

Агулов Денис Васильевич, инженер АСУ ТП ООО “СПБ ЦПИ”, магистрант, 1 курс. Кафедра «Технология и системы управления в машиностроении» Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов

СПОСОБЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ИХ ИНТЕГРАЦИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. Рассматривается практически значимый способ модернизации систем автоматического управления и их интеграция в распределенную систему управления на основе комбинации аппаратно-программных доработок, обеспечивающий интеграцию без полной замены оборудования, на примере модернизации охладительных и редукционно-охладительных установок на линии пара.

Ключевые слова: модернизация, интеграция, автоматизация технологических процессов, система управления, диспетчеризация, АСУ ТП, САУ, РСУ.

Annotation. The article considers a practically significant way to modernize automatic control systems and integrate them into a distributed control system based on a combination of hardware and software improvements that ensure integration without completely replacing equipment, using the example of upgrading cooling and reduction cooling units on a steam line.

Keywords: modernization, integration, automation of technological processes, control system, dispatching, automated process control systems, APCS, DCS.

Введение. На данный момент тенденция развития автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) направлена на повышение эффективности и производительности производств, увеличения качества конечного продукта, снижение количества ошибок и увеличение возможностей контроля. Вместе с этим появляется необходимость концентрировать всю возможную информацию о происходящих процессах и

выводить в понятном для человека виде на автоматизированное рабочее место (АРМ). Это позволяет постоянно контролировать и регулировать технологические процессы в режиме реального времени, с сохранением трендов работы и действий операторов, а также вести предиктивную аналитику возможных неисправностей, к примеру по показаниям наработки электродвигателей заранее производить технический осмотр (ТО).

На производственных площадках все чаще интегрируют ранее установленное оборудование в общую систему автоматизации, а при отсутствии таких возможностей производят его замену на современные аналоги. При этом возникает ряд проблем, поднятых автором в [1]:

- большое количество различных промышленных протоколов связи, и способов их обработки;
- даже у одного производителя оборудования может довольно сильно различаться программное обеспечение (ПО);
- модули могут быть не совместимы между собой, особенно, если старое оборудование интегрируется в современную систему управления;
- отсутствие стандартизации, как для тегов, так и для самой структуры работы в разных проектах, написанных даже в один и тот же период;
- устаревание существующих кабельных линий, которое приводит к появлению задержек в передаче данных;
- защита от хакерских атак на данный момент находится на довольно низком уровне и часто выполнена в виде полного отсутствия доступа к глобальной сети.

Для решения этих проблем применяют маршрутизаторы, конверторы, коммутаторы, ОРС-серверы, самописные библиотеки ПО, которым требуется тонкая настройка для стабильной работы.

Необходимость модернизации обоснована многими факторами: технологическое устаревание оборудования (физический износ и моральное устаревание), повышение требований к точности управления и безопасности технологических процессов и т.д.

Глобально путей интегрирования систем автоматического управления (САУ) в распределенную систему управления (PCY или DCS) и модернизации

устаревшего оборудования всего два, но при этом следует учесть и то, что, разработчики оборудования и ПО часто усложняют реализацию этих задач, идя путем индивидуализации своих проектов, ПО, способов работы с промышленными протоколами связи и т.д.

Первый путь — это использование различных конвертеров и преобразователей для обеспечения возможности создания общей сети между оборудованием и наладка качественной и стабильной передачи данных. Поиск возможностей для выстраивания взаимодействия между различным ПО и настройка адресного пространства.

Второй путь — это полная замена, как исполнительных механизмов, так и контроллеров управляющих ими, на подходящие по протоколам связи. Для минимизации конфликтов иногда подбирают все оборудование, изготовленное одним производителем. При этом возможно расширение спектра решаемых задач, получаемой информации и увеличения точности управления [2].

Первый часто выгоднее, хотя может занимать больше времени на настройку и наладку, бывают ситуации, когда он не реализуем. Второй требует больших финансовых затрат и наличие грамотных специалистов способных написать логическую программу для контроллеров, в случаях безнадежно устаревшего оборудования или полного отсутствия возможности преобразовать протоколы связи и привести их в один общий, он остается единственным.

В практической реализации встречаются случаи, когда на производствах унифицируют протоколы связи, используя какой-то один конкретный (только Profibus, к примеру), что позволяет упростить последующую интеграцию оборудования и сократить расходы на ее реализацию. При таком подходе действуют так:

- проектирование выполняется с нуля, службами ведется контроль за закупкой оборудования только с протоколом Profibus, т.к. разницы нет, какие исполнительные механизмы и контроллеры покупать изначально
- идёт модернизация старого оборудования, и, если исполнительные механизмы и контроллеры достаточно устарели, есть возможность полной их замены, соответственно покупается оборудование только с протоколом

Profibus. При отсутствии такой возможности, выполняется интеграция оборудования на доступном уровне, до появления возможности замены.

