

# Автоматизированная система управления общестанционными системами Правобережной ТЭЦ-5

*Александр Измайлов, Валерий Голубев, Александр Кабо, Игорь Ли*

В статье представлены проектные, аппаратные и программные решения, выработанные при разработке и вводе в промышленную эксплуатацию АСУ ТП общестанционных систем Правобережной ТЭЦ-5 филиала «Невский» ОАО «ТГК-1» и обеспечивающие надёжную работу газораспределительного пункта, центральной насосной станции, теплофикационной установки, насосного оборудования и бакового хозяйства главного корпуса. Реализация проекта представляет собой актуальное решение задач тепловой энергетики для строящихся и реконструируемых объектов.

## История проектирования АСУ ТП

В связи с принятыми в РАО «ЕЭС России» решениями по реконструкции действующих ТЭЦ и ГРЭС руководство ТЭЦ-5 ОАО «Ленэнерго» в 2005 году выдало генеральному проектировщику станции ОАО «СевЗап НТЦ» техническое задание на проектирование и разработку АСУ ТП «Общестанционные системы».

Создаваемая система должна была обеспечить работу в автоматизированном режиме вновь проектируемого газораспределительного пункта и другого общестанционного оборудования, которое в дальнейшем гарантировало бы надёжное функционирование реконструируемого энергоблока № 1, а в будущем – и проектируемого энергоблока № 2 с применением парогазовой технологии.

## Возможная реализация системы управления

Технические средства создаваемой системы управления должны были обеспечить среднее время наработки на отказ по функциям управления и защиты не менее 50 000 часов.

К моменту принятия основных проектных решений имелась информация об успешной эксплуатации на объектах энергетики АСУ ТП на базе ПТК, выполненных на контроллерах системы Teleperm-ME фирмы Siemens. В результате анализа технической и рекламной

документации ведущих зарубежных фирм проектантов совместно с заказчиком было принято решение использовать при создании АСУ ТП систему управления непрерывными процессами PCS7 на базе программируемых логических контроллеров SIMATIC S7 фирмы Siemens как наиболее современную и подходящую для использования в энергетике. Компания Siemens является одним из мировых лидеров в производстве технических и программных средств промышленной автоматизации. Она предлагает широкий спектр интегрируемых продуктов для всех уровней АСУ ТП. Кроме того, программное обеспечение SIMATIC гарантировало выполнение требований технического задания в части управления, автоматического регулирования, технологических защит, блокировок, технологической и системной сигнализации, визуализации процессов функционирования объектов управления, диагностики состояния оборудования.

## Назначение и функции системы управления

АСУ ТП «Общестанционные системы» предназначена для контроля и управления общестанционным тепло-механическим оборудованием ТЭЦ-5 и должна войти в интегрированную систему автоматизированного управления станцией.

Технологическими объектами управления являются:

- газораспределительный пункт (ГРП) с двумя залами регулирующей арматуры, в каждом зале – по пять двухступенчатых линий редуцирования;
- центральная насосная станция (ЦНС), предназначенная для снабжения станции циркуляционной и технической водой (в том числе и систем пожаротушения);
- теплофикационная установка (ТФУ), включающая 5 сетевых насосов 1-го подъёма, систему подпитки теплосети, включающую 5 подпиточных и 3 регулирующих насоса;
- общестанционное оборудование главного корпуса в составе таких объектов управления, как
  - баки запаса конденсата с насосами химобессоленной воды,
  - насосы перекачки конденсата и аварийной подпитки,
  - насосы-дозаторы аммиака в химобессоленную воду,
  - насосы бака сбора переливов эжекторов,
  - общестанционная запорная и регулирующая арматура на жидком и газообразном топливе,
  - маслохозяйство (доливочный маслосборник, бак загрязнённого масла, бак промежуточный, бак аварийного слива масла, насосы перекачки масла),

- бак сбора протечек мазута,
- бак обмыва регенеративного воздухоподогревателя,
- системы бесперебойного питания блока № 1 и общестанционного оборудования,
- система питания общестанционного АСУ ТП постоянным током.

