

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Методические указания

к практическим занятиям по дисциплинам:

«Технические средства автоматизации»,

«Технические средства автоматизации и управления»

для студентов направлений

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,

27.03.04 «Управление в технических системах»

Курган 2017

Кафедра автоматизации производственных процессов.

Дисциплины: «Технические средства автоматизации»,
«Технические средства автоматизации и управления».

Составил: канд. техн. наук, доцент Н.Б. Сбродов.

Утверждены на заседании кафедры 29 августа 2017 г.

Рекомендованы методическим советом университета 12 декабря 2016 г.

ВВЕДЕНИЕ

Целью практических занятий по дисциплинам «Технические средства автоматизации» и «Технические средства автоматизации и управления» является закрепление знаний, полученных студентами в ходе лекционных и лабораторных занятий, приобретение навыков в решении практических задач по проектированию систем автоматизации и управления, выбору технических средств автоматизации и их программированию.

1 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 – МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

1.1 Архитектура и функциональные возможности микропроцессорных регуляторов

На рынке средств автоматизации предлагается большое число специализированных микропроцессорных регуляторов, отличающихся типом регулируемой величины, количеством управляемых каналов, другими функциональными возможностями, стоимостью и т.д. Примерами данных средств управления являются: измерители-регуляторы серии ТРМ компании ОВЕН [1], измерители-регуляторы серии ИРТ производства НПФ «Элемер», регуляторы серии МЕТАКОН производства НПФ «КонтрАвт» и многие другие [2 - 7].

Большинство специализированных регуляторов имеют каналы интерфейсной связи с другими микропроцессорными устройствами управления и (или) персональным компьютером. Это позволяет создавать локальные управляющие сети (промышленные сети) и, реализуя принципы распределенного управления, автоматизировать достаточно сложные технологические объекты.

Рассмотрим функциональные возможности универсального двухканального программного регулятора модели ТРМ151-01 компании ОВЕН, структурная схема которого приведена на рисунке 1 [1].

Данная модификация прибора обеспечивает одноканальное или двухканальное пошаговое ПИД-регулирование или двухпозиционное регулирование. Каждый канал может быть подключен к отдельному датчику (измерительному преобразователю) технологического параметра, например, температуры.

Регулятор ТРМ151-01 выполняет следующие основные функции:

- измерение физических параметров объекта, контролируемых входными первичными преобразователями;
- цифровая фильтрация измеренных параметров от промышленных импульсных помех;
- коррекция измеренных параметров для устранения погрешностей первичных преобразователей;
- вычисление значений параметров объекта по заданной формуле;
- отображение результатов измерений или вычислений на встроенном

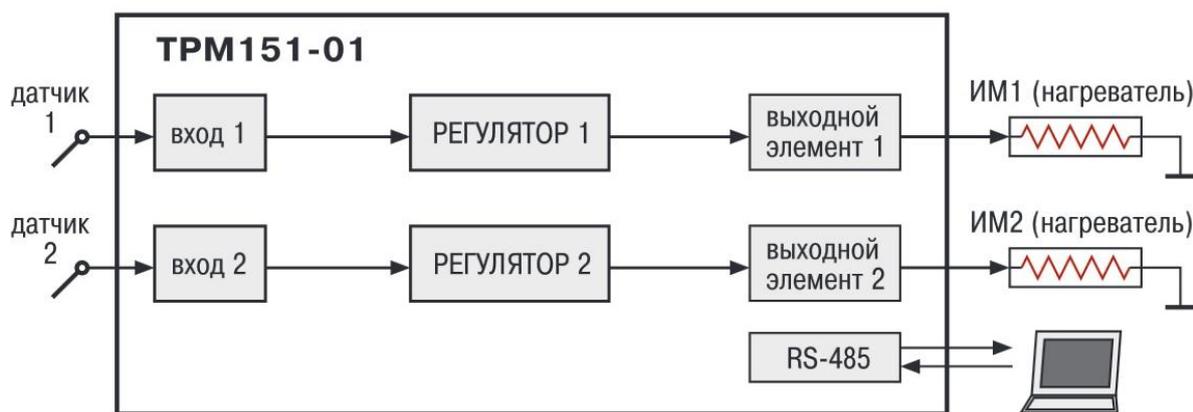


Рисунок 1 – Структурная схема универсального двухканального программного регулятора модели TPM151-01

светодиодном четырехразрядном цифровом индикаторе;

- регулирование физической величины по ПИД-закону или двухпозиционному закону;
- изменение уставки по заданной технологической программе;
- формирование аварийного сигнала при обнаружении неисправности первичных преобразователей с отображением его причины на цифровом индикаторе;
- формирование аварийного сигнала при выходе регулируемой величины за допустимые пределы;
- формирование аварийного сигнала при обнаружении неисправности исполнительного механизма;
- отображение заданных параметров регулирования на встроенном светодиодном цифровом индикаторе;
- передачу по интерфейсу RS-485 текущих значений любых измеренных или вычисленных величин, а также выходного сигнала регулятора и параметров состояния объекта.
- формирование команды ручного управления исполнительными механизмами и устройствами с клавиатуры регулятора;
- изменение значений программируемых (конфигурационных) параметров регулятора с помощью встроенной клавиатуры управления;
- изменение значений параметров с помощью компьютерной программы-конфигуратора при связи с компьютером по RS-485;
- сохранение заданных программируемых параметров в энергонезависимой памяти при отключении напряжения питания регулятора.

1.2 Примеры разработки систем автоматического регулирования непрерывных технологических параметров на базе микропроцессорных регуляторов

Пример 1. На базе универсального двухканального программного регу-

лятора модели ТРМ151-01 необходимо разработать структурную схему САР температуры в составе системы управления прессом, на котором выполняется процесс изготовления прессованных резинотехнических изделий.

Структурная схема системы автоматического регулирования (САР) температуры при прессовании изделий приведена на рисунке 2.

