

# Реконструкция автоматизированной системы управления турбоагрегатом

Андрей Павлов, Александр Шишкин, Жанбай Узденбаев, Мерхат Даутов

В статье описан опыт реконструкции автоматизированной системы технологического процесса управления турбоагрегатом станции № 11 «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» в городе Усть-Каменогорске Восточно-Казахстанской области, выполненной ТОО «Синетик» (Усть-Каменогорск). Особое внимание уделяется вопросам обеспечения высокой надёжности и требуемого уровня безопасности.

## ВВЕДЕНИЕ

В целях увеличения мощности станции и снижения энергодефицита в Восточно-Казахстанской области ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» в 2013 году провело реконструкцию турбоагрегата № 11 с увеличением мощности турбины на 20 МВт. Обеспечение современных требований управления, во многом определяемых эксплуатационными характеристиками оборудования, потребовало внедрения полномасштабных интегрированных АСУ ТП.

В данной статье рассматриваются основные технические решения, принятые при построении АСУ ТП турбоагрегата. В качестве объекта автоматизации выступает паровая турбина типа Т-100-130 Уральского турбомоторного завода.

## ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Паровая турбина типа Т-100-130 Уральского турбомоторного завода номинальной мощностью 100 тыс. кВт при частоте вращения 3000 об/мин, с компенсацией пара и двухступенчатым подогревом сетевой воды предназначена для непосредственного привода генератора переменного тока типа ТВФ 120-2 мощностью 100 тыс. кВт с водородным охлаждением. Номинальная суммарная величина отопительных отборов 160 Гкал/ч/ 310 т/ч.

После проведённой в 2013 году модернизации, в ходе которой был заме-



Рис. 1. Групповой щит управления (ГрЩУ) – рабочее место машиниста турбоагрегата

нён цилиндр высокого давления, модернизирован цилиндр среднего давления и установлена новая система возбуждения, мощность турбоагрегата была увеличена до 120 МВт. Также в ходе модернизации турбина была оснащена электрогидравлической системой регулирования и защиты (ЭЧСРиЗ).

Турбина рассчитана на работу со свежим паром при давлении 130 ат и температуре +550°С, измеренными перед автоматическим стопорным клапаном.

Расчётная температура охлаждающей воды на входе в конденсатор +20°С. Номинальное количество охлаждающей воды 16 000 м<sup>3</sup>/час.

Так как данный объект относится к категории повышенной промышленной опасности, предъявляются высокие требования к надёжности системы. В связи с этим было решено обеспечить резервирование управляющих контроллеров нижнего уровня и серверов верхнего уровня.

## НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Основным назначением АСУ ТП является обеспечение эффективного контроля и управления технологическим процессом с использованием программных автоматических регуляторов, а также реализация функций противоаварийных автоматических защит. Внедрённая АСУ ТП разработана взамен существовавшей морально устаревшей системы управления (рис. 1).

Основными выполняемыми системой функциями являются:

- представление технологической информации на экранах мониторов в виде мнемосхем с различной степенью детализации;
- сигнализация и регистрация сообщений о превышении аварийных, предупредительных и технологических границ;
- долговременное архивирование измеренных значений технологических параметров;
- формирование отчётной документации;
- диагностика работоспособности системы;
- обеспечение связи и управления электрогидравлической системой регулирования и защит турбоагрегата, разработанной ООО «НПФ «Ракурс»;
- реализация функций технологических защит на отключение турбоагрегата и ПВД (подогреватель высокого давления);
- реализация функций технологических блокировок по снижению давления масла в системе смазки и водородного уплотнения генератора;
- реализация функций технологических блокировок по повышению уровней в подогревателях сетевой воды ОБ-1 и ОБ-2, по понижению давления в ПВД-5 и повышению уровня в ПНД-2 (подогреватель низкого давления);
- реализация функций АВР (автоматический ввод резерва) конденсатных насосов (КЭН – конденсатные электронасосы и КБН – конденсатные бойлерные насосы);
- автоматическое поддержание уровня конденсата в конденсаторе;
- автоматическое поддержание уровня конденсата в подогревателях низкого давления ПНД-1...ПНД-4;
- автоматическое поддержание уровня конденсата в подогревателях высоко-го давления ПВД-5...ПВД-7;

