

## ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

**УДК 622.532:004.4.**

**А.Е. Медведев, К.П. Волыков**

### **СОЗДАНИЕ АСУ ЛАБОРАТОРНЫМ КОМПЛЕКСОМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Высокооквалифицированные 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.

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) и АРМ преподавателя с НМП-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 человека-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 рис. 1, входят шесть лабораторных стендов и 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.

В систему входят следующие автоматизированные рабочие стенды.

1. САУЗ – система автоматического управления задвижкой горячего водоснабжения, включающая в себя микропроцессорный прибор управления ПКП1Т ОВЕН и электромагнитное реле К1 для передачи на АРМ сигнала «Авария».

2. 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.

3. 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  $U_{кл1}$ , включающим электропневмоклапан продувки конденсата;
- К2 – электромагнитное реле, управляемое напряжением  $U_{кл2}$ , включающим электропневмоклапан сброса давления;
- К3 – электромагнитное реле, управляемое напряжением контактора  $U_{км}$ , включающим двигатель компрессора;
- SA3 – тумблер выбора режима Работа/Наладка.

4. САРСП – система автоматического регулирования соотношения параметров, включающая в себя:

- ТРМ-151 – универсальный программный ПИД-регулятор ОВЕН;
- ПУСК – кнопка, запускающая компрессор стендса;
- СТОП – кнопка, останавливающая компрессор стендса;
- МЭО – механизм электрический однообратный, содержащий резистивный датчик положения регулирующего клапана, выполняет функции сервопривода регулирующего клапана;