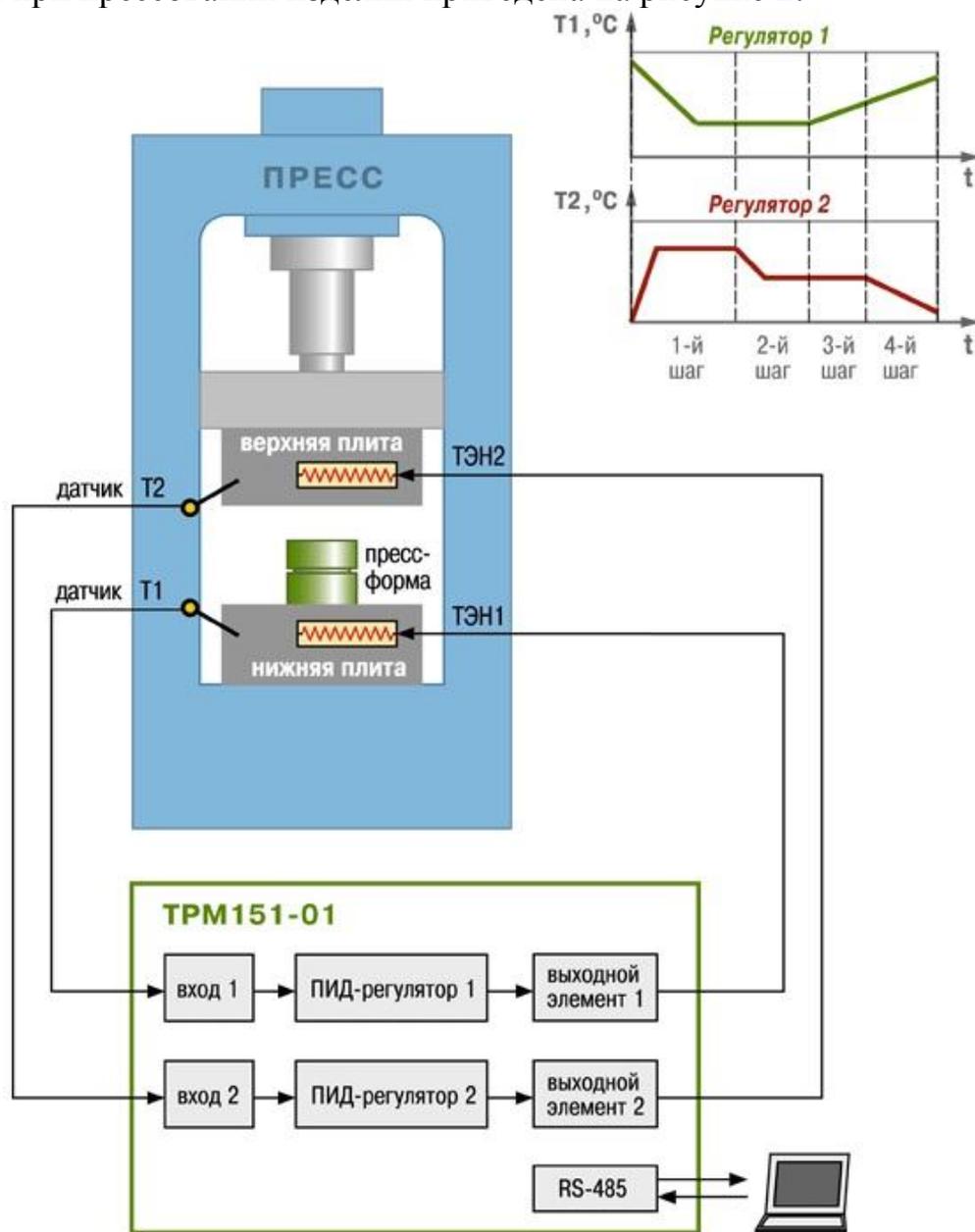


Рисунок 2 – Структурная схема САР температуры при прессовании изделий

Регулятор ТРМ151-01 поддерживает температуру верхней и нижней плит пресса с помощью двух нагревателей (ТЭН 1 и ТЭН 2). Согласно технологическому процессу при изготовлении прессованных изделий необходимо также обеспечить соблюдение определенных температурных режимов, которые задаются технологом в виде графиков (рисунок 2). Это обеспечивается регулятором ТРМ151-01, благодаря программно реализованной функции пошагового управления технологическим процессом, которое применительно к регулированию

температуры может включать следующие этапы:

- поддержание заданного значения (уставки) температуры;
- нагрев до заданного значения температуры или в течение заданного времени;
- охлаждение до заданного значения температуры или в течение заданного времени.

Пример 2. Необходимо выбрать микропроцессорный регулятор и разработать электрическую принципиальную схему САУ уровня воды в резервуаре.

В качестве автоматического регулятора в САУ уровня может быть использован микропроцессорный регулятор уровня модели ОВЕН САУ-М2 [1]. Функциональные возможности выбранного регулятора соответствуют задаче управления.

На электрической принципиальной схеме (рисунок 3) показано подключения к регулятору А1 кондуктометрических датчиков уровня ВЛ1, ВЛ2 и обмотки магнитного пускателя КМ электропривода насоса.

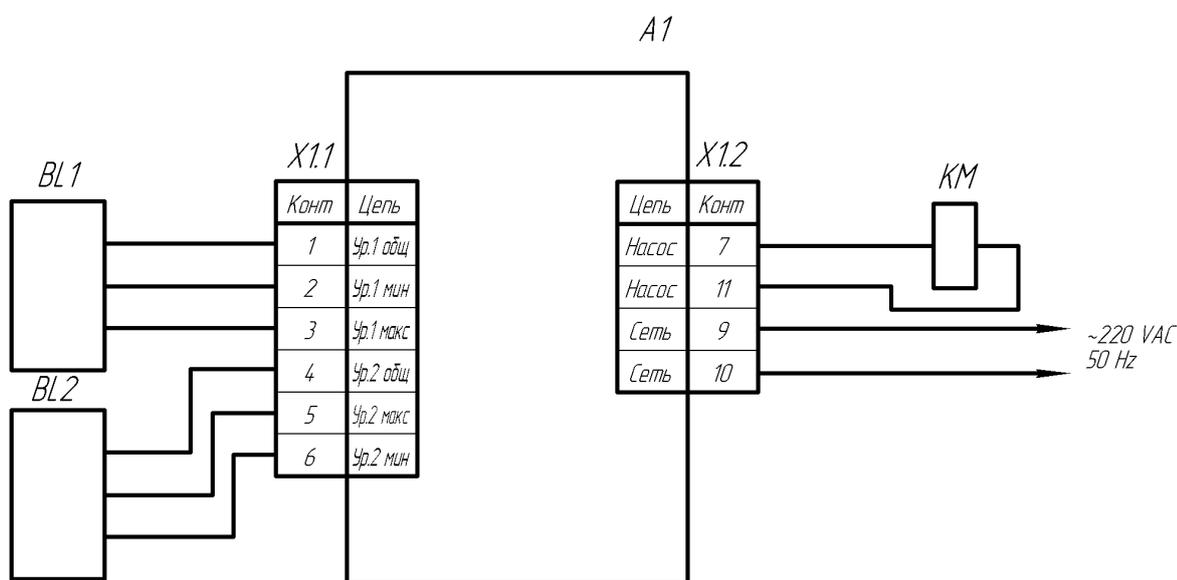


Рисунок 3 – Электрическая принципиальная схема САУ уровня на базе микропроцессорного регулятора модели ОВЕН САУ-М2

1.3 Задания для практического занятия №1

Задание 1. Технологический объект управления – электрическая печь. Нагревательный элемент печи подключается к питающей сети с напряжением 220В через силовой контакт электромагнитного контактора. Температура в электрической печи контролируется в двух зонах соответствующими термопреобразователями сопротивления типа ТСП.

Задачи управления: 1) поддержание температуры в электрической печи на уровне 250 ± 5 °С; 2) цифровая индикация значения температуры в каждой из двух зон; 3) возможность подключения микропроцессорного регулятора к локальной промышленной сети.

Необходимо выбрать микропроцессорный регулятор и разработать элек-

трическую принципиальную схему САР температуры.

Задание 2. Технологический объект управления – автоклав для вулканизации резинотехнических изделий. Рабочее давление – 0,7 МПа.

Задачи управления: 1) поддержание давления в автоклаве на уровне $0,7 \pm 0,05$ МПа; 2) программное изменение величины давления в соответствии с заданными технологическими графиками; 3) цифровая индикация значения давления.

Необходимо выбрать микропроцессорный регулятор и разработать электрическую принципиальную схему САР давления.

2 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 – ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛК

2.1 Общая методика проектирования систем автоматизации и управления на основе ПЛК

Проектирование систем управления технологическими объектами на основе программируемых контроллеров является многокритериальной и многовариантной задачей. Наиболее ответственным этапом в ее решении, влияющим на характеристики всей системы, является выбор ПЛК [1, 5, 8 – 11].

