

АО «УЭК» – ключевое предприятие Новоуральского промышленного кластера. Входит в разделительно-сублиматный комплекс Топливной компании Росатома «ТВЭЛ». Первая продукция предприятия – обогащенный уран – получена 11 ноября 1949 года диффузионным способом. С 1962 года разделительное производство УЭК использует газоцентрифужную технологию. Сегодня в АО «УЭК» сосредоточено более 45% российских промышленных мощностей по разделению изотопов урана. Более 80% продукции АО «УЭК» поставляется на экспорт. Система менеджмента АО «УЭК» соответствует требованиям международных стандартов ИСО 9001, 14001, 28000, 50001, ISO 45001.

Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» (Топливный дивизион Госкорпорации «Росатом») включает предприятия по фабрикации ядерного топлива, конверсии и обогащению урана, производству газовых центрифуг, а также научно-исследовательские и конструкторские организации. Являясь единственным поставщиком ядерного топлива для российских АЭС, ТВЭЛ обеспечивает топливом в общей сложности 75 энергетических реакторов в 15 государствах, исследовательские реакторы в девяти странах мира, а также транспортные реакторы российского атомного флота. Каждый шестой энергетический реактор в мире работает на топливе ТВЭЛ. Топливный дивизион Росатома является крупнейшим в мире производителем обогащенного урана, а также лидером глобального рынка стабильных изотопов.



УЭК
РОСАТОМ

SCADA «7Б+» – решение из атомной отрасли для общепромышленного рынка



УЭХК
РОСАТОМ

Инженеры-программисты Уральского электрохимического комбината (АО «УЭХК», предприятие Госкорпорации «Росатом») разработали пакет программ автоматизации технологических процессов SCADA «7Б+». Этот универсальный комплекс подходит не только для атомной, но и для газовой, нефтяной, металлургической и других отраслей промышленности. Он поможет любому предприятию автоматически контролировать и управлять технологическими процессами, причем на отечественном ПО.

АО «УЭХК», г. Новоуральск, Свердловская обл.

Из истории вопроса

В самом начале 1970-х годов на УЭХК (рис. 1) приступили к разработке первых систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Специфика атомного производства требовала создания мощных, скоростных и высоконадежных АСУ ТП.

Для разработки, внедрения и дальнейшего обслуживания этих систем была образована соответствующая лаборатория. Первые АСУ ТП на УЭХК были разработаны на базе мини-ЭВМ М-6000, затем стали применяться советские ЭВМ СМ-2М, СМ-1810 и ДВК-3, а в самом начале 1990-х –

ЭВМ типа IBM PC. С началом использования IBM PC разработка прикладного ПО АСУ ТП велась в многозадачной операционной системе жесткого реального времени QNX v.4.

В результате успешной работы лаборатории автоматизации технологических процессов (АТП) было выполнено более 100 внедрений систем автоматизации на УЭХК и других предприятиях атомной отрасли, а также на предприятиях КНР.

За столь длительный период существования лаборатории АТП на УЭХК ее коллектив накопил богатый опыт и значительный потенциал, что

позволяет на высоком уровне решать любые задачи автоматизации. Одним из закономерных итогов развития прикладного ПО АСУ ТП, создаваемого лабораторией, стала разработка универсальной программы автоматизации технологических процессов SCADA «7Б+».

Назначение SCADA «7Б+»

Универсальная программа предназначена для автоматизации проектирования прикладного ПО ЭВМ верхнего и нижнего уровней АСУ ТП с помощью средств конфигурирования функциональности ПО, настройки на требуемый технологический объект и заданные технические средства АСУ ТП. Эта программа может быть применена для создания АСУ технологическими процессами любых отраслей промышленности.

На программное обеспечение SCADA «7Б+» получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023665326 от 14 июля 2023 г. Подана заявка на включение ПО SCADA «7Б+» в реестр российских программ для ЭВМ и БД Минцифры РФ.