С развитием локальных контроллеров, систем связи, систем безопасности, ОРС-серверов и интерфейсов обработки информации, ПО, искусственного интеллекта и т.д. АСУ, САУ и РДУ усложняются, появляются новые функции и возможности, а значит, возникают новые задачи по модернизации и интеграции систем управления в одну общую, для повышения возможностей контроля, управления и безопасности технологических процессов, уменьшения роли человека в управлении ими.

Практическая ценность и новизна. Предложенный способ заключается в комбинации аппаратно-программных решений для интеграции устаревших систем автоматизации в новые, с учетом современных требований. Объединение САУ в РСУ позволяет сконцентрировать мониторинг и управление технологическим процессом (ТП) в одном месте. На практике это позволяет:

- сократить время сбора данных и принятия решений по корректировке ТП;
- снизить трудозатраты на контроль и регулировку технологических параметров;
- снизить воздействие опасных производственных факторов, путем исключения необходимости постоянного присутствия операторов в непосредственной близости от работающего оборудования;
- сократить затраты на модернизацию путем не полной замены оборудования, а интеграции уже существующего в новую РСУ.

Этот подход может служить типовым решением для аналогичных задач по модернизации, особенно на предприятиях с поэтапным внедрением АСУ ТП.

Постановка задачи. Организация возможности контроля оборудования в режиме online, дистанционное управление с АРМ. Проработка необходимого оборудования. Разработка проекта визуализации и его интегрирование в функционирующую систему.

Анализ и решение задачи. Рассмотрим способ интеграции существующего оборудования в общую DCS и систему диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) на примере двух охладительных установок (ОУ) и четырех редуционно-охладительных установок (РОУ), управляемых с

местных панелей оператора и не интегрированных между собой в одну сеть. Данный пример демонстрирует методику и нюансы объединения разнородных промышленных сетей и оборудования различных производителей в единую систему управления.

Существующее на предприятии оборудование

Оборудование и ПО	Выполняемые задачи
ОВЕН ПР-200 – 4 шт.	Обрабатывают логику работы двух РОУ-40/19, ОУ-8 и ОУ-18
ОВЕН ПЛК-210 – 2 шт.	Обрабатывают логику работы двух РОУ 40/8
ОВЕН панель оператора СП-310 – 6 шт.	Обеспечивают возможность управления установками в местном режиме
ОВЕН модуль сбора данных МСД-200 – 6 шт.	Применяется для регистрации событий и записи архивных данных на SD карту
Cisco коммутатор IE-2000-16TC-B	Коммутирует общую сеть АСУ
SIEMENS SCADA система WinCC v7.5 SP 2 (рис. 1)	Контроль и управление технологическими процессами турбогенератора, линиями пара, ОУ/РОУ
АРМ	ПК с оболочкой Windows на котором реализована SCADA

Нынешняя SCADA позволяет контролировать работу общей системы паропроводов и турбогенератора, без возможности более тонко влиять на получаемые в результате работы характеристики пара. Эти показатели очень важны, т.к. далее пар подается в другие технологические цеха и должен иметь соответствующие требованиям документации и техническим потребностям давление и температуру. Для достижения этой цели нужно добавить возможность следить за показаниями датчиков и контролировать работу существующих охладительных и редуционно-охладительных установок (рис. 1)