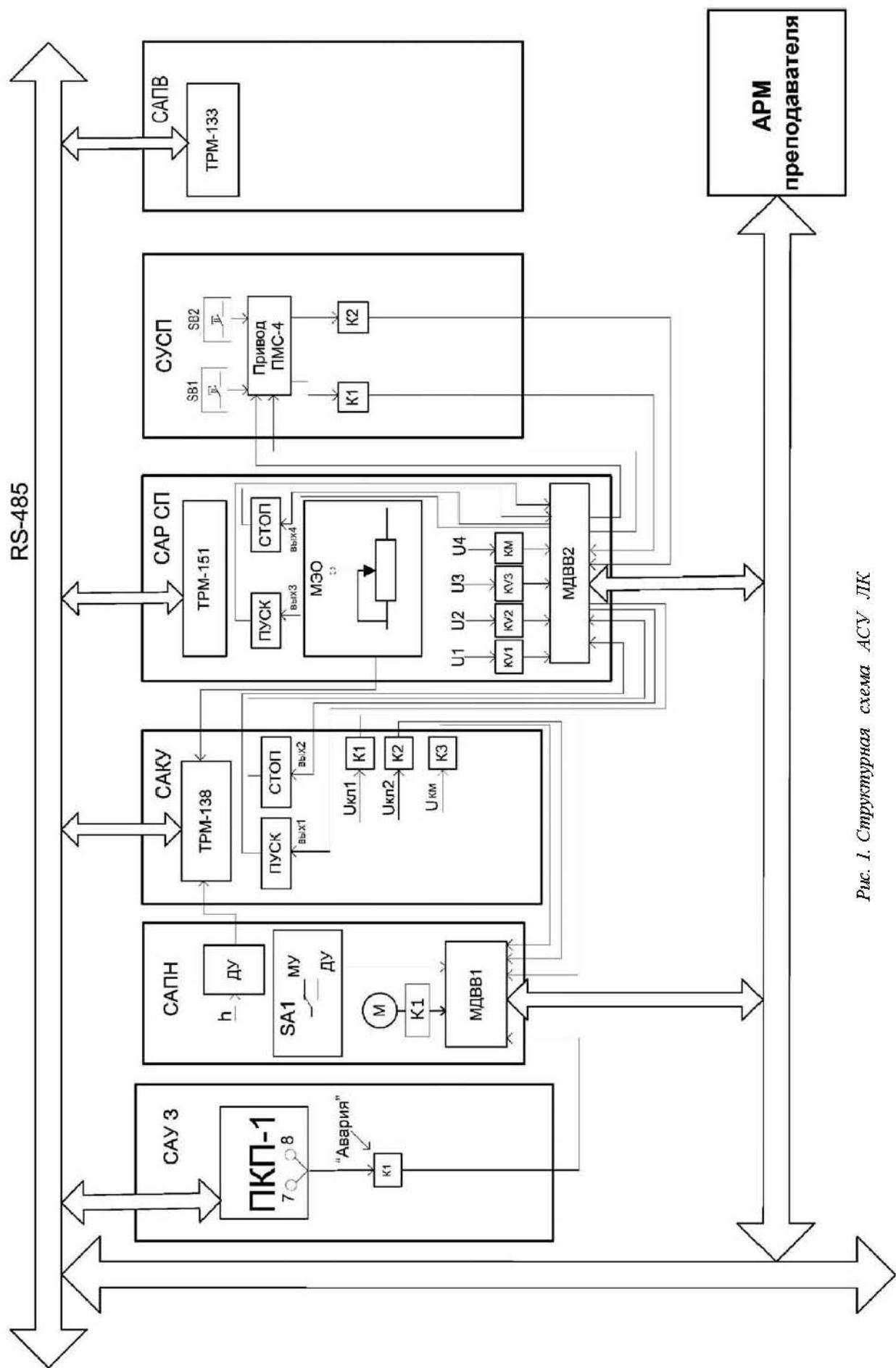


Рис. 1. Структурная схема АСУ JK

- КМ – электромагнитное реле, управляемое напряжением, включающим двигатель компрессора;

• KV1-KV3 – электромагнитные реле, управляющие МЭО (реле KV1, 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.

5. СУСП – система управления стрелочным переводом, включающая в себя:

- ПМС-4 – привод моторный стрелочный;
- SA1, SA2 – кнопки местного управления переводом стрелки;
- K1, K2 – электромагнитные реле контроля положения стрелки.

6. САПВ – система автоматизации приточной вентиляции, выполненная на базе контроллера TPM133 ОВЕН.

Автоматизированное рабочее место, включает в свой состав ПК, преобразователь интерфейсов RS485/USB модели AC4 ОВЕН и SCADA-систему 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».

Технологическая часть стендов представлена рабочими и исполнительными механизмами, содержащими электроприводы и датчики, соответствующие решению таких задач автоматизации, как управление пуском/остановом и движением механизмов, автоматическая защита и регулирование технологических параметров.

В лабораторных стенах используются:

а) в САУЗ – типовая задвижка систем теплоснабжения с электроприводом ~380В и трансфор-

маторными датчиками тока;

б) в САПН – погружной электронасос «Малыш» с трехэлектродными кондуктометрическими датчиками уровня воды в баке;

в) в САКУ – 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, датчиками температуры воздуха и масла ДТС-50М, датчиками давления воздуха Сапфир-22М;

г) в САРСП – 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;

д) в СУСП – электропривод стрелки ПМС-4 с контакторами ПМА 3102 управления направлением перевода железнодорожной стрелки;

е) в САПВ – электровентилятор с электронагревателем 2 кВт, размещенный в специальной камере, датчики температуры приточного и наружного воздуха типа ДТС-50М.

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 «OPC-сервер для приборов с интерфейсом RS-485 и протоколом ОВЕН».

Набор функций, реализуемых в среде разработки Data Rate, представлен на рис. 2

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 прогнози-

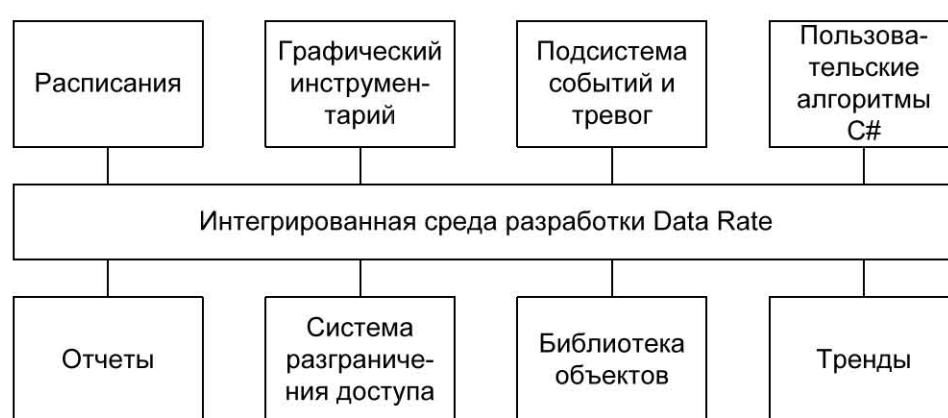


Рис. 2. Функции Data Rate

ровать 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 C#. 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 КРУГОЛ 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).