Отличительные особенности

Перечислим основные особенности и преимущества SCADA «7Б+»:

- › стопроцентно российский программный продукт;



Рис. 1. Уральский электрохимический комбинат: здание заводского управления

- ▶ масштабируемость — возможность создания одно- или многомашинных пунктов централизованного и местного управления различными технологическими процессами;

- ▶ способность поэтапно наращивать функциональную и информационную мощность АСУ ТП;

- ▶ резервирование — возможность создания дублированных и резервированных систем (с автопереключением на резерв);

- ▶ универсальность — поддерживается взаимодействие практически с любыми контроллерами;

- ▶ модульность — реализуется любой требуемый набор функций АСУ ТП, задаются необходимые функции для каждой ЭВМ;

- ▶ иерархичность — возможность создания одноуровневых и многоуровневых иерархических систем, соответствующих структуре технологического объекта и характеру управления им;

- ▶ функционирование под управлением российской защищенной операционной системы реального времени (ЗОСРВ) QNX.

Функциональность SCADA «7Б+»

Набор функций, которые реализуются с помощью SCADA «7Б+», включает в себя как основные функции, характерные для традиционной SCADA, так и дополнительные, которые обычно выполняются на нижнем уровне системы. К основным функциям относятся:

- ▶ сбор и обработка информации с контроллеров;

- ▶ отображение информации в виде мнемосхем, трендов, таблиц и на щите диспетчера (ЩД);

- ▶ управление технологическим оборудованием;

- ▶ вывод выходных документов как по запросу, так и автоматически, по регламенту;

- ▶ автоматизированное выполнение технологических операций (требуемой последовательности команд управления);

- ▶ регистрация, отображение и просмотр сигналов, событий и сообщений;

- ▶ архивация и отображение исторической информации о значениях параметров и состоянии оборудования;

- ▶ оперативное конфигурирование;
- ▶ контроль времени работы оборудования;

- ▶ автоматизация метрологической калибровки измерительных каналов;

- ▶ поддержка единого времени в системе;

- ▶ информационное взаимодействие со смежными АСУ ТП и АСУП;

- ▶ контроль состояния программно-технических средств АСУ ТП;

- ▶ разграничение прав доступа.

Дополнительные функции (функции нижнего уровня):

- ▶ контроль значений параметров (выход за допустимые границы);

- ▶ система защит;
- ▶ система блокировок;

- ▶ контроль нештатных состояний оборудования;

- ▶ регулирование;
- ▶ автоматическое исполнение набора команд управления по временному регламенту.

Состав модулей ПО

Программное обеспечение АСУ ТП на базе SCADA «7Б+» состоит из типового ПО SCADA «7Б+» и драйверов контроллеров. ПО SCADA «7Б+» включает в себя 27 независимых программных модулей. В его составе имеются более десяти типовых (готовых) драйверов для контроллеров следующих видов: ADAM-5000, ET-87P, TPM202, Ш-932, WB-MR6 и др. Линейка драйверов постоянно увеличивается. Если в АСУ ТП необходимо использовать оригинальные контроллеры, по шаблону разрабатываются частные драйверы, которые учитывают все особенности обмена информацией с этими контроллерами. В нашей практике были случаи, когда создавались частные драйверы для низовых стоек, ЭРУ (электронное регулирующее устройство), ПЧТ (преобразователь частота — ток) и СПЧС (статический преобразователь частоты стабилизированный) разработки ООО «НПО «Центротех». В одной АСУ ТП могут применяться контроллеры разного вида. Для повышения надежности каждый контроллер обслуживается отдельным экземпляром драйвера.

Комплекс технических средств (КТС)

Комплекс технических средств АСУ ТП на базе SCADA «7Б+» может быть реализован в виде одно- и многомашинного вариантов, в том числе в виде двух независимых полукомплектов. В КТС может быть структурно (функционально) выделен сервер

БД. Могут быть сконфигурированы «просмотровые» ЭВМ (без функций управления), серверы ввода/вывода с низового оборудования, ЭВМ обобщенной информации. Требования к вычислительной мощности ЭВМ минимальны.

Технические характеристики

SCADA «7Б+» функционирует на ЭВМ архитектуры x86 под управлением операционной системы ЗОСРВ QNX (Россия) или QNX v.4.x (Канада) с использованием интерфейсных функций СУБД Raima Data Manager v.4.5. Операционные системы QNX отличаются высокой скоростью, компактностью, наличием большого числа механизмов межзадачного обмена, отказоустойчивостью, отсутствием вирусов и т. д.