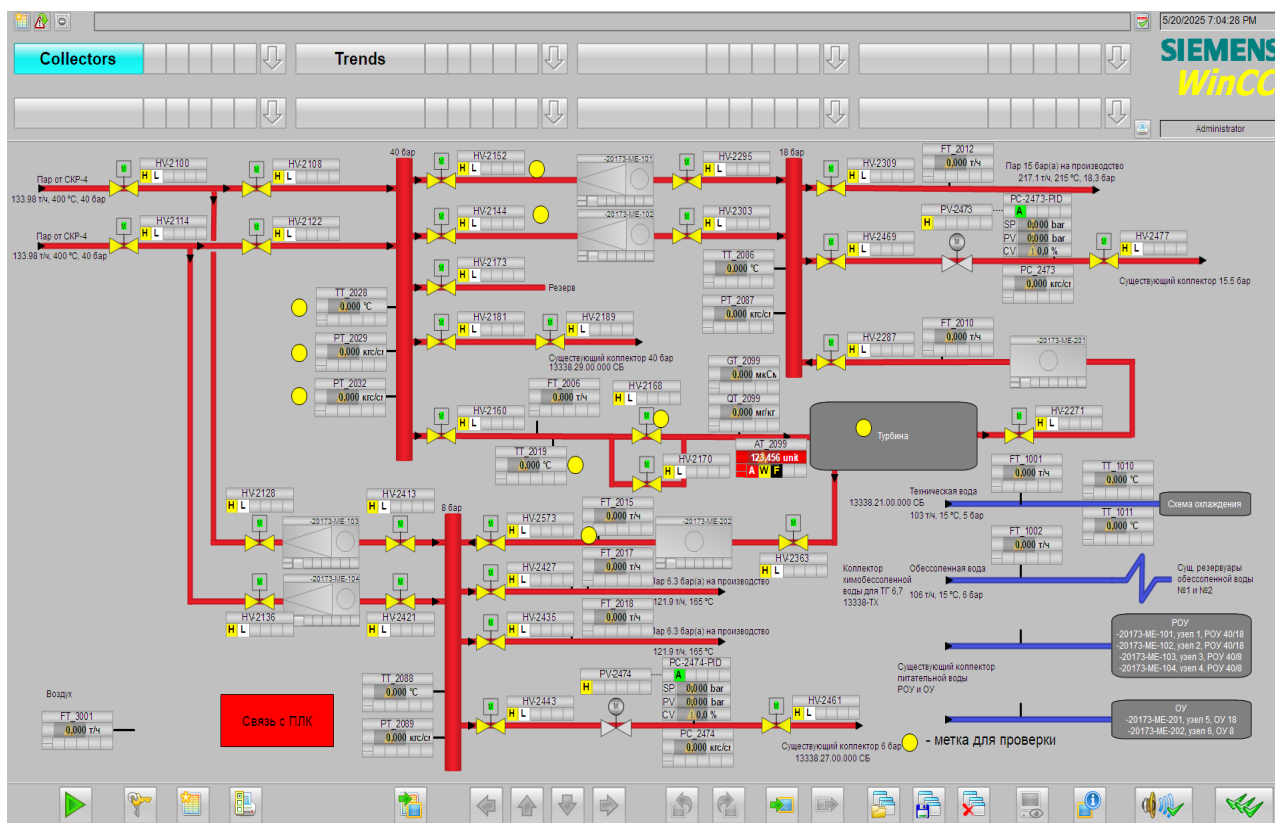


Рис. 1. SCADA «WinCC», экран общей системы трубопроводов пара

Для объединения ОУ/РОУ в одну сеть, подключения к АРМ и интеграции в существующую SCADA нам потребуются:

- шесть маршрутизаторов Modbus RS-485;
- медиа-конвертер Modbus RS-485 в TCP/IP;
- медиа-конвертер Modbus TCP/IP в Fiber Optic (FO).

Доступ к общей сети мы получим через существующий коммутатор Cisco IE-2000-16TC-B.

В ходе решения возможной проблемы одновременного управления работой исполнительных механизмов установок, со скады и местной панели оператора внесены изменения в существующее ПО программируемых реле (ПР) и программируемых логических контроллеров (ПЛК). Добавлено дополнительное условие в логику работы с использованием метода детерминированного селектора источников управления. Алгоритм реализует строгий выбор между двумя управляющими сигналами с исключением ненужного. Выбор режима работы реализован с помощью функции сравнения переменной (панель (0)/скада (1)) с константой (0) и последующего инвертирования результата для одного из режимов работы.

При выборе режима управления «Панель» все управляющие сигналы от панели умножаются на единицу, а от скады на ноль, и наоборот. После этого, через функцию суммирования сигналы пишутся в общие переменные управления, которые используются в логике работы (рис. 2)

