## Создание АСУ лабораторным комплексом автоматизации производственных процессов

Высококвалифицированные специалисты требуются в любой отрасли промышленности, а для эффективной подготовки инженеров кроме теории нужна и практика - именно она дает возможность студентам понять суть современных технологий автоматизированного управления производством. Успешное обучение возможно лишь при наличии хорошо оснащенных лабораторий.

### Состав лабораторного комплекса АСУ

**На кафедре Электропривода и автоматизации в Кузбасском Государственном Техническом Университете имени Т.Ф. Горбачева создана АСУ лабораторным комплексом автоматизации производственных процессов (АСУ ЛК), включающая в себя:**

* Технологическую часть с локальной автоматикой лабораторных стендов (нижний уровень управления).
* АРМ преподавателя с HMI-интерфейсом (верхний уровень управления).

**Система позволяет студентам получить знания по:**

* Проектированию АСУ технологическим процессами, создаваемых на базе современных технических и программных средств автоматизации промышленного производства.
* Освоить работу SCADA-системы - программного комплекса для разработки человеко-машинного интерфейса.
* Изучить взаимодействие SCADA-системы с оборудованием нижнего уровня управления (контроллерами, регуляторами, датчиками, исполнительными механизмами).
* Приобрести практические навыки по наладке микропроцессорных программно-аппаратных комплексов.

**В структурную схему АСУ ЛК, представленную на рисунке 1, входят:**

* Шесть лабораторных стендов.
* Автоматизированное рабочее место преподавателя АРМ, представляющее собой персональный компьютер с установленной на нем SCADA- системой.
* Сеть передачи данных выполнена на базе интерфейса RS-485 с протоколом ОВЕН, который является общим для всех приборов управления стендами, что значительно упрощает разработку сети АСУ.



Рисунок 1 – Структурная схема АСУ ЛК

**Технологическая часть стендов представлена рабочими и исполнительными механизмами, в частности:**

* Электроприводы.
* Датчики.

В систему входят следующие автоматизированные рабочие стенды.

**САУЗ - система автоматического управления задвижкой горячего водоснабжения, включающая в себя:**

* Микропроцессорный прибор управления ПКП1Т ОВЕН.
* Электромагнитное реле К1 для передачи на АРМ сигнала «Авария».
* Типовая задвижка систем теплоснабжения с электроприводом 380В.
* Трансформаторные датчики тока для электродвигателя.

**САПН - система автоматизации погружного насоса, включающая в себя:**

* ДУ - аналоговый датчик уровня воды h в баке, выполненный на базе преобразователя разности давлений Сапфир-22М совместно с блоком питания.
* SA1 - тумблер переключения режимов управления задвижкой: М - местное, ДУ - дистанционное управление.
* М - электродвигатель погружного насоса.
* МДВВ1 - модуль дискретного ввода/вывода ОВЕН, установленный на стенде САПН, принимающий также дискретные сигналы от стендов САУЗ и САКУ.
* Погружной электронасос «Малыш».
* Трехэлектродные кондуктометрические датчики уровня воды в баке.

**САКУ - система автоматизации компрессорной установки, включающая в себя:**

* ТРМ-138 - микропроцессорный автоматический регулятор ОВЕН.
* ПУСК - кнопка, запускающая компрессор - объект управления.
* СТОП - кнопка, останавливающая компрессор.
* К1 - электромагнитное реле, управляемое напряжением 11кл1, включающим электропневмоклапан продувки конденсата.
* К2 - электромагнитное реле, управляемое напряжением Цкл2, включающим электропневмоклапан сброса давления.
* КЗ - электромагнитное реле, управляемое напряжением контактора Ukm, включающим двигатель компрессора.
* SA3 - тумблер выбора режима Работа/Наладка.
* Поршневой компрессорный агрегат АС9316 с электродвигателем 220В, производительностью 250 л/мин, давлением сжатого воздуха 0,8 МПа, оснащенный дополнительно электромагнитными пневмоклапанами типа ПР-Э 3,25.
* Датчики температуры воздуха и масла ДТС- 50М.
* Датчики давления воздуха Сапфир-22М