Система управления должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- сбор, обработка и распределение первичной информации;
- передача данных и обмен информацией в пределах ПТК;
- дистанционное управление приводами исполнительных и других механизмов;
- автоматическое регулирование и автоматизированное управление технологическими объектами управления;
- технологические защиты и защитные блокировки;
- технологическая и системная сигнализация;
- отображение процесса управления в реальном масштабе времени;
- регистрация и архивирование параметров функционирования тепломеханического оборудования (ТМО) в штатных, аварийных и нештатных ситуациях;
- предоставление информации и поддержка человеко-машинного интерфейса;
- выполнение требуемых расчётных задач, необходимых для анализа работы ТМО.

## АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Структура АСУ ТП ТЭЦ-5, в которую в качестве 1-й очереди входит АСУ ТП «Общестанционные системы», приведена на рис. 1.

Для управления технологическими объектами в АСУ ТП «Общестанционные системы» в основном применяются отказоустойчивые распределённые системы. Исключением является ЦНС, которая имеет полное дублирование управления с местных панелей управления, выполненных на традиционных средствах автоматизации. Отказоустойчивые системы выполнены с использованием контроллеров и блоков резервируемой системы автоматизации SIMATIC S7-400H, в которой дублируются центральный процессор (CPU), блок питания, аппаратура соединения обоих CPU и полевая шина PROFIBUS DP для подключения периферийных

устройств ввода/вывода. Для обеспечения надёжности питания комплекса технических средств (КТС) применяется параллельное резервированное питание от источника бесперебойного питания ~220 В и от станционной батареи аккумуляторов =220 В. Такая система управления с использованием аппаратуры Siemens и резервируемых контроллеров SIMATIC оказалась одной из первых в России на момент принятия основных проектных решений. Общие принципы построения АСУ ТП как иерархической и распределённой позволяют дополнять систему сигнальными модулями, промышленными контроллерами, автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов. Использование сетей Industrial Ethernet и Ethernet с протоколом TCP/IP обусловлено широким распространением данных сетей и наличием широкого выбора оборудования для них. Выбор оптических каналов передачи информации обусловлен сравнительно большими (более 100 м) расстояниями между объектами управления, а также высокой степенью помехозащищённости этих каналов. Для повышения надёжности сети коммутаторы объединены в резервированное кольцо. Первоначальный сбор и передача оперативных и диагностических данных осуществляются станциями распределённой периферии ET200M фирмы Siemens. Далее эти данные по сетям PROFIBUS DP передаются на контроллеры SIMATIC S7-400H. Затем обработанные данные поступают через сеть Industrial Ethernet на серверы и локальные АРМ или панели управления.

Для реализации возможности местного управления в системах управления ГРП и ЦНС использованы панельные компьютеры Advantech PPC-154T-BARE-T с панелями сенсорного управления.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

При проектировании и разработке системы были применены современные технические и программные средства, произведённые ведущими зарубежными фирмами. В частности, можно конкретизировать эти компании и поставляемые ими оборудование и программные пакеты.

- Siemens AG: программируемые логические контроллеры SIMATIC S7-400H, станции распределённой периферии ET200M, оптические коммутаторы OSM TP62, промышленные коммутаторы SCALANCE X204-2, оптические модули связи OLM/G12 для PROFIBUS, SICLOCK – устройство синхронизации астрономического времени на основе GPS, сигнальные колонны.

фери ET200M, оптические коммутаторы OSM TP62, промышленные коммутаторы SCALANCE X204-2, оптические модули связи OLM/G12 для PROFIBUS, SICLOCK – устройство синхронизации астрономического времени на основе GPS, сигнальные колонны.

- Advantech: панельные компьютеры PPC-154T-BARE-T с панелями сенсорного управления.
- Rittal: шкафы линейные TS8.
- Hewlett-Packard: серверы HP Rack ProLiant DL380 G4, компьютеры HP Compaq dx6100, цветные лазерные принтеры HP LaserJet 3700N, мониторы TFT L1940.
- Cisco: коммутаторы C2950.
- Samsung: модули памяти DDR PC3200 512 Мбайт.
- Socomec-Sicon: источники бесперебойного питания MODULYS EB 1212, MASTERYS MC.
- ABB и Schneider Electric: автоматические выключатели, контакторы.
- Belden: кабельная продукция.
- Weidmüller: клеммные колодки.