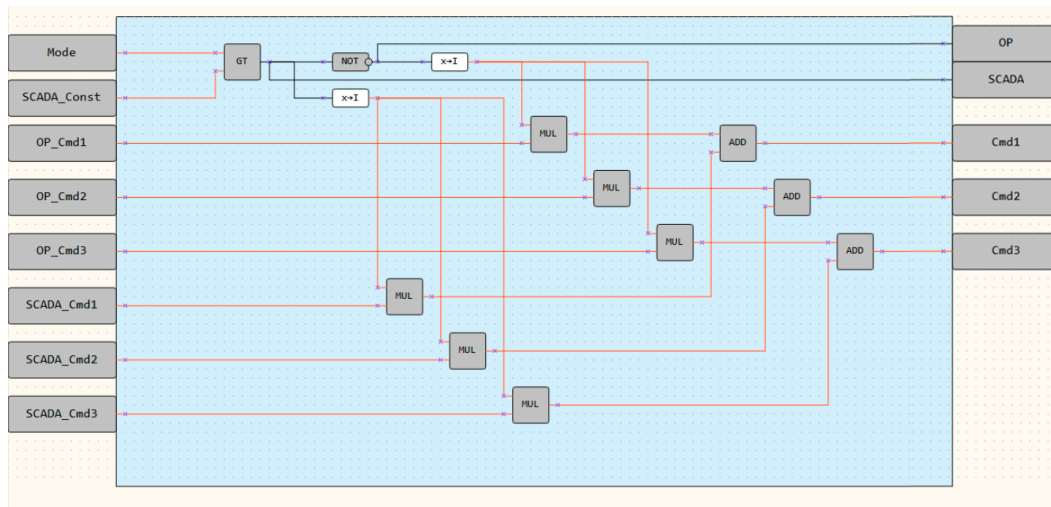


Рис. 2. Функция выбора режимов управления (Панель/SCADA)

Перед началом любых работ с сетями разрабатывается конфигурация сети (рис. 4) и общая карта, включающая узлы управления, интерфейсы и средства связи (рис. 3)