**САРСП - система автоматического регулирования соотношения параметров, включающая в себя:**

* ТРМ-151 - универсальный программный ПИД-регулятор ОВЕН.
* ПУСК - кнопка, запускающая компрессор стенда.
* СТОП - кнопка, останавливающая компрессор стенда.
* МЭО - механизм электрический однооборотный, содержащий резистивный датчик положении регулирующего клапана, выполняет функции сервопривода регулирующего клапана.
* КМ - электромагнитное реле, управляемое напряжением, включающим двигатель компрессора.
* KV1-KV3 - электромагнитные реле, управляющие МЭО (реле КVI, KV2) и переключающее режим «Автоматическое управление/Ручное управление» (реле KV3).
* МДВВ2 - модуль дискретного ввода/вывода ОВЕН, установленный на стенде САРСП и обеспечивающий также прием и передачу сигналов с других стендов - САКУ и СУСП.
* Компрессорный агрегат АС9316 в качестве источника сжатого воздуха, регулирующий клапан потока воздуха с электроприводом МЭО, смеситель потоков ТОПЛИВО- ВОЗДУХ (горелка).
* Датчики давления потоков - преобразователи ПД-100.

**СУСП - система управления стрелочным переводом, включающая в себя:**

* ПМС-4 - привод моторный стрелочный.
* SA1, SA2 - кнопки местного управления переводом стрелки.
* K1, К2 - электромагнитные реле контроля положения стрелки.
* Электропривод стрелки ПМС-4 с контакторами ПМА 3102 управления направлением перевода железнодорожной стрелки.

**САПВ - система автоматизации приточной вентиляции, выполненная на базе:**

* Контроллер ТРМ133 ОВЕН.
* Электровентилятор с электронагревателем 2 КВт, размещенный в специальной камере.
* Датчики температуры приточного и наружного воздуха типа ДТС-50М.

**Автоматизированное рабочее место, включает в свой состав:**

* Персональный компьютер ПК.
* Преобразователь интерфейсов RS485/USB модели АС4 ОВЕН.
* SCADA-система Data Rate.

**Таким образом, для сбора и передачи данных со стендов в ПК преподавателя использованы:**

* Модули дискретного ввода/вывода.
* Промежуточные электромагнитные реле в качестве дискретных датчиков.
* Микропроцессорные приборы управления ОВЕН, имеющие встроенные интерфейсные модули RS485, и 2-х проводная линия связи типа «витая пара».

**С помощью алгоритмов в ПЛК реализуются следующие задачи:**

* Управление пуском/остановом и движением механизмов стенда.
* Автоматическая защита и регулирование технологических параметров исполнительного оборудования.

### Программное обеспечение для АСУ ЛК

Программное обеспечение верхнего уровня АСУ ЛК создана на базе SCADA-системы Data Rate версии 3.0.2118, разработанной НПФ «Круг 2000».

Достоинством этой системы являются большие функциональные возможности при сравнительно невысокой цене.

Для обмена информацией между SCADA-системой и микропроцессорными управляющими устройствами лабораторных стендов использовано приложение «ОРС-сервер для приборов с интерфейсом RS-485 и протоколом ОВЕН».

**Набор функций, реализуемых в среде разработки Data Rate, представлен на рисунке 2:**



Рисунок 2 – Функции Data Rate

**Набор основных средств Data Rate, позволяющий создавать технологические проекты любой сложности и назначения, включает в себя:**

* **Ведение тренда для любого входа/выхода объекта.** Мониторинг динамики изменений параметров в реальном времени позволяет прогнозировать и оперативно принимать решения по управлению.
* **База данных трендов.** Сохранение истории процесса необходимо для анализа и оптимизации режимов работы системы.
* **Подсистема событий и тревог.** Автоматический мониторинг параметров системы с возможностью ведения истории и вывода звуковой и световой сигнализации помогает быстро выявить и предупредить отклонения от нормального хода развития процесса.
* **Пользовательские функции на С++.** Реализация технологических алгоритмов на языке C# обеспечивает высокую производительность и гибкую расширяемость функционала системы за счет компиляции кода для платформы Microsoft Net и использования системного API.
* **Поддержка работы с библиотекой функций языка КРУГОЛ.** Библиотека функций языка КРУ ГОЛ на настоящий момент поддерживает более 250 различных функций, что позволяет реализовать сложные расчеты в кратчайшие сроки, просто добавив необходимую функцию из подключенной библиотеки.
* **Расписания для запуска скриптов.** Возможность запуска технологических алгоритмов по расписанию требуются для выполнения периодических расчётов в строго заданные моменты времени.
* **Интегрированная система отчетности.** С помощью модуля отчетов можно организовать гибкую систему отчетности: легко и быстро создавать шаблоны отчетов любой структуры и сложности, осуществлять по запросу или расписанию печать отчетов, рассылку по e-mail, передачу по Web-интерфейсу, публикацию на http/ftp- серверах, а также сохранение в различных форматах - pdf, excel и др.
* **Создание систем с клиент-серверной архитектурой.** Организация одновременного доступа к серверу позволяет осуществлять контроль и управление сложными процессами в распределенной системе управления с большим количеством подсистем, параметров и рабочих мест
* **Защита от несанкционированного доступа.** Разграничение доступа к отдельным компонентам и функциям системы используется для задания необходимых полномочий и ответственности пользователей.
* Обмен данными, источниками которых могут быть устройства сопряжения с объектом (контроллеры, регуляторы, цифровые датчики и др.), информационные системы, СУБД, SCADA, серверы технологических данных.
* Мощный графический инструментарий, позволяющий создавать необходимые интерактивные анимированные или статические графические изображения объекта управления (мнемосхемы с элементами управления, индикации и сигнализации).

