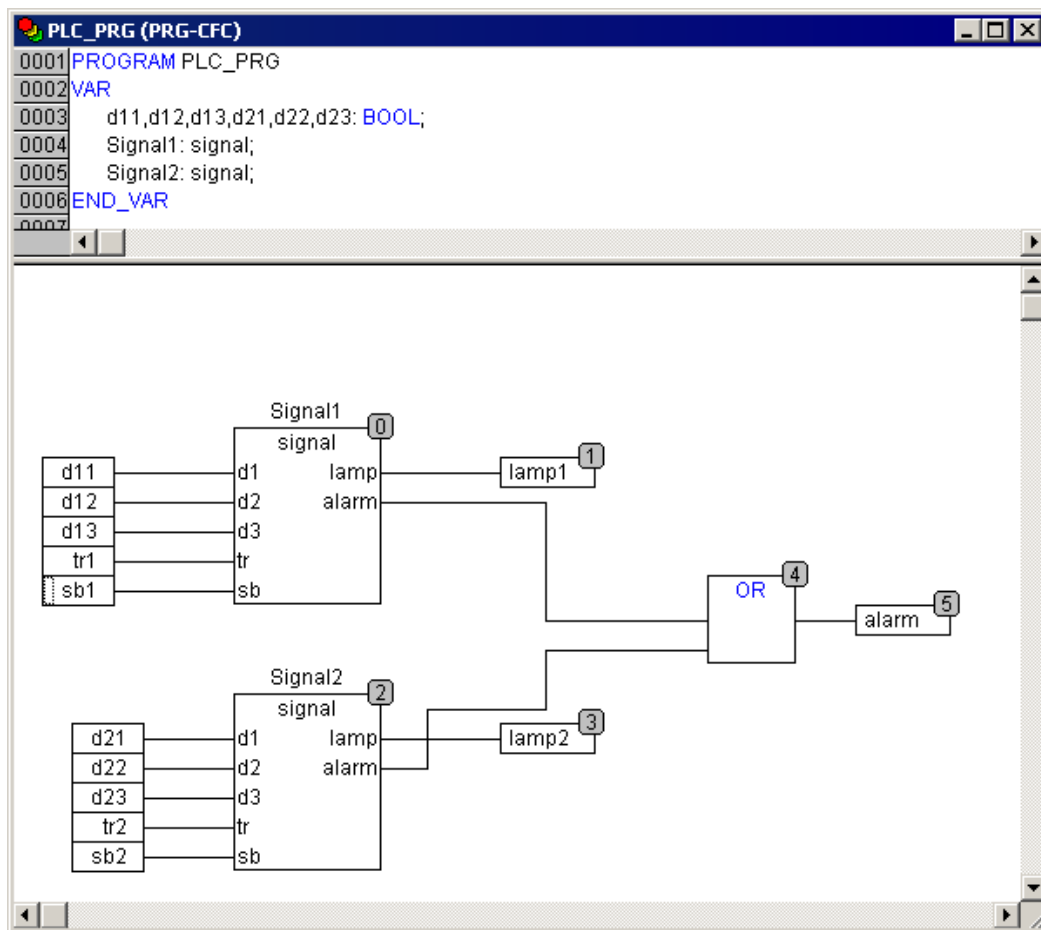


Рисунок 12 – Пример программы на языке CFC

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 [20].

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 [21].

3.2 Листинг программы ПЛК

На рисунке 13 – рисунке 17 представлены фрагменты управляющей программы контроллера в оболочке CoDeSys.