Говоря о других параметрах SCADA «7Б+», стоит отметить:

- ▶ количество входных и выходных параметров — без ограничений (кроме ограничений по техническим средствам);

- ▶ минимальный период измерения параметров — 0,5 с;

- ▶ максимальное время передачи команд управления на исполнение — не более 1 с;

- ▶ точность регистрации событий — не более 0,1 с;

- ▶ объем сохраняемых событий в БД регистрации — 1 год;

- ▶ объем сохраняемых в БД значений параметров — не менее 45 суток;

- ▶ максимальное количество команд управления, состояний, режимов работы на одно устройство (контроллер, оборудование, сигнализатор, датчик и т. п.) — 16;

- ▶ максимальное количество сигналов неисправности на одно устройство (контроллер, оборудование, сигнализатор, датчик и т. п.) — 32;

- ▶ максимальное количество графических объектов мнемосхемы (символ, показание, обозначение и т. п.) на одно устройство — 5;

- ▶ количество уставок на один параметр — 8;

- ▶ дискретность синхронизации таймеров технических средств АСУ ТП — 0,1 с;

- ▶ графическое разрешение дисплеев ЭВМ — 1280 × 1024;

- ▶ максимальное количество ЭВМ АСУ ТП в локальной вычислительной сети — 50.

Выгодные особенности SCADA «7Б+»

Для разработки мнемосхем используется стандартный QNX-редактор Photon Application Builder. Мнемосхемы создаются, как правило, на основе имеющихся шаблонов. Графические элементы мнемосхем можно использовать готовые, из библиотеки, или создать новые. Меню вызова мнемосхем формируется автоматически по информации в базе данных.

Предусмотрено два уровня вложенности мнемосхем: установка и объект установки. Отображение структуры и состояния технических средств АСУ ТП тоже организовано в виде мнемосхемы.

Реализовано отображение интегральных аварийных и предупредительных сигналов (тревог) для оборудования выбранной мнемосхемы, а также для АСУ ТП в целом. Выполняется отображение индивидуальных сигналов – тревог устройств. По запросу может быть отображен список действующих сигналов тревог выбранного вида.

Меню команд управления формируется автоматически по информации, хранящейся в базе данных. Возможно изменение состояния устройств без функций управления и сигнализаторов положения (например, ручных клапанов без сигнализаторов конечного положения). Есть опыт применения пультов управления, специализированных и типовых.

Оперативное отображение сообщений регистрации выполняется в двух режимах:

- ▶ полная регистрация (отображаются все сообщения);
- ▶ основная регистрация (отображаются только аварийные сигналы, сигналы неисправности, неисполнение команд).

Сохранение сообщений регистрации в БД реализовано по кольцевому принципу, что исключает случаи переполнения базы данных. Построение выборки сообщений выполняется по видам и подвидам сообщений, по установкам и диапазону времени.

В SCADA «7Б+» реализовано периодическое накопление в базе данных значений технологических параметров. Дополнительно здесь могут периодически накапливаться значения состояний технологического оборудования и сигнализаторов. Накопление значений в БД выполняется по

кольцевому принципу для исключения переполнения. На одном графике (тренде) могут быть отображены накопленные параметры с разными шкалами.

АСУ ТП на базе SCADA «7Б+» имеет в своем составе программные средства эмуляции входных (аналоговых и дискретных) и выходных значений параметров (команд) контроллеров, необходимые для выполнения отладки или обучения персонала. Имеются готовые эмуляторы более чем для 10 видов контроллеров. Разработка эмуляторов для оригинальных контроллеров выполняется по шаблону.

АСУ ТП на базе SCADA «7Б+» осуществляет постоянный контроль целостности ПО (работоспособность всех программных модулей) на всех ЭВМ АСУ ТП. Контроль состояния технических средств АСУ ТП и линий связи тоже выполняется непрерывно с отображением неисправного устройства (с точностью до модуля контроллера).

Коммуникационные возможности

Для приема/передачи информации из АСУ ТП на базе SCADA «7Б+» в смежные АСУ ТП разработан отдельный программный модуль и описан протокол обмена. Для получения необходимых данных от смежных АСУ ТП потребуется разработка по шаблону соответствующего драйвера (аналог драйвера контроллера).