Программное обеспечение для персонального компьютера АСУ ЛК, разработанное на базе средств Data Rate, содержит шесть НМІ – приложений, по одному на каждый стенд. НМІ – приложение позволяет пользователю осуществлять:

- а) запуск стенда;

- б) получать информацию о состоянии его элементов и параметров функционирования в виде анимированной мнемосхемы, световых и цифровых индикаторов и графиков технологических параметров, протокола событий;

- в) осуществлять функции управления и настройки уставок.

В качестве примера представим работу НМІ – приложения для стенда САКУ (система автоматизации компрессорной установки). Запуск проекта САКУ осуществляется двойным щелчком мыши по ярлыку «САКУ» на рабочем столе ПК: проект автоматически будет открыт в среде исполнения «Data Rate» (рис. 3).

Приложение предоставляет пользователю следующую информацию:

- Температуру масла компрессора и воздуха, поступающего в ресивер, и давление воздуха в ресивере на цифровых табло с соответствующими названиями  $T_{\text{масл}}$ ,  $T_{\text{возд}}$ ,  $P_{\text{возд}}$ ;

- 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 давления 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 сигналов осуществляется кнопкой «Квит.»;

- 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 рис. 4.

Уставки сигнализации, защиты и регулирования:

- Давление воздуха:



Рис. 3. НМІ – приложение САКУ

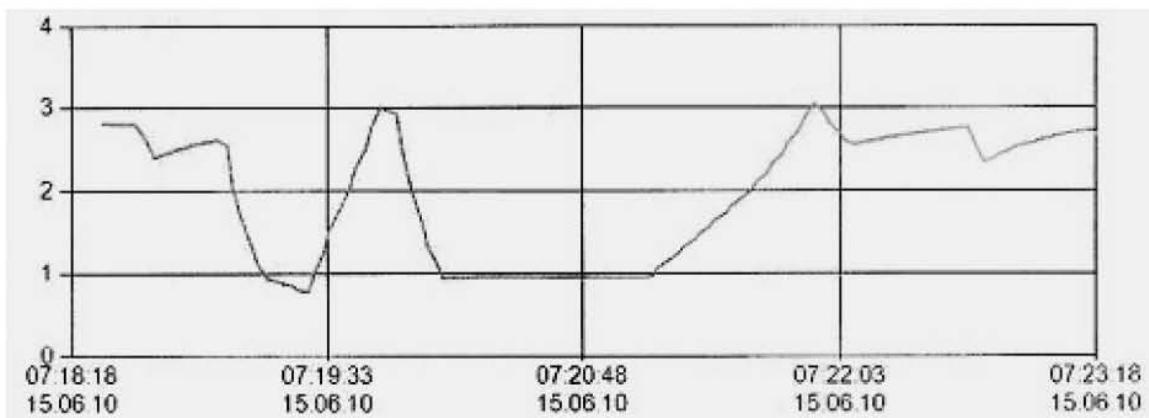


Рис. 4. График давления воздуха в ресивере

Заданное рабочее давление 3 кгс/см<sup>2</sup>  
 Верхняя предупредительная граница 4 кгс/см<sup>2</sup>  
 Верхняя аварийная граница 5 кгс/см<sup>2</sup>  
 • Температура масла:  
     Верхняя предупредительная граница 60°C  
     Верхняя аварийная граница 65°C  
 • Температура воздуха:

Верхняя предупредительная граница 55°C  
 Верхняя аварийная граница 60°C  
 Следует отметить, что значения верхних аварийных границ используются как уставки защиты в микропроцессорном регуляторе стенда, а значения верхних предупредительных границ – только в НМІ – приложении.

□ Авторы статьи:

Медведев  
 Алексей Елисеевич,  
 канд. техн. наук, доц. каф. электропривода и автоматизации КузГТУ.  
 Тел.: 8(384-2)39-63-54

Волыков  
 Кирилл Павлович,  
 аспирант каф. электропривода и  
 автоматизации КузГТУ.  
 Тел.: 8(384-2)28-44-62