Были приобретены и использованы следующие программные пакеты Siemens AG: система управления процессом PCS7, стандартный инженеринговый пакет STEP7, программное обеспечение (ПО), интегрируемое в STEP7 для конфигурирования резервированных систем SIMATIC S7-400H, для отладки программ без наличия реальной аппаратуры и для администрирования, ПО организации S7-связи для F-систем SIMATIC NET S7-REDCONNECT.

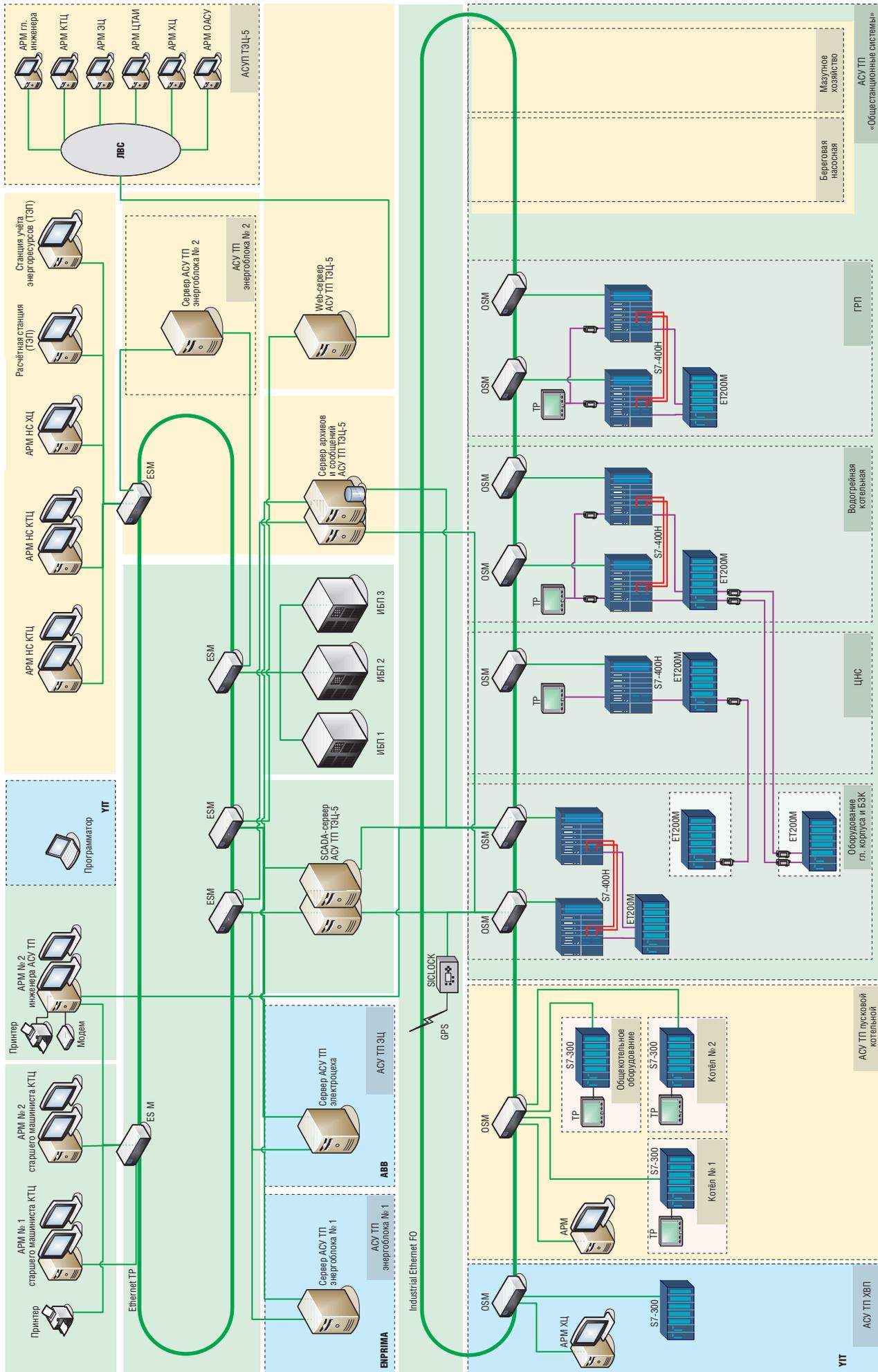
В качестве операционной системы применяется Windows 2000 Professional SP4 фирмы Microsoft. Использована также система MS SQL Server. Для визуализации процессов применена SCA-DA-система WinCC.