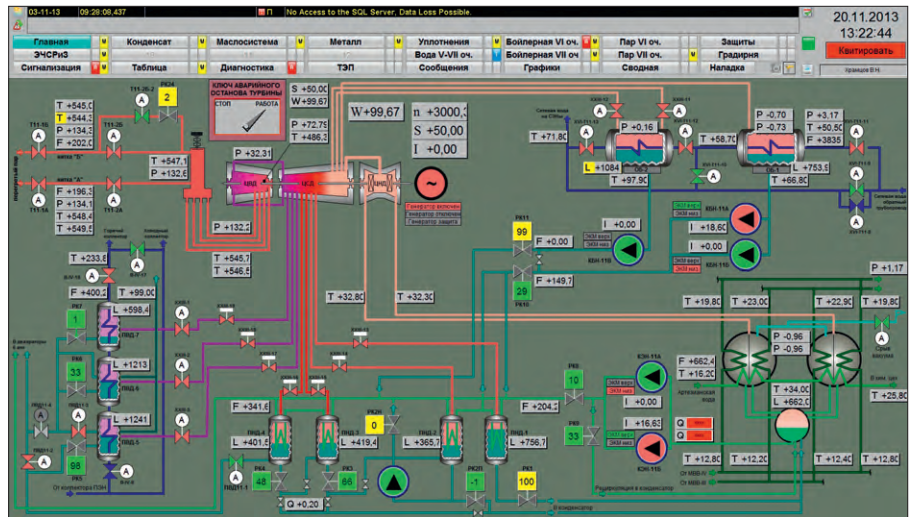


Рис. 2. Главная мнемосхема турбоагрегата

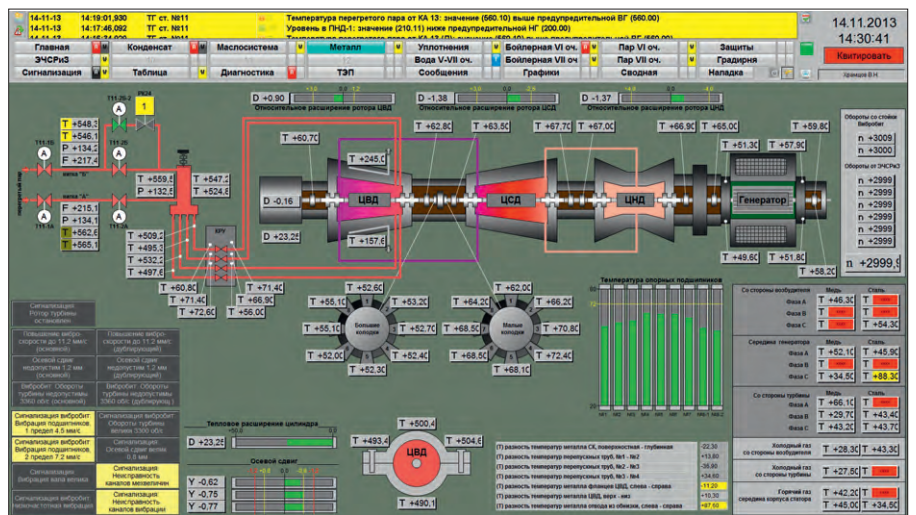


Рис. 3. Мнемосхема термоконтроля турбоагрегата

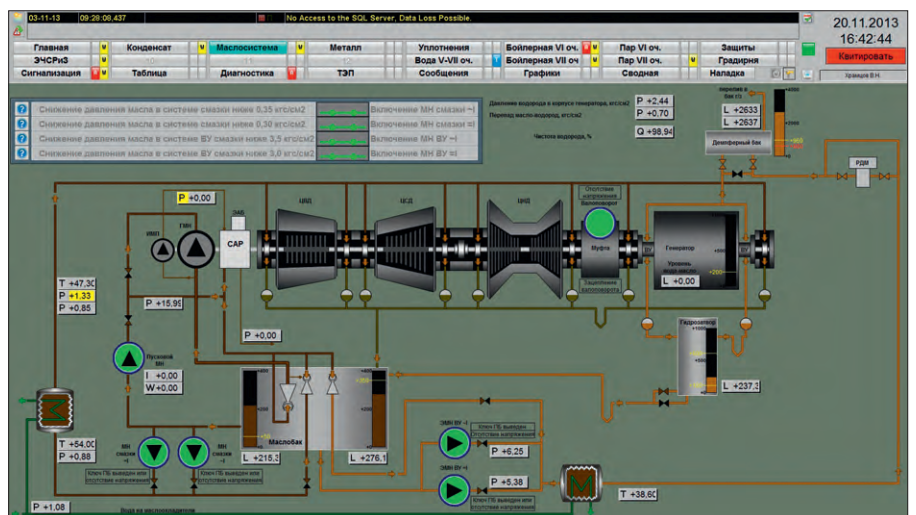


Рис. 4. Мнемосхема маслосистемы турбоагрегата

- автоматическое поддержание уровня конденсата в циковых бойлерах ПБ-7...ПБ-9;
- автоматическое поддержание уровня конденсата в подогревателях сетевой воды ОБ-1 и ОБ-2;
- автоматическое поддержание давления пара в коллекторе уплотнений;
- автоматическое поддержание давления пара перед эжекторами;
- автоматическое поддержание давления пара после РОУ-10...РОУ-12 (ре-



дукционно-охладительное устройство);

- автоматическое поддержание температуры пара после РОУ-10...РОУ-12.

На рис. 2–5 представлены реализованные в системе мнемосхемы. АСУ ТП турбоагрегата включает в себя также контуры управления технологическим оборудованием бойлерной VII очереди:

- автоматическое поддержание уровня конденсата в подогревателях высокого давления ПВД-12-1 и ПВД-12-2;
- автоматическое поддержание уровня конденсата в пиковых бойлерах ПБ-10...ПБ-15;
- автоматическое поддержание уровня конденсата в охладителях конденсата ОК-1...ОК-3;
- автоматическое поддержание уровня конденсата в ПСВТ;
- автоматическое поддержание давления пара после РОУ-14...РОУ-18;
- автоматическое поддержание температуры пара после РОУ-14...РОУ-18.

На рис. 6, 7 представлены мнемосхемы, иллюстрирующие данные функции.

### СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Нижний уровень системы спроектирован на базе резервированного контроллера Siemens S7-416-5H со станциями ввода-вывода ET200M, которые осуществляют сбор и обработку технологических параметров и выдают управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Станции ввода-вывода ET200M поддерживают функцию «горячей» замены, то есть позволяют заменять функциональные модули, не отключая контроллер и не прерывая технологический процесс. Связь между контроллером и станциями ввода-вывода ET200M осуществляется по резервированной сети PROFIBUS DP (рис. 8, 9). Верхний уровень системы представляет собой резервированный сервер PCS7 OS Server Redundancy, к которому в качестве клиентов подключены АРМ машиниста № 1 и АРМ машиниста № 2. Каждый из АРМ машинистов укомплектован двумя мониторами диагональю 23 дюйма (рис. 10). Разработка программного обеспечения и техническое сопровождение проекта АСУ ТП осуществляется с инженерной станции АСУ ТП.