Сложность выбора ПЛК для системы управления технологическим объектом обусловлена большим числом разнородных факторов, зависящих, прежде всего от того, является ли система вновь проектируемой или решаются задачи модернизации существующей системы. В последнем случае имеют значение факторы преимущества программно-аппаратных средств, квалификация обслуживающего персонала и службы ремонта, наличие сопроводительной документации и ее освоение, запас комплектующих, выявленные показатели надежности (наработка на отказ, срок службы, ремонтпригодность и др.) [12].

При выборе ПЛК основной задачей является наиболее полное удовлетворение технических требований, указанных в техническом задании на разработку системы управления (требования к информационным, управляющим и вспомогательным функциям, а также требования к техническому, программному, метрологическому и организационному обеспечению, требования к диагностике и техническому обслуживанию системы и др.) [12].

При выборе программируемого контроллера с учетом специфики производства и решаемых задач используются следующие основные критерии [12]:

- технические характеристики контроллера, соответствующие требованиям проекта или условиям существующего производства (наличие в контроллере необходимого числа и типа модулей ввода/вывода, специальных и коммуникационных модулей, количество встроенных и наращиваемых входов/выходов, наличие гальванической развязки по входам и выходам, тип и быстродействие процессора, объем памяти, время выполнения логической команды, степень защиты контроллера и др.);

- выбор класса (конструктивного исполнения) контроллера (моноблочный, модульный, распределенный, РС-контроллер);
- соответствие контроллера международным стандартам (открытость архитектуры ПЛК);
- наличие необходимых интерфейсов для обеспечения связи уровней иерархии системы;
- возможность визуализации данных (связь со SCADA-системами);
- наличие стандартных систем программирования и алгоритмов настройки параметров контроллера;
- показатели надежности ПЛК (время наработки на отказ, возможности резервирования, «горячей замены», ремонтпригодность и др.);
- экономические показатели.

2.2 Пример разработки системы автоматизации и управления на основе программируемого контроллера

Технологический объект управления – сушильная камера, оснащенная трубчатым электронагревателем (ТЭН). В камере смонтированы три аналоговых датчика: два датчика температуры, в качестве которых используются платиновых термометра сопротивления, и один датчик влажности. Для обеспечения равномерного нагрева воздуха по объему сушильной камере используется вентилятор с электроприводом, автоматически включаемым при превышении разностью значений температуры от термосопротивлений порогового уровня. Пульт управления сушильной камерой содержит кнопки управления «Пуск», «Стоп».

В системе управления сушильной камерой необходимы 3 канала ввода измерительной информации (аналоговые входы) для подключения датчиков температуры и влажности, 2 дискретных входа для подключения кнопок управления, 1 аналоговых выходов для управления ТЭН и 1 дискретный выход для управления электроприводом вентилятора.

В качестве устройства управления может быть использован ПЛК, например, модели CP1L-M30DR-D компании Omron, имеющий 18 дискретных входов, 12 дискретных выходов, не имеющих аналоговых входов и аналоговых выходов, но допускающий подключение до трех модулей расширения [5].

Для ввода сигналов с термосопротивлений выбран дополнительный модуль температурных входов модели CP1W-TS101 компании Omron, имеющий 2 входы для подключения платиновых термометра сопротивления. Для ввода сигнала с датчика влажности и управления нагревателем выбран дополнительный модуль аналоговых входов/выходов модели CP1W-MAD11, имеющий 2 аналоговых входов и один аналоговый выход [5].

Электрическая схема подключения к ПЛК А1, модулю аналоговых входов/выходов А2, модулю температурных входов А3 датчика влажности В1, кнопок управления SB1, SB2, термометров сопротивления ВК1, ВК2, обмотки магнитного пускателя КМ электропривода вентилятора, нагревателя ЕК приведена на рисунке 4.

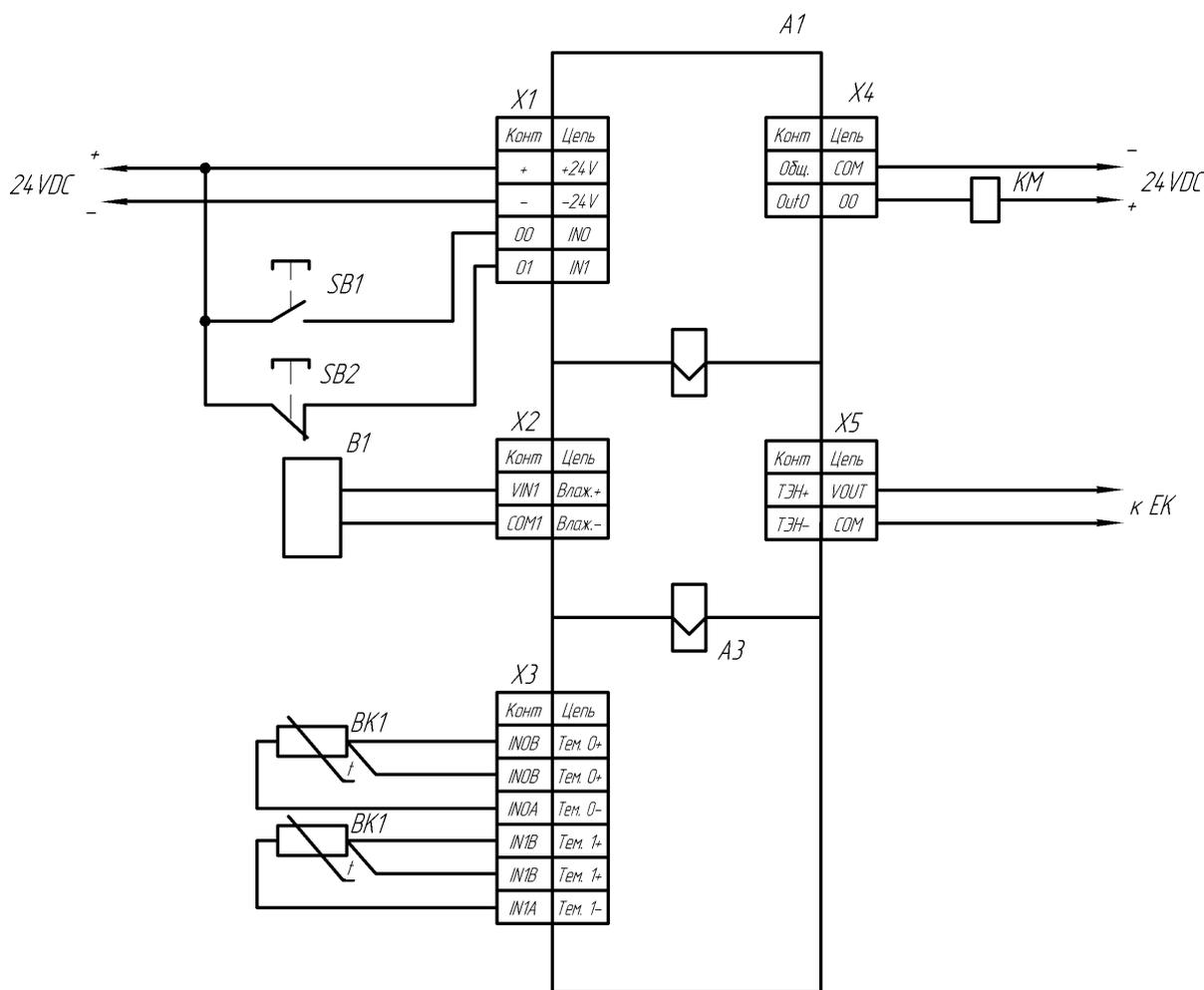


Рисунок 4 – Электрическая схема подключения

2.3 Задания для практического занятия №2

Задание 1. Технологический объект управления – автоматизированный комплекс сортировки заготовок. По конвейеру перемещаются заготовки трех типоразмеров. Высота заготовки контролируется аналоговым датчиком. В зависимости от высоты заготовки один из трех толкателей с пневмоприводом, установленный на конвейере, перемещает заготовку в соответствующую тару. Также комплекс содержит 8 бесконтактных индуктивных датчиков, контролирующих положение исполнительных механизмов, и нереверсивный электропривод конвейера на основе асинхронного электродвигателя. Переключение каждого из толкателей обеспечивает двухпозиционный пневмораспределитель с электромагнитным управлением. Пульт управления комплексом содержит кнопки управления «Пуск», «Стоп».