Технические средства ПТК размещены в 9 шкафах TS8 и на 3 АРМ.

Фотографии шкафов и АРМ приведены на рис. 2–5.

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Функционирование системы подробно изложено в описании программируемых функций ГРП, ЦНС, ТФУ, ТМО главного корпуса. К сожалению, ограниченный объём настоящей публикации не позволяет подробно осветить функционирование достаточно сложной АСУ ТП с большим количеством разнообразных объектов технологического управления (ОТУ). Поэтому



**Условные обозначения:**  
 — 1-я очередь АСУ ТП ТЭЦ-5 «Общественные системы» ОАО «СЕВЗАПВНИПИЭНЕРГОПРОМ»;  
 — 2-я очередь АСУ ТП ТЭЦ-5 ОАО «СЕВЗАПВНИПИЭНЕРГОПРОМ»;  
 — прочие подрядчики;  
 — Ethernet;  
 — PROFIBUS;  
 — бак запаса конденсата;  
 КТЦ — котлурбинный цех ТЭЦ; НС КТЦ — начальник смены КТЦ; НСС — начальный смены ТЭЦ); ОАСУ — общестанционная автоматизированная система управления; ТЭП — тепловые экономические параметры; ТЭЦ — тепловой цех ТЭЦ; ЦТАИ — химический цех ТЭЦ; ЭЦ — электроцех ТЭЦ; ЭСМ — коммутатор промшленного Ethernet; ТР — локальные серверы.

**Рис. 1. Структура АСУ ТП ТЭЦ-5**

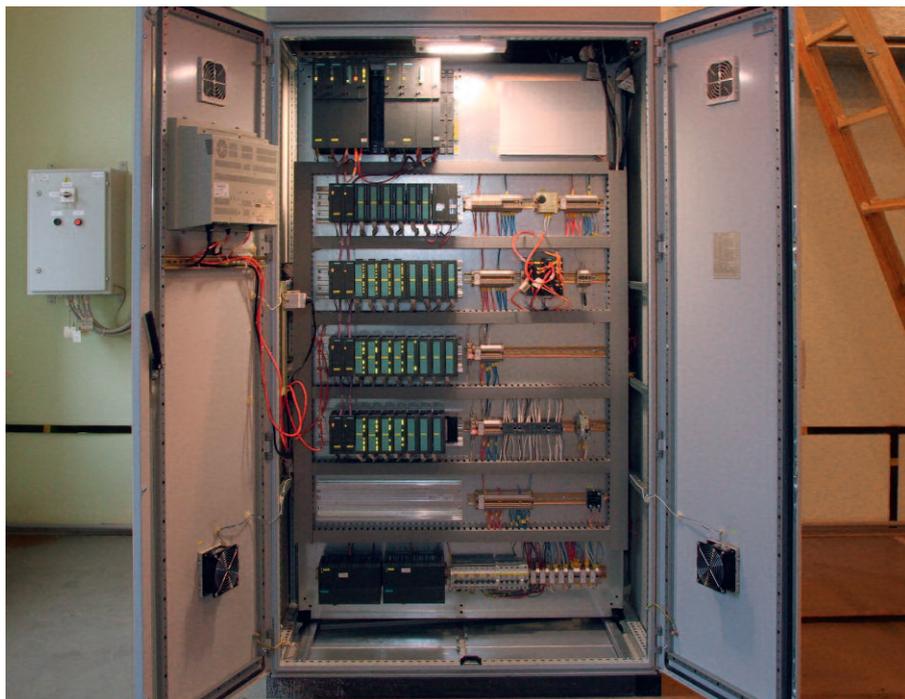


Рис. 2. Шкаф управления ГРП



Рис. 3. Шкаф управления № 2 ФУ

вкратце остановимся на автоматизируемых функциях АСУ ТП ГРП.