Передача данных между контроллером S7-400H и сервером БД производится по промышленной резервированной сети Industrial Ethernet «электрическое кольцо» с пропускной способ-

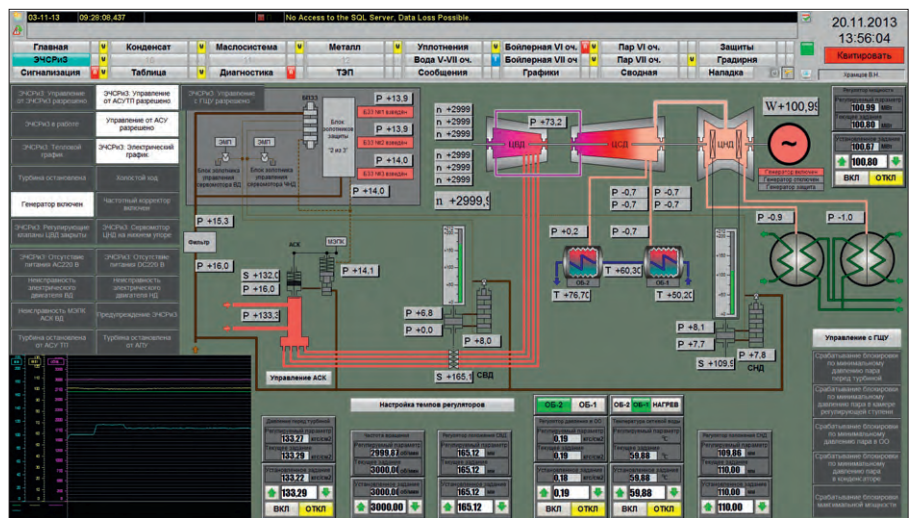


Рис. 5. Мнемосхема ЭЧСРi3

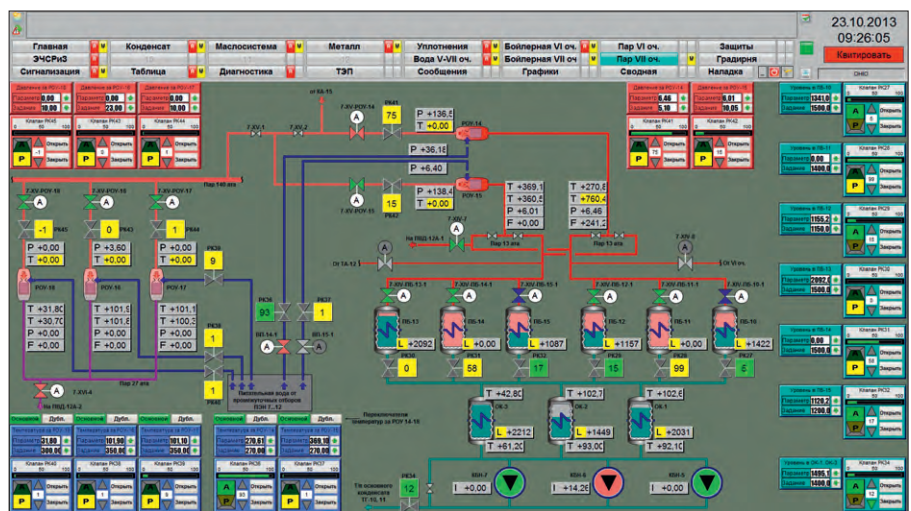


Рис. 6. Мнемосхема автоматического поддержания давления пара в бойлерной VII очереди