Необходимо выбрать программируемый контроллер и разработать электрическую схему подключения к ПЛК датчиков и исполнительных устройств.

Задание 2. Технологический объект управления – привод подачи автоматизированного плоскошлифовального станка (рисунок 5). Обрабатываемая за-

готовка 1 закреплена на поверхности рабочего стола 2. Стол совершает возвратно-поступательные перемещения влево (Вл) и вправо (Вп), обеспечивая ввод в зону обработки шлифовальным кругом 3 поверхности заготовки. Привод стола – гидравлический на основе гидроцилиндра 4. Переключение подачи масла в полости гидроцилиндра выполняет двухпозиционный гидрораспределитель 5 под действием электромагнитов YA1 и YA2. Крайние положения стола контролируются двумя контактными конечными выключателями SQ1 и SQ2. Станок оснащен ограждающим устройством (экраном) 6, закрытое состояние которого контролирует конечный выключатель SQ3.

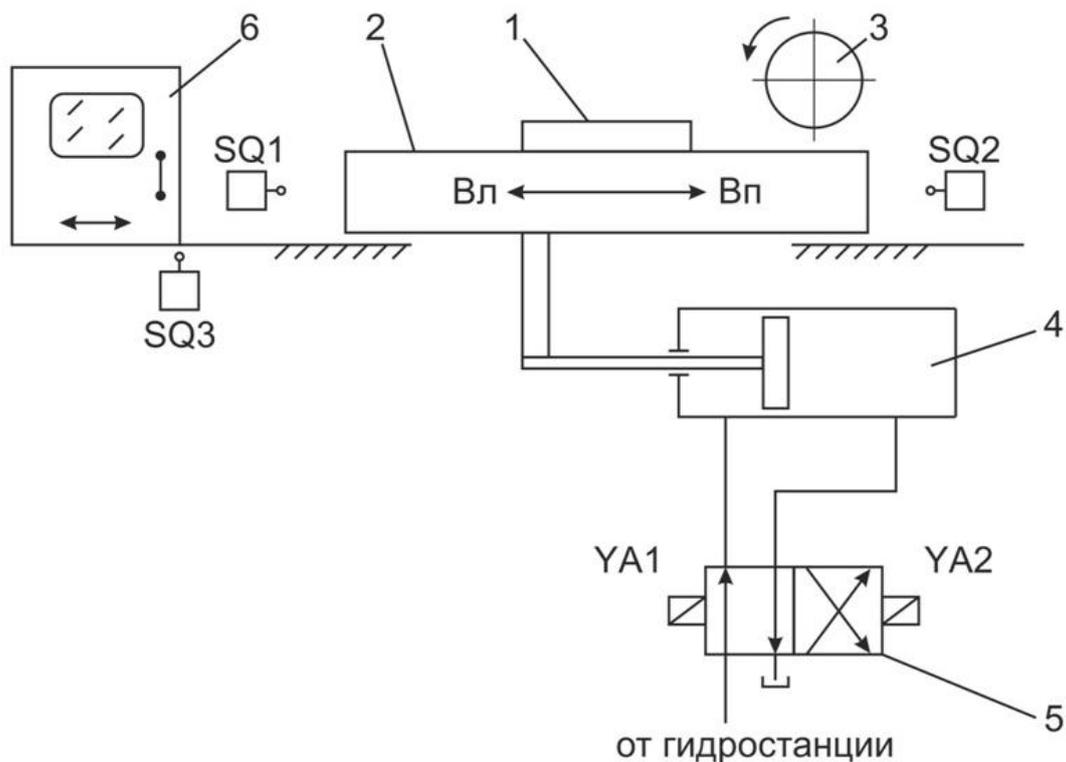


Рисунок 5 – Конструктивная схема привода подачи

Входные дискретные сигналы в ПЛК:

- 1 Кнопка «Пуск» - I0
- 2 Кнопка «Стоп» - I1
- 3 Конечный выключатель SQ1 «Стол слева» - I2
- 4 Конечный выключатель SQ2 «Стол справа» - I3
- 5 Конечный выключатель SQ3 «Ограждение закрыто» - I4.

Выходные дискретные сигналы из ПЛК:

- 1 Включение э/магнита YA2 «Ход влево» - Q0
- 2 Включение э/магнита YA1 «Ход вправо» - Q1.

Необходимо выбрать программируемый контроллер и разработать электрическую схему подключения к ПЛК датчиков и исполнительных устройств.

3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 – РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПЛК НА ЯЗЫКАХ СТАНДАРТА МЭК 61131

3.1 Общие сведения о программировании контроллеров

Разработка прикладных программ для ПЛК является одним из основных и трудоемких этапов в проектировании систем автоматизации технологических объектов. И зачастую ответственность за качество работы автоматизированных систем управления возлагается в значительной мере на прикладное программное обеспечение ПЛК [13, 15].

Стандартом 61131, разработанным Международной электротехнической комиссией (МЭК), определены пять языков программирования ПЛК:

1. Язык LD (Ladder Diagrams) – язык «лестничных диаграмм», или иначе язык релейно-контактных схем (РКС), или «контактный план» (КОР)
- 2 Язык FBD (Functional Block Diagrams) – язык функциональных блоков
- 3 Язык ST (Structured Text) – язык «структурированного текста»
- 4 Язык IL (Instruction List) – язык набора инструкций
- 5 Язык SFC (Sequential Function Chart) – язык последовательных схем.

Язык LD – графический язык, основанный на принципах релейно-контактных схем с возможностью использования различных функциональных блоков.

Язык FBD – графический язык аналогичный функциональным схемам электронных устройств на логических элементах. Эффективен при реализации алгоритмов управления непрерывными процессами.

Язык ST – текстовый высокоуровневый язык, по синтаксису схожий с языком Паскаль.

Язык IL- тестовый язык низкого уровня, по синтаксису схожий с Ассемблером.

Язык SFC- язык диаграммного типа, аналогичных блок-схемам алгоритмов.

Все языки программирования ПЛК взаимосвязаны – для них стандарт определяет единые модели программного обеспечения, связанных функциональных блоков и модель собственно программирования. Стандартизованы общие элементы этих языков и, прежде всего, используемые символы, типы данных и переменные.

Важной особенностью программирования современных контроллеров является использование инструментальных систем программирования – специализированного программного обеспечения, освобождающего прикладного программиста от рутинной работы и в разы сокращающее трудоемкость и продолжительность проектных работ.

