

ние, внешние связи подключаются к модулям через разъемные клеммные соединители, что обеспечивает легкость их демонтажа.

### Надежность

Устройство обладает высокой надежностью, что обеспечивается специальными схемотехническими и программными решениями. Все модули содержат схемы перезапуска процессора при зависании (WatchDog). В процессе работы встроенное микро-

программное обеспечение модулей производит контроль работоспособности отдельных узлов и в случае сбоев или ошибок производит переинициализацию отдельных схем или перезапускает процессор.

В настоящее время SMART-RTU проходит подготовку к серийному производству в Специальном конструкторском бюро (СБК) РТСофт. В текущем году запланировано выполнение ряда "пилотных" проектов по внедрению системы SMART-FER на энергетических объектах.

*Могилко Роман Николаевич — зам. директора департамента энергетики ЗАО "РТСофт".  
Контактный телефон (095) 742-68-28.*

## ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТОВ iFIX и iHISTORIAN для ПОСТРОЕНИЯ АСУТП ГАЗОВОЙ ТУРБИНЫ ТЭЦ

Г.Д. Плессер, Н. К. Мацавей, П.Ю. Борилко  
(ОАО "ЭНЕРГОМАШ")

*Представлены описание газовой турбины (ГТ) и требования, предъявляемые к средствам ее автоматизации. Обоснован выбор пакета iFIX для использования в проектах автоматизации. Приведена структурная схема АСУТП ГТ ТЭЦ, разработанная специалистами ОАО "ЭНЕРГОМАШ".*

### Общие сведения о газовой турбине ТЭЦ и требования к ЧМИ управления

Классическая ГТ ТЭЦ состоит из энергоблоков (два или четыре) и общестанционного оборудования, которое относится к станции в целом и не может быть разделено между блоками. Обобщенная структура энергоблока ГТ ТЭЦ приведена на рис. 1.

Каждый энергоблок включает:

- газотурбинный агрегат, состоящий из газовой турбины с осевым компрессором, редуктора с валоповоротным устройством, электрогенератора с системой возбуждения и соответствующих средств автоматического управления и контроля (в т.ч. вибрационного и температурного);
- рекуперативный воздухоподогреватель;
- котел-утилизатор водогрейный;
- газовый и воздушный тракты;
- системы подачи топливного газа и воздуха, подачи масла в подшипники турбоагрегата, охлаждения генератора и масла, электрических защит среднего напряжения (СН) генератора;
- автоматический синхронизатор.

К общестанционному оборудованию можно отнести системы:

контроля и управления распределением электрической энергии, состоящую из высоковольтного коммутационного оборудования и средств защиты; выдачи тепловой мощности потребителям; пожаротушения; контроля загазованности главного корпуса и на подводе газа к корпусу; вентиляции; а также пускового устройства и средства для его подключения и защиты.

Примерно четыре года назад в одном из Инженерных Центров Корпорации Энергетического Машиностроения (ЭМК) был создан отдел АСУТП. Перед отделом была поставлена задача за 1,5 года разработать и ввести в эксплуатацию первую АСУТП серии проектируемых с "нуля" ГТ ТЭЦ. При разработке АСУТП необходимо было выполнить ряд требований.

Все оборудование должно размещаться в главном корпусе и управляться из кабины наблюдения и дистанционного управления, расположенной там же, посредством рабочих станций или АРМ. Другими словами, АСУТП должна быть построена по "беспри-

борной" схеме, т.е. без щитовых приборов и локальных пультов управления. Кроме того, станция должна автоматически обмениваться данными с диспетчерским центром энергосистемы и регулярно передавать сведения о работе станции в Центр Диагностики корпорации. Это, в свою очередь, выдвигает определенные требования к ЧМИ управления, т.е. управление и диагностика ГТ ТЭЦ должны осуществляться исключительно через набор рабочих экранов:

- экраны оперативного управления работой станции и отдельными элементами ее оборудования, на которых должны распола-