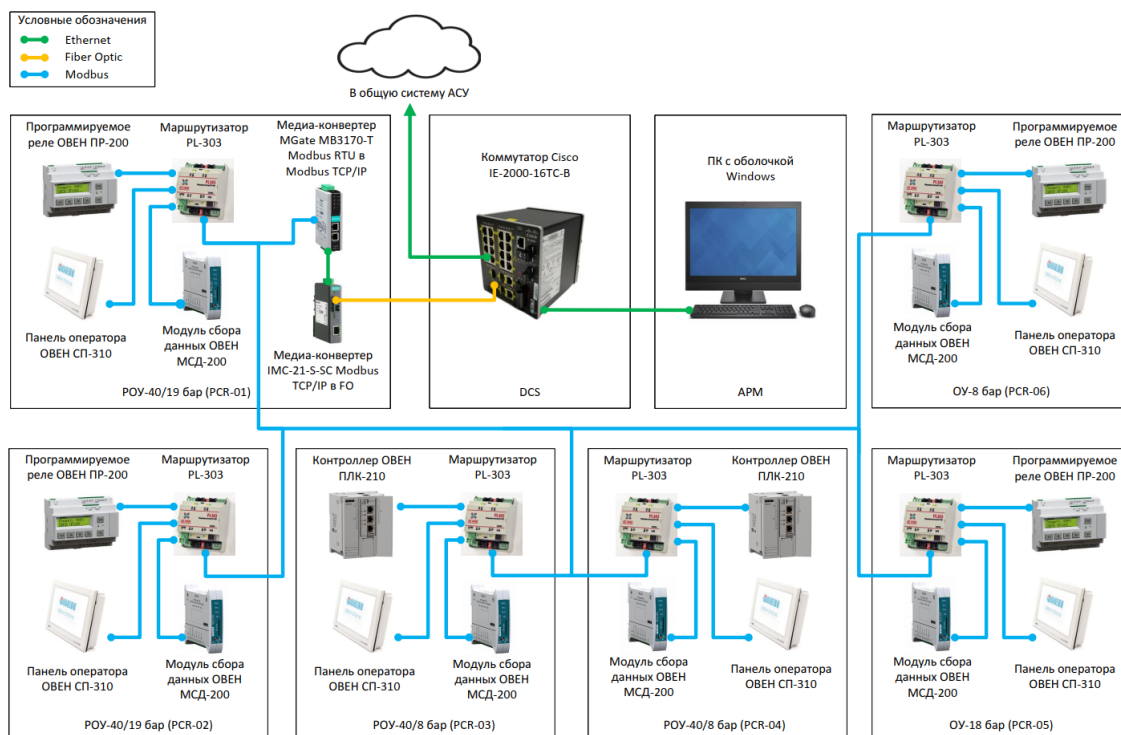


Рис. 3. Общая карта сети ОУ/ПОУ с РСУ (DCS) и АРМ

Наименование	Тип оборудования	Порт	Протокол обмена	Тип	Адрес	Маска	Сеть	Baud rate, bit/s	Data bits	Parity	Stop bit
DCS и АРМ											
Шкаф кроссовый DCS	IE-2000-16TC-B	LC1	Modbus TCP (оптика)	-	-	-	-	-	-	-	-
Шкаф кроссовый DCS	IE-2000-16TC-B	RJ8	Modbus TCP (медь)	-	-	-	-	-	-	-	-
АРМ ЦТЩУ ТЭЦ	-	-	Modbus TCP (медь)	Client	192.168.0.10	255.255.255.0	SCADA	100M	-	-	-
РΟΥ-40/19 бар (PCR-01)											
РΟΥ 40/18, узел 1	ПР 200-24.2.2.0	RS2-485	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	1	-	Марш. 01	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 1	PL303	Port1	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	2	-	Панель 01	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 1	PL303	Port2	Modbus-RTU (RS-485)	Master	1	-	Марш. 01	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 1	PL303	Port3	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	1	-	SCADA	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 1	PL303	Port4	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	3	-	Регистратор 01	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 1	СП310Б	PLC	Modbus-RTU (RS-485)	Master	2	-	Панель 01	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 1	МСД-200	RS2-DEV	Modbus-RTU (RS-485)	Master	3	-	Регистратор 01	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 1	МВ3170-T	RJ45	Modbus TCP (медь)	Server	192.168.0.20	255.255.255.0	SCADA	100M	-	-	-
РΟΥ 40/18, узел 1	ИМС-21А-S-SC-T	RJ45	Modbus TCP (медь)	-	-	-	-	-	-	-	-
РΟΥ 40/18, узел 1	ИМС-21А-S-SC-T	SC	Modbus TCP (оптика)	-	-	-	-	-	-	-	-
РΟΥ-40/19 бар (PCR-02)											
РΟΥ 40/18, узел 2	ПР 200-24.2.2.0	RS2-485	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	2	-	Марш. 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 2	PL303	Port1	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	2	-	Панель 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 2	PL303	Port2	Modbus-RTU (RS-485)	Master	1	-	Марш. 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 2	PL303	Port3	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	1	-	SCADA	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 2	PL303	Port4	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	3	-	Регистратор 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 2	СП310Б	PLC	Modbus-RTU (RS-485)	Master	2	-	Панель 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/18, узел 2	МСД-200	RS2-DEV	Modbus-RTU (RS-485)	Master	3	-	Регистратор 02	9600	8	Non	1
РΟΥ-40/8 бар (PCR-03)											
РΟΥ 40/8, Узел 3	ПЛК210-02.CS	RS2-485	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	3	-	SCADA	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 3	PL303	Port1	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	2	-	Панель 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 3	PL303	Port2	Modbus-RTU (RS-485)	Master	1	-	Марш. 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 3	PL303	Port3	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	1	-	SCADA	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 3	PL303	Port4	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	3	-	Регистратор 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 3	СП310Б	PLC	Modbus-RTU (RS-485)	Master	2	-	Панель 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 3	МСД-200	RS2-DEV	Modbus-RTU (RS-485)	Master	3	-	Регистратор 03	9600	8	Non	1
РΟΥ-40/8 бар (PCR-04)											
РΟΥ 40/8, Узел 4	ПЛК210-02.CS	RS2-485	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	4	-	SCADA	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 4	PL303	Port1	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	2	-	Панель 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 4	PL303	Port2	Modbus-RTU (RS-485)	Master	1	-	Марш. 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 4	PL303	Port3	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	1	-	SCADA	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 4	PL303	Port4	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	3	-	Регистратор 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 4	СП310Б	PLC	Modbus-RTU (RS-485)	Master	2	-	Панель 02	9600	8	Non	1
РΟΥ 40/8, Узел 4	МСД-200	RS2-DEV	Modbus-RTU (RS-485)	Master	3	-	Регистратор 04	9600	8	Non	1
ОУ-18 бар (PCR-05)											
ОУ 18 Узел 5	ПР 200-24.2.2.0	RS2-485	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	5	-	Марш. 05	9600	8	Non	1
ОУ 18 Узел 5	PL303	Port1	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	2	-	Панель 05	9600	8	Non	1
ОУ 18 Узел 5	PL303	Port2	Modbus-RTU (RS-485)	Master	1	-	Марш. 05	9600	8	Non	1
ОУ 18 Узел 5	PL303	Port3	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	1	-	SCADA	9600	8	Non	1
ОУ 18 Узел 5	PL303	Port4	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	3	-	Регистратор 05	9600	8	Non	1
ОУ 18 Узел 5	СП310Б	PLC	Modbus-RTU (RS-485)	Master	2	-	Панель 05	9600	8	Non	1
ОУ 18 Узел 5	МСД-200	RS2-DEV	Modbus-RTU (RS-485)	Master	3	-	Регистратор 05	9600	8	Non	1
ОУ-8 бар (PCR-06)											
ОУ 8 Узел 6	ПР 200-24.2.2.0	RS2-485	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	6	-	Марш. 06	9600	8	Non	1
ОУ 8 Узел 6	PL303	Port1	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	2	-	Панель 06	9600	8	Non	1
ОУ 8 Узел 6	PL303	Port2	Modbus-RTU (RS-485)	Master	1	-	Марш. 06	9600	8	Non	1
ОУ 8 Узел 6	PL303	Port3	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	1	-	SCADA	9600	8	Non	1
ОУ 8 Узел 6	PL303	Port4	Modbus-RTU (RS-485)	Slave	3	-	Регистратор 06	9600	8	Non	1
ОУ 8 Узел 6	СП310Б	PLC	Modbus-RTU (RS-485)	Master	2	-	Панель 06	9600	8	Non	1
ОУ 8 Узел 6	МСД-200	RS2-DEV	Modbus-RTU (RS-485)	Master	3	-	Регистратор 06	9600	8	Non	1