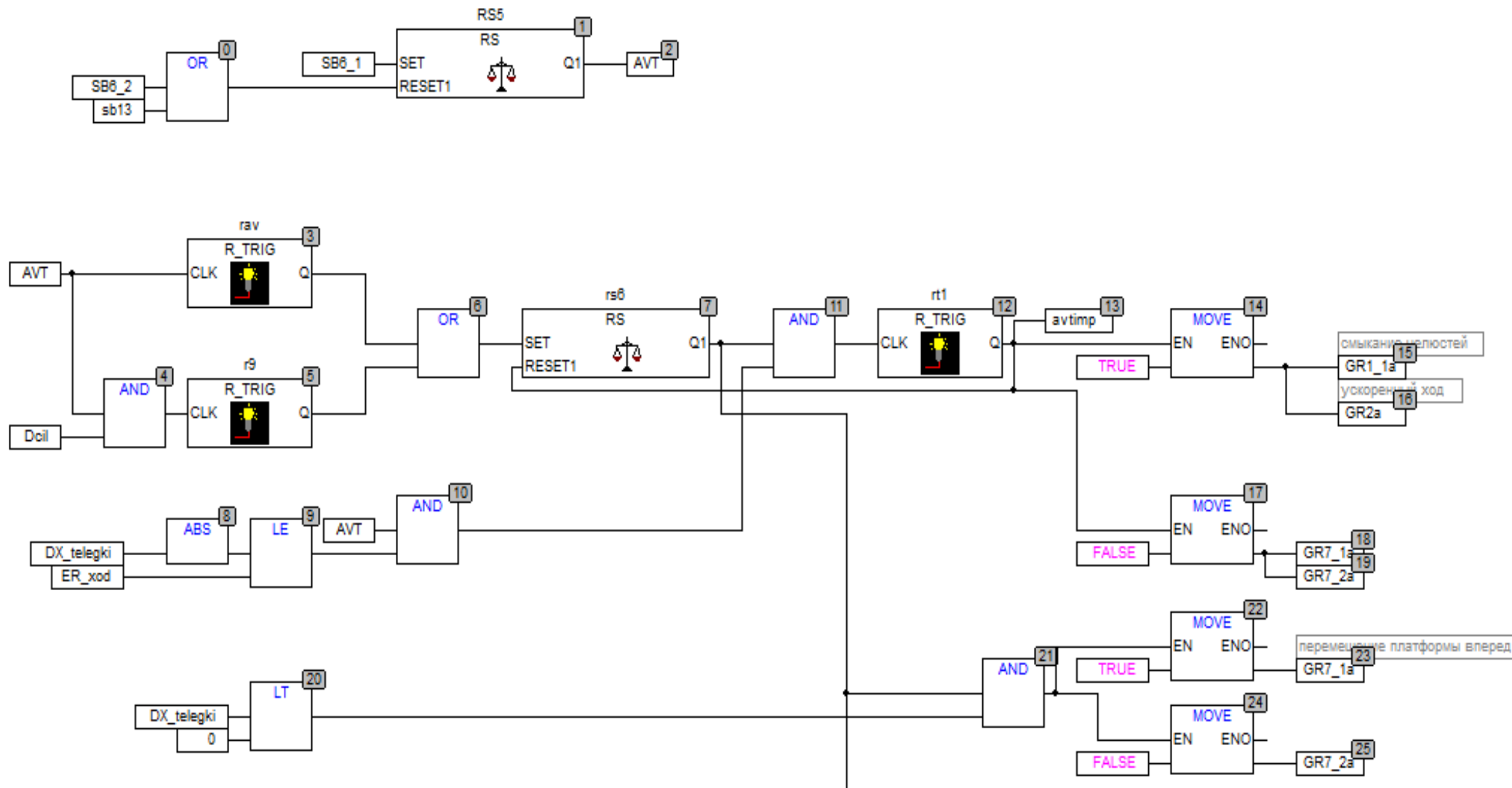


Рисунок 13 – Фрагмент управляющей программы (часть 1)

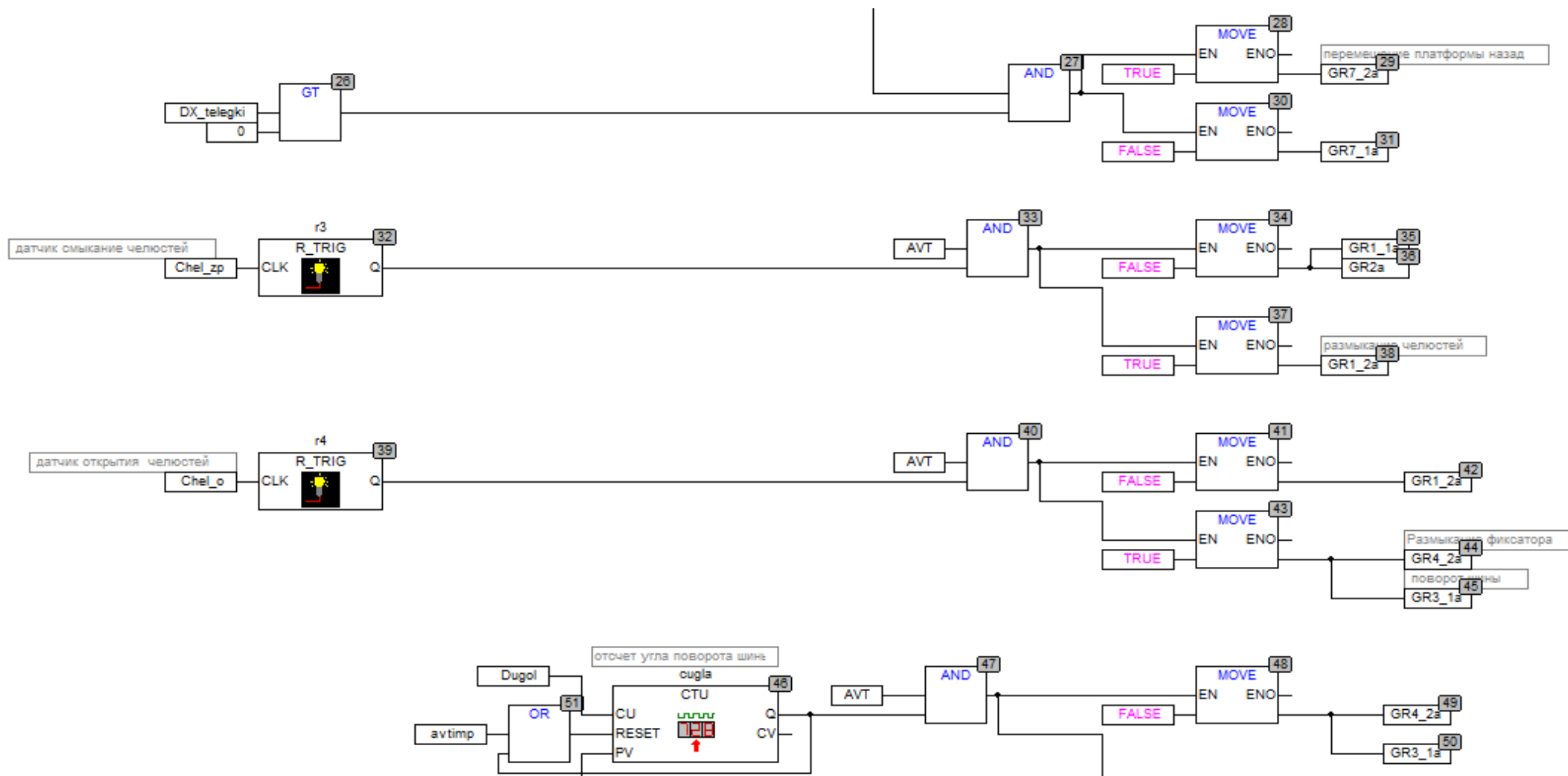


Рисунок 14 – Фрагмент управляющей программы (часть 2)