АСУ ТП ГРП должна обеспечивать непрерывное и бесперебойное газоснабжение энергоблоков и котлов станции. Для этого требуется редуцирование давления газа и автоматическая стабилизация (регулирование) давления газа за ГРП в пределах  $\pm 10\%$  от номинального значения. Система реализует управление арматурой ГРП в режиме дистанционного управления как с блочного щита управления (БЩУ), так и в режиме местного управления с местного щита ГРП (МЩУ). В дистанционном режиме наивысший приоритет имеют

команды технологических защит. Следующими по важности являются команды защитных блокировок. Информация о мгновенном расходе газа на входе ГРП в цифровом виде передаётся от системы коммерческого учёта газа в АСУ ТП ГРП.

Для реализации автоматического регулирования система управляет 10 двухступенчатыми регуляторами, установленными на линиях редуцирования. Линии редуцирования расположены в двух идентичных залах регулирования по 5 линий в каждом. Для обеспечения устойчивой работы регуляторов, выполненных на регулирующих заслонках, предусмотрены специальные структурные решения и особый порядок настройки регуляторов.

Система выполняет двухступенчатую защиту от повышения давления газа за ГРП и защиту от понижения давления газа за ГРП. При необходимости защиты могут быть временно отключены.

Система имеет 4 состояния функционирования: НАЛАДКА, РАБОТА, АВР, РЕМОНТ.

Вся информация о работе ОТУ и АСУ ТП отображается на экранах мониторов АРМ. Эта информация полностью обеспечивает обслуживающий персонал необходимой информацией. Приоритет в работе АСУ ТП отдан технологическим защитам и

блокировкам для обеспечения безопасной и надёжной эксплуатации ОТУ.

Для иллюстрации процесса функционирования АСУ ТП «Общестанционные системы» на рис. 6–9 приведены примеры окон отображения программ работы для различных систем ОТУ и режимов функционирования.

Перед сдачей ПТК АСУ ТП «Общестанционные системы» в опытную эксплуатацию была проведена калибровка измерительных каналов системы и поверка измерительных каналов, влияющих на безопасность. Метрологические операции проводились уполномоченной организацией ФАТР и М (ВНИИМ им. Д.И. Менделеева) с выдачей свидетельства о поверке и аттестата калибровки на функционирующем комплексе в состоянии НАЛАДКА с использованием рабочего ПО ПТК.

На момент приёма в эксплуатацию система имела 150 аналоговых каналов, 785 дискретных сигналов, 520 выходных дискретных сигналов.