Рис. 4. Конфигурация сети

Теперь мы сможем объединить все устройства ОВЕН в одной сети Modbus RTU с помощью PL 303. Данный маршрутизатор в режиме работы «Мастер-арбитр» позволяет выстроить очередность запросов от нескольких Master-устройств в сети к одному Slave-устройству. Если слейв занят другим мастером в сети, то с помощью буферизации запрос будет поставлен в очередь и задержан до момента, когда слейв освободится. В то же время все следующие запросы от других мастеров так же будут поставлены в очередь. Кроме того, в режиме работы «Маршрутизатор + Мастер-арбитр» PL 303 позволяет объединить не только несколько Master-устройств и одно Slave-устройство, но и несколько PL 303 работающих в том же режиме, путем присвоения Slave-устройствам виртуальных адресов, по которым и происходит перенаправление запроса к нужному слейву [3].

В таком режиме работы Slave-устройство всегда подключается к разъему №2, а в таблице маршрутизации мы можем заблокировать порты перенаправления для виртуальных адресов не использующихся на конкретном PL 303. Такие настройки позволят исключить возникновение ошибок при обращении мастеров к неверным слейвам. (рис. 5 и рис. 6)

Маршрутизатор RS-485		
Таблица маршрутизации		
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 1	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 1	1	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 2	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 2	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 3	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 3	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 4	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 4	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 5	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 5	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 6	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 6	БЛОКИРОВАТЬ	

Маршрутизатор RS-485		
Таблица маршрутизации		
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 1	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 1	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 2	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 2	2	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 3	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 3	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 4	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 4	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 5	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 5	БЛОКИРОВАТЬ	
Порт перенаправления. Виртуальный адрес 6	PORT2	
Адрес перенаправления. Виртуальный адрес 6	БЛОКИРОВАТЬ	

Рис. 5. Конфигурация первого PL-303 для Slave-устройства с адресом 1

Рис. 6. Конфигурация второго PL-303 для Slave-устройства с адресом 2

Настраиваем медиа конвертеры Modbus RTU в Modbus TCP/IP и Modbus TCP/IP в Fiber Optic, настройки для них обычно стандартные на этом этапе сложностей не возникает [10,11].

Далее требуется подключить оптоволокно к коммутатору Cisco IE-2000-16TC-B. Одномодовое оптоволокно в проекте выбрано для увеличения скорости передачи данных и исключения возможности появления помех из-за большого удаления DCS от исполнительных механизмов и локальных контроллеров.

Здесь следует учитывать возможное несоответствие трансиверов (SFP модулей) у медиа конвертера и коммутатора. Если конвертер работает с одномодовым волокном и сетью 100 Мб/с, а коммутатор с одномодовым волокном и сетью 1000 Мб/с, это не совместимые модули, как по скорости, так и по стандарту физического уровня 100BASE-FX – 1000BASE-LX.

Из этого положения есть выход, в некоторых случаях он дешевле, чем покупка подходящего SFP модуля, такого как GLC-FE-100FX. Нужно установить дополнительный медиа конвертер Fiber Optic в Modbus TCP/IP и работать с ним, в т.ч. подключить в разъем RJ45 Cisco.

Остается настроить connection Modbus TCP/IP в WinCC с установленным communication driver. Настройки подключения хорошо описаны в [8].