Интеграция с АСУП, как правило, осуществляется путем организации односторонней связи (от АСУ ТП к АСУП) с помощью отдельного программного модуля или путем записи необходимой информации в БД АСУП (коннектор).

Информационная безопасность

Разграничение прав доступа организовано путем отнесения каждого пользователя к определенной группе, наделенной соответствующими правами. Предусмотрены следующие группы пользователей: наблюдатель, технолог, оператор, приборист, администратор информационной безопасности, администратор АСУ ТП. Определена минимальная длина пароля. Возможно назначение срока действия пароля. Выполняется регистрация попыток несанкционированного доступа к АСУ ТП.

Средства конфигурирования

Мощный графический редактор SCADA «7Б+» позволяет сформировать для АСУ ТП описание следующих устройств и элементов (всего порядка 50 элементов и более 1350 параметров):

- ▶ АСУ ТП в целом (функциональность и параметры);
- ▶ технологические устройства (установки, объекты, датчики оборудования, сигнализаторы и др.);
- ▶ технологические таблицы (защиты, блокировки, регулирования, операции, нештатные состояния, команды по регламенту);
- ▶ устройства КИПиА;
- ▶ ЭВМ и контроллеры;
- ▶ графика (мнемосхемы, графические элементы);
- ▶ пользователи;
- ▶ выходные документы;
- ▶ процессы (модули) ПО;
- ▶ сообщения регистрации;
- ▶ виды технологических устройств;
- ▶ виды устройств КИПиА;
- ▶ классификаторы (состояния, режимы, команды управления, неисправности и др.).

Реальные внедрения

На базе SCADA «7Б+» на Уральском электрохимическом комбинате внедрены в эксплуатацию семь АСУ ТП на технологических объектах различной информационной мощности.

Например, АСУ ТП 1 – это 2 независимых полукомплекта, 6 ЭВМ, 33 низовые стойки, 700 аналоговых параметров, 2000 дискретных входных параметров, 1000 дискретных выходных параметров.

АСУ ТП 2 – виртуальная машина на существующей ЭВМ, 30 дискретных входных параметров, 30 дискретных выходных параметров.

На базе SCADA «7Б+» ведется разработка (конфигурирование) еще шести АСУ ТП для различных технологических объектов УЭХК.

И все это смело можно внедрять на других предприятиях!

Лицензирование и стоимость

SCADA «7Б+» поставляется, как правило, в виде отдельного (коробочного) ПО, для чего необходимо приобрести соответствующую лицензию. В состав поставляемого ПО входят требуемые программные мо-

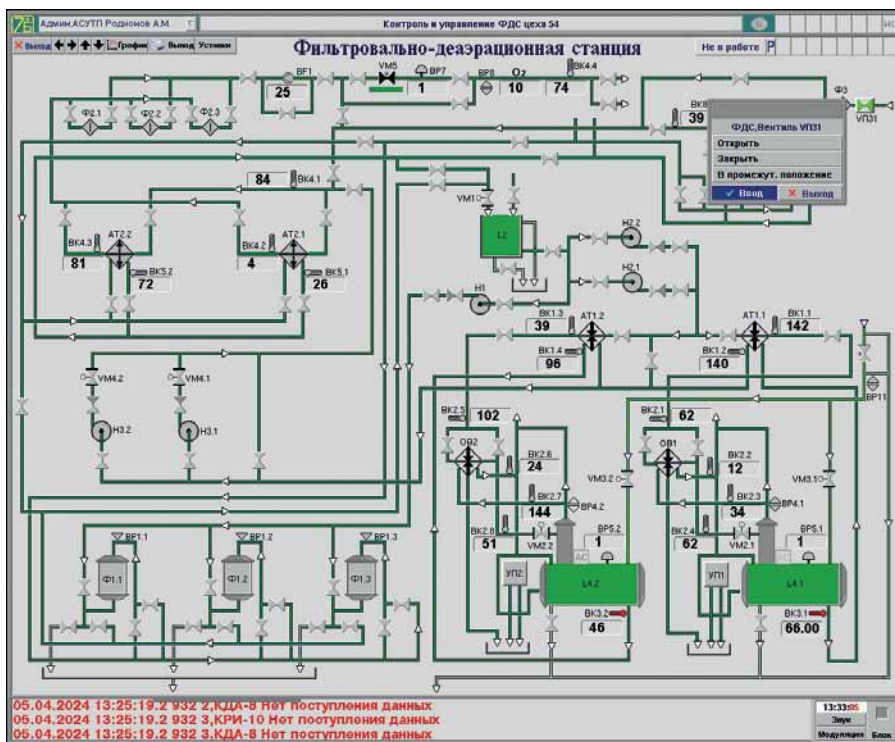


Рис. 2. Вид мнемосхемы демонстрационной АСУ ТП ФДС с раскрытым окном управления клапаном

Необходимость решения	Наименование задачи	Необходимость решения	Наименование задачи
1	Сбор данных с низовых контроллеров	33	Обмен данными со смежными АСУТП
2	Управление технологическим оборудованием	34	
3	Оперативный контроль параметров	35	
4	Регистрация сигналов, сообщений и команд	36	
5	Отображение накопленных сообщений регистрации	37	
6	Контроль состояния КТС	38	
7	Накопление параметров и состояний	39	
8	Отображение накопленных параметров и состояний	40	
9	Управление режимами работы оборудования	41	
10	Контроль режимов работы оборудования по времени	42	
11	Контроль параметров по временному регламенту	43	
12	Команды управления по временному регламенту	44	
13	Установочный контроль параметров	45	
14	Метролог. калибровка и проверка изм. каналов	46	
15	Корректировка таблицы описания оборудования	47	
16	Конфигурация нижнего уровня	48	
17	Корректировка текущего времени таймера ЭВМ	49	
18	Управление достижением временной метки	50	
19	Система блокировок	51	
20	Система защит	52	
21	Система технологических операций	53	
22	Система регулирования параметров	54	
23	Система контроля штатных состояний	55	
24	Изменение текущего пароля пользователя	56	
25	Управление системой защиты информации	57	
26	Корректировка списка пользователей	58	
27	Контроль времени паработки оборудования	59	
28	Контроль параметров UPS	60	
29	Архивирование данных в файл	61	
30	Отображение графика 2 сменной работы	62	
31	Отображение графика 3 сменной работы	63	
32	Отображение руководства пользователя	64	

Рис. 3. Вид редактора базы данных описания демонстрационной АСУ ТП ФДС

дули, редактор и типовые драйверы контроллеров. Стоимость поставляемого ПО зависит от требуемого набора функциональных программных модулей и типовых драйверов.

Возможна разработка силами специалистов УЭХК частных драйверов контроллеров АСУ ТП, а также разработка АСУ ТП в целом. Стоимость этих работ рассчитывается индивидуально, для уточнения необходимо направить официальный запрос на УЭХК.

Обучение и техническая поддержка

Инженеры УЭХК готовы обучить специалистов работе с АСУ ТП на базе SCADA «7Б+» и ее конфигурированию. Занятия проводятся на базе отраслевого центра компетенций «Промышленная автоматика» в Новоуральске. По запросу возможно проведение ознакомительного вебинара по SCADA «7Б+».

По интернету всегда доступен демонстрационный стенд SCADA «7Б+» (параметры доступа – по отдельному запросу).

За техническую поддержку SCADA «7Б+» отвечают специалисты службы технической поддержки УЭХК, которая работает в режиме 24/7 (на регистрацию обращения).

Демонверсия и связь

Для более детального ознакомления со SCADA «7Б+» в состав дистрибутива комплекса дополнительно включаются конфигурационные файлы и база данных демоверсии АСУ ТП, разработанной на основе SCADA «7Б+» АСУ ТП ФДС (рис. 2, 3).

Полнофункциональную демоверсию можно скачать на сайте: www.ueip.ru. В демоверсии обмен данными с низовыми типовыми контроллерами заменен на аналогичный обмен данными с программными эмуляторами контроллеров. Кроме того, на сайте можно ознакомиться с документацией на SCADA «7Б+».

А. М. Родионов, начальник лаборатории АТП, АО «УЭХК», г. Новоуральск, Свердловская обл., тел.: +7 (34370) 570-42, e-mail: amrodionov@rosatom.ru, сайт: www.ueip.ru