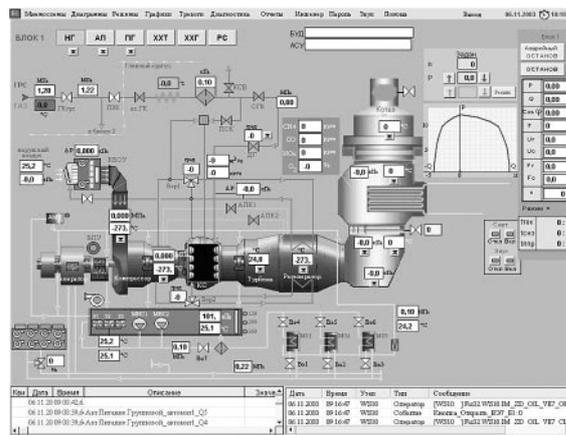


Рис. 1. Структура энергоблока ГТ ТЭЦ (мнемосхема)

гаться виртуальные органы оперативного управления станцией и/или турбоагрегатами и отображаться основные параметры, определяющие их работу;

- пусковые экраны, на которых должны располагаться органы управления, обеспечивающие различные варианты пуска энергоблока, и отображаться элементы оборудования, показывающие ход процесса пуска (включая график разгона двигателя во времени);

- вспомогательные экраны, на которых должны располагаться органы управления всеми механизмами станции и отображаться их состояния. На вспомогательных экранах должны вызываться (по требованию оператора) более подробные данные о работе основных агрегатов станции (турбина, генератор, система смазки и т.п.) и механизмов, входящих в их состав, а также графики, отображающие ход работы этого оборудования во времени (графики истории процесса или тренды). Эти экраны предназначены также для просмотра поступивших за определенный период времени сообщений (журнал событий) и, при необходимости, отображения технико-коммерческих показателей работы оборудования. Вспомогательные экраны должны, в частности, обеспечивать просмотр содержимого локальных архивов специализированных устройств, предназначенных для контроля и управления быстротекущими процессами и имеющими встроенные средства архивирования типа "Электронный осциллограф".

### **Почему был выбран iFIX. История его появления и опыт применения в ряде отраслей промышленности**

В начале разработки АСУТП большинство исходных данных отсутствовало, т.к. основные технологические агрегаты (турбины, генераторы, котлы-утилизаторы, средства электропитания и жизнеобеспечения) находились в стадии разработки. Специалисты различных отделов корпорации работали

над проектом станции, ведя параллельную разработку.

Анализ технологических требований [1] показал, что по назначению и характеристикам нужные программно-технические средства АСУ можно разбить на следующие группы:

- полевое оборудование (датчики и исполнительные механизмы);

- ПЛК общего назначения (с допустимым временем программного цикла порядка 100 мс) и не требующие встроенной системы архивирования ("электронный осциллограф");

- специализированные устройства для управления турбинами (с допустимым временем программного цикла  $t \leq 40$  мс) и возбуждением генератора ( $t \leq 0,7$  мс) и, как на тот момент казалось, не требующие встроенной системы архивирования;

- специализированные устройства для защиты электротехнического оборудования ( $\geq 20$  выборок на период генерируемой мощности переменного тока) с обязательной системой архивирования;

- устройства отображения информации и взаимодействия обслуживающего персонала с оборудованием;

- устройства ведения архивов о работе оборудования и действиях операторов.

Учитывая ограниченные сроки разработки и большую вероятность изменений в исходных требованиях было принято решение:

- АСУТП строить на базе ПЛК общего назначения (по одному ПЛК на каждый блок и один ПЛК для управления общестанционным оборудованием);

- специализированное оборудование, разработка которого требует времени, соизмеримого с временем, отпущенным на разработку АСУТП в целом, закупить у сторонних организаций с одновременным развертыванием работ по их разработке собственными силами;

- АРМ персонала, осуществляющего управление станцией, создать на базе ПК промышленного

исполнения, работающих под управлением ОС WINDOWS (NT, 2000 или XP);

- все оборудование объединить двумя ЛВС – для связи ПЛК и АРМ и АРМ между собой и оборудованием передачи данных. В качестве таких сетей были выбраны сети Modbus Plus и Ethernet;

- использовать лицензионное ПО для ПЛК, поставляемое разработчиком соответствующего оборудования при условии его соответствия стандарту IEC 61131;

- в качестве базового ПО АРМ использовать лицензионный программный комплекс типа SCADA, дополненный соответствующими инструментами для: обеспечения доступа к данным (как РВ, так и историческим) из программ пользователя; возможности разработки собственных драйверов и интеграции их с выбранным программным комплексом;

- обеспечить защиту программ от несанкционированного доступа.