Добавим адресацию Holding Register, используемый для чтения, хранения и записи данных, при обмене между Master и Slave-устройствами. В данном случае при работе с ОВЕН нужно включить функцию перестановки местами старшего и младшего 16-битных слов в 32-битном значении (0x1234ABCD). Настройка называется – Swap words in 32 bits values [5, 6]. Кроме того, стоит учитывать настройки передачи значений самими устройствами ОВЕН. Могут быть включены – Старшим регистром и старшим байтом вперед. В основном вся информация содержится в старших байтах и для уменьшения длины передаваемого сигнала их инвертируют [4]. В таком случае битовая адресация в WinCC будет перевернута. Пример заполнения адресного пространства (рис. 7)

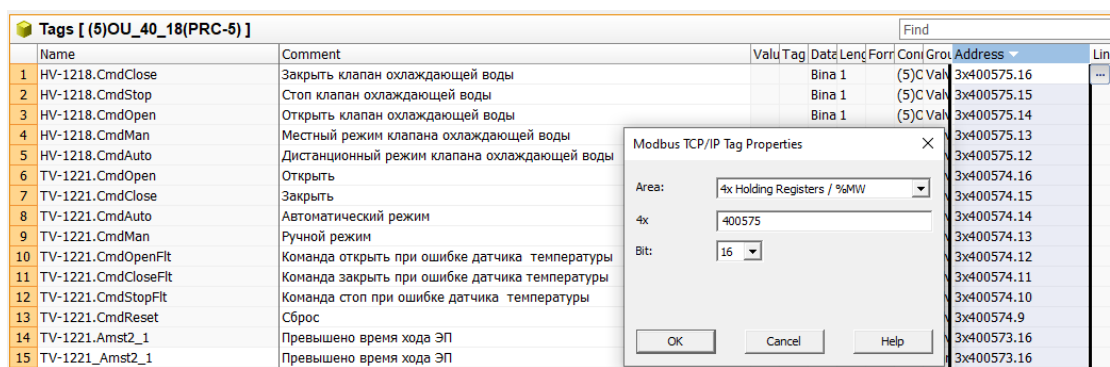


Рис 7. Пример заполнения адресного пространства в Tag Management WinCC

У SIEMENS есть свои нюансы работы с Modbus, которые различаются от устройства к устройству. В данной версии WinCC v7.5 SP 2 Holding Register имеет начальный адрес 3x400001, следовательно доступное адресное пространство выглядит как: 3x400001...3x465535. К примеру, в TIA WinCC SCADA v15.1 адресное пространство выглядит иначе: 4x400001...4x465535. [9]

Целочисленная переменная занимает один регистр, а переменная с плавающей запятой занимает два регистра, соответственно для таких переменных смещение выглядит так: $512 = 3 \times 400514$. В случае жесткого ограничения в количестве передаваемых регистров переменную с плавающей запятой можно умножить на 10 и конвертировать в int, тогда появится возможность передать ее одним регистром, как целочисленную. После передачи можно конвертировать ее обратно и поделить на 10 в другом устройстве.

ОВЕН выделил в ПР200 адресное пространство для сетевых переменных с 512...575 регистры. Следовательно, 512 регистр в WinCC нужно записать как 3x400513. Битовые значения для SIEMENS, кроме инверсии, так же смещены на +1 (рис. 7)

Modbus	512.0	512.1	512.2	...	512.13	512.14	512.15
Siemens address	3x400513.16	3x400513.15	3x400513.14	...	3x400513.3	3x400513.2	3x400513.1

Рис. 7. Пример соответствия регистров ОВЕН Modbus адресации в SIEMENS WinCC

Нюансы и способ разработки, визуализации, графического интерфейса, трендов и журнала ошибок в SCADA-системе SIEMENS WinCC подробно описаны в [7].

Интеграция в существующий проект производится путем export – import созданных тэгов в tag Management WinCC, предусмотренным SIEMENS, при этом уже существующие тэги не заменяются, а дополняются новыми. Сами же страницы и фэйсплейты переносим в папку GraCS в проекте. В результате получаем общий проект визуализации (рис. 8)