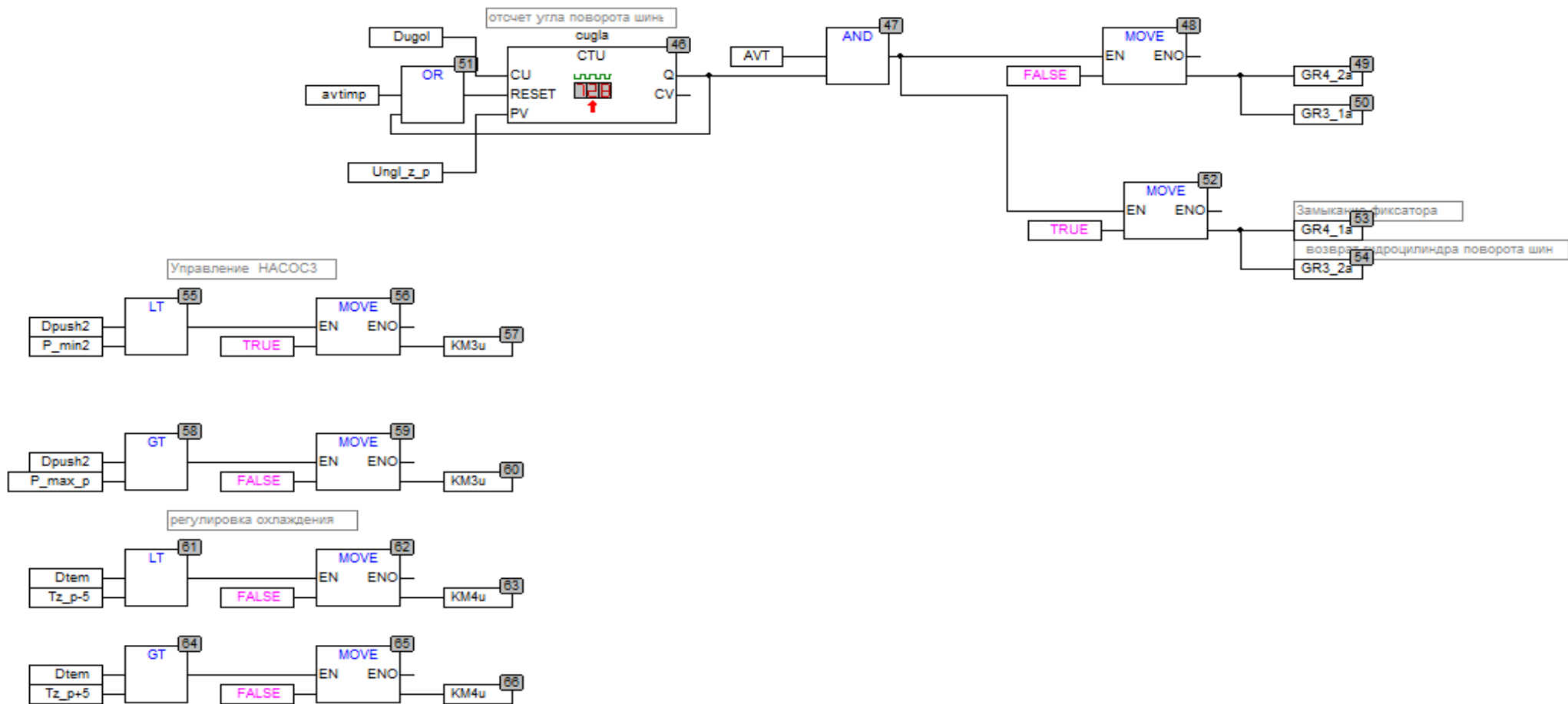


Рисунок 15 – Фрагмент управляющей программы (часть 3)