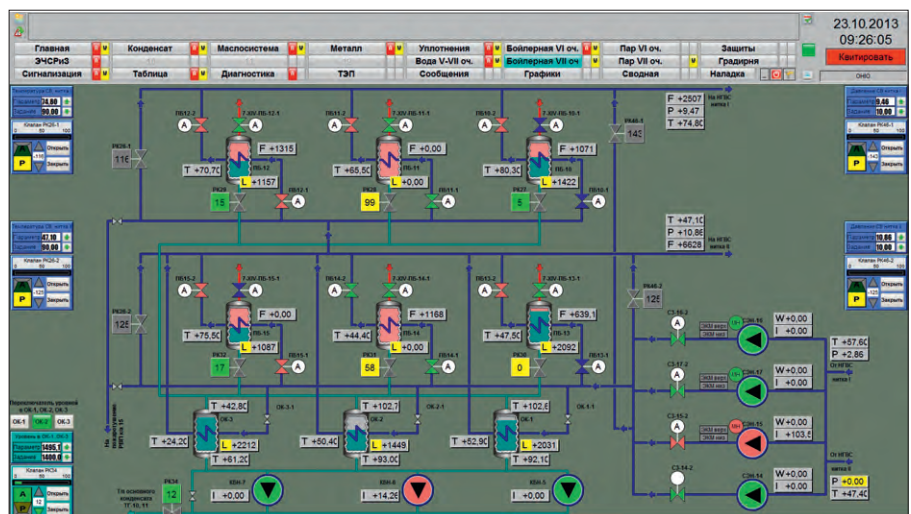


Рис. 7. Мнемосхема АСУ ТП бойлерной VII очереди

ностью до 100 Мбит/с. Связь между АРМ и сервером БД осуществляется по терминальной сети Industrial Ethernet.

Данные предоставляются в технологическую сеть ТОО «АЭС Усть-Каме-ногорская ТЭЦ» посредством технологии OPC (рис. 11). Относительно сро-

ков реализации проекта следует отметить, что на разработку ПКД и ПО потрачено 4 месяца, пусконаладочные работы составных частей – 2 месяца, комплексная наладка систем авторегулирования и испытания – 1 месяц, в целом работа была выполнена в корот-



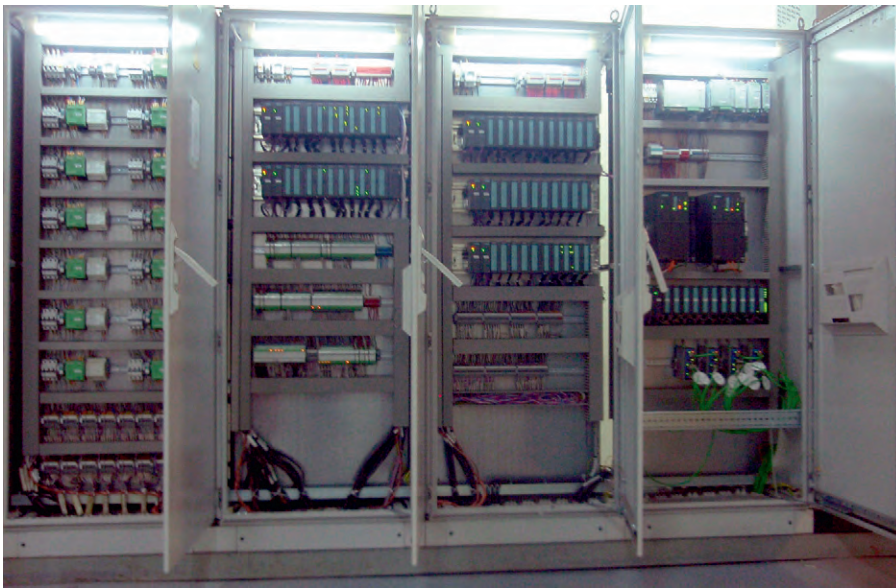


Рис. 8. Шкафы управления АСУ ТП турбоагрегата на ГрЩУ



Рис. 9. Шкаф управления с резервированным контроллером S7-416-5H

кие сроки, до начала отопительного сезона.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Модернизация турбины была комплексной: заменялась система АСУ ТП, ЭЧСР (электрическая часть системы регулирования), производилось техни-

ческое перевооружение турбоагрегата, что позволило улучшить характеристики и надёжность системы. Ожидается, что после произведённой реконструкции турбины её ресурс будет увеличен на 220 тыс. часов, будут улучшены технико-экономические показатели турбоагрегата: увеличится выработка элек-

троэнергии со 100 до 120 МВт, увеличится выработка тепловой энергии с отборов со 160 до 197 Гкал/ч.