Примерами таких инструментальных систем программирования контроллеров являются: CoDeSys фирмы 3S Smart Software Solutions [1], Step 7 и LOGO!Soft Comfort фирмы Siemens [8], Multiprog wt фирмы Klopfer und Wiege Software GmbH, Zen Software и CX-Programmer фирмы Omron [5], а также - Ul-

3.2 Пример разработки прикладной программы для ПЛК

Задание. Используя среду программирования CoDeSys, разработать программу управления на языке LD, реализующую заданный алгоритм управления состоянием световым индикатором.

При проектировании программы необходимо использовать следующие адреса переменных:

Pusk – входной дискретный сигнал «Пуск»;

Stop – входной дискретный сигнал «Стоп»;

Out – выходной дискретный (включение светового индикатора).

Алгоритм управления следующий: при кратковременном появлении входного сигнала Pusk необходимо включить мигание светового индикатора Out с частотой 1Гц. При кратковременном появлении входного сигнала Stop необходимо выключить мигание светового индикатора Out.

Решение. Скриншот первого варианта программы приведен на рисунке 6.

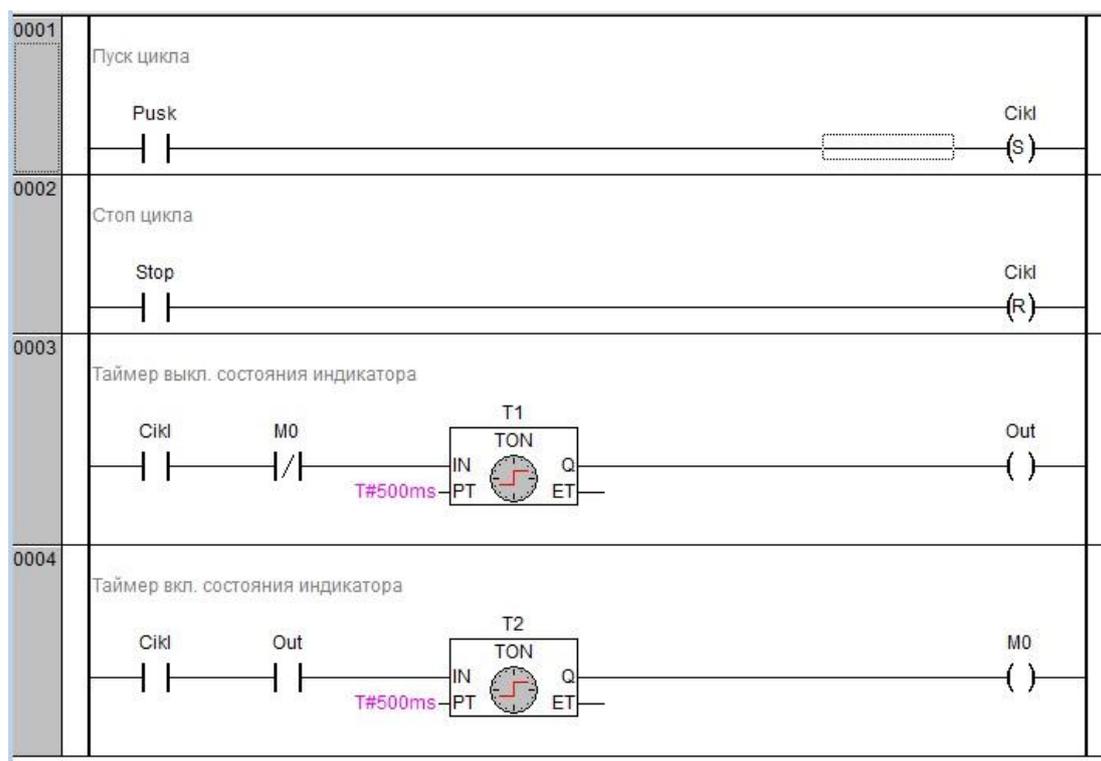


Рисунок 6 – Программа управления (вариант 1)

Если входной сигнал Пуск (переменная Pusk) равен логической 1, то внутренняя переменная Cikl устанавливается и остается в состоянии 1. Вторая внутренняя переменная M0 в начальный момент находится в состоянии 0. В результате этого на входе IN таймера с задержкой включения (TON-таймер) T1 уровень логической 1, и таймер T1 начинает отсчет выдержки времени 500мс. По истечении указанного времени логическая 1 на выходе таймера T1 устанавли-

ливают выходной сигнал Out в состояние 1, включая тем самым световой индикатор. Одновременно переменные Out=1 и Cikli=1 обеспечивают запуск таймера с задержкой включения T2 с временем уставки 500 мс.

По истечении времени работы таймера T2 логическая 1 на его выходе устанавливает переменную M0 в состояние 1, сбрасывая тем самым выход таймера T1 и выключая индикатор Out. Переход значения переменной Out в состояние 0 вызывает сброс выхода таймера T2 и перевод переменной M0 в состояние 0. После чего аналогично первому циклу начинается второй цикл работы светового индикатора.

Скриншот второго варианта программы приведен на рисунке 7.

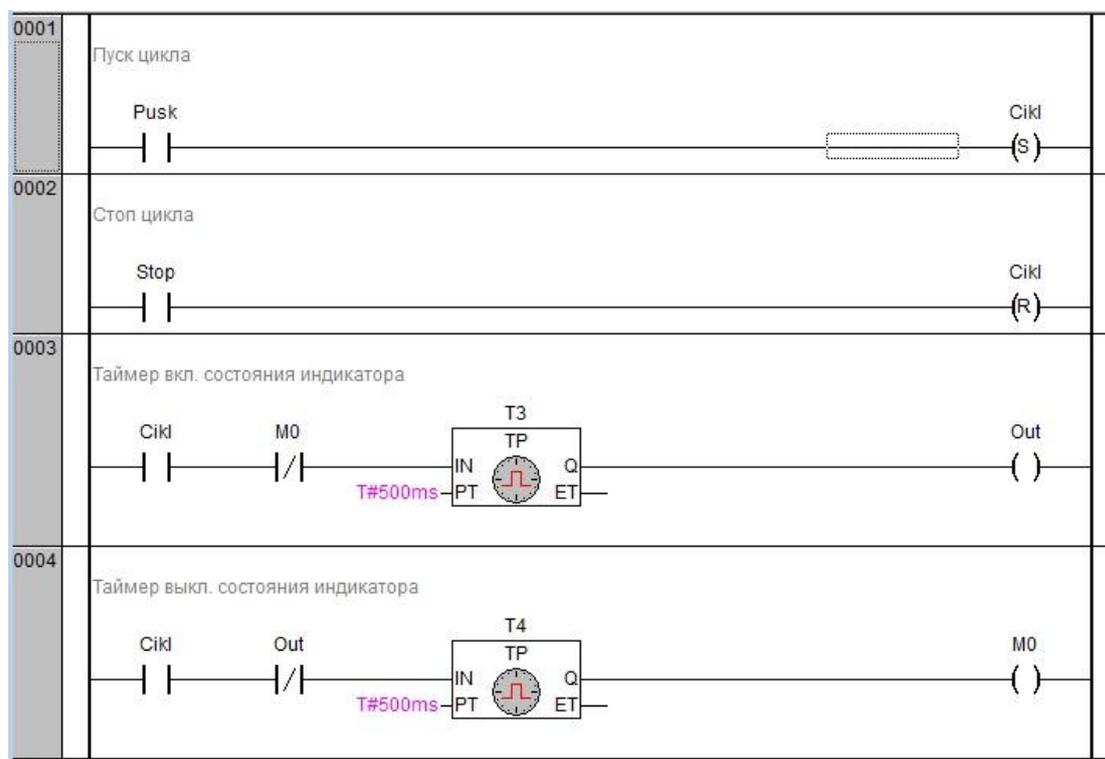


Рисунок 7 – Программа управления (вариант 2)

В данном варианте программы управления используются два таймера одиночного импульса TP. Таймер T3 аналогично первому варианту программы активируется переменной Cikli=1 и внутренней переменной M0=0. В течение времени, заданного на входе PT (500мс), на выходе Q - уровень логической 1, который держит включенным световой индикатор (выходная переменная Out=1). По истечении времени в 500мс на выходе таймера T3 устанавливается уровень логического 0, выключая тем самым световой индикатор.