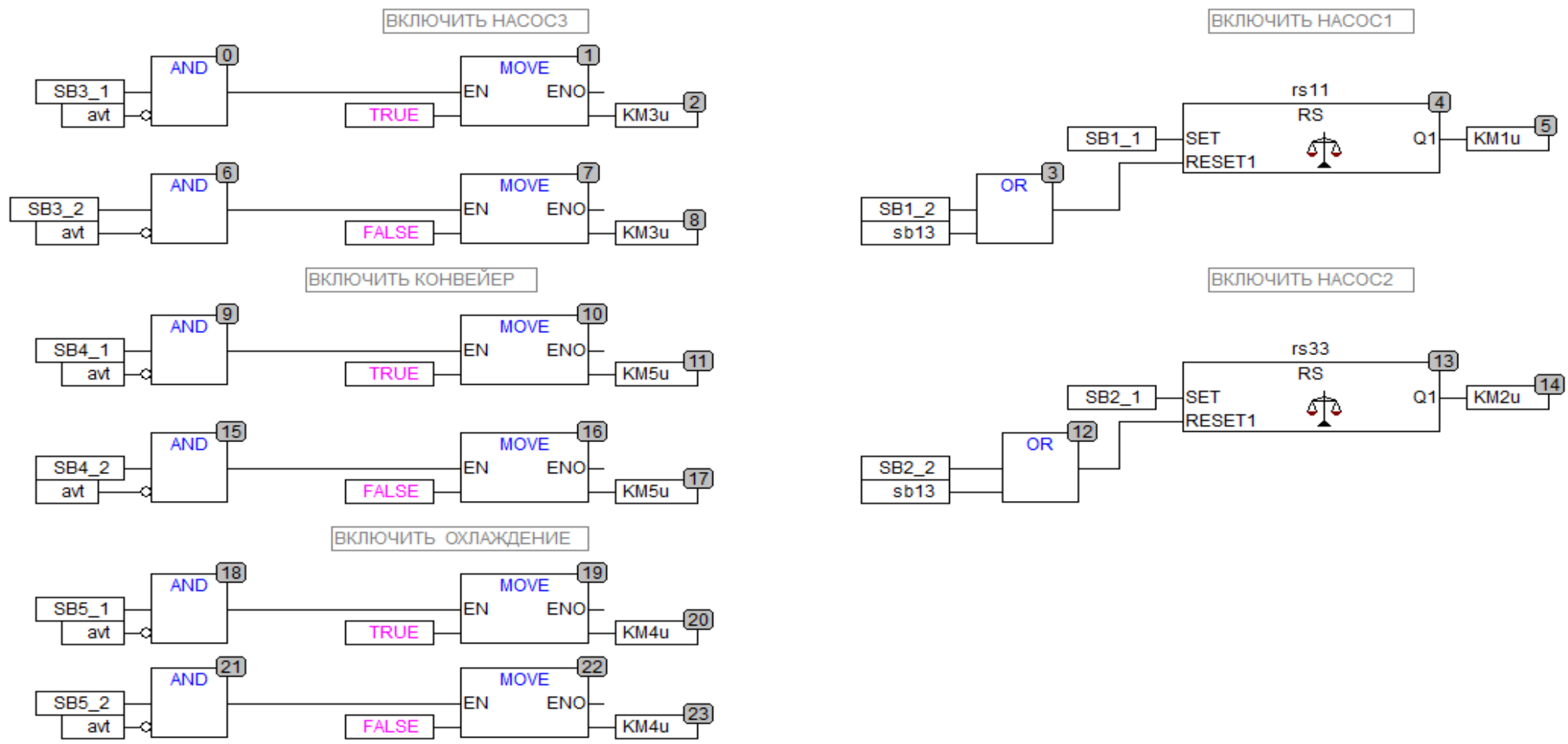


Рисунок 16 – Фрагмент управляющей программы (часть 4)

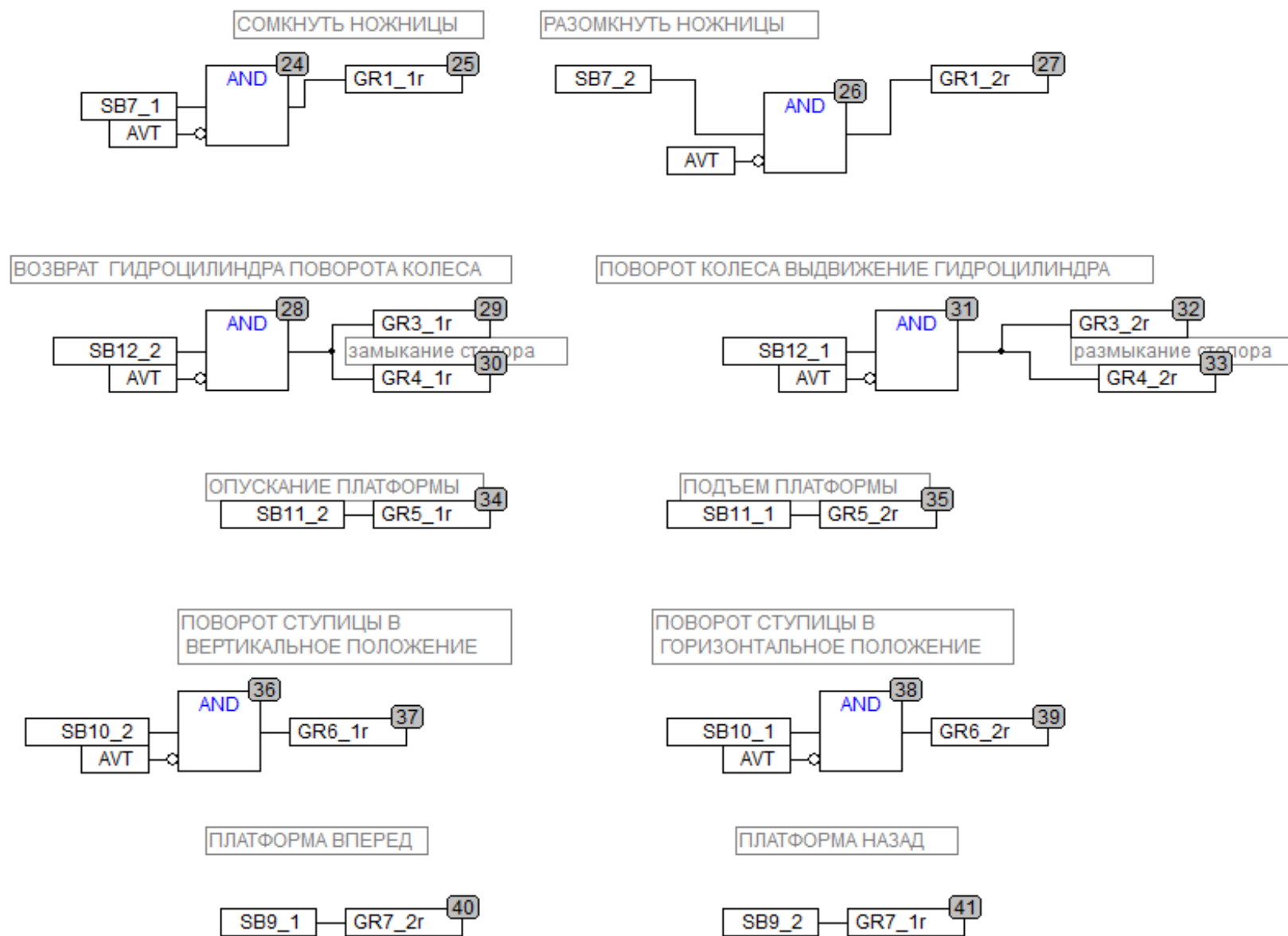


Рисунок 17 – Фрагмент управляющей программы (часть 5)

4 Разработка системы человеко-машинного интерфейса

Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) — инженерные решения, обеспечивающие взаимодействие человека-оператора с управляемыми им машинами [22]. В данном проекте ЧМИ создано при помощи сенсорной панели СП-310. Для программирования сенсорной панели использовалась программа Конфигуратор СП300 [23].

Конфигуратор СП300 – это программа, предназначенная для конфигурирования панелей оператора СП3хх [24]. Она работает под управлением операционных систем MS Windows XP/Vista/7/8/10.

Конфигуратор позволяет формировать и сохранять пользовательские экраны, отображаемые на экране панели в процессе эксплуатации.

Пользовательские экраны включают наборы базовых элементов, каждый из которых позволяет выполнять определенную задачу проекта. К базовым элементам экрана относятся буквы (русские или английские) и символы, пиктограммы (индикатор, график, линейка, регистр для отображения / редактирования данных, кнопки переключения экранов и другие элементы).

Совокупность экранов образует проект, который можно загрузить в панель или сохранить в виде файла на жестком диске компьютера. После загрузки проекта панель сразу начнет опрашивать регистры ПЛК или других приборов и отображать их значения на дисплее.

В таблице 8 представлены технические характеристики сенсорной панели СП 310 [25].

Таблица 8 – Технические характеристики сенсорной панели СП310

Наименование	Значение
1	2
Процессор	AT91SAM9G35-CU
Частота, МГц	400
Объем Flash-памяти, Мб	128
Допустимое число циклов перезаписи Flash-памяти на блок данных	75 000
Оперативная память, Мб	128
Часы реального времени (RTC)	Есть, энергонезависимые ¹
Звук	Пьезоизлучатель, с возможностью управления из программы
DIP-переключатели	4 шт. (два – свободно программируемые)
Тип дисплея	TFT LCD
Тип подсветки	LED (светодиодная подсветка) ²
Кол-во цветов	16,7 млн (TrueColor)
Диагональ, дюймы	10,1''
Разрешение, пиксель	800×480
Рабочая зона, мм	219,6×131,7
Яркость, кд/м ²	200
Время наработки на отказ подсветки, часов	Не менее 50 000 при температуре 25 °С
COM-порты	1 × RS-232/RS-485 (Download-порт/DB9M) – для подключения устройств и загрузки проектов 1 × RS-232/RS-485 (PLC-порт/DB9M) – для подключения устройств Гальваническая изоляция отсутствует Сигналы RS-232 – Rx/D, Tx/D, GND; сигналы RS-485 – А, В Поддерживаемые протоколы: Modbus RTU (Master/Slave), Modbus ASCII (Master)
USB Device	1 × USB 2.0 В - для загрузки проектов
Ethernet	1 × 10/100 Мбит/с (RJ45) – для подключения устройств Поддерживаемые протоколы: Modbus TCP (Master/Slave)
USB Host	1 × USB 2.0 А - для архивов, импорта файлов, загрузки проектов Поддерживаемые файловые системы: FAT16/FAT32 Поддерживаемый размер накопителей: до 32 Гб
Тип питающего напряжения	Постоянное
Диапазон питающего напряжения, В	23...27
Номинальное напряжение питания, В	24
Макс. потребляемый ток, А	0,25
Макс. потребляемая мощность ⁷ , Вт	8
Конструктивное исполнение	Для щитового крепления

Окончание таблицы 8

1	2
Тип вентиляции	Естественная вентиляция
Виброустойчивость	В диапазоне 10...25 Гц в направлении X, Y, Z с ускорением до 2G в течение 30 минут
Габаритные размеры (ширина × высота × глубина), мм	272,2×191,7×51,2
Установочные размеры (ширина × высота), мм	260,7×180,2
Рабочая температура, °С	0...50
Рабочая влажность, %	10...90 (без конденсации)
Температура хранения, °С	-20...+60
Масса брутто, кг	1,5
Средний срок службы, лет	10
Среднее время наработки на отказ, часов	75 000

На рисунке 18 - рисунке 23 представлены экраны панели. На первом из данных рисунков представлен главный экран, который отображается после включения питания панели, а также с которого осуществляется переход на другие экраны и возврат с них обратно.

На главном экране в цифровых дисплеях отображается полная информация о текущем состоянии всех элементов системы и установленных параметрах ее работы. В нижней строке экрана в центре расположено окно элемента цифрового ввода, с помощью нажатия на который открывается возможность ввода значения угла поворота колеса (сектора отреза). Некоторые из надписей (сообщений) и кнопок появляются на экране только в случае, если происходит событие, связанное с этим сообщением. Кнопка «ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕНИЯ» открывает экран, на котором могут отображаться сообщения, связанные с неправильной работой установки.

Кнопка «ВКЛЮЧИТЬ СЕТЬ!» появляется в правом нижнем углу, в случае нажатия кнопки-гриб «Аварийный стоп» на передней панели шкафа.

Кнопка «КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ!» открывает экран рисунке 19, который открывает возможность выбора перехода на три других экрана.

Кнопка «КОНТРОЛЬ ДАТЧИКОВ!» открывает экран рисунке 20, на котором в виде световых индикаторов, отображается состояние всех

цифровых датчиков, пускателей и автоматических выключателей. Этот экран можно также использовать для диагностики исправного состояния этих элементов.

Кнопка «НАСТРОЙКА ДАТЧИКОВ!» открывает экран рисунке 21, который при необходимости (например, при замене) позволят вести параметры настройки датчиков. Эти параметры при закрытии данного окна сохраняются в энергонезависимой памяти до тех пор, пока не будут заменены на новые значения.

Кнопка «ВВОД ДАННЫХ!» открывает экран рисунке 22, который, как и предыдущий, при необходимости позволят вести новые параметры, определяющие режим работы установки.

Во избежание несанкционированного доступа, кнопки «НАСТРОЙКА ДАТЧИКОВ!» и «ВВОД ДАННЫХ!» защищены паролем.

Экран «ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕНИЯ» открывается при нажатии соответствующей названию кнопки и содержит информацию, представленную на рисунке 23, содержащем все возможные диагностические сообщения. В обычной ситуации на экране может отображаться только часть из них. Также на главном экране в верхней свободной от графических элементов части отображаются аварийные сообщения в случае, если они имеют место: «Неисправен пускатель КМ1», «Неисправен пускатель КМ2», «Неисправен пускатель КМ3», «Неисправен пускатель КМ4», «Неисправен пускатель КМ5», «Авария транспортера», «Авария датчика температуры», «Авария датчика давления №1», «Авария датчика давления №2». В поле, содержащем указанные сообщения, располагается кнопка «ОК» - кнопка квитирования. Нажатие этой кнопки убирает аварийное сообщение.



Рисунок 18 - Главный экран панели

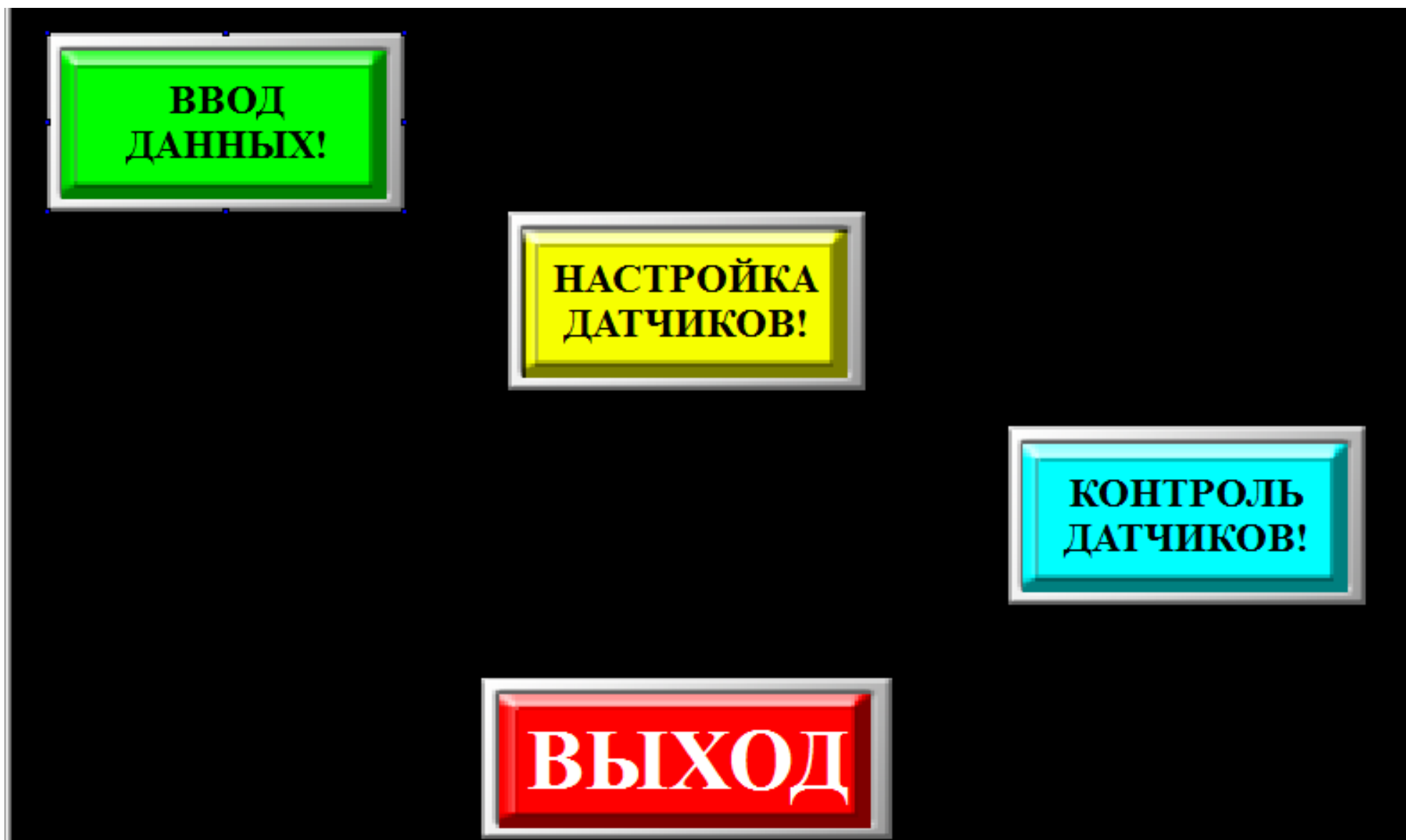


Рисунок 19 – Экран «КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ!»



Рисунок 20 - Экран «КОНТРОЛЬ ДАТЧИКОВ!»

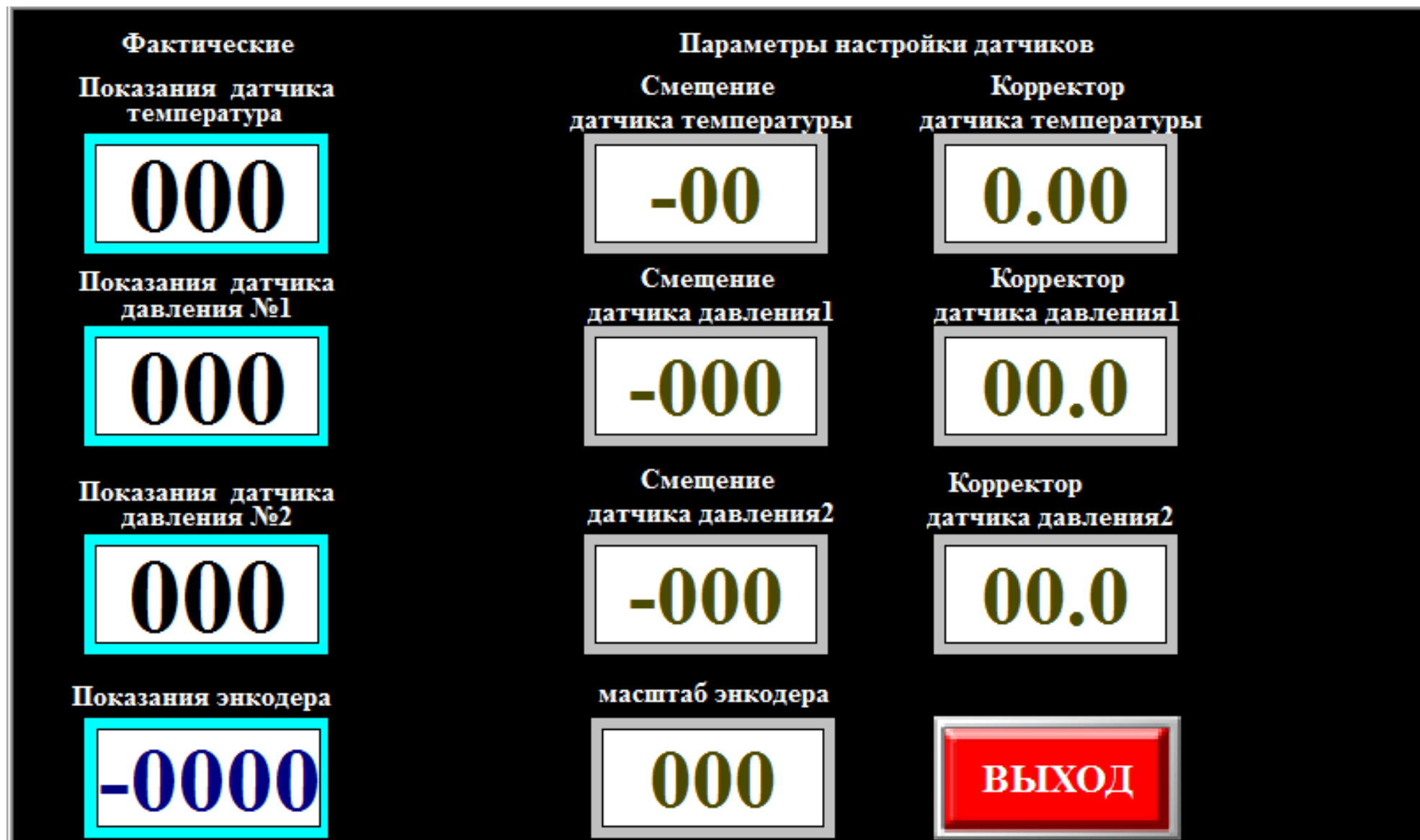


Рисунок 21 – Экран «НАСТРОЙКА ДАТЧИКОВ!»

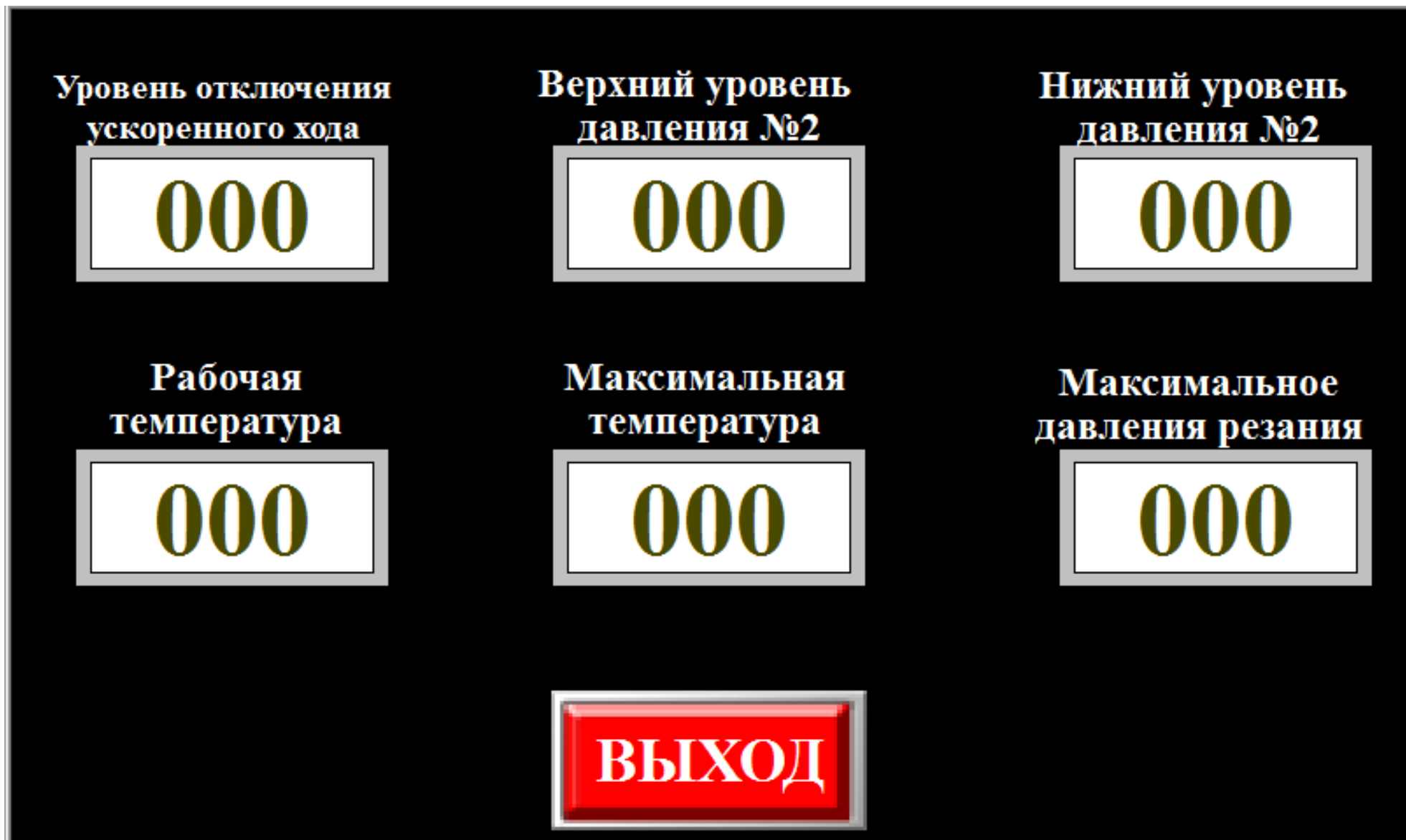


Рисунок 22 - Экран «ВВОД ДАННЫХ!»