Внедрение АСУ ТП обеспечит увеличение надёжности и экономичности работы турбоагрегата за счёт:



ЗАЩИЩЕННЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ ПК ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

**AFP-6000**

Резистивный сенсорный экран



- Защита от царапин
- Прочность передней панели 7Н

NEMA 4х/IP66



- Защита от напора воды под давлением
- Полная герметизация корпуса

Корпус из нержавеющей стали 316L



- Отличные антикоррозийные свойства
- Гигиеничный и легко очищаемый

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИИ ААЕОН**

**PROSOFT®**

Тел.: (495) 234-0636 • факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru



Реклама





Рис. 10. Рабочее место машиниста турбоагрегата

- реализации более сложных алгоритмов контроля и управления;
  - обеспечения персонала более полной, достоверной и своевременной информацией о работе турбоагрегата;
  - улучшения диагностики оборудования и протекания технологических процессов.
- Кроме того, будут достигнуты следующие цели:
- резкое уменьшение количества эксплуатируемого приборного оборудования;
  - значительное уменьшение площади, занимаемой оборудованием АСУ ТП в

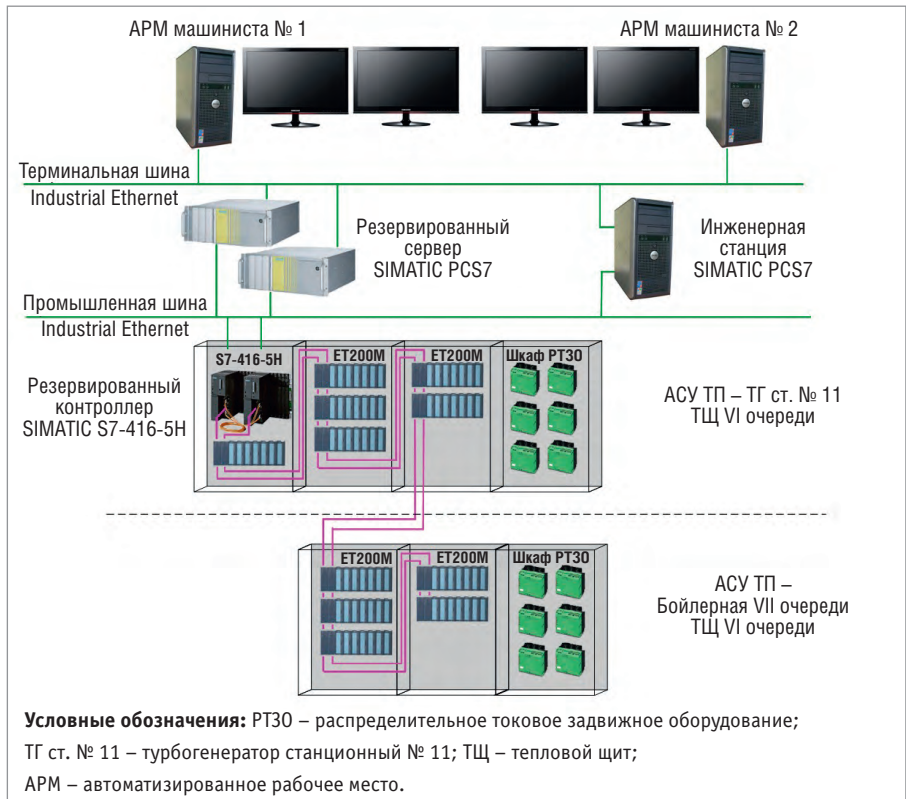


Рис. 11. Структурная схема КТС

- обеспечение возможности создания щитовой, по сравнению с традиционными средствами автоматизации;
- обеспечение возможности создания

интегрированной информационно-управляющей системы ТЭЦ в целом (при последующем развитии). ●  
**E-mail: jorajorin@mail.ru**

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

- промышленные GigE-, USB-видеокамеры
- светодиодные строб-контроллеры
- встраиваемые процессорные модули

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР КОМПАНИЙ SMARTEK, VISIOSENS**

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru