

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

Факультет электротехнический

Кафедра автоматики

Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

Голощапов С.С.

2020 г.

Система управления пивзаводом МП 200 на базе программируемого логического
контроллера
(тема)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР**

Автор ВКР

студент группы МиЭт-527

подпись

/ Баннов С.В.

ФИО

2020 г.

Руководитель работы

профессор, д.т.н.МФ ЮУрГУ

должность

подпись

/ Телегин А.И.

ФИО

2020 г.

Консультант

Главный конструктор АО «ММЗ»

должность

подпись

/ Тютрин Д.И.

ФИО

2020 г.

Нормоконтроль

Старший преподаватель

должность

подпись

/ Елисеев В.П.

ФИО

2020 г.

Миасс 2020

АННОТАЦИЯ

Баннов С.В. Выпускная квалификационная работа по теме: «Система управления пивзаводом МП 200 на базе программируемого логического контроллера». Миасс: ЮУрГУ, Автоматика, 2020г. 59 стр., 17 ил., библиогр. список – 17 наименований, 4 приложения.

В выпускной квалификационной работе рассматриваются теоретические и практические аспекты автоматизации пивзавода на базе программируемого логического контроллера. Объектом Работы является разработка Системы управления пивзаводом МП-200 на базе программируемого логического контроллера.

В теоретической части рассматриваются особенности технологии при производстве продукта, проведен обзор необходимых технических средств для решения задачи.

В практической части выпускной квалификационной работы была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров ОВЕН ПЛК-110, с применением сенсорной панели оператора СП307. В предоставленной труде был разработан алгоритм управления ходом технологического процесса варки пива и написана управляющая программа на языке Pascal.

					ЮУрГУ-27.03.04 2020 045 ПЗ ВКР		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Баннов С.В.			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>						3	59
<i>Ирмоконноль</i>		Елисеев В.П.			ЮУрГУ Кафедра «Автоматика»		
<i>Утверд.</i>		Голощанов СС					

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Обзорный раздел.....	8
2 Основная часть	
2.1 Выбор алгоритма минипивзавода.....	27
2.2 Выбор контроллерного оборудования.....	30
2.3 Выбор панели оператора.....	33
2.4 Выбор контрольно-измерительных приборов и эл.автоматики..	36
2.5 Дополнительное оборудование.....	41
2.6 Организация связи между ПЛК Овен 110-60 и панелью оператора по интерфейсу RS-485.....	43
2.7 Описание электрической схемы.....	49
Заключение.....	51
Список литературы.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А Листинг программы.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Структурная гидравлическая схема.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ В Блок схема алгоритм.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Схема электрическая.....	62

Введение.

Для хорошего пива нужно нечто большее, чем просто вода, хмель и солод. Многие называют пивоварение наукой или даже искусством. Мастер-пивовар должен обладать не только опытом и интуицией, но и высокой креативностью, особенно необходимой в быстро развивающейся индустрии крафтового пива. Однако, в основе всегда лежит процесс, обеспечивающий высокое качество. [9]

В наши дни автоматизация управления для пивоваров находится на пике спроса. Только, это не решает проблему автоматизации, а в основном это затрагивает экономическую сторону деятельности пивоваров. И отдельные этапы автоматизации самого тех. процесса находится на стадии отдельных незначительных разработок. Надо сказать, что очень сложно автоматизировать биохимические процессы при ферментации и брожения исходного солода в сусло, а потом уже в конечный напиток. В настоящее время автоматизация пивоваренного производства разделяется на два крайних решения: либо децентрализованная, когда на каждом технологическом этапе находится отдельное рабочее место, либо центрально диспетчерское управление всем оборудованием. Поэтому для производства высококачественного продукта остро стоит задача найти оптимальное решение для автоматизации процесса производства пива

Самым сложным и ответственным технологическим процессом в пивоварении, является процесс приготовления пивного сусла, этот процесс относится к очень сложному технологическому этапу пивоварения. Пивоваренный процесс, как объект управления усложняется еще тем, что существует большая неопределенность о качестве исходного сырья, которое потом сильным образом повлияет биохимический процесс осахаривания, которое зависит от температуры и времени температурных пауз. Что бы обеспечить потребность рынка пивоварам остоянно приходится расширять и менять ассортимент своей продукции для этого приходится часто изменять рецептуры и вносить корректировки в технологические процессы, а это

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 5
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

несомненно приводит к снижению эффективности производства и влечет за собой экономические издержки. Что бы получить высокий показатель качества выпускаемой продукции пивовар всегда должен быть в курсе о качестве исходного сырья и качестве получаемых полуфабрикатов на каждом этапе производства что бы вовремя подкорректировать тех. процесс. Для решения таких проблем и прибегают к системам автоматизированного управления что бы:

-Во время принять решение по ведению корректировки в технологические процессы;

-уменьшить брак в следствии человеческого фактора;

-повысить качество продукции;

-уменьшит затраты на материальные ресурсы. [8]

Поэтому создание системы автоматизированного управления, для оборудования, в котором будут проходить сложнейшие химикобиологические процессы, с учетом самой современной технической базы и программных средств, а так же привлечения высокоинтеллектуальных систем на сегодняшний день, является острой проблемой пивоварения.

Не смотря на то, что сегодня САУ технологических процессов хоть и построена на современных микропроцессорных устройствах и системах диспетчеризации и сбора данных SCADA, она всего лишь выполняет отдельные функции и управляет отдельными технологическими параметрами. Но все же вопросы автоматизации биохимических процессов, в которых происходят ферментативные и биохимические преобразования пивоваренного сырья в полупродукт и конечный напиток пока стоят очень остро. Обращаясь к мировому опыту, достигнутого передовыми странами, производителями пива на высокотехнологическом уровне, обнаружилась общая проблема, которая затрудняет не только автоматизацию производства пива, но и сдерживает развитие сами технологии пивоварения. Что бы сдвинуться с мертвой точки нужно автоматизировать каждый этап производства и только тогда внедрять гибкий технологический процесс. При чем как оказалось что

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 6
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

невозможно применить существующие способы автоматизации т.к требуется проводить технологического контроль качества того что получается на выходе каждого этапа производства чтобы внести корректировку на следующую ступень . [13]

При приготовлении пивного сула система управления должна обеспечить возможность протекания технологических процессов при наиболее эффективных технологических параметров в зависимости от выбранных приоритетных параметров управления: при высокой производительности и высоком качестве готового продукта свести к минимальным затратам. [9]

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 7
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1. Обзорный раздел.

При автоматизации пивзаводов применяется множество различных средств автоматики начиная такие как; программируемые логические контроллеры, частотные преобразователи, исполнительные устройства (эл.магнитные клапаны, эл.двигатели), различные датчики (датчики уровня, датчики температуры и т.д). [9]

Программируемые логические контроллеры (ПЛК).

Контроллер в системах автоматизации осуществляет циклический алгоритм, включающий ввод данных и размещение их в памяти, обработку данных и вывод.

Основной характеристикой ПЛК является количество каналов ввода-вывода. По этому признаку ПЛК делятся на следующие группы:

- наноПЛК (не более 16 каналов);
- микроПЛК (от 16 до 100 каналов);
- средние (от 100 до 500 каналов);
- большие (более 500 каналов).

По расположению модулей ввода-вывода ПЛК бывают:

- моноблочными - в которых устройство ввода-вывода не может быть удалено из контроллера или заменено на другое. Конструктивно контроллер представляет собой единое целое с устройствами ввода-вывода (например, одноплатный контроллер). Моноблочный контроллер может иметь, например, 16 каналов дискретного ввода и 8 каналов релейного вывода;

- модульные – они конструктивно состоят из одной общей корзины (шасси), в которую вставляются модуль центрального процессора и сменные модули ввода-вывода. Количество и тип модулей определяется пользователем в зависимости от решаемой задачи. Обычно количество гнезд для сменных модулей варьируется от 8 до 32;

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 8
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- распределенные (с удаленными блоками ввода-вывода) - в которых блоки ввода-вывода выполнены в отдельных как отдельные приборы, соединяются с модулем контроллера по сети (интерфейса RS-485) и могут быть расположены на расстоянии до 1,2 км от блок ЦП. [1]

Часто вышеперечисленные типы контроллеров комбинируются, моноблочный контроллер могут комплектоваться несколькими съемными платами; моноблочный и модульный контроллеры могут дополняться удаленными блоками ввода-вывода, чтобы увеличить общее количество каналов.

Многие контроллеры имеют набор сменных процессорных плат разной производительности. Это позволяет расширить круг потенциальных пользователей системы без изменения ее конструктива.

По конструктивному исполнению и способу крепления контроллеры делятся на:

- панельные (для монтажа на панель или дверцу шкафа);
- для монтажа на DIN-рейку внутри шкафа;
- для крепления на стене;
- стоечные - для монтажа в стойке;
- бескорпусные (обычно одноплатные) для применения в специализированных конструктивах производителей оборудования (ОЕМ - "Original Equipment Manufacturer").

По области применения контроллеры делятся на следующие типы:

- универсальные общепромышленные;
- для управления роботами;
- для управления позиционированием и перемещением;
- коммуникационные;
- ПИД-контроллеры;

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 9
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- специализированные.

По способу программирования контроллеры бывают:

- программируемые с дисплея на лицевой панели контроллера;
- программируемые программатором;
- программируемые с помощью дисплея, мыши и клавиатуры;
- программируемые с помощью персонального компьютера.

Контроллеры программируются на нескольких языках:

- на алгоритмических языках (C, C#, Visual Basic);
- на языках МЭК.

Контроллеры не обязательно могут содержать в своем составе блоки ввода-вывода, например контроллер без блоков ввода-вывода являются коммуникационные контроллеры, они выполняют функцию межсетевого шлюза, или контроллеры, получающие данные от контроллеров нижнего уровня иерархии АСУ ТП. [6]

В данном проекте количество входов не более 10 и количество выходов не более 30, поэтому в данном обзоре будем рассматривать только микроконтроллеры

Контроллеры фирмы Fanuc.

Новейшая разработка компании GE Fanuc – контроллеры PACSystems RX7i/3i (рис. 1), основанные на высокопроизводительных процессорах Intel частотой 1800/700/300 МГц и оснащенные высокоскоростной шиной PCI 27 МГц, пришли на смену популярным моделям Series 90-70/90-30. При этом была обеспечена преемственность выпускаемых уже долгое время модулей ввода/вывода контроллеров предыдущего поколения. Их мощные процессоры с энергонезависимой флэш-памятью снабжены оперативной памятью объемом 10 или 64 Мб. Скорость выполнения булевских операций достигает 0,23 мс/Кб. Имеются специализированные ЦП, предназначенные для систем

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист 10</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

горячего резервирования. Базовые платы позволяют разместить до 16 модулей ввода/вывода с поддержкой горячей замены и высокоскоростной последовательной, PCI и интеграционной VME64 шины (RX7i). Предлагаются универсальные модули аналогового ввода, в которых каждый канал может быть сконфигурирован на ток, напряжение, резистивный термодатчик, термопару или сопротивление. Имеются модули аналогового и дискретного ввода/вывода высокой плотности, высокоскоростных счетчиков и модули управления перемещением. Количество каналов ввода/вывода в системах на базе PACSystems может достигать 32 000. Поддерживаются коммуникационные интерфейсы Ethernet, GENIUS, Profibus и DeviceNet. Применение компьютерной шины, процессоров Intel, коммерческих операционных систем позволило отказаться от «железной зависимости» от контроллеров и выйти за рамки традиционных ПЛК на новый виток развития инженерной техники – эру автоматизационных контроллеров PAC (Programmable Automation Controller).



Рис.1 - – контроллер PACSystems RX7i/3i

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 11
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

Стоит отметить наличие мощной системы Toolchest, которая содержит стандартные инструментальные средства для разработки объектно-ориентированного ПО. То есть можно обеспечить повторное использование логических программ, элементов интерфейса «человек-машина», сценариев и т.п., если сохранить их в виде объектов.

Предусмотрены удобные режимы наладки проектов в реальном времени путем загрузки исполняемого приложения в целевой контроллер в режиме Run, тестирование ПО в режиме Online и возможность пословной замены в логике (которая не меняет размер программы) без прерывания управляемого процесса. Естественно, предусмотрена проверка синтаксиса логики и конфигурации аппаратной части проекта перед его компиляцией и загрузкой в контроллер. Система блокирует загрузку проектов, содержащих критические ошибки. Кроме того, доступны средства контроля данных, в том числе просмотр переменных (Data Watches), просмотр ссылок (Reference View) и просмотр адресов, что позволяет удобно контролировать исполнение приложения в контроллере. Средства обслуживания и диагностики, такие как таблицы сбоев (Fault Tables) и отчет о подстановках (Forced Variables Report) дают возможность своевременно и точно выявить неполадки работающей системы. На рис. 10 приведен экран работы с проектом, содержащим компонент, реализующий функции графического «окна в процесс» для оператора. [14]

Контроллеры ПЛК110 фирмы «ОВЕН» оптимальны для построения систем автоматизации среднего уровня и распределенных систем управления.

Рекомендуется к использованию

- В системах HVAC
- В сфере ЖКХ (ИТП, ЦТП)
- В системах водоканалов и насосных станций

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 12
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

- В управлении станками и механизмами
- В управления пищеперерабатывающими аппаратами
- В управления климатическим оборудованием
- В автоматизации торговли
- В производстве строительных материалов

Сравнительная характеристики контроллеров ОВЕН ПЛК110, ОВЕН ПЛК110[М02](обновленный), ОВЕН ПЛК160 приведены в таб.1

Таб.1 Сравнение ПЛК Овен 110

Контроллер	Дискретные входы	Дискретные выходы	Аналоговые входы	Аналоговые выходы	RS-485
ПЛК110-30	18	12	нет	Нет	2 шт.
ПЛК110-32	18	14	нет	Нет	1 шт.
ПЛК110-60	36	24	нет	Нет	2 шт.
ПЛК160	16	12	8	4	1 шт.

Отличительные особенности линейки

- большой объем памяти и мощные вычислительные ресурсы
- Наличие интерфейсов (RS-232, RS-485).
- Наличие порта Ethernet для подключения в локальным или глобальным сетям.
- Поддержка протоколов Modbus, ОВЕН, DCON.
- Возможность работы напрямую с портами, это дает возможность подключать внешние устройства с нестандартными протоколами.
- Контроллер имеет встроенные часы, что дает возможность создавать системы управления с учетом реального времени.
- Встроенный аккумулятор, для организации ряд дополнительных сервисных функций: возможность кратковременного пережидания пропадания питания.

- Наличие дискретных и аналоговых (ПЛК160) входов/выходов в составе контроллера. [15]

ПЛК фирмы SIEMENS применяются для решения задач автоматизации среднего уровня сложности (Рис.2). Они являются наиболее известными и наиболее востребованными из всех ПЛК. Особенности возможности для расширения до 32 блоков (4 ряда по 8 блоков в каждом) позволяют обрабатывать большое количество сигналов (до 8200 дискретных и 512 аналоговых). Набор встроенных технологических функций позволяет решать задачи скоростного счета, измерять чистоту и длительность периода, задачи ПИД-регулирования и позиционирования, переводить часть дискретных выходов в импульсный режим.



Рис.2 – Модульный ПЛК SIEMENS

Разработчиками компании “ФИОРД” (официального дистрибьютора ISaGRAF в России) разработана собственный продукт исполнительной системы – ISaGRAF 6 Fiord Target, которая может работать с драйверами протоколов Modbus RTU/TCP в режимах Master/Slave, драйверы для устройств ввода-вывода, функциональные библиотеки (функциональные

блоки ПИД-регулятора, ШИМ и быстрая обработка массивов и матриц, блок подачи тревог, фильтры сигналов, блок для инициализации переменных, работа с последовательным портом, чтение/запись значений переменных, отправлять SMS сообщения, вызывать внешние программы, работать с таймером). В ISaGRAF 6 Fiord Target по заказу пользователя могут оснащаться дополнительными опциями, архивирование, быстрый обмен данными с контроллерами через FDA OPC Server, драйверы протокола IEC 60870-5-104 Master/Slave, блок горячего резервирования, планирование действий на объекте по расписанию. Теперь рассмотрим сведения о ПЛК отечественных разработчиков оснащенных встроенной исполнительной системой ISaGRAF 6 Fiord Target.

ПЛК Колибри-К1 (рис. 3) имеет операционную систему ISaGRAF 6 Fiord Target под ОС Linux и является одним из основных элементов программно-аппаратного комплекса “Колибри” для информационно управляющих систем. Программное обеспечение контроллера может иметь разные наборы драйверов в зависимости от задачи: Modbus TCP/RTU Master/Slave, DCON, FDA, МЭК 60870-5-104 Master/Slave, драйвер цифровых входов и цифровых выходов. По быстродействию и своим ресурсам ПЛК Колибри-К1 можно сопоставить с контроллером LinPAC компании ICP DAS, но по цене он значительно дешевле как LinPAC, так и контроллеров этого же класса других производителей. Немаловажно, что он рассчитан для работы в широком температурном диапазоне (от –40 до +85 °С). Колибри-К1 – это завершенная разработка на базе высокоинтегрированного процессора Freescale iMX28 с ядром семейства ARM9. Контроллер может использоваться в системах сбора данных, как преобразователь интерфейсов и управляющего контроллера. Порты ввода-вывода общего назначения данного контроллера могут применяться для управления внешними устройствами. Корпус устройства предназначен для крепления на DINрейку. Коммуникационные порты: 3 порта RS-485, 1 порт RS-232, Ethernet 10/100 Мбит,

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 15
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

по несущей плате. Контроллер предназначен для применения в составе систем сбора и передачи технологической информации, а также объектов АСУ ТП в энергетической и нефтегазовой отрасли. В зависимости от конфигурации, Колибри-К2 может применяться для решения задач сбора, хранения, обработки данных, выдачи управляющих воздействий на исполнительные устройства и обмена информацией с верхним уровнем по сети Ethernet или полевым сетям RS-485/RS-422. Колибри-К2 позволяет строить высоконадежные системы управления, максимально упрощая монтаж и дальнейшее сопровождение. ПЛК Колибри-К2 предназначен для работы в расширенном температурном диапазоне (от -40 до $+70$ °С). Потребляемая мощность не более 36 Вт.



Рис.4 - ПЛК Колибри-К2

ПЛК “Symbol-100” разработан компанией “НПЦ “Европрибор” (Витебск, Белоруссия, <http://www.epr.by>) и предназначен для управления технологическими процессами в промышленности. “НПЦ “Европрибор” является одним из лидеров среди поставщиков комплексных решений в области промышленной контрольно-измерительной аппаратуры на белорусском рынке и странах СНГ. ПЛК “Symbol-100” используется совместно с модулями ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, которые подключаются к ПЛК с помощью промышленной сети на основе интерфейса RS-485 и протоколов Modbus RTU. Модуль центрального процессора “S-100-CPU” управляет вводом сигналов, принимаемых от датчиков при помощи модулей расширения, обрабатывает полученные данные в соответствии с пользовательской программой и выдает информацию

и управляющие сигналы. Ввод и вывод сигналов выполняется с помощью модулей расширения, которые могут быть подключены к ПЛК через три последовательных порта с интерфейсом RS-485. Модули расширения могут быть в любой комбинации и в количестве до 128 модулей на порт. Для связи с персональным компьютером или локальной сетью компьютеров ПЛК имеет стандартный интерфейс Ethernet (Modbus TCP и OPC-сервер). ПЛК оборудован памятью (SDRAM) и флеш-картой стандарта SDHC, сторожевым таймером (watchdog) и энергонезависимыми часами реального времени (RTC). На флеш-карте хранятся пользовательские программы и другая информация, необходимая пользователю. В энергонезависимой памяти хранится информация, которую необходимо сохранить при сбоях питания. Все настраиваемые параметры ПЛК также хранятся в энергонезависимой памяти. ПЛК “Symbol-100” работает под управлением операционной системы Linux. Пользовательская программа на одном или нескольких языках стандарта МЭК 61131-3 работает в среде ISaGRAF 6. Конфигурирование модулей осуществляется с помощью программы S100 Configurator. Характеристики ПЛК “Symbol-100”:

- Сквозное резервированное питание постоянным током 24В (ABP реализован в модуле ЦПУ).
- “Запитка” модулей расширения от резервированного питания 24В и аналоговых и дискретных датчиков от соответствующих модулей ввода-вывода.
- Возможность заказать модули аналогового и дискретного ввода-вывода с любой конфигурацией и любым набором входов (ток – активный/пассивный; напряжение; питание внутреннее/внешнее). Например: модуль S-100-AI6-2A.3P.1V с входами 1,2 – ток 4-20 мА активный (запитка датчиков от модуля), 3,4,5 – ток 4-20 мА пассивный (питание от внешнего источника питания), 6 – напряжение 0-10 В.
- Время опроса: дискретного входа – от 0,1 мс, режим счетчика – до 4 кГц; аналогового входа – < 18 мс; температурного входа – < 160 мс.

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 18
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

- Возможность одновременного функционирования в модуле ЦПУ различных ресурсов: Modbus TCP Server/Client, Modbus RTU Server/Client, сервер OPC.

- На борту модуля ЦПУ S-100-CPU порт Ethernet 10/100 Mb – 1 шт. и порт RS-485 – 3 шт. Подключение одновременно по Ethernet до шести клиентов. Скорость обмена по шине RS-485 – до 230 400 бит/с, подключение до 128 устройств на один порт RS-485.

- Возможность программного конфигурирования количества каналов в модуле (можно программно отключать каналы) и, таким образом, получать более высокое быстродействие аналоговых или дискретных модулей.

- Соответствие международным и белорусским стандартам IEC 61131-1(2,3), IEC 61499, СТБ МЭК 61131-1-2004, СТБ IEC 61131-2-2010. Сертификат СИ Республики Беларусь, сертификат собственного производства, сертификат технического регламента Таможенного Союза.

- Для “жестких” условий эксплуатации: защита от “переполюсовки”, электростатических разрядов, “короткого” замыкания, электромагнитных помех, температурный рабочий диапазон от –100 до +600 ° С (класс по ЭМС – “А”).

- Расширенная индикация: перегрузка канала, авария канала, отсутствие связи по шине RS-485, включение/выключение канала, наличие питания/“переполюсовка”, обмен данными, выполнение пользовательской программы. “Горячая” замена модулей расширения.

Приборостроительная компания “Энергия-Источник” (<http://www.en-i.ru>, Челябинск) разработала коммуникационный ПЛК ЭНИ-750 нового поколения с RISC-процессором и поддержкой ISaGRAF с драйверами для ModbusTCP/RTU и дискретных линий ввода-вывода. Назначение коммуникационного ПЛК ЭНИ-750 (рис. 5):

- построение распределенных систем управления и диспетчеризации с использованием как проводных, так и беспроводных технологий;

- объединение устройств с различными интерфейсами/протоколами (физически реализуемыми в данных интерфейсах) связи в единую сеть обмена данными;

- создание устройства сбора, обработки и передачи данных;

- построение автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов. Коммуникационный ПЛК ЭНИ-750 поддерживает возможность работы в проводных и в беспроводных сетях и программируется с помощью ISaGRAF в среде операционной системы Linux с ядром 2.6.x.

Основные технические характеристики ПЛКЭНИ-750:

- центральный процессор – 32 разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9;

- объем оперативной памяти – 64 Мб, объем энергонезависимой памяти – 4Мб+256 Мб;

- потребляемая мощность: не более 5 Вт (при отсутствии подключения периферии)/не более 12 Вт (при подключении полного набора периферии), напряжение питания – от 10 до 48 В постоянного тока;

- встроенные устройства: считыватель карт памяти SD, сторожевой таймер (WD Timer), энергонезависимые часы реального времени, звуковой зуммер;

- интерфейсы связи: Ethernet 10 / 100 Мб/с (есть гальваническая развязка), 4xRS-232/ RS-485 (без гальванической развязки), RS-232 полный; три RS-232 (RxD, TxD, GND, RTS, CTS), все RS-485 (A (Data+), B (Data-), GND). Любой из 4 портов может работать либо в режиме RS-232, либо RS-485. Режим выбирается пользователем;

- порты контроллера (без гальванической развязки): USB-host (стандарт USB 2.0 1.5/12/480 Мбит.с $S \leq 1,8$ м). Ограничение по току ≤ 500 мА;

- внешние модули расширения: подключаются к одному из коммуникационных портов или портов ввода/вывода;

- исполнение корпуса: унифицированный пластмассовый корпус для крепления на DIN-рейку. Степень защиты корпуса – IP20;

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист 20</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- индикация передней панели: светодиодная индикация питания, состояния приема/передачи последовательных портов, состояния Ethernet интерфейса – в разъем Ethernet встроены два светодиода.



Рис.5 - ПЛК ЭНИ-750

Так же имеются более дешовые китайские аналоги зарубежных контроллеров. Один из таких интересных контроллеров ПЛК LX3V-0806MT-A2 компании Weson (Рис.6).



Рис.6 - ПЛК LX3V-0806MT-A2

В ПЛК серии Wecon LX3V прежде всего интересно вот что:

-малая цена при высоких характеристиках

-это аналог ПЛК Mitsubishi FX2N

Модель LX3V-0806MT-A2 здесь самая простая и недорогая из всего семейства.

Все характеристики Wecon LX3V-0806MT-A2 в таб. 2

Таб. 2- характеристики ПЛК Wecon LX3V-0806MT-A2

Наименование	Wecon LX3V-0806MT-A2
DI	8
DO	6, транзисторные

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР

Лист
22

Порты связи	1RS-422 (Com1) 1 RS-485 (Com2) +2 порта RS-485 при подключении BD Board
Порты загрузки программ	Micro Com1 RS-422 USB
Протоколы передачи данных	Modbus ASCII, RTU master/slave
Энергонезависимые RTC	есть
Крепление	на стену, DIN-рейка
Питание	85...264 V AC, 20 W
Модули расширения	нет
BD Board	есть
Габариты	75*107*87 mm

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР

Лист
23

Среда программирования	Wecon PLC Editor, Melsoft GX Works2
Языки программирования	IL, LD, FBD, ST, SFC
Дополнительная особенность	аналог ПЛК Mitsubishi FX2N
Цена	менее 100\$ + доставка

Так же имеются и более продвинутые модели: LX3VP-1616MR-A и LX3VE-1412MT-A.

Достоинства:

-Программная архитектура, совместимая с Mitsubishi FX2N. Для меня это было ключевое при программировании хотелось чего-то понятного и популярного, а не изучать очередной «эксклюзивный велосипед»

-Программирование через бесплатное ПО Wecon PLC Editor

-Есть симуляция ПЛК в ПО, что позволяет производить отладку программы без наличия самого контроллера. А, между тем, у другого китайского ПЛК Xinje, с которым я работал, при похожей программной архитектуре нет симуляции в ПО. И это может осложнить поддержку разработанных программ

-Загрузка программ через обычный кабель микро-USB

-До 6 портов передачи данных RS-485, из них до 5 с Modbus

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 24
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

-До 2 портов Ethernet при установке DB Board

-Возможность подключения плат расширения DB Board и модулей расширения.
У ОВЕН ПЛК110, например, таких опций нет

-На официальном сайте есть форум, техподдержка и примеры программ

-Низкая стоимость, особенно, если покупать через Aliexpress или
непосредственно на сайте Weson

Недостатки:

-Только 1 порт RS-485 с Modbus на борту ПЛК, остальные только при
подключении DB Board, то есть за дополнительную плату

-Отсутствует документация на русском языке. Но этот недостаток условный, так
как в сети очень много информации на русском языке о программировании ПЛК
Mitsubishi FX2N, с которыми Weson LX3 совместимы на уровне команд.
Поэтому можно смело изучать программирование Weson по материалам
Mitsubishi FX2N. [14]

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 25
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Еще одним гибким инструментом для автоматизации является контроллер ZEN-10С фирмы OMRON (рис.7)



Рис.7 - ZEN-10C

Благодаря возможности выбора из 4 различных модулей ЦПУ с 10 входами/выходами мы предлагаем идеальное решение для широкого спектра задач автоматизации. Две модели модулей (С1/С2) имеют возможности расширения до 34 входов/ выходов. Модель С3 имеет только 10 входов/выходов. Все модели на постоянный ток снабжены аналоговым входом и входом высокоскоростного счетчика до 150Гц. Модель С4 обладает коммуникационными возможностями.

- Аналоговый вход в модулях со входом/питанием постоянного тока + высокоскоростной счетчик
- Наличие RS-485 интерфейса у модуля ZEN-10C4
- Возможности расширения с модулями релейных или транзисторных ВЫХОДОВ

Жидкокристаллический дисплей включает в себя 8 кнопок управления на передней панели для обеспечения возможности программирования в формате «ladder view». Жидкокристаллический дисплей также оснащен подсветкой, облегчающей визуальный контакт при размещении модуля ZEN в темном помещении.

Расширение диапазона использования за счет повышенной функциональности и высокой точности, повышенная функциональность и компактный корпус (70 мм ширины x 90 мм высоты), простое программирование при помощи жидкокристаллического дисплея и кнопок управления, одиночный модуль включает в себя функции реле, таймера, счетчика, а также реле времени, расширение производится достаточно просто при помощи модулей ввода-вывода расширения, позволяющих подключение до 44 точек ввода-вывода, к серии добавлены модули ЦПУ экономичного типа и с возможностью подключения связи, усовершенствованные недельные таймеры. Повышенная точность синхронизации с максимальным ежемесячным отклонением в ± 15 сек. Добавлены функции выполнения множества операций в день и импульсного выходного сигнала, возможность выбора одной из двух опций источника питания: от 100 до 240 В переменного тока или от 12 до 24 В постоянного тока.

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 27
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2 Основная часть.

2.1 Выбор алгоритма работы минипивзавода.

Гидравлическая схема, поясняющая принцип работы данного алгоритма приведена в ПРИЛОЖЕНИИ Б и сам алгоритм ПРИЛОЖЕНИЕ В. В водогрейный аппарат (ВА) поступает холодная вода до тех пор, пока не сработает датчик уровня 2 (ДУ2). После поступления на вход контроллера сигнала с ДУ 2 ($Du2=1$) контроллер формирует выходной сигнал на включение нагревателя 2 (Н2) и доводит температуру до задонного значения по датчику температуры (ДТ2). Пока не выполнится условие $Tx2 > Tyst2$, где $Tx2$ -температура измеряемая датчиком ДУ2, $Tyst2$ - заданное значение температуры воды в ВА. После чего начинается перекачка нагретой воды в заторно-сусловый аппарат (ЗСА), путем открытия необходимых эл. Магнитных клапанов на магистралях (ВН1, ВН3, ВН5), а также включается мотор перемешивания и насос 1. После поступления на вход контроллера сигнала с датчика уровня (ДУ1) ($Du1=1$) происходит отключения ВН1, ВН3, ВН5 и насоса 1 тем самым прекращается перекачка горячей воды из ВА в ЗСУ. Остается работать только мотор перемешивания и включается нагрев 1 (Н1) ЗСА. После достижения заданной температуры в ЗСА (по датчику (ДТ1)) должно выполниться условие $Tx1 > Tyst1$, где $Tx1$ -температура измеряемая датчиком ДУ1, $Tyst1$ - заданное значение температуры воды в ЗСА. За тем необходимо выдержать температурную паузу, т.е. выдержать заданное оператором время при заданной температуре для осахаривания сусла. Все заданные оператором значения температур и времен записываются в контроллер с панели оператора по интерфейсу RS-485. Для чего запускается цикл, по которому пока не истечет время температурной паузы $T1$ в ЗСА будет поддерживаться температура $Tyst1$. после окончания температурной паузы осахаренное сусло поступает в фильтровальный аппарат (ФА) по следующему алгоритму. В ФА Наливается вода до срабатывания ДУ3 и включается мотор рыхлителя ФА, Насос 1, ВН1, ВН3, ВН5, ВН10 (Нагрев 1 в

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР

Лист
28

это время отключается). Запускается таймер с временем T2, необходимое на перекачку суслу из ЗСА в ФА. После истечении времени T2 ВН1, ВН3, ВН5, ВН10 закрываются, Насос 1 выключается. Далее отфильтрованное сусло поступает на варку в ЗСА с температурой варки Tyst3. Для этого включается насос 2 и открываются клапана ВН1, ВН7, ВН9, ВН11 привключенном моторе рыхлителя. После срабатывания датчика (ДУ1) (Du1=1) происходит отключения клапанов ВН1, ВН7, ВН9, ВН11 и насоса 2 тем самым прекращается перекачка отфильтрованного суслу из ФА в ЗСУ. Включается в работу мотор перемешивания и включается нагрев 1 (Н1) ЗСА. После достижения заданной температуры в ЗСА и система дожидается выполнения условия $Tx1 > Tyst3$, где Tx1-температура измеряемая датчиком ДУ1, Tyst3- заданное значение температуры варки в ЗСА. За тем запускается таймер со временем T3 и запускается цикл аналогично как при температурной паузе при осахаривании суслу. После истечении времени варки пива T3 при температуре Tyst3. После сваренное пиво проходит очистку в гидроциклонном аппарате, для перекачки отключается нагрев 1 и мотор перемешивания в ЗСА и открываются необходимый путь в магистрали. Должны открыться клапана ВН2, ВН5, ВН6, ВН12, включиться насос 1 и дать выдержку времени T4 на заполнение ГА, после истечении времени T4 насос выключается и все открытые клапана закрываются. Далее очищенное пиво из ГА проходит через теплообменник (ТО), охлаждается и поступает в аппарат брожения. Для этого теплообменник и АБ охлаждаем, путем подачи в охладительные контуры ТО и АБ холодного гликоля. Клапана ВН14, ВН15 открываются и начинается заполнение АБ при помощи включения насоса 1 и открытием клапанов ВН4, ВН5, ВН6, ВН8, ВН13. Опять же запускается таймер с временем T5 на прогонку пива через ТО и заполнения АБ. После все клапана закрываются, все насосы выключаются.

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 29
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

2.2 Выбор контроллерного оборудования.

Для системы автоматизированно управления мини пив заводом будем применя ПЛК 110-60 российского производства.

Контроллер ПЛК110 предназначен для создания систем автоматизированного управления технологическим оборудованием в энергетике, на транспорте, в т.ч. железнодорожном, в различных областях промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. Контроллер ПЛК110 может быть применен на промышленных объектах, подконтрольных ФСЭТАН. Логика работы ПЛК110 определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CoDeSys 2.3. При этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3. Документация по программированию контроллера и работе с программным обеспечением CoDeSys приведена на компакт-диске, входящем в комплект поставки. Контроллер ПЛК110 может быть использован как: специализированное устройство управления выделенным локализованным объектом; устройство мониторинга локализованного объекта в составе комплексной информационной сети; специализированное устройство управления и мониторинга группой локализованных объектов в составе комплексной информационной сети.

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 30
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

На рис. 8 представлена распиновка выходов.

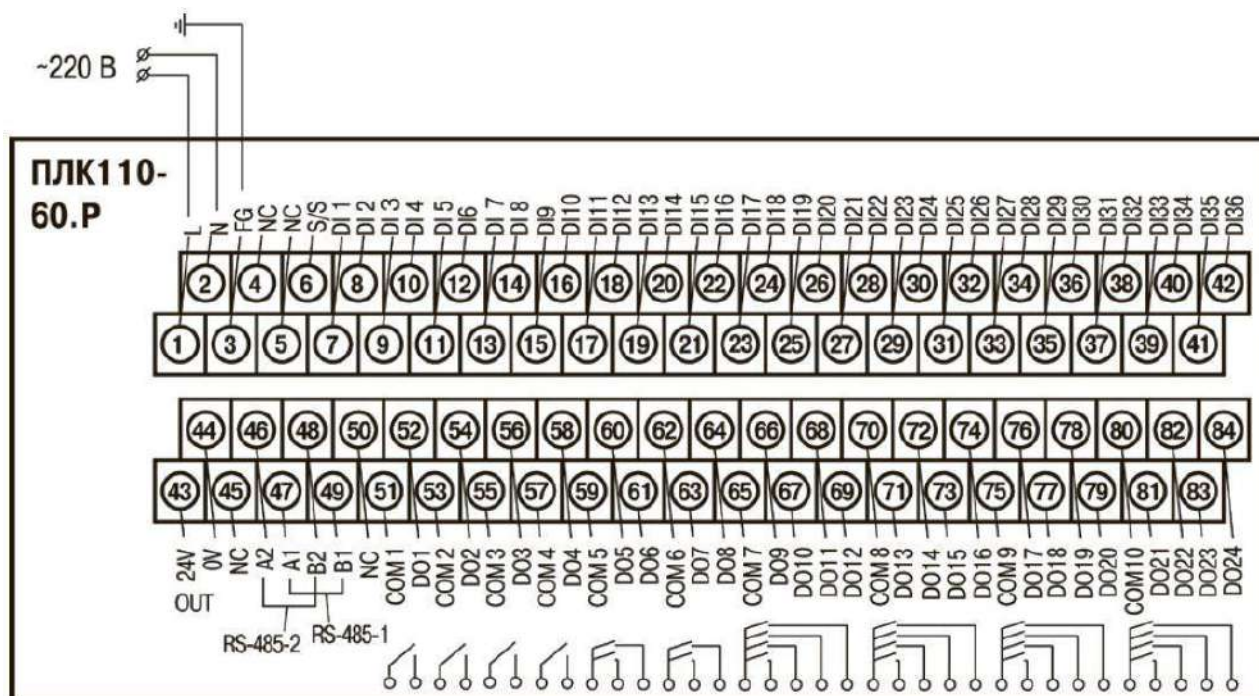


Рис.8 – Назначение клем ПЛК Овен110

В части требований условий эксплуатации контроллер ПЛК110 соответствует ГОСТ Р 51841-2001, раздел 4. 2.2.2 Контроллер ПЛК110 эксплуатируется при следующих условиях:

- закрытые взрывобезопасные помещения или шкафы электрооборудования без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от минус 10 до +50 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха: 80 % при +25°С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- допустимая степень загрязнения 1 (несущественные загрязнения или наличие только сухих непроводящих загрязнений).

Основные технические характеристики контроллера приведены в таб. 3 и 4. [15]

Таб. 3 – Основные характеристик ПЛК Овен 110

Параметр	Значение (свойства)		
	ПЛК110-Х.30	ПЛК110-Х.32	ПЛК110-Х.60
Цифровые (дискретные) входы			
Количество входов (из них быстродействующих)	18 (2)	18 (2)	36 (4)
Тип входов по ГОСТ Р 51841–2001	1		
Напряжение «логического нуля», В	минус 3 ... 5		
Максимальный ток «логического нуля», мА	2		
Напряжение «логической единицы», В	15...30		
Максимальный ток «логической единицы», мА	9 (при 30 В)		
Минимальная длительность импульса, воспринимаемого дискретным входом: - для обычных входов, мс - для быстродействующих	1,6 (меандр) см. таблицу 3.1		
Подключаемые входные устройства	– коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.) – см. рисунок В.1; – трехпроводные датчики, имеющие на выходе транзистор n-p-n или p-n-p-типа с открытым коллектором; – дискретные сигналы с напряжением от минус 3 до 30 В.		

Таб.4 – Ресурсы и дополнительное оборудование ПЛК Овен110

Параметр	Значение (свойства)		
	ПЛК110-Х.30	ПЛК110-Х.32	ПЛК110-Х.60
Интерфейсы связи (дополнительные параметры см. таблицу 2.2), количество			
RS-485	2	1	2
RS-232	1	1	1
RS-232-Debug	1	1	1
Ethernet 100 Base-T	1	1	1
Ресурсы и дополнительное оборудование			
Центральный процессор	RISC-процессор Texas Instruments Sitara AM1808		
Объем оперативной памяти (тип памяти)	16 Мб (SDRAM)		
Объем энергонезависимой памяти (тип памяти)	6 Мб доступно для хранения файлов и архивов		
Объем Retain-памяти (тип памяти)	16 кб (MRAM)		
Время выполнения пустого цикла	– Установленное по умолчанию (стабилизированное) – 1 мс (настраивается в окне «Конфигурация ПЛК (PLC Configuration) ПО CODESYS.		

2.3 Выбор панели оператора.

В данной автоматизированной системе будем использовать так же сенсорную панель оператора фирмы ОВЕН. Программируется она так же в программе CodeSys v.2.3 рис.9.

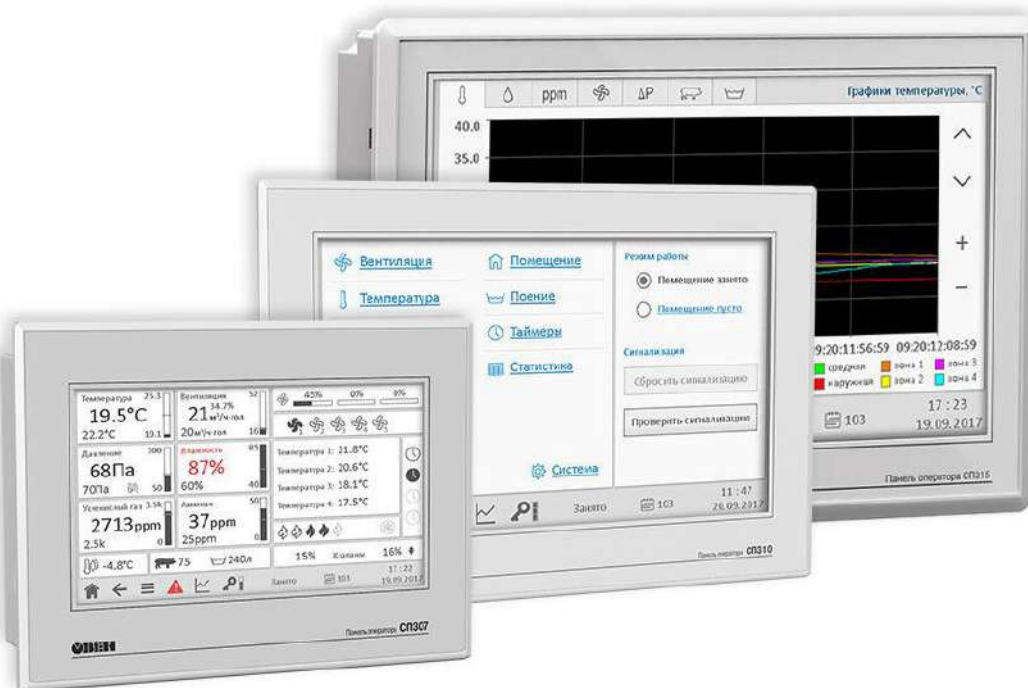


Рис.9 – Сенсорная панель оператора

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

Каждая модель (кроме СП315) выпускается в двух модификациях – базовой (-Б) и расширенной (-Р). Модификации имеют разные наборы

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

интерфейсов. В базовом варианте семи- и десятидюймовые модели СП307-Б и СП310-Б имеют два последовательных интерфейса RS-485/RS-232 для обмена с ПЛК и порт USB-B для подключения к компьютеру. Линейка сенсорных панелей СП3хх представлена тремя моделями, отличающимися между собой диагональю дисплея (7''/10,1''/15,6'').

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

Функциональные особенности операторской панели

Загрузка программы через USB-кабель

Подключение панели к персональному компьютеру для загрузки программы осуществляется при помощи USB-кабеля. Для начала работы с панелью достаточно установить программу «Конфигуратор СП300» со встроенным драйвером и подключить панель к USB-кабелю.

Загрузка программы через USB-flash-накопитель

Также есть возможность загрузить программу в панель при помощи USB-flash-накопителя (доступно только в расширенных модификациях СП307-Р, СП310-Р, СП315-Р). Функцию удобно использовать в случаях, когда нет возможности соединить ПК и панель оператора по USB-кабелю для загрузки программы.

Архивирование на USB-flash-накопитель

Архивирование на USB-flash-накопитель производится в формате CSV. В редакторе таблиц на ПК (MS Excel или Google-таблицы) данные могут быть представлены в удобном для вас виде, например, в виде графика значений температуры за год. Помимо записи архива, данные можно считать из USB-flash-накопителя в СП3хх. Считанные данные можно представить в виде графика, таблицы или переслать по сети в ПЛК.

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист 34</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Создание скриптов

Написание небольших программ (скриптов) на «СИ» подобном языке значительно расширяет возможности операторского интерфейса. Скрипты не подходят для написания программы управления технологическим процессом; для подобных задач в ассортименте ОВЕН есть класс таких устройств, как панельные контроллеры (СПК).

Построение графиков

Для предоставления информации на операторском интерфейсе в виде графиков доступны несколько видов элементов. XY-график позволяет построить кривую по XY-координатам. График с сохранением истории отображает кривую состояния одной или нескольких переменных с возможностью просмотра истории записей, например, графика температуры в прошлом месяце. График реального времени показывает текущее состояние переменной без возможности просмотра истории, что экономит память.

Таблицы

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

Загрузка внешних изображений

Имеется возможность загрузить изображение в формате jpg и использовать его в программе как подложку или как активный элемент, например, как кнопку.

Создание анимации

Благодаря анимации интерфейс системы ЧМИ становится интуитивно понятным. Из загруженных изображений в формате jpg возможно создание анимированных изображений. Например, вращение вентилятора с заданной скоростью или перемещение какого-либо объекта по заданным координатам.

Настройка уровней доступа

Заложено многоуровневое ограничение прав доступа к операторскому интерфейсу панели. Можно настроить до 9 уровней. Для каждого из уровней задается свой индивидуальный пароль. Некоторые технические характеристики панелей приведены в таб.5. [15]

Таб. 5 – Характеристики сенсорных панелей оператора

Наименование	Значение				
	СП307-Б	СП310-Б	СП307-Р	СП310-Р	СП315-Р
Аппаратные характеристики					
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)				

2.4 Выбор контрольно-измерительных приборов и электроавтоматики.

Датчики уровня и температуры возьмем так же из линейки Овен. Для измерения температур будем применять простые термопары. Виды термопар и их параметры представлены в таб. 6. В общем случае термопара представляет

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР

Лист
36

с собой два термоэлектрода из различных металлов, спаянных между собой. Один спай – «рабочий» – помещают в измеряемую среду, другой – «холодный» – должен находиться при температуре 0 °С. При разных температурах спаев по термоэлектродам протекает ЭДС, прямо пропорциональная разности этих температур. Рабочий спай защищается от прямого соприкосновения со средой защитной арматурой. [17]

Таб. 6 – Виды термопар и их параметры.

Тип ТП	Класс допуска	Тр, °С	Тн, °С	Материал защитной оболочки КТМС	Диаметр оболочки, D, мм	Давление	Исполнение спая
ДТПН (НН)	1	- 40...+1 000	900	сплав Niocrobell D	4,5	До 6,3 МПа, в зависимости от конструктивного исполнения	Изолированный или неизолированный
		- 40...+1 250					
ДТПК (ХА)	1	- 40...+8 00	600	сталь AISI 321	1,5; 2,0; 3,0		
		- 40...+90 0	70 0	сталь AISI 310	4,5		
ДТПЛ (ХК)	2	- 40...+6 00	450	сталь 12Х18Н1 0Т	3,0		
ДТП (ЖК)	1	- 40...+4 00 - 40...+6	250 450	сталь AISI 316	3,0; 4,5		

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР

Лист
37

		00					
--	--	----	--	--	--	--	--

КТМС – Кабель Термопарный с Минеральной изоляцией в Стальной оболочке. Конструктивно КТМС состоит из гибкой металлической трубки, в которую помещены термоэлектроды. Пространство между термоэлектродами и стальной жаростойкой оболочкой заполнено плотной дисперсной минеральной изоляцией – оксидом магния.

Функциональные преимущества термопар из КТМС по сравнению с проволочными термопарами

- низкий показатель тепловой инерции (2 сек – для КТМС диаметром 4,5 мм) для регистрации быстропротекающих процессов;
- высокая стабильность и увеличенный рабочий ресурс (превышение в 2-3 раза по сравнению с обычными);
- возможность изгиба, монтажа в труднодоступных местах и кабельных каналах (60-100 м);
- разные варианты установки: приваривать, припаивать или крепить термопару (хомутом, на винт) к поверхности;
- выдерживают большие рабочие давления (до 150 МПа);
- для дополнительной защиты термоэлектродов от воздействия окружающей среды термопары могут производиться в защитных чехлах. [17]

Датчики уровня

Сигнализатор уровня ОВЕН ПДУ-4.1 с корпусом из поливинилденфторида (ПВДФ) предназначен для управления наполнением/опорожнением резервуаров с химически агрессивными веществами и коррозионными жидкостями.

Отличительной особенностью датчика является возможность изменения его нормального состояния (открыт/замкнут). Сигнализатор устанавливается вертикально на емкость (в отверстие) и затягивается с помощью болтового

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 38
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

соединения и уплотнительной шайбы. По достижении подвижным поплавком крайнего верхнего положения замыкается контакт геркона и происходит срабатывание (размыкание электрической цепи). При перемещении поплавка до крайнего нижнего положения контакты геркона размыкаются. Таким образом контролируется уровень жидкости в емкости.

Есть возможность изменить тип контакта (нормально-открытый или нормально-закрытый). Для этого необходимо снять с датчика стопорное кольцо, снять со штока поплавок и перевернуть его. Затем установить назад поплавок и стопорное кольцо. Принцип работы датчика уровня изображен на рис.10. [14]

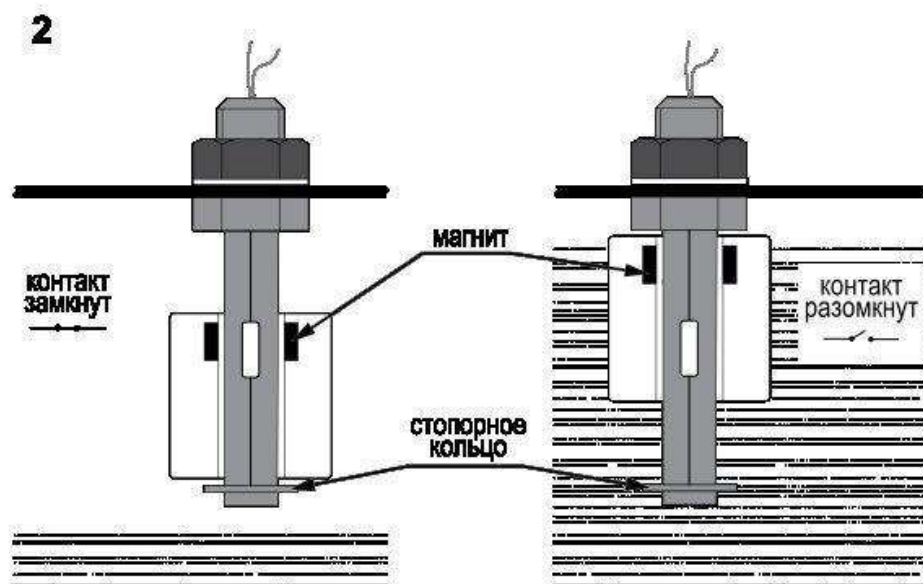


Рис.10 – Устройство датчика уровня

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

В качестве нагревательных элементов применим ТЭН мощностью 3 кВт. Которые будут коммутироваться при помощи твердотельных реле рис.11. Управляющее напряжение питает светодиод, который освещает фотодиод, ток на котором включает тиристор, чтобы управлять нагрузкой. Принцип работы такого оптрона заключается в преобразовании электрического сигнала в свет, его передаче по оптическому каналу и последующем преобразовании обратно в электрический сигнал. Особенности и преимущества



Рис.11 – Твердотельное реле

- Высокая надежность и длительный срок службы.
- Высокое быстродействие (высокая скорость переключения).
- Отсутствие дребезга контактов, что снижает уровень помех и обеспечивает стабильность работы аппарата.
 - Отсутствие индуктивности (отсутствие скачка напряжения при переключении).
 - Относительно небольшие габариты и вес.
 - Отсутствие искры, что позволяет использовать устройство на взрыво- и пожароопасных объектах.
 - Лёгкий и быстрый монтаж на DIN-рейку или монтажную панель.

Наряду с преимуществами имеются и некоторые неудобства при использовании ТТР: выделение тепла в рабочем режиме, которое свойственно любому полупроводниковому устройству, и несколько большая стоимость по

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 40
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

сравнению с эквивалентными моделями электромеханических реле и контакторов. Однако, благодаря практически бесконечному ресурсу работы, ТТР окупают себя за относительно короткий промежуток времени. А вопрос нагрева реле легко решается применением типовых моделей радиаторов охлаждения.

Соленоидные клапаны предназначены для управления потоками нейтральных и агрессивных жидкостей и газов, пара, природного газа, бензина, дизельного топлива, светлых нефтепродуктов, гидравлических масел, CO₂, N₂, H₂.

2.5 Дополнительное оборудование.

Т.к. выбранный контроллер не может напрямую с аналоговыми измерительными приборами, такими как термомпары, то для измерения температуры необходимо еще использовать модуль аналогового ввода с универсальными входами с интерфейсом RS-485. Например MB 110-224 фирмы ОВЕН рис.12. [14]



Рис.12 –Модуль MB 110-224

Назначение входов изображенно на рис.13

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 41
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

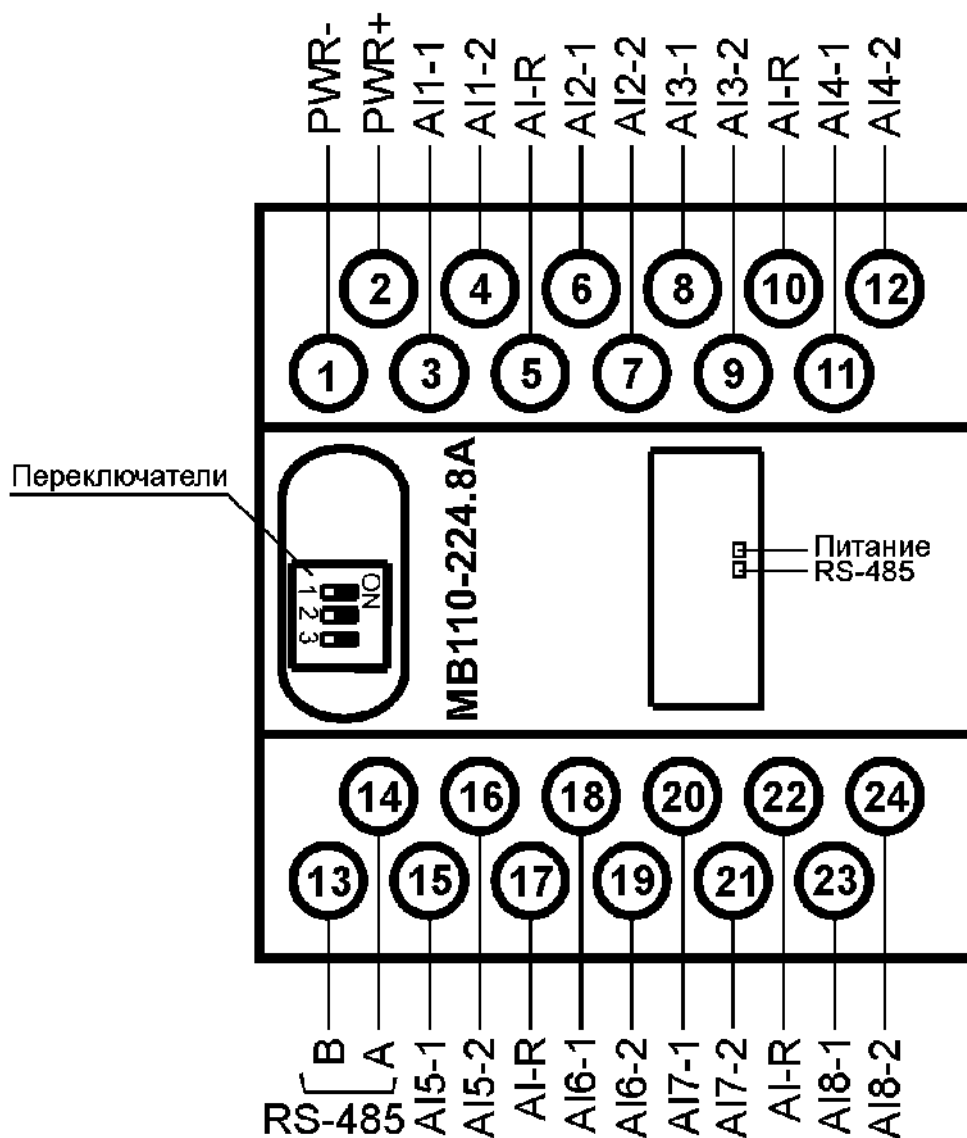


Рис.13 – Назначение выводов модуля

Модули предназначены для измерения аналоговых сигналов встроенными аналоговыми входами, преобразования измеренных величин в значение физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485.

Особенности

- Индивидуальная конфигурация для каждого входа
- Диагностика состояния подключенных аналоговых датчиков
- Автоматическое определение протокола

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

- Съёмные клеммники с невыпадающими винтами
- Универсальное питание (=24 В или ~230 В)
- Обновление встроенного программного обеспечения по RS-485
- Поддержка облачного сервиса OwenCloud (при

использовании сетевого шлюза ПМ210)

Конфигурирование

Конфигурирование модулей Mx110 осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или ОВЕН АС4, соответственно) с помощью программы «Конфигуратор M110», входящей в комплект поставки. [14]

2.6 Организация связи между ПЛК Овен 110-60 и панелью оператора СП307-Б по интерфейсу RS-485.

Интерфейс RS-485 (другое название - EIA/TIA-485) - один из наиболее распространенных стандартов физического уровня связи. Физический уровень - это канал связи и способ передачи сигнала (1 уровень модели взаимосвязи открытых систем OSI). Сеть, построенная на интерфейсе RS-485, представляет собой приемопередатчики, соединенные при помощи витой пары - двух скрученных проводов. В основе интерфейса RS-485 лежит принцип дифференциальной (балансной) передачи данных. Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу (условно А) идет оригинальный сигнал, а по другому (условно В) - его инверсная копия. Другими словами, если на одном проводе "1", то на другом "0" и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при "1" она положительна, при "0" – отрицательна
рис.14.

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 43
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

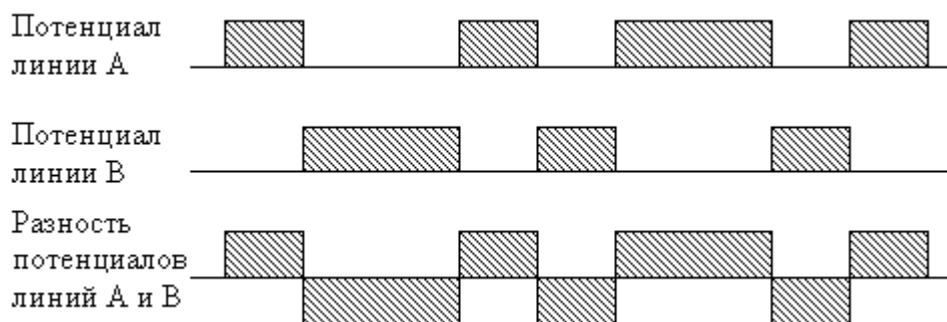


Рис.14 – График работы интерфейса RS-485

Именно этой разностью потенциалов и передается сигнал. Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе. Синфазной называют помеху, действующую на оба провода линии одинаково. К примеру, электромагнитная волна, проходя через участок линии связи, наводит в обоих проводах потенциал. Если сигнал передается потенциалом в одном проводе относительно общего, как в RS-232, то наводка на этот провод может исказить сигнал относительно хорошо поглощающего наводки общего ("земли"). Кроме того, на сопротивлении длинного общего провода будет падать разность потенциалов земель - дополнительный источник искажений. А при дифференциальной передаче искажения не происходит. В самом деле, если два провода пролегают близко друг к другу, да еще перевиты, то наводка на оба провода одинакова. Потенциал в обоих одинаково нагруженных проводах изменяется одинаково, при этом информативная разность потенциалов остается без изменений. [3]

Все устройства в сети RS-485 можно разделить на два типа: Master и Slave. Master – это главное устройство, которое управляет обменом данными в сети. Второй тип это Slave, другими словами подчиненное, которое выполняет команды «мастера», т.е. записывает какие то значения в себя полученные от него или отдает запрошенные «мастером» значения в сеть. В нашем случае, Панель оператора будет как устройство Master, а ПЛК как устройство Slave.

Интерфейс RS-485 является двухпроводным интерфейсом и на каждом ПЛК Овен есть клеммы с маркировкой «А» и «В», а на панели оператора это два контакта, либо на разъеме Download-порт, либо PLC-порт. У интерфейса RS-485 есть ряд настроек, которые необходимо выполнить на всех приборах сети. [6]

Первая настройка, это протокол обмена, иными словами, язык на котором устройства общаются друг с другом. Для обмена данными, все устройства должны поддерживать один и тот же протокол и он должен быть выбран в их настройках. В данной сети будет использоваться протокол Modbus RTU.

Вторая настройка – это скорость передачи данных, чем короче линия связи тем больше можно выбрать скорость. Скорость так же как и протокол на всех устройствах должна быть выбрана одинакова.

Для всех устройств Slave так же выбирается адрес, адрес – это уникальное имя устройства в сети и на каждом Slave-устройстве адрес должен отличаться от других. В протоколе Modbus адреса выбираются в диапазоне от 1 до 240, адреса выбираются произвольно.

Так же есть ряд других настроек таких как: контроль четности, количества стоп-бит или бит передачи данных, но так как они на всех выбранных устройствах совпадают, то настраивать их нет ни какой необходимости.

Для того что бы опросить устройство Slave или записать в него какие либо данные устройство Master должно обладать информацией о том, в какой ячейки памяти Slave какая информация лежит, т.е. в каком регистре лежат интересующие нас данные, так же необходимо выбрать команду с которой мы обращаемся к этому регистру, на чтение или на запись

Для удобства начинаем программировать ПЛК Овен 110-60 в среде CoDeSys v 2.3. Первым делом в разделе «конфигурация ПЛК» В дереве создаем

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 45
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

узел Modbus(Slave), тут в настройках мы можем посмотреть адрес устройства (по умолчанию стоит 1). Далее в этот узел добавляем интерфейс RS-485 с индексом 1, а так как у данного контроллера два интерфейса RS-485, то выбираем тот к которому потом физически будем прикручивать провода. В настройках RS-485 мы выбираем скорость обмена во второй строке, учитывая длину линии и в седьмой строке - тип протокола – выбираем RTU рис.15.

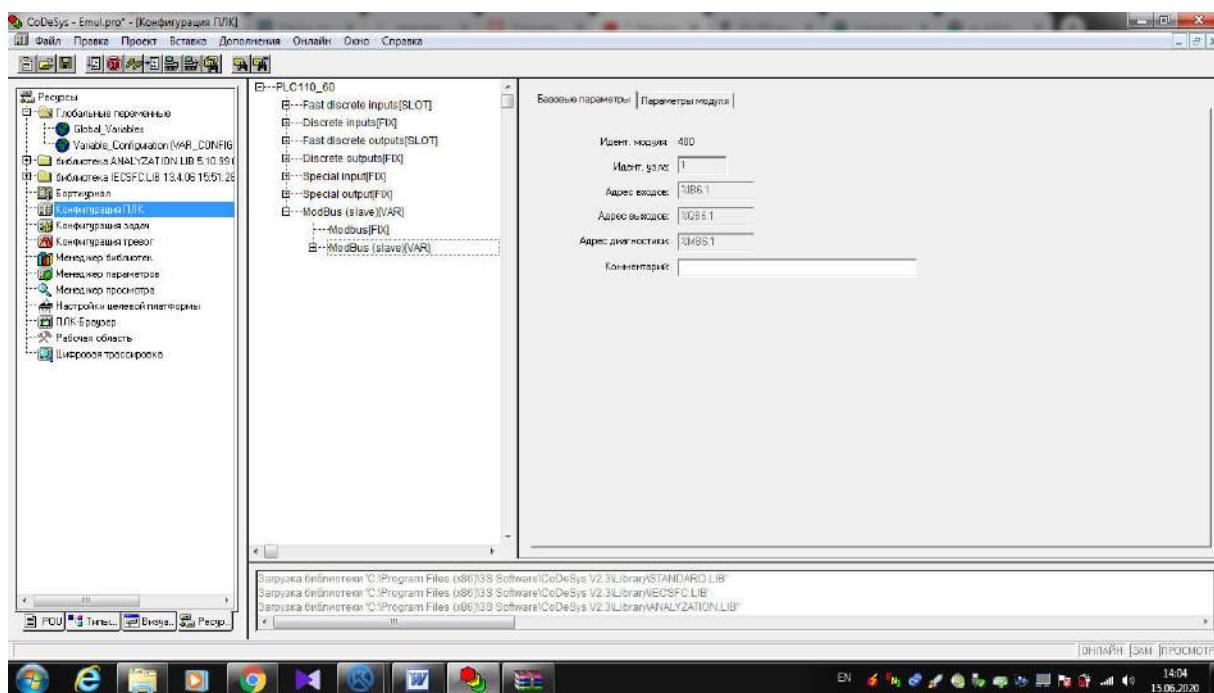


Рис.15 – Настройка протокола ModBas

Дальше добавлены регистры которые будут использованы при передачи данных, один регистр имеет объем 16 бит = 2 байтам. Все данные, используемые при передачи, должны принадлежать к стандартному типу данных. Так например для задания температур и снятия с датчиков показаний нам нужен тип данных с плавающей точкой, поэтому выбираем тип float, который занимает 4 байта, а следовательно два регистра. Для задания времен выдержек для осахаривания сусла и времени варки нам подходит целочисленный тип данных, поэтому выберем тип данных word, который занимает 1 байт и следовательно 1 регистр. В таб. 7 приведенной ниже

показаны какие переменные у нас сколько байт занимают и в каких регистрах ПЛК они будут находиться. [5] [15]

Таб. 7 - № регистра и типы данных переменных

Пааметр	Тип данных	Объем (байт)	№ регистра
T1	Word	2	0
T2	Word	2	1
Tyst1	Float	4	2-3
Tyst1_2	Float	4	4-5
Tx1	float	4	6-7
Tx2	float	4	8-9

Передем к настройке панели.

В разделе устройства укажем какой порт мы будем использовать для передачи данных, в нашем случае PLC-порт и в настройках укажем, что он будет работать как мастер сети по протоколу Modbus RTU. Сетевых параметрах выбираем скорость передачи данных точно такую же как было выбранно на ПЛК. Остальные настройки трогать не следует т.к. они совпадают с

настройками ПЛК рис.16.

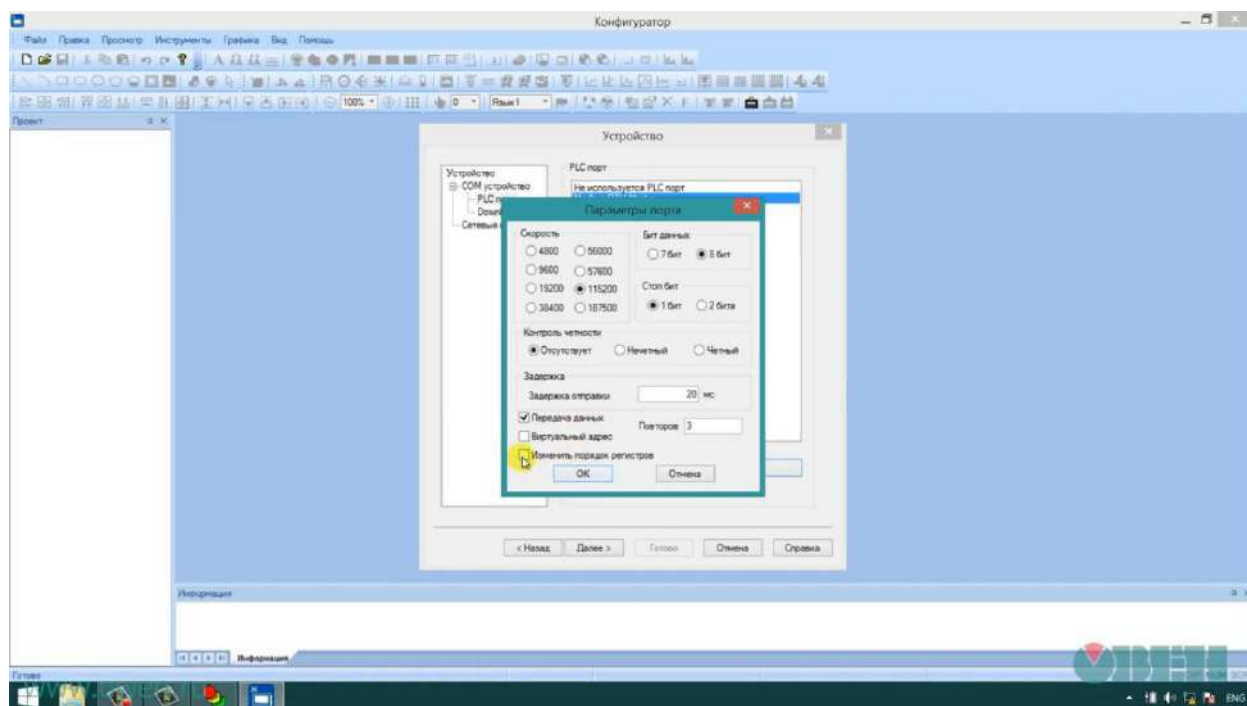


Рис.16 – Настройка параметров панели оператора

Далее сохраняем проект и переходим в поле рисования и вызываем вкладку «Ввод данных» Рис.17

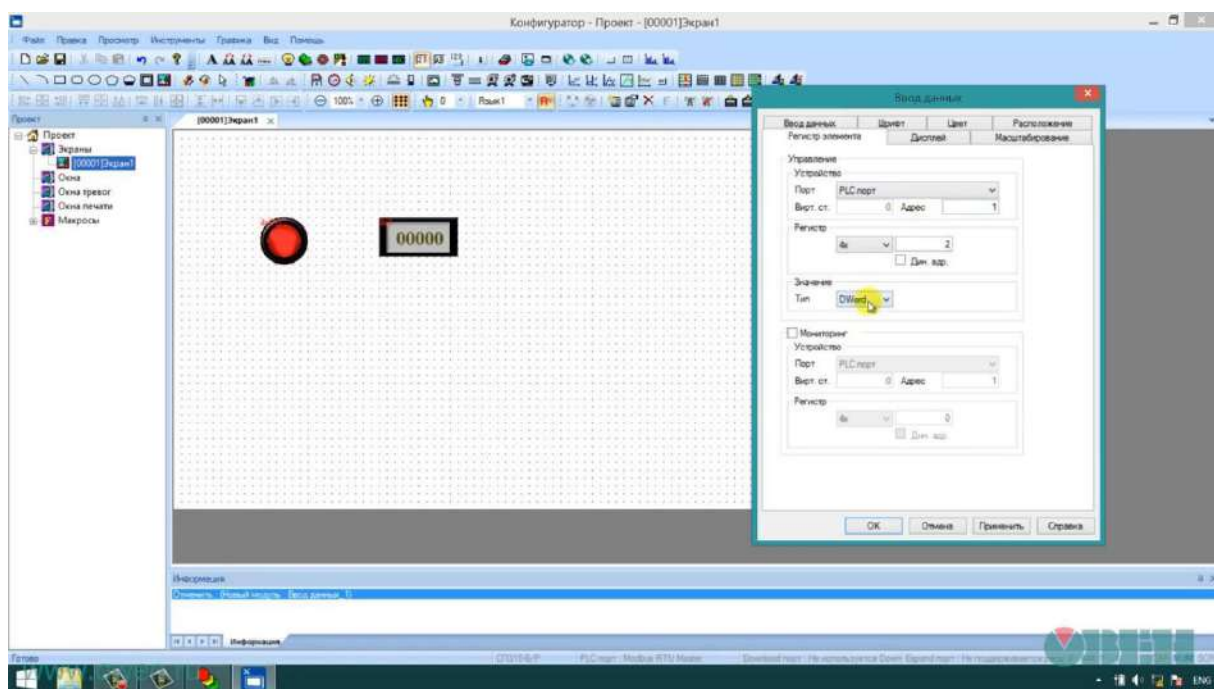


Рис.17 – Отрисовка экрана

Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата

ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР

Лист
48

В строке «Порт» Указываем PLC порт, строка «адрес» - адрес нашего ПЛК т.е. «1», в строке «регистр» указываем номер регистра из таб.7 и в строке «Значение» выбираем тип word для переменных с типом данных word и тип Dword для переменных с типом данных float, поскольку он занимает сразу два регистра и нам надо считать 2-ой и 3-ий регистр одновременно. Во вкладке «Дисплей» выбираем формат «Unsigned» для типа данных word, а для типа данных float обязательно выбираем формат «float» и всего будет 5 знаков, а после запятой ставим 2 знака. [15]

2.7 Описание электрической схемы.

Особенность данной АСУ заключается в том, что при минимальных входных сигналах (подключенных контрольно-измерительных приборов) мы имеем много выходов для управления устройствами эл.автоматики. Так как по техническим характеристикам контроллер имеет релейные выходы и суммарный ток каждой группы контактов не должен превышать 3А. и учитывая то ток потребления каждой обмотки эл.магнита соленоида не более 400 мА и взяв во внимание, что по алгоритму работы данной автоматизированной системы управления одновременно будет включаться не более двух соленоидов. Следовательно мы получим суммарный ток на группу выходных контактов контроллера не более 800 мА., что не превышает предельно допустимого тока в 3А. Исходя из этого было принято решение отказаться от промежуточных малоточных реле и подключить соленоиды напрямую к контроллеру.

Датчики уровня ДУ1 и ДУ2 имеют в своей конструкции геркон и поплавков с магнитом и при подъеме уровня жидкости контакт либо замыкается, либо размыкается. Поэтому мы имеем возможность подключить их напрямую на вход контроллера, так как они на выходе имеют два вида сигнала, либо False, либо True

Датчиками температуры являются термопары у которых сигналом на выходе является ЭДС прямопропорциональная температуре на объекте измерения и

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 49
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

так как у контроллера отсутствуют аналоговые входы, а показания в виде ЭДС требуется преобразовать в цифровой код. То для решения этой задачи я применил модуль аналогового ввода с универсальными входами MB110-224 фирмы Овен, который передает обработанные показания с термодатчика контроллеру по интерфейсу RS-485.

Так же по интерфейсу RS-485 осуществляется обмен данными с сенсорной панелью оператора СП307-Б.

Двигатели насосов и моторов перемешивания и рыхлителя каждый имеет мощность не более 1 кВт. При питании от 3-х фазной сети напряжением 380 В. Ток потребления будет составлять около 2.5 А. Поэтому для их коммутации применим эл.магнитный пускатель нулевой величины (6.3А) контактор с рабочим напряжением катушки эл.магнита 24 В при токе так же не превышающим 400 мА. Что так же допустимо для подключения к контроллеру без промежуточных реле.

Нагреватели (ТЭН) запитывается от двухфазной сети напряжением 380 В. Через твердотельное реле.

					<i>ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i> 50
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Закключение.

В результате выполненной работы тыла разработанна система автоматизированного минипив завода МП-200. В ходе выпускной квалификационной работы был изучен технологический процесс варки пива и основной объект исследования был варочный блок.

Были разработанны структурные и функциональные схемы для автоматизации минипив завода, позволяющие определить состав необходимого оборудования и каналов для передачи данных и сигналов для реализации автоматизированной системы. Система автоматизации минипив завода была спроектирована на базе контрольно-измерительных приборов и исполнительных элементов ведущих фирм и контроллерного оборудования фирмы «Овен» и программного обеспечения CoDeSys v 2.3, а так же было получено множество консультации от специалистов фирмы Овен и других разработчиков автоматизированных систем на различных форумах. В процессе работы были изучены все необходимые стандарты для разработки автоматизированной систему управления технологическим процессом, а также детально проработанны все этапы производства пива. При разработке САУ были детально проработаны структурная и функциональные схемы подобных систем.

Из результатов работы можно сказать что спроектированная система автоматического управления минипив завода не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую эластичность, позволяющую модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиям, в том числе оснастить ее SCADA системой, которая используется на всех уровнях автоматизации и позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 51
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

Список литературы

1. Безменов, В.С. Автоматизация процессов дозирования жидкостей в условиях малых производств / В.С. Безменов, В.А. Ефремов, В.В. Руднев. — М.: Ленанд, 2010. — 216 с.
2. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления (ССУЗ) / И.Ф. Бородин. — М.: КолосС, 2006. — 352 с.
3. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. — М.: Форум, 2012. — 224 с.
4. Системы автоматического управления на основе программируемых логических контроллеров. Деменков Н.П.,
Техническая коллекция Schneider Electric. выпуск 16, 2006
5. Языки программирования промышленных контроллеров: Учебное пособие. Деменков Н.П., под. ред. К.А. Пупкова,
М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004
6. Системы автоматизации с использованием программируемых логических контроллеров: Учебное пособие. Митин Г.П.,
М.: ИЦ МГТУ "Станкин"
7. Руководство по эксплуатации. ПЛК110 контроллер программируемый логический.
8. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. - М.: "Академия", 2000 - 416 с.
9. Кунце В. Технология солода и пива: пер. с нем. - СПб.:Изд-во "Профессия", 2001 - 912 с.
10. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда.
Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 52
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

11. Степень защиты IP международный стандарт IEC 60529 (DIN 40050, ГОСТ 14254-96)
12. ГОСТ 12.1.004–91 СС Т. Пожарная безопасность, Требования общие.
13. Курсовой проект на тему: «Модернизация автоматизированной системы управления разделителем жидкостей в установке комплексной подготовки газа»
14. <http://digital-edu.ru/issn/144/> Портал «Цифровое образование»
15. https://owen.ru/product/plk110_m02.
16. <http://www.adastra.ru/>
17. <http://www.servomh.ru/stati/datchiki-elementy-izmereniya-i-kontrolya>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Листинг программы

PROGRAM PLC_PRG

VAR

t1: TIME;

Tr1: TON;

b1: BOOL;

b2: BOOL;

t2: TIME;

N:INT;

Dy2: BOOL;

Tx2: REAL; (*измеренная температура *)

Tyst2: INT; (*Установленная температура*)

Dy1: BOOL;

Tx1: REAL; (*Измеренная температура ДТ1*)

Tyst1: INT; (*Установленная температура*)

Dy3: BOOL; (*датчик уровня 3*)

Tyst1_2: INT;

t3: TIME; (*Время таймера T3*)

t4: TIME; (*Время таймера T4*)

t5: TIME; (*Время выдержки T5*)

END_VAR

InTo();

WHILE Dy2=FALSE DO (*Ожидание когда ДУ2= TRUE*)

Nagr2:=FALSE;

END_WHILE

Nagr2:=TRUE; (*Включение нагревателя2*)

WHILE Tx2 <Tyst2 DO (*Ожидание когда Tx2 >Tyst2*)

Nagr2:=TRUE;

END_WHILE

Nagr2:=FALSE; (*Выключение нагревателя2*)

(*Перекачка горячей воды в ЗСА*)

MP:=TRUE; (*Включение мотора перемешивания*)

N1:=TRUE; (*Включение насос 1*)

VN1:=TRUE; (*Включение ВН1*)

VN3:=TRUE; (*Включение ВН3*)

VN5:=TRUE; (*Включение ВН5*)

WHILE Dy1=FALSE DO (*Ожидание ДУ1= TRUE*)

Nagr1:=FALSE;

END_WHILE

N1:=FALSE; (*Выключение насоса 1*)

VN1:=FALSE; (*Выключение ВН1*)

VN3:=FALSE; (*Выключение ВН3*)

VN5:=FALSE; (*Выключение ВН5*)

Nagr1:=TRUE; (*Включение нагревателя 1*)

WHILE Tx1 <Tyst1 DO (*Ожидание Tx1 >Tyst1*)

Nagr1:=TRUE;

END_WHILE

Nagr1:=FALSE; (*Выключение насоса1*)

t1:=t#15s; (*Таймер*)

b1:=TRUE;

Tr1(IN:=b1,PT:=t1);

b2:=Tr1.Q; (*Таймер*)

WHILE b2=FALSE DO (*Ожидание истечения времени T1*)

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		55

```
WHILE Tx1 <Tyst1 DO (*Поддержание температуры*)
Nagr1:=TRUE;
END_WHILE
Nagr1:=FALSE; (*Выключение нагревателя1*)
END_WHILE
```

```
WHILE Dy3=FALSE DO (*Ожидание ДУ3= TRUE*)
Nagr1:=FALSE;
END_WHILE
Nagr2:=TRUE;
```

```
(*Перекачка затора в ФА*)
MR:=TRUE; (*Включение мотора рыхлителя*)
N1:=TRUE; (*Включение насоса 1*)
VN2:=TRUE; (*Включение ВН2*)
VN5:=TRUE; (Включение ВН1**)
VN10:=TRUE; (*Включение ВН10*)
```

```
b1:=FALSE; (*Сброс таймера*)
b2:=FALSE;
```

```
t2:=t#15s; (*Таймер*)
b1:=TRUE;
Tp1(IN:=b1,PT:=t2);
b2:=Tp1.Q; (*Таймер*)
```

```
b1:=FALSE; (*Сброс таймера*)
b2:=FALSE;
```

```
VN2:=FALSE; (*Выключение ВН2*)
```

VN5:=FALSE; (*Выключение ВН5*)
VN10:=FALSE; (*Выключение ВН10*)
(*Перекачка в ЗСА но варку*)

N2:=TRUE; (*Отключение насоса 2*)
VN1:=TRUE; (*Включение ВН1*)
VN7:=TRUE; (*Включение ВН7*)
VN9:=TRUE; (*Включение ВН9*)
VN11:=TRUE; (*Включение ВН11*)

WHILE Dy1=FALSE DO (*Ожидание ДУ1= TRUE*)
Nagr1:=FALSE;
END_WHILE

N2:=FALSE; (*Отключение насоса 1*)
MR:=FALSE; (*Отключение мотора рыхлителя*)
VN1:=FALSE; (*Выключение ВН1*)
VN7:=FALSE; (*Выключение ВН7*)
VN9:=FALSE; (*Выключение ВН9*)
VN11:=FALSE; (*Выключение ВН11*)
Nagr1:=TRUE; (* Включение нагревателя 1*)

WHILE Tx1 <Tyst1_2 DO (*Ожидание когда Tx1 >Tyst1_2*)
Nagr1:=TRUE;
END_WHILE
Nagr1:=FALSE; (*Выключение нагревателя 1*)

t3:=t#15s; (*Таймер*)
b1:=TRUE;
Tp1(IN:=b1,PT:=t1);

b2:=Tp1.Q; (*Таймер*)

WHILE b2=FALSE DO (*Ожидание когда истечет время T3*)

WHILE Tx1 <Tyst1_2 DO (*Поддержание температуры*)

Nagr1:=TRUE;

END_WHILE

Nagr1:=FALSE; (*Выключение нагревателя 1*)

END_WHILE

b1:=FALSE; (*Сброс таймера*)

b2:=FALSE;

MP:=FALSE; (*Выключение мотора перемешивания*)

N1:=TRUE; (*Включение насоса 1*)

VN2:=TRUE; (*Включение ВН2*)

VN5:=TRUE; (*Включение ВН5*)

VN6:=TRUE; (*Включение ВН6*)

VN12:=TRUE; (*Включение ВН12*)

t4:=t#15s; (*Таймер*)

b1:=TRUE;

Tp1(IN:=b1,PT:=t1);

b2:=Tp1.Q; (*Таймер*)

b1:=FALSE; (*Сброс таймера*)

b2:=FALSE;

N1:=FALSE; (*Выключение насоса й*)

MP:=FALSE; (*Выключение насоса перемешивания*)

VN2:=FALSE; (*Выключение ВН2*)

VN5:=FALSE; (*Выключение ВН5*)

VN6:=FALSE; (*Выключение ВН6*)

VN12:=FALSE; (*Выключение ВН12*)

					ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР	Лист 58
Изм	Лист	№ Докум	Подпись	Дата		

VN14:=TRUE; (*Включение ВН14*)

VN15:=TRUE; (*Включение ВН15*)

N1:=TRUE; (*Включение насоса 1*)

VN4:=TRUE; (*Включение ВН4*)

VN5:=TRUE; (*Включение ВН5*)

VN6:=TRUE; (*Включение ВН6*)

VN8:=TRUE; (*Включение ВН8*)

VN13:=TRUE; (*Включение ВН13*)

t5:=t#15s; (*Таймер*)

b1:=TRUE;

Tr1(IN:=b1,PT:=t1);

b2:=Tr1.Q; (*Таймер*)

b1:=FALSE; (*Сброс таймера*)

b2:=FALSE;

N1:=FALSE; (*Выключение насоса 1*)

VN4:=FALSE; (*Выключение ВН4*)

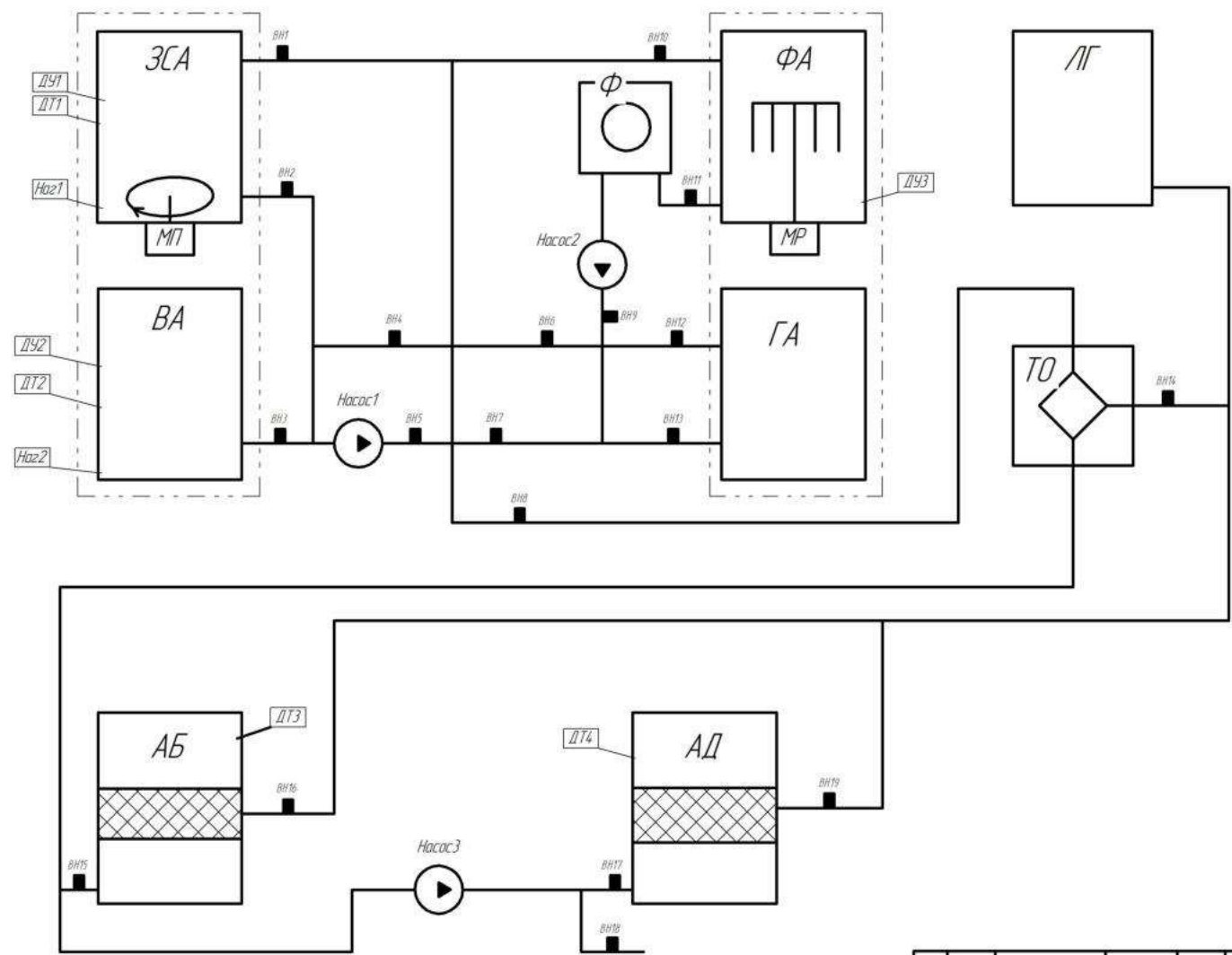
VN5:=FALSE; (*Выключение ВН5*)

VN6:=FALSE; (*Выключение ВН6*)

VN8:=FALSE; (*Выключение ВН8*)

VN13:=FALSE; (*Выключение ВН13*)

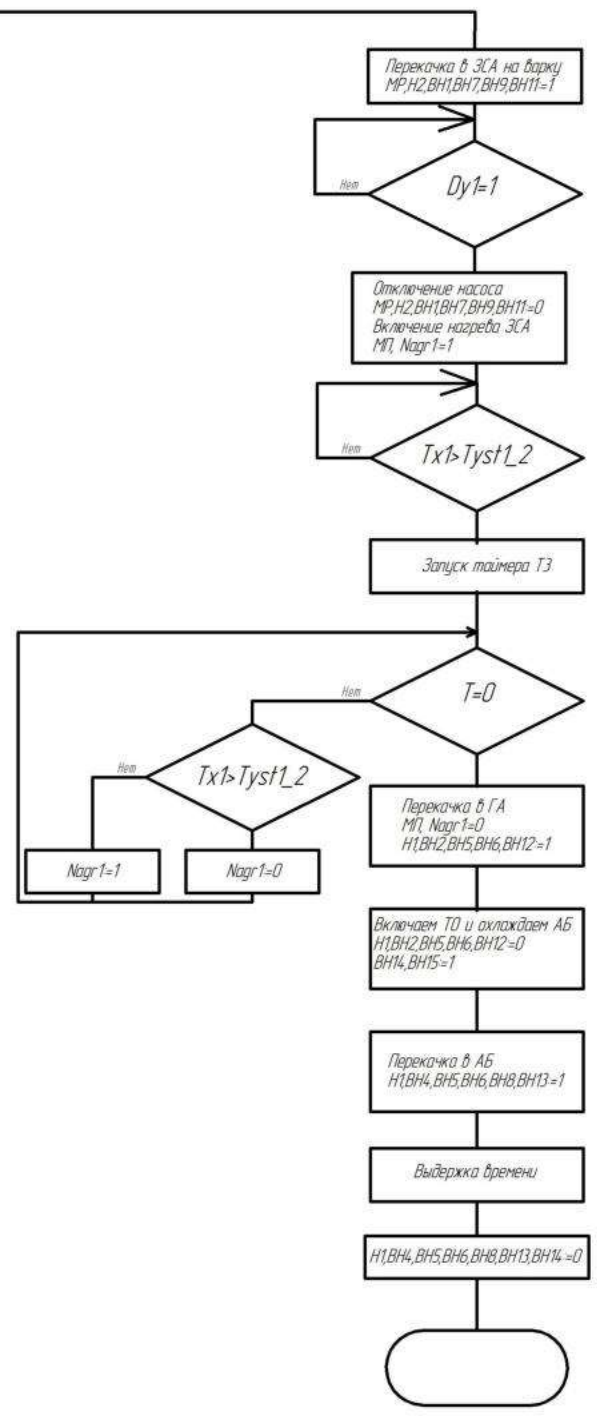
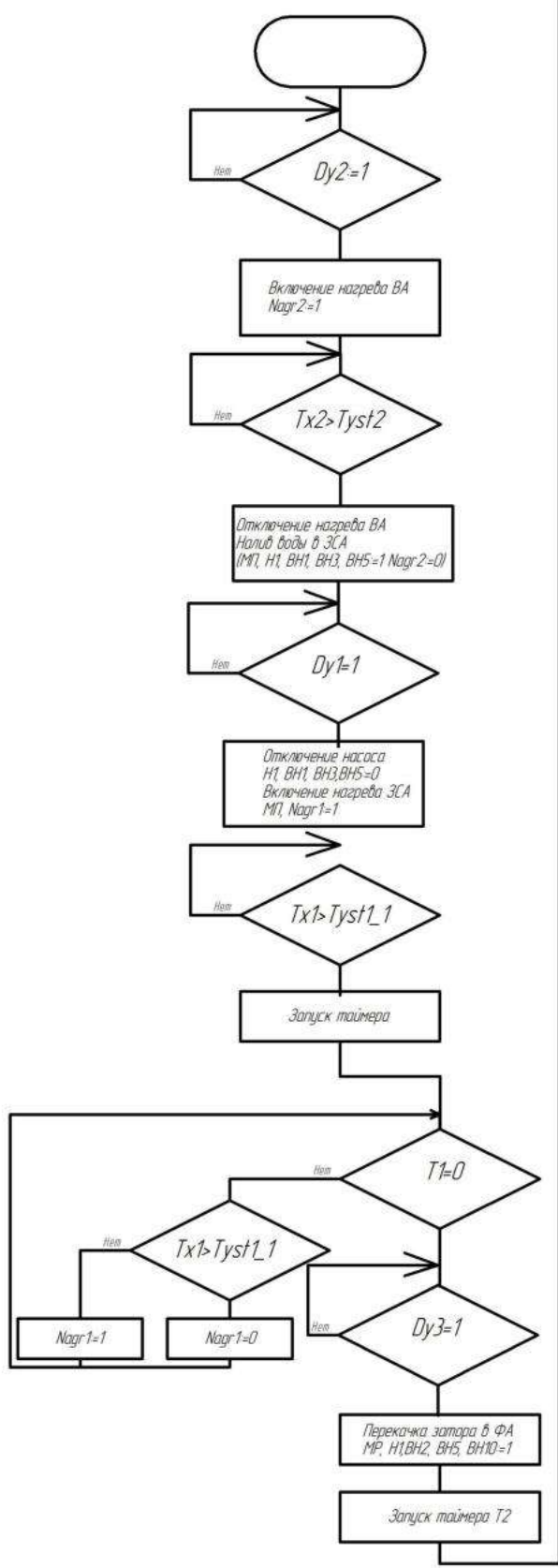
Листов. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № акт.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.



Поз.	Наименование
ДТ1-ДТ4	Датчик температуры
ДУ1-ДУ3	Датчик уровня
ВН1-ВН19	Вентили
ЗСА	Затворно-сусловый аппарат
ВА	Водогрейный аппарат
МП	Мотор перемешивания
Ф	Фильтр
ФА	Фильтрационный аппарат
МР	Мотор рыхлителя
ГА	Гидроциклонный аппарат
ТО	Теплообменник
АБ	Аппарат брожения
АД	Аппарат дозревания
ЛГ	льдогенератор

ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Баннов С.В.		
Проб.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
Структурная гидравлическая схема ГЗ			Лит.	Масса
				Масштаб
				1:1
			Лист 60	Листов 62

Инд. № подл.	Инд. № дробл.	Взам. инд. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР		
Разраб.	Проб.	Т.контр.	Н.контр.	Утв.	Блок схема алгоритм		
					Лит.	Масштаб	1:1
					Лист 61	Листов 62	

Лев. примен.

Справ. №

Подл. и дата

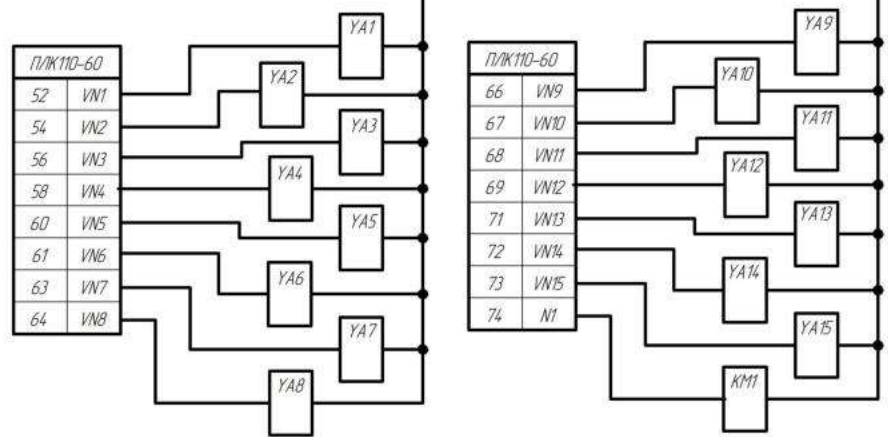
Инд. № аудл.

Взам. инв. №

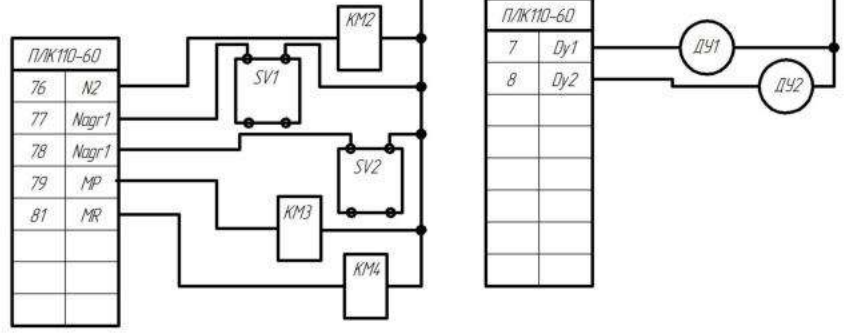
Подл. и дата

Инд. № подл.

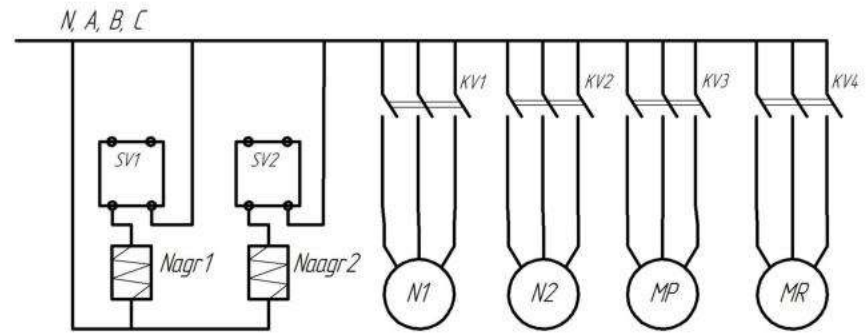
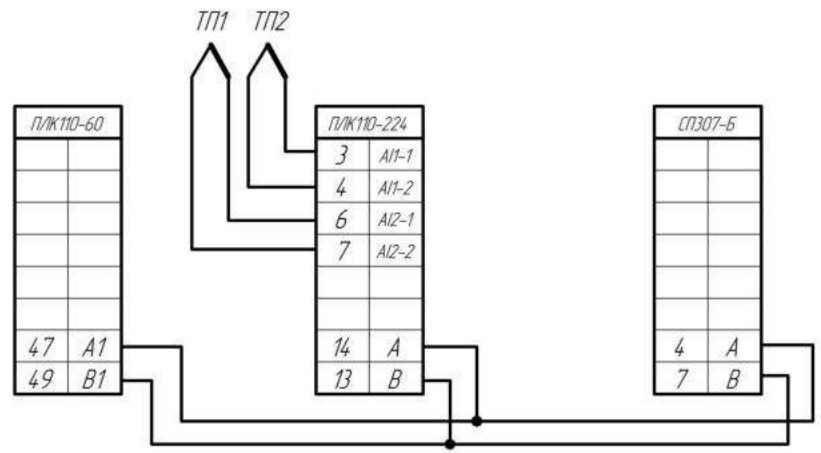
± 24 V



Организация интерфейсов RS-485



Силовая часть



				ЮУрГУ-27.03.04.2020.045.00.00 ПЗ ВКР				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Схема электрическая ЭЗ	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Баннов С.В.						1:1
Проб.						Лист 62	Листов 62	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								