Впервые специалисты АСУТП познакомились с семейством пакетов SCADA фирмы Intellution 10 лет назад. Гиперинфляция в экономике не позволяла заключать договора на разработку АСУТП с более или менее длительными сроками реализации, а имеющиеся в тот момент на рынке SCADA-пакеты были или слишком ненадежны, или слишком сложны в использовании, или обладали слабыми возможностями отображения информации (как правило, это были псевдографические системы на базе MS DOS и ее клонов). Мы узнали, что за рубежом находит широкое применение пакет FIX DMACS версии 5.0 (большинство авторов в то время были сотрудниками одного из отраслевых институтов цветной металлургии). Полчаса на установку – и мы были очарованы открывающимися возможностями:

- прекрасная интуитивно понятная графика с возможностью создания сложных объектов, работающая под управлением ОС WINDOWS 3.11;

- возможность разработки приложений неограниченной инфор-

мационной емкости в демонстрационном режиме;

- возможность легкого перехода между режимами исполнения и разработки. При этом пакет продолжает функционировать в фоновом режиме;

- удобный язык разработки сценариев (скрипты);

- высокая надежность, прощающая многие ошибки, неизбежно возникающие при разработке сложных приложений;

- большое число драйверов для обмена данными с различным оборудованием;

- наличие мощной библиотеки EDA/HDA. Применение этой библиотеки практически снимало все ограничения по применению пакета, так как позволяло наиболее эффективным путем интегрировать пакет с программными модулями собственной разработки.

С учетом вышесказанного, мы тогда пошли на риск, пообещав в срок, соизмеримый с временем реконструкции технологического объекта, разработать и внедрить АСУТП на базе пакета FIX DMACS. В результате за шесть месяцев была разработана и сдана в промышленную эксплуатацию АСУТП участка обескремнивания на крупном глиноземном заводе [2]. Система оказалась настолько удачной, что пакет был принят в качестве базового для всех подлежащих реконструкции и вновь разрабатываемых АСУТП на предприятии.

Появление в последующие годы ОС WINDOWS NT и пакета FIX32 позволило повысить и так высокую надежность приложений, функционирующих на базе пакета, а также эффективно обмениваться данными реального времени с СУБД (ACCESS, SQL Server и т.п.) — задача, возникающая при необходимости совмещения АСУТП с системами центральной заводской лаборатории, ОДУ и АСУП. В это время FIX32 стал также нами использоваться в системах управления процессами электролиза, в процессах

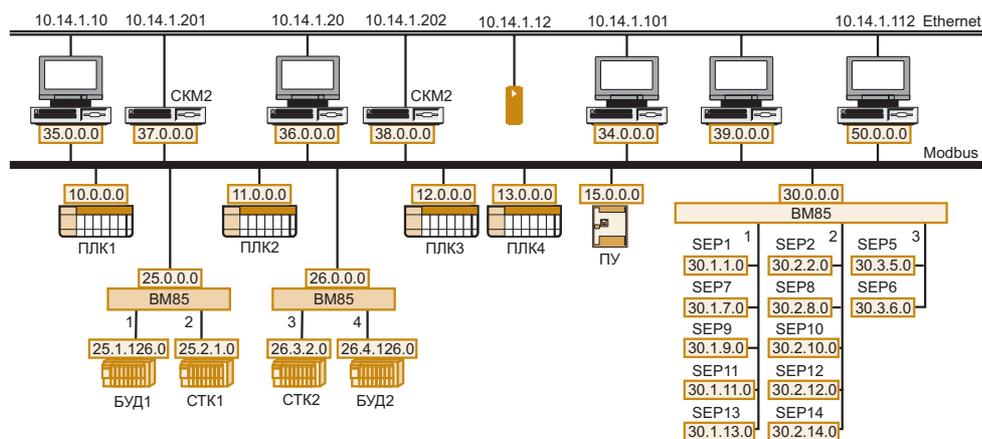


Рис. 2. Упрощенная схема АСУТП ГТ ТЭЦ, где:

PCOT, PCOE – рабочие станции; БУД, СКМ, СТК, КАСД – специализированные устройства управления и контроля технологическим оборудованием; SEP – устройства защиты СН;

BM85 – коммуникационное оборудование; группы цифр над устройствами – сетевые адреса

управления варкой мыльной основы, в нефтехимической отрасли и ряде других отраслей, включая энергетику. Так, в конце 90-х гг. на ТЭС ВОЯНЫ (Словакия) остро встала задача интеграции системы теплового контроля генераторов российского производства (на базе пакета FIX32) с оборудованием, работающим по протоколу IEC 870-5-101 (IEC 60870-5-101). Задача осложнялась тем, что решить ее необходимо было в срок не более месяца, а приобретение пакета для разработки драйверов, по ряду причин, исключалось. Выход был найден в использовании пакета EDA/HDA, который позволил создать набор загружаемых (.EXE) файлов, с одной стороны, обеспечивающих связь с оборудованием по заданному протоколу, а с другой — записывающих и читающих данные непосредственно в/из БД пакета.

Всего на базе семейства пакетов FIX DMACS – FIX32 – iFIX с участием авторов статьи в 1994...2001 гг. были разработаны и внедрены:

- АСУТП глиноземного и содового производств ППГО "ГЛИНОЗЕМ" (Ленинградская обл.) — свыше 50 лицензий;
- АСУТП электролиза алюминия на БРАЗ (г. Братск) — одна лицензия;
- АСУТП подготовки мыльной основы на ЗАО "Невская косметика" (С-Петербург) — одна лицензия;

- система технологического контроля генератора (SKDG) на ТЭС ВОЯНЫ (Словакия) — две лицензии.

К моменту начала разработки АСУТП на рынке появился пакет iFIX, представляющий развитие и продолжение пакетов хорошо известного ранее семейства. В новом пакете применен встроенный Visual Basic, обеспечивающий большую гибкость разработки приложений.

Таким образом, с учетом многолетнего положительного опыта, для создания АСУТП ГТ ТЭЦ наиболее оптимальным оказался пакет iFIX, который и был выбран в качестве базового.

#### АСУТП ГТ ТЭЦ: опыт создания, внедрения и эксплуатации

Итак, была разработана АСУТП, упрощенная структура которой приведена на рис. 2.

Основные характеристики разработанного приложения: объем данных — ~4400 тегов (для двухблочной станции); период опроса данных — 1...5 с; период записи в историю — 1...30 с; общее число видеogramм — более 30 основных (общее число — порядка 400) с периодом обновления до 0,5 с; разделены окна вывода Алармов (Тревог) и Сообщений; разработана среда для работы с трендами как реального времени, так и исторических данных, хранящихся в ар-

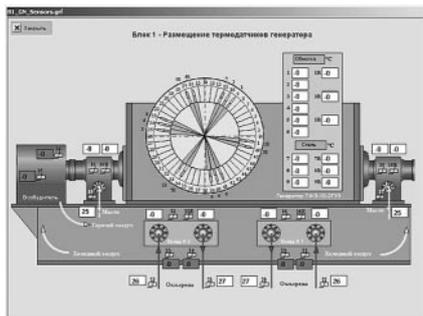


Рис. 3. Схема температурного контроля генератора



Рис. 4. Образец экрана просмотра исторических данных



Рис. 5

хиве iFix; интегрирование iFix с MS Access. СУБД используется в качестве: инструментария для реализации системы отчетности, использующей в качестве исходной информации БД РВ и исторические архивы среды iFix; формы хранения вспомогательной информации (НСИ, пределы изменения параметров), используемой iFix.