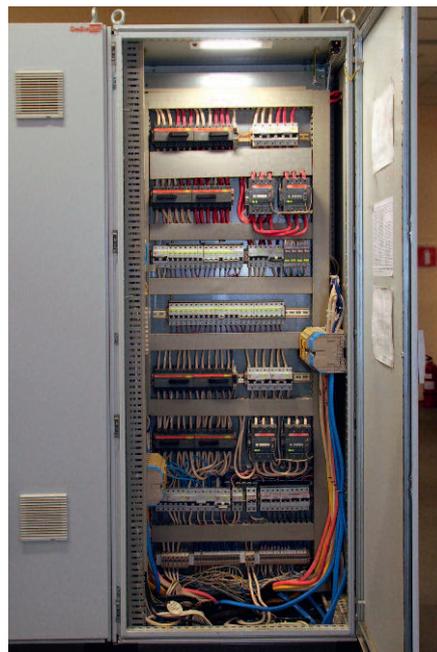


Рис. 4. Шкаф питания переменного тока



Рис. 5. АРМ № 1 старшего машиниста КТЦ

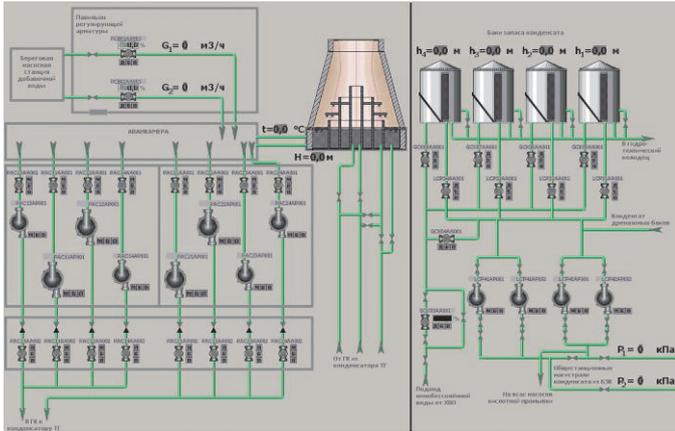


Рис. 6. Общий экран

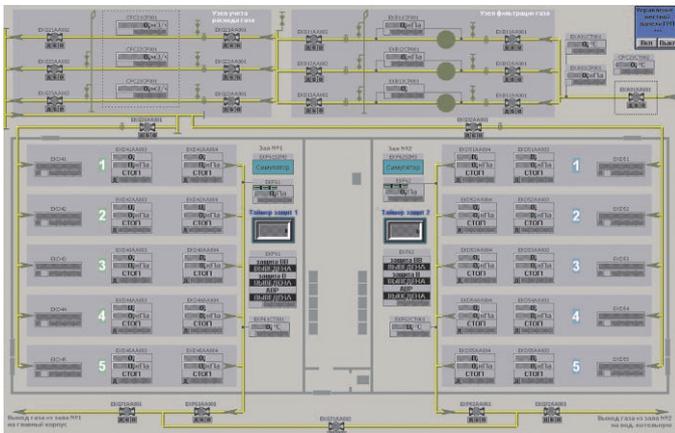


Рис. 7. Пример окна программы работы ГРП

В дальнейшем система управления неоднократно подвергалась расширению как за счёт имеющихся резервных каналов, так и путём дополнительной закупки аналогичного оборудования.

### ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА

До внедрения вновь разработанной АСУ ТП «Общестанционные системы» на ТЭЦ-5 имелись морально устаревшие системы управления различными ОТУ, выполненные на традиционных средствах КИПиА и отдельных регуляторах разных производителей. В частности, такая система управления имела на старом ГРП-1.

Новая система, построенная на базе современных технических и программных средств, позволяет выполнить полный объём требований заказчика с весьма высокими показателями надёжности и бесперебойности работы. Кроме того, система позволяет с минимальными затратами выполнять корректировку алгоритмов работы ОТУ, проводить коррекцию работы регуляторов для обеспечения наибольшей точности регулирования и запаса устойчивости по фазе, проводить необходимое заказчику расширение системы. Структура АСУ ТП «Общестанционные системы» допускает

подключение новых систем управления оборудованием станции и обмен с ними информацией в реальном времени. Благодаря внедрению новых современных средств визуализации и диагностики существенным образом облегчается работа эксплуатационного персонала станции, при этом предъявляются более высокие требования к квалификации операторов. Дублирование, резервирование и применение современных высоконадёжных компонентов, опыт и профессионализм проектантов, разработчиков и пусконаладочных организаций обеспечили высокую эксплуатационную надёжность системы управления, подтверждённую положительным отзывом заказчика. Для обеспечения требований заказчика по надёжности были применены многочисленные оригинальные технические и программные решения. Например, при вводе и выводе дискретных сигналов были использованы модули с входным и выходным напряжением ~220 В, в результате чего отпала необходимость применения промежуточных реле, что обеспечило повышение отказоустойчивости.

Следует также отметить, что в ходе реализации проекта существующие устройства полевого уровня АСУ ТП не обновлялись, в частности, сохранились

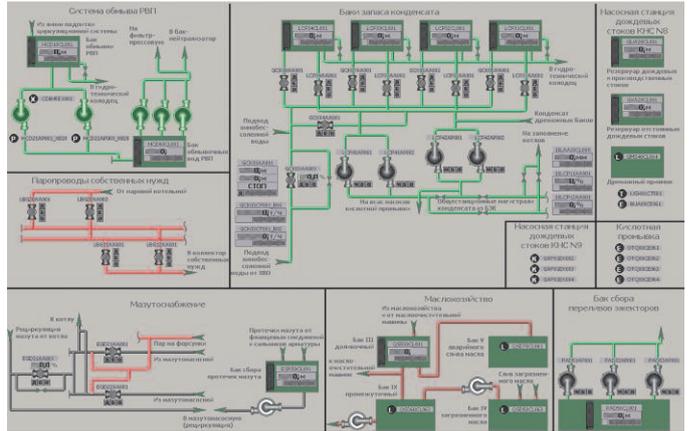


Рис. 8. Пример окна программы работы общестанционного оборудования главного корпуса