Значения переменных Cikli=0 и Out=0 запускают второй таймер T4, который в течение 500мс обеспечивает значение переменной M0=1. Это блокирует цепь на входе IN таймера T3. По окончании импульса, формируемого таймером T4, переменная M0 переходит в состояние 0, повторно запуская таймер T3. Цикл повторяется.

3.3 Задания для практического занятия №3

Задание 1. Используя среду программирования CoDeSys, разработать программу управления на языке LD, реализующую заданный алгоритм управления состоянием выходных дискретных сигналов, представленный в виде временной диаграммы (рисунок 8), при изменении входного сигнала BQ1.

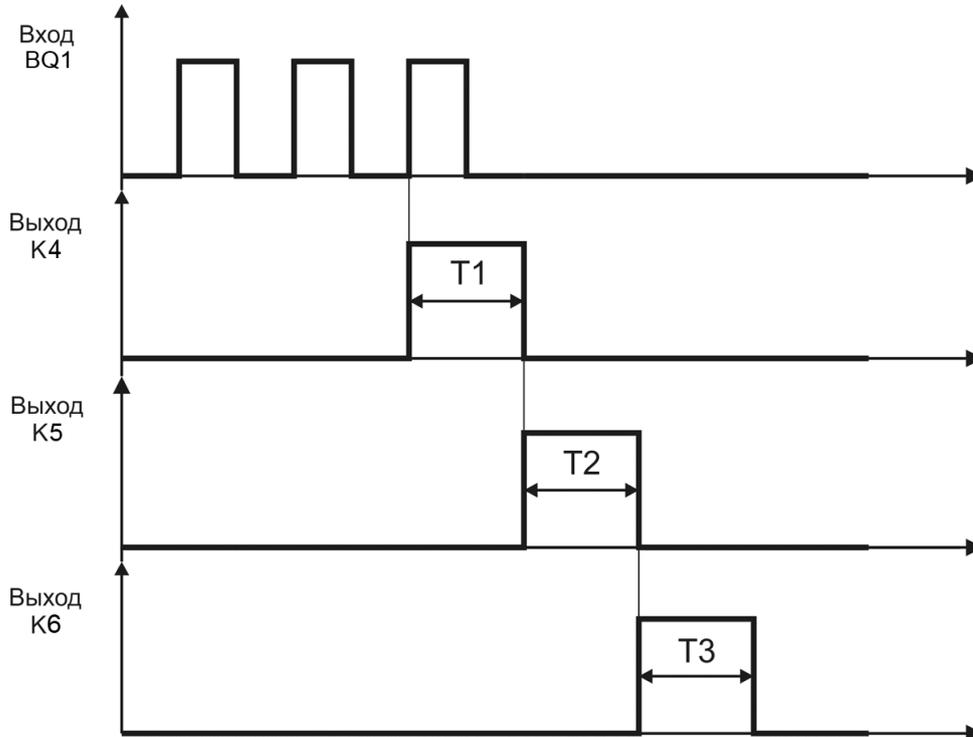


Рисунок 8 – Временные диаграммы для задания 1

Исходные данные для задания 1 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для задания 1

№ варианта	T1, с	T2, с	T3, с	№ варианта	T1, с	T2, с	T3, с
1	10	10	10	7	10	6	2
2	5	5	5	8	3	3	3
3	14	12	10	9	5	10	15
4	3	6	9	10	8	10	5

Задание 2. Используя среду программирования CoDeSys, разработать программу управления на языке LD, реализующую заданный алгоритм управления состоянием двумя световыми индикаторами.

При проектировании программы необходимо использовать следующие адреса переменных:

I1 – кнопка «Пуск» (нормально разомкнутый контакт);

I2 – кнопка «Стоп» (нормально замкнутый контакт);

I3 – Переключатель «Автоматический или ручной режим работы» (I3=0 –

автоматический режим, I3=1 – ручной режим);

Q1 – световой индикатор 1;

Q2 – световой индикатор 2.

Алгоритм управления следующий: если переключатель «Автоматический или ручной режим работы» находится в положении «Автоматический», то при кратковременном нажатии кнопки «Пуск» необходимо включить мигание светового индикатора 1 с заданной частотой (таблица 2).

Если переключатель «Автоматический или ручной режим работы» находится в положении «Ручной», то при кратковременном нажатии кнопки «Пуск» необходимо включить мигание светового индикатора 2 с заданной частотой (таблица 2).

При кратковременном нажатии кнопки «Стоп» мигание включенного индикатора прекращается, он переходит в выключенное состояние. После повторного нажатия кнопки «Пуск» мигание соответствующего индикатора возобновляется.

Варианты задания приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты задания 2

№ варианта	Частота мигания индикатора 1, Гц	Частота мигания индикатора 2, Гц	№ варианта	Частота мигания индикатора 1, Гц	Частота мигания индикатора 2, Гц
1	1	0,5	5	2	2
2	1	1	6	2	0,5
3	0,5	0,5	7	0,5	2
4	2	1	8	3	3

4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 – ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТИ MODBUS

4.1 Общие сведения о промышленной сети Modbus

Целью данного занятия является практическое освоение методики настройки промышленной сети Modbus для организации обмена информацией между различными устройствами системы управления.

Промышленная сеть - это среда передачи данных, включающая набор стандартных протоколов обмена данными, связывающих воедино оборудование различных производителей, а также обеспечивающих взаимодействие различных уровней систем управления [12, 14].

Промышленные сети отличаются от офисных компьютерных сетей следующими свойствами:

- специальным конструктивным исполнением, обеспечивающим защиту от пыли, влаги, вибрации, ударов;
- широким температурным диапазоном (обычно от -40 до +70 °С);
- повышенной прочностью кабеля, изоляции, разъемов, элементов креп-

ления;

- повышенной устойчивостью к воздействию электромагнитных помех;
- возможностью резервирования для повышения надежности;
- повышенной надежностью передачи данных;
- возможностью самовосстановления после сбоя;
- детерминированностью (определенностью) времени доставки сообщений;

ний;

- возможностью работы в реальном времени (с малой, постоянной и известной величиной задержки);
- работой с длинными линиями связи (от сотен метров до нескольких километров).

Промышленная сеть Modbus и протокол Modbus являются самыми распространенными в мире [12, 14]. Протокол сети разработан фирмой Modicon (в настоящее время входит в группу Schneider Electric, Франция) в 1979 году для сбора данных контроллерами Modicon. Несмотря на свой возраст Modbus не только не устарел, но, наоборот, существенно возросло количество новых разработок и объем организационной поддержки этого протокола. Миллионы Modbus-устройств по всему миру продолжают успешно работать.

Преимуществами Modbus являются отсутствие необходимости в специальных интерфейсных контроллерах (сети Profibus и CAN требуют для своей реализации заказные микросхемы), простота программной реализации и элегантность принципов функционирования. Все это снижает затраты на освоение стандарта как системными интеграторами, так и разработчиками контроллерного оборудования. Высокая степень открытости протокола обеспечивается также полностью бесплатными текстами стандартов [12, 14].

В России промышленная сеть Modbus по распространенности конкурирует только с Profibus. Популярность протокола в настоящее время объясняется, прежде всего, совместимостью с большим количеством оборудования, которое имеет протокол Modbus. Кроме того, Modbus имеет высокую достоверность передачи данных, связанную с применением надежного метода контроля ошибок. Modbus позволяет унифицировать команды обмена благодаря стандартизации номеров (адресов) регистров и функций их чтения-записи.

Специальный физический интерфейс для Modbus не определен. Эта возможность предоставлена самому пользователю: RS-232C, RS-422, RS-485 или же токовая петля 4-20мА. Однако, чаще других используется интерфейс RS-485 [12, 14].

Протокол Modbus работает по принципу MASTER-SLAVE или «ведущий-ведомый». Конфигурация на основе этого протокола предполагает наличие одного MASTER-узла и до 247 SLAVE-узлов.

MASTER-узел инициирует циклы обмена данными. Существует два типа запросов:

- 1) запрос/ответ (адресуется только один из SLAVE-узлов);
- 2) широковещательная передача (broadcast message) - MASTER через выставление адреса 0 обращается ко всем SLAVE-узлам сети одновременно без квитирования.

Максимальная длина соединения – 1200 м. Скорость обмена по сети Modbus – до 57,6 кбит/с

4.2 Пример выполнения настройки промышленной сети Modbus

На данном примере рассматривается методика организации связи между контроллером ОВЕН ПЛК160М и модулями дискретного ввода/вывода по сети Modbus. Для этого используется среда программирования CoDeSys.

В начале в CoDeSys создается новый проект, выбирается используемая модель контроллера, язык программирования (CFC) и выполняется сохранение проекта [13]. После этого в созданный проект необходимо импортировать шаблон конфигурации. Для этого в меню «Проект» выбирается пункт «Импорт», а затем выбирается шаблон для ПЛК 160М (рисунок 9) и нажимаем кнопку «Открыть».

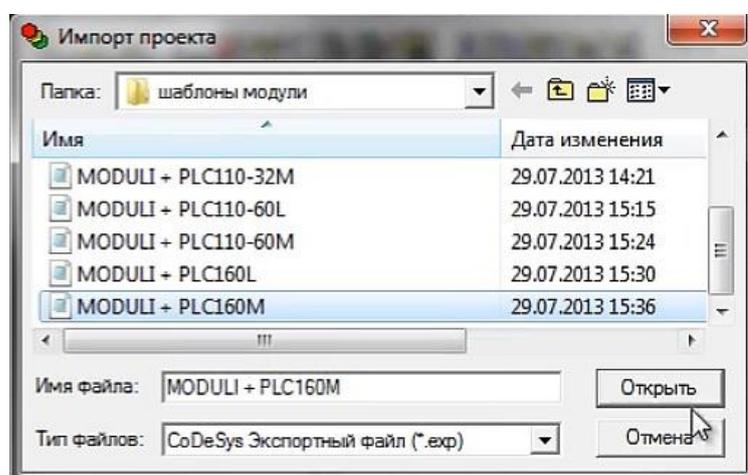


Рисунок 9 – Импорт шаблона конфигурации в проект

Во вкладке «Ресурсы» проекта открываем вкладку «Конфигурация ПЛК». Разворачиваем конфигурацию ПЛК и переходим к блоку «Modbus (Master)», в котором необходимо выполнить настройку интерфейса RS-485 и модулей ввода/вывода, с которыми контроллер будет взаимодействовать по сети.

Выделив строку «RS-485» переходим во вкладку «Параметры модуля», где затем необходимы параметры (рисунок 10).

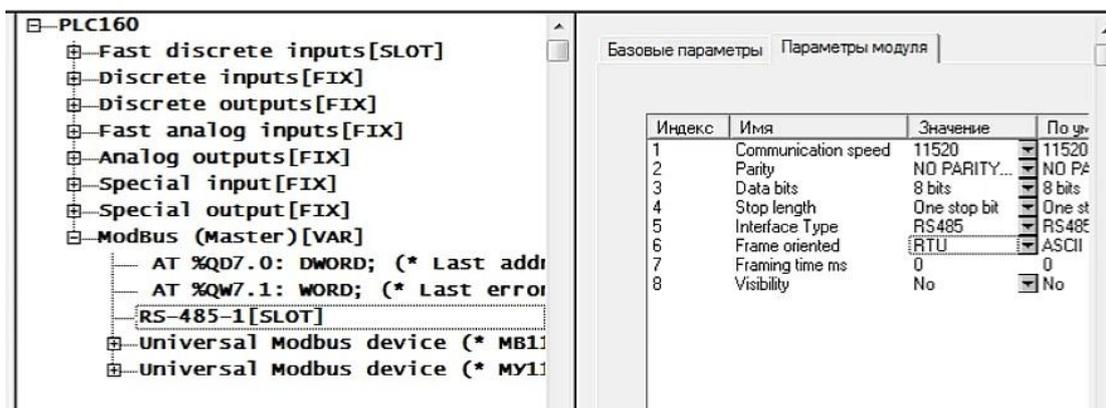


Рисунок 10 – Задание параметров интерфейса RS-485

В строках «Universal Modbus device» необходимо указать обозначение моделей модулей ввода/вывода. В данном примере это будут модуль дискретного ввода MB110-16Д, имеющий 16 дискретных входов и модуль МУ110-8Р, имеющий 8 дискретных выходов (рисунок 11)

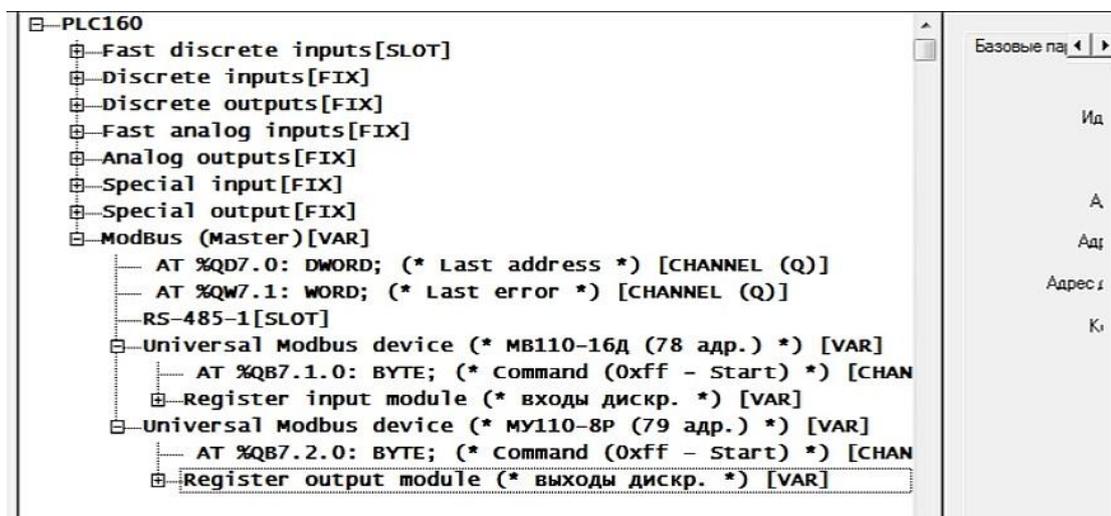


Рисунок 11 – Задание моделей модулей ввода/вывода

Во вкладке «Параметры модуля» задаются адрес модуля и параметры настройки.