Взаимодействие между MS Access и iFix осуществляется посредством интерфейсов ADO и ODBC.

На рис. 3, 4 приведены примеры рабочих экранов.

#### **iHistorian. Быстрое архивирование становится возможным**

Станция была введена в эксплуатацию после проведения сертификации в апреле 2003 г. без каких-либо замечаний к АСУТП. Тем не менее эксплуатация выявила ряд узких мест, связанных с системой архивирования. Так, отсутствие встроенной системы архивирования для устройств управления турбинами потребовало ведения архива средствами iFIX, что оказалось неэффективным из-за ограничений встроенной системы архивирования (период записи не может быть менее 1 с). Кроме того, при одновременной фиксации изменений в нескольких быстроменяющихся процессах мог наблюдаться эффект пропуска фиксации сообщений и задержки реакции системы на действия оператора. Для устранения этих недостатков было решено:

- во вновь разрабатываемых устройствах предусмотреть встроенные системы ведения архивов;
- увеличить скорость выборки данных средствами iFIX до 2...5 выборок/с;
- применить для ведения архивов пакет iHistorian.

В рамках реализации указанных мероприятий был приобретен и испытан пакет iHistorian на 2500 тегов и набор поставляемых коллекторов. Испытания показали, что заданная скорость выборки данных обеспечивается без особых проблем. С учетом этого в новой серии станций в качестве системы ведения архивов было решено применять пакет iHistorian.

#### **Будущее – за распределенными системами**

В настоящее время первая серия из 9 станций (Вельск, Белгород, Реж, Барнаул, Орел, Саранск, Крымск, Всеволожск, Великий Новгород) находится в различных стадиях реализации – от монтажа оборудования и пусконаладочных работ до промышленной эксплуатации. А коллектив отдела ведет разработку АСУТП нового семейства станций – ГТ ТЭЦ М ([www.energomash.ru](http://www.energomash.ru)). Короткий рассказ о ней мог бы составить как минимум тему еще одной статьи. Здесь только заметим, что станция будет строиться по распределенному принципу с широким использованием интеллектуальных УСО и исполнительных механизмов. И, конечно, там будут широко использованы пакеты iFIX и iHistorian.

На момент написания статьи приобретены пакеты:

- iFix для АСУТП ГТ ТЭЦ и ГТ ТЭЦ М – более 20 лицензий;
- iHistorian для системы ведения архивов АСУТП ГТ ТЭЦ М – 2 лицензии.

На рис. 5 приведена фотография кабины наблюдения и дистанционного управления (выполняет функции блочного и главного щитов управления).

#### **Пусть наши желания совпадают с нашими возможностями**

Постоянный рост вычислительной мощности компьютеров позволяет надеяться, что пакеты семейства SCADA (и, конечно же, iFIX) существенно повысят свои динамические характеристики. Например:

- скорость обмена данными на шинах 100 Мбит/с и 1 Гб/с увеличится до 100...1000 выборок/с;
- скорость архивирования достигнет 10...100 выборок/с;
- появятся версии пакетов, работающие под управлением ОС Linux и обеспечивающие связь не только с реляционными СУБД;
- и... многое-многое другое, что сейчас трудно даже представить!

#### **Список литературы**

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. СПб.: ДЕАН, 2003. Утверждено Минэнерго России №115 от 24.03.03.
2. PLC, PC Control System Enhances Alumina Production in Russia // Control Engineering International. September. 1997.

*Григорий Давидович Плессер – главный специалист отдела, Наталья Константиновна Мацавей – ведущий программист отдела, Петр Юрьевич Борилко – программист отдела АСУТП Инженерного Центра Общественных Систем и Диагностики Департамента Сервиса ОАО "ЭНЕРГОМАШ" (ЮК). Контактный телефон (812)346-84-64. E-mail: grigoriy\_plesser@energomash.ru*