ОТКЛЮЧЕН АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ QF2

ОТКЛЮЧЕН АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ QF3

ОТКЛЮЧЕН АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ QF4

ОТКЛЮЧЕН АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ QF6

ЗАЖАТА КНОПКА - ГРИБ "СТОП"

**ОТКЛЮЧЕНО НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ КАТУШЕК ПУСКАТЕЛЕЙ и КЛАПАНОВ!
НАЖМИТЕ КНОПКУ "СЕТЬ" на ПАНЕЛИ!**

**ПЕРЕКОС ФАЗ НАПРЯЖЕНИЯ ВВОДЕ или
НЕПРАВИЛЬНОЕ ЧЕРЕДОВАНИЕ ФАЗ СЕТИ!**

ПЕРЕГРЕВ МОТОРА 1

ПЕРЕГРЕВ МОТОРА 2

ВЫХОД



Панель оператора **СП310**

Рисунок 23 - Экран «ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СООБЩЕНИЯ»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе была модернизирована система автоматического управления установки по утилизации крупногабаритных шин. Так же были разработаны принципиальная и монтажная схемы системы управления. Кроме того, был спроектирован и изготовлен шкаф управления системы автоматизации.

Так же был создан алгоритм и программа управления на базе контроллерной системы, состоящей из контроллера ПЛК-100-32, модуля расширения цифровых входов MBV110-224.16, модуля расширения цифровых выходов МУ100-224.8К и модуля расширения аналоговых входов MBV110-224.8А. Программирование контроллера проводилось в программе CoDeSys 2.3.

Кроме того, был реализован HMI-интерфейс с использованием сенсорной панели СП310. Для создания экранов управления панели была использована программа «Конфигуратор СП300».

Техническая реализация, основанная на использовании отечественных компонентов, позволила уменьшить стоимость аппаратной части автоматизации практически в два раза, по сравнению с зарубежными аналогами

В настоящее время завершены опытно-промышленные испытания, установка отправлена заказчику

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проблема переработки шин в РФ [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.stanki-ru.ru/poleznaya-informatsiya/problemy-pererabotki-shin-v-rf.html>
2. Утилизация шин в разных отраслях промышленности [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=140>
3. Утилизация шин в Хакасии [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://ecology-of.ru/sdat-vtorichnoe-syre/rezina/sdat-pererabotannuyu-hiny-abakane/>
4. Установка для резки крупногабаритных шин «Челюсти» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://globalplant.ru/tire-recycling/>
5. Выбор электрооборудования при проектировании автоматизированных систем [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://fireman.ru/bd/gost/50571-1/50571-1-23.html>
6. Программируемый логический контроллер ОВЕН [Электронный ресурс]: S7-1200–Режим доступа: <http://www.owen.ru/catalog/93478290>
7. Модули ввода/вывода [Электронный ресурс]: Модули аналогового ввода МВ110 – Режим доступа: <http://www.owen.ru/catalog/38519076>
8. Модули ввода/вывода [Электронный ресурс]: Модули аналогового вывода МУ110 – Режим доступа: <http://www.owen.ru/catalog/38521076>
9. Прокопов, А. А. Применение программируемых контроллеров для управления технологическим оборудованием: учебное пособие / А. А. Прокопов, Н. И. Татаринцев, Л. А. Цирлин. – Санкт-Петербург: ГЭТУ, 2011. — 75 с.
10. Видениекс П.О. Проблемно-ориентированные микропроцессорные системы в производстве РЭА/ П.О. Видениекс.- М.: Радио и связь, 2005- 213с

11. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов/С.И. Баранов - Л.: Энергия, 2004- 164 с.
12. Фролов А.В., Фролов Г.В. «Аппаратное обеспечение IBM PC»./А.В. Фролов., Г.В.Фролов.- М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2004- 365 с.
13. Новик Г.Х. Сташин В.В. проектирование цифровых устройств управления объектами сети ЭВМ. Архитектура, принципы построения, реализация./Г.Х. Новик - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005- 154 с.
14. CoDeSys – повседневный инструмент программиста ПЛК [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://avtprom.ru/article/codesys---povsednevnyi-instrumen>
15. Язык программирования «IL» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.owen.ru/showthread.php?t=10197>
16. Язык программирования «ST» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://forkettle.ru/vidioteka/tekhnicheskie-nauki/asutp-i-kipia/129-oven/prostoe-i-ponyatnoe-programmirovanie-v-codesys/1229-14-yazyk-st>
17. Язык программирования «FBD» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/226594/>
18. Язык программирования «LD» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://plc24.ru/yazyk-relejnyx-diagramm-ld/>
19. Язык программирования «SFC» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://plc24.ru/yazyk-posledovatelnyx-funktionalnyx-sxem-sfc/>
20. Язык программирования «CFC» [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://technical_translator_dictionary.academic.ru/281330/язык_CFC
21. Руководство пользователя CoDeSys [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://ftp.owen.ru/CoDeSys3/11_Documentation/00_CODESYS/CoDeSys
22. Установка связи с Owen ПЛК CoDeSys [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://owensib.ru/catalog/programmnoeobespechenie/sreda>

programmirovaniya codesys/sreda programmirovaniya codesys v3 i drugoe programmnoe obespechenie dlya plk304-308 spk207 i modus - codesys v3.html

23. Новые подходы к контролю состояния и работы оборудования [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://controlengrussia.com/cheloveko-mashinny-j-interfejs-hmi/>

24. Конфигуратор СП 300 [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.owen.ru/product/sp3xx/configuration>

25. Технические характеристики сенсорной панели СП310 [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.owen.ru/product/sp3xx/specifications>

Бакалаврская 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.

« » _____
(дата)

(подпись)

Буханов И.В.
(ФИО)


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 инициалы, фамилия

«15» 06 2019г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

Разработка и изготовление системы контроллерного управления установкой
по утилизации покрышек
(наименование темы)

Руководитель		15.06.2019г.	доцент каф. ЭЭ,к.э.н	<u>Е.Я.Глушкин</u>
	подпись,	дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник		15.06.2019г.		<u>И.В. Буханов</u>
	подпись	дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер		15.06.2019г.		<u>И.А. Кычакова</u>
	подпись, дата			инициалы, фамилия