При разработке прикладной программы, в которой используются входные и выходные сигналы модулей ввода/вывода, подключенных по сети к контроллеру, необходимо учитывать важную особенность передачи информации - дискретные сигналы передаются не по одному, а одной группой в виде переменной типа WORD. С учетом этого для группы входов задаем переменную mv_in, для группы выходов mu_out (рисунок 12).

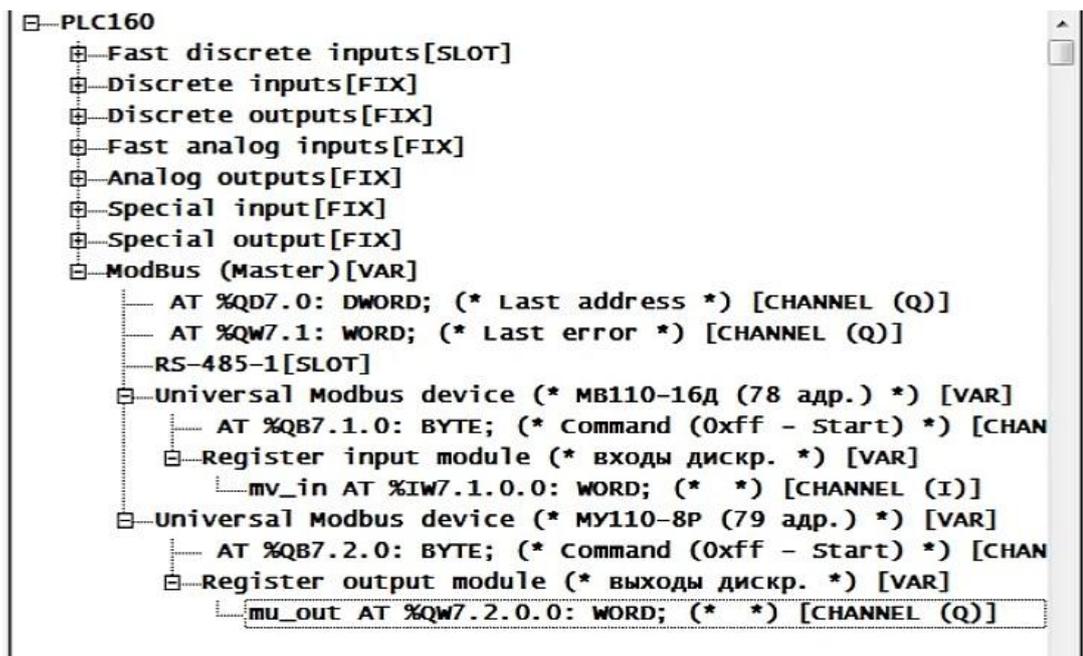


Рисунок 12 – Присвоение имен переменным для групп входов и выходов

В данном примере прикладная программа обеспечивает передачу входных дискретных сигналов, поступивших в ПЛК от модуля МВ110-16Д на модуль вывода дискретных сигналов МУ110-8Р. Фрагмент программы на языке CFC на рисунке 13.

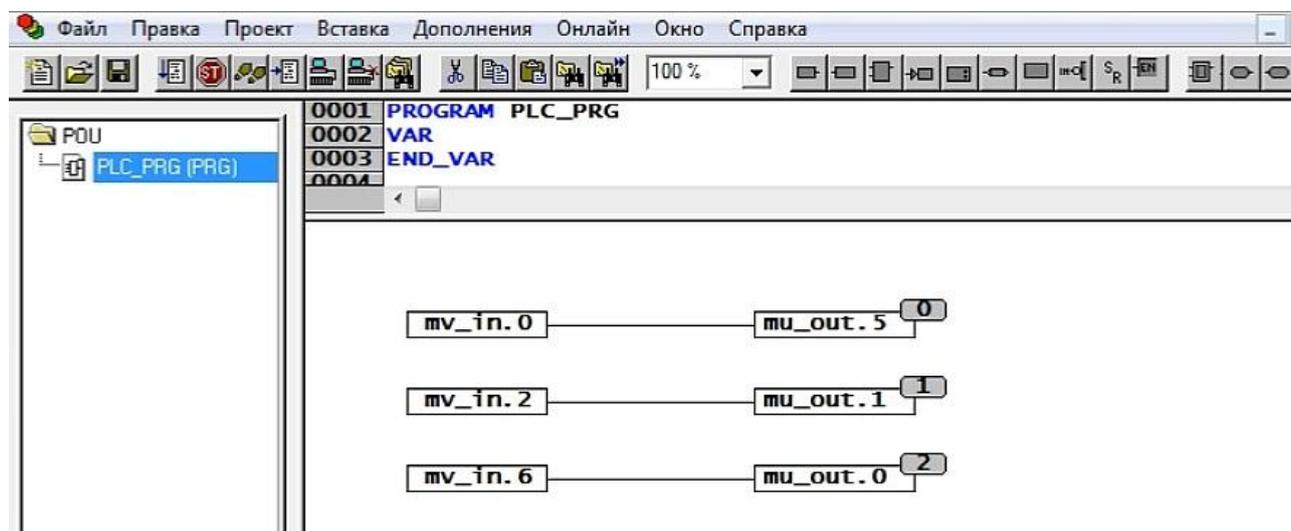


Рисунок 13 – Фрагмент программы на языке CFC

Номер конкретного сигнала задается после имени переменной через десятичную точку. Для 16 входных дискретных сигналов диапазон задания от `mv_in.0` до `mv_in.15`, для 8 дискретных выходных сигналов – от `mv_out.0` до `mv_out.7`. Первая строка обеспечивает передачу сигнала со входа 1 модуля ввода (переменная `mv_in.0`) на выход 6 модуля вывода (переменная `mv_out.5`).

4.3 Задание для практического занятия №4

Для заданных преподавателем модулей ввода/вывода и программируемого контроллера, используя инструментальную систему CoDeSys, выполнить настройку конфигурации сети Modbus. Выполнить присвоение имен переменным для групп входных и выходных сигналов. Реализуя заданный алгоритм управления, использовать в прикладной программе для ПЛК переменные, соответствующие состояниям входных и выходных сигналов.

5 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 <http://www.owen.ru>
- 2 <http://www.insat.ru>
- 3 <http://www.etalonomsk.ru>
- 4 <http://www.tpchel.ru>
- 5 <http://www.omron.ru>
- 6 <http://www.prosoft.ru/products/brands/omron/>
- 7 <http://www.ste.ru>

8 <http://www.siemens.com>

9 <http://www.schneider-electric.ru>

10 <http://www.festo.com/>

11 <http://www.cta.ru>

12 Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. – Санкт-Петербург : Профессия, 2009. – 592 с.

13 Петров И.В. Программируемые контроллеры: Стандартные языки и приемы прикладного программирования. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

14 Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.

15 Минаев И.Г., Самойленко В.В. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера. – Ставрополь : АРГУС, 2009. – 100 с.

Сбродов Николай Борисович

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

Методические указания

к практическим занятиям по дисциплинам:

«Технические средства автоматизации»,

«Технические средства автоматизации и управления»

для студентов направлений

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,

27.03.04 «Управление в технических системах»

Авторская редакция

Подписано в печать 29.11.17	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,5	Уч. изд. л. 1,5
Заказ №210	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.

640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.

Курганский государственный университет.