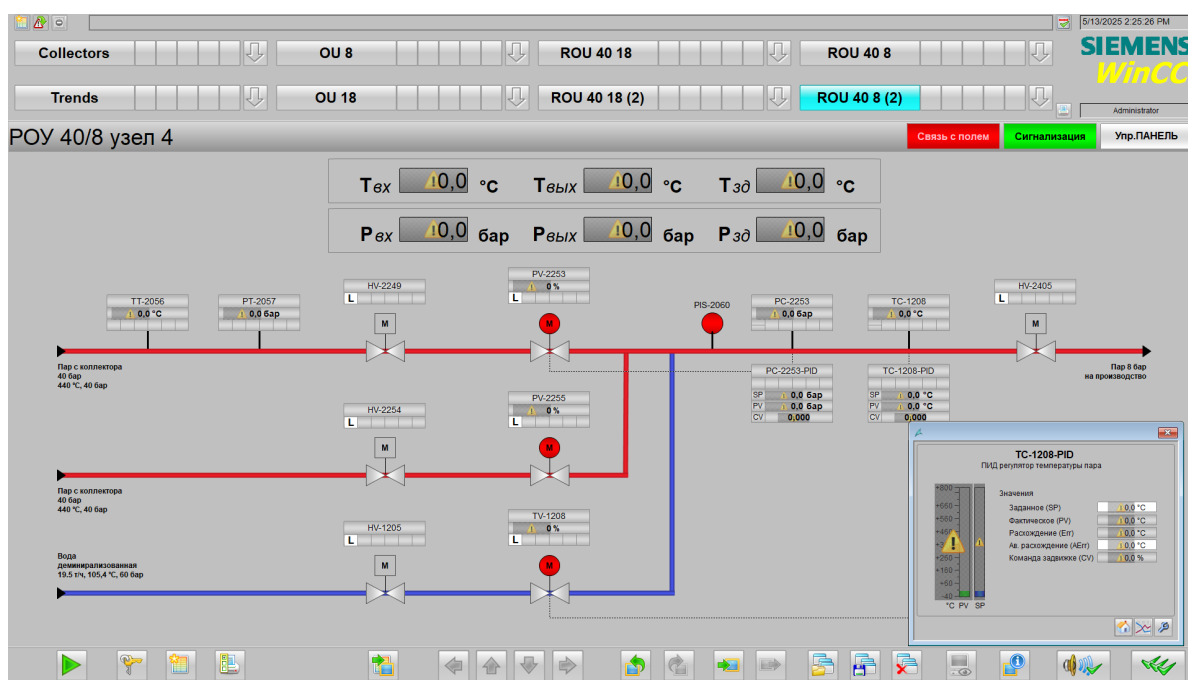


Рис. 8. Пример мнемосхемы одной из интегрированных установок

Заключение. В ходе организации удаленного контроля и управления ОУ/РОУ с АРМ выполнены все поставленные задачи. Необходимое оборудование выбрано и установлено. Все шесть установок интегрированы в общую систему РСУ и в проект визуализации SCADA. Теперь у эксплуатирующей организации есть возможность с единого АРМа:

- удаленно управлять установками;
- получать информацию с датчиков;
- контролировать технологический процесс всех установок;
- вести запись трендов и журнала ошибок;
- просматривать записи трендов и журнала ошибок, как в реальном времени, так и за сохраненный период.

Список литературы

1. Актуальные направления модернизации АСУ ТП в современной промышленности / Хакимова А.З., Борисова О.В. – Энергетика, управление и автоматизация: инновационные решения проблем, 2024 г. – 270 – 278 с.

2. Адаптация системы программно-логического управления пакетформирующей машиной фирмы MÖLLERS к современным средствам автоматизации SIMATIC / Р.Р. Исламов, А.Г. Шумихин - Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биология, 2022г – 102 – 119 с.

3. PL303. Маршрутизатор RS-485: руководство по эксплуатации / Jet Logic building control system, 2017. – 20 с.

4. MODBUS over Serial Line. Specification and Implementation Guide, V1.02 [Электронный ресурс]. – URL: https://modbus.org/docs/Modbus_over_Serial_Line_V1_02.pdf

5. ПР200. Устройство управляющее многофункциональное: руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: https://owen.ru/uploads/re-pr200_1908.pdf?ysclid=mawnbyujrk263910034

6. ПЛК210. Контроллер логический программируемый. Модификации ПЛК210-1х и ПЛК210-4G: руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: https://owen.ru/downloads/re_plk210-0x.pdf

7. SIMATIC HMI WinCC V7.5 WinCC/Options for Process Control. System Manual [Электронный ресурс] – URL: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/757/109760757/att_962240/v1/WinCC_ProcessControl_en-US_en-US.pdf

8. SIMATIC HMI WinCC V7.4 SP1: Communication. System Manual [Электронный ресурс] URL:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/339/109746339/att_915505/v1/WinCC_Communication_en-US_en-US.pdf

9. Modbus Addressing in SIMATIC S7-1200/S7-1500 [Электронный ресурс] – URL:
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/100633819/how-do-you-address-the-memory-areas-in-the-simatic-s7-1200-s7-1500-and-in-the-modbus-device-in-the-case-of-modbus-tcp-data-communication-?dti=0&dl=en&lc=ru-RU>

10. MGate MB3000 Modbus Gateway. User Manual [Электронный ресурс] – URL:
https://moxa.ru/files/Manuals_IE/moxa-mgate-mb3000-series-manual-v13_3.pdf

11. IMC-21-S-SC Datasheet [Электронный ресурс] – URL:
https://moxa.ru/files/datasheets_2021/moxa-imc-21-series-datasheet-v1_3.pdf