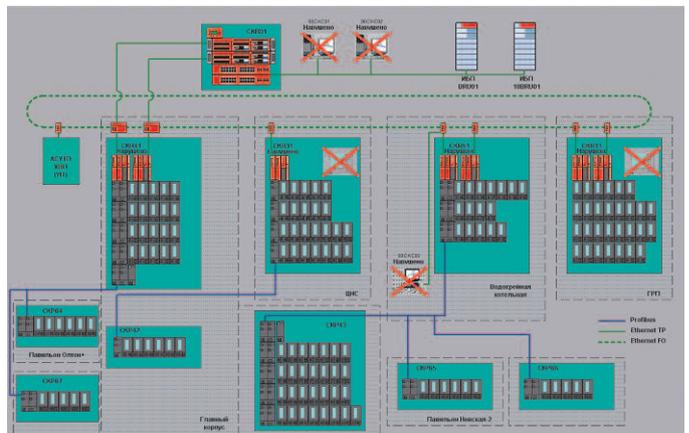


Рис. 9. Пример окна программы «Диагностика»

устаревшие шкафы РТЗО (распределительного токового задвижного оборудования) для питания приводов трубопроводной арматуры. Это привело к усложнению схемных решений в ходе выполнения проекта. Пришлось также дорабатывать программные блоки управления арматурой и насосами фирмы Siemens для обеспечения управления ранее приобретённым старым ТМО.

Отказоустойчивость системы подтверждена её устойчивой надёжной работой в круглосуточном непрерывном режиме в течение 6 лет. По отзывам оперативного персонала, данная система управления является достаточно удобной в эксплуатации. Благодаря информативности системы диагностики облегчается поиск неисправностей элементов КИПиА, приводов и трубопроводной арматуры, а следовательно, упрощается и облегчается эксплуатация оборудования.

По объёму объектов управления и сложности алгоритмов управления ими описываемая система на этапе проектирования была заслуженно признана уникальной.

Безусловно, на действующих объектах тепловой энергетики имеется огромное количество разнообразных систем управления конкретным ТМО. По нашим сведениям, в эксплуатации находится множество систем управления разнообразным стационарным оборудованием, но в основном это управление с использованием разнообразных регуляторов, обеспечивающих функционирование нескольких ОТУ и не объединённых в одну или несколько крупных систем управления. При таком подходе для обеспечения успешного функционирования электростанций необходимо достаточно большой штат квалифицированных работников цехов тепловой автоматики и измерений (ТАИ), изучивших всё имеющееся оборудование и особенности его эксплуатации. Кроме того, для эксплуатации разношёрстного оборудования необходимо приобретать значительное количество модулей для ЗИП. Проблема осложняется тем, что старое оборудование уже не производится, его технический ресурс исчерпан. На более современные технические средства, как правило, отсутствуют принципиальные схемы.

В основном на объектах энергетики России системами АСУ ТП оснащаются обычно турбоагрегаты, котельные установки, иногда ГРП. На комплексную автоматизацию обеспечивающих систем ТМО средств и сил, как правило, не хватает. Обеспечить эффективную работу тепловых электростанций по критериям минимизации расхода топлива на единицу выработанной электроэнергии и тепла или по критерию минимизации простоев оборудования генерации без внедрения современных средств автоматизации представляется невозможным.

О существовании аналогичных описываемой в настоящей статье больших современных систем управления общестационарным оборудованием на объектах энергетики нам до сих пор ничего не известно ни по публикациям в открытой печати, ни по результатам командировок и общения с персоналом многочисленных электростанций.

С точки зрения повышения эффективности и снижения затрат, внедрение в энергетике новых современных систем управления технологическим оборудованием не только экономически эффективно, но и становится необходимым, особенно при проектировании новых перспективных энергоблоков. ●

**E-mail: [leeiv@yandex.ru](mailto:leeiv@yandex.ru)**