### HMI среда стенда и запуск процессов

Программное обеспечение для персонального компьютера АСУ ЛК, разработанное на базе средств Data Rate, содержит шесть HMI - приложений, по одному на каждый стенд.

**HMI - приложение позволяет пользователю осуществлять:**

* Запуск стенда.
* Получать информацию о состоянии его элементов и параметров функционирования в виде анимированной мнемосхемы, световых и цифровых индикаторов и графиков технологических параметров, протокола событий.
* Осуществлять функции управления и настройки уставок.

В качестве примера представим работу HMI - приложения для стенда САКУ (система автоматизации компрессорной установки).

Производим запуск проекта САКУ осуществляется двойным щелчком мыши по ярлыку «САКУ» на рабочем столе ПК.

**Проект автоматически будет открыт в среде исполнения «Data Rate» (рисунок 3):**



Рисунок 3 – HMI - приложение САКУ

**Приложение предоставляет пользователю следующую информацию:**

* Температуру масла компрессора и воздуха, поступающего в ресивер, и давление воздуха в ресивере на цифровых табло с соответствующими названиями «Тмасл», «Твозд», «Рвозд».
* Работу компрессора при помощи анимации поршней, коленвала и стрелок потоков воздуха.
* Работа двигателя отображается изменением круглых индикаторов на кнопках ПУСК и СТОП.
* Работу клапанов сброса давлении при пуске компрессора и продувки конденсата из ресивера изменением цвета круглых индикаторов: зеленый цвет означает открытое состояние клапана, красный - закрытое.
* Кроме этого, открытие клапана сопровождается миганием стрелки голубого цвета справа от клапана.

**Функции управления и настройки, предоставляемые пользователю приложением:**

* Просмотр графиков давления воздуха в ресивере, состояния клапанов (вкл/выкл), осуществляется при нажатии кнопки «Графики» на мнемосхеме САКУ.
* Просмотр протокола событий осуществляется при нажатии кнопки «Протокол».
* Пуск/Останов компрессора производится нажатием кнопок Пуск/Стоп.
* Квитирование всех текущих аварийных и предупредительных сигнализаций осуществляется кнопкой «Квиг.».
* Изменение значений уставок регулирования, защиты и сигнализации производится в окне настройки уставок, которое вызывается нажатием кнопки «Уставки». Список уставок сгруппирован по параметру, к которому относится уставка.

**Типичный вид графика давления воздуха в ресивере показан на рисунке 4:**



Рисунок 4 – График давления воздуха в ресивере

Уставки сигнализации, защиты и регулирования:

**Давление воздуха:**

* Заданное рабочее давление 3 кгс/см2.
* Верхняя предупредительная граница 4 кгс/см2.
* Верхняя аварийная граница 5 кгс/см2.

**Температура масла:**

* Верхняя предупредительная граница 60°С.
* Верхняя аварийная граница 65°С.

**Температура воздуха:**

* Верхняя предупредительная граница 55°С.
* Верхняя аварийная граница 60°С.

Следует отметить, что значения верхних аварийных границ используются как уставки защиты в микропроцессорном регуляторе стенда, а значения верхних предупредительных границ - только в HMI - приложении.

Данный стенд позволяет получить первичное представление студентов по базовым процессам управления инженерных систем в промышленности.

Источник: Создание АСУ лабораторным комплексом автоматизации производственных процессов / А.Е. Медведев, К.П. Волыков // Вестник КузГТУ. - 2012. - №1. - C. 52-56.