



**Дубровин И.Н.,**  
**Директор ООО «Энерготехпромавтоматика»**  
**Агаев А.Н.,**  
**Главный инженер ООО «Энерготехпромавтоматика»**

## **Опыт применения в составе газотурбинных электростанций автоматизированных систем на базе контроллеров «B&R System 2000»**

Опубликовано в журнале «Газотурбинные технологии» № 6(49) (Сентябрь 2006 г.)  
[http://www.gtt.ru/cgi-bin/magazine.cgi?06\\_6](http://www.gtt.ru/cgi-bin/magazine.cgi?06_6)

«Bernecker und Rainer Industrie-Electronik» (Австрия) – компания, которая первой в мире, среди фирм, занимающихся автоматизацией, получила сертификат международного соответствия ISO 9001.

«B&R» производит широкую гамму средств автоматизации: промышленные контроллеры, модули и панели визуализации и управления, промышленные компьютеры, сервоприводы с системами управления, блоки питания и ИБП для контроллеров, и оборудование для промышленных информационных сетей соответствующих международным стандартам и сертификатам: CE Sign (European Standards), UL and C-UL Sign (North America), IEC 61131, ISO 9001 и GOST-R. Надежность промышленных контроллеров характеризуется показателем MTBF (Среднее время между отказами). Для контроллеров «B&R» этот показатель достигает одного миллиона часов!

Существует несколько семейств контроллеров «B&R», которые имеют некоторые конструктивные и технические отличия, удовлетворяющие любые конструкции шкафов и



распределенных систем – от интеллектуальных кросс-панелей (IP20) до блоков с защитой (IP67) для размещения в промышленном цехе. При этом все эти семейства свободно комбинируются между собой, позволяя создавать системы распределенного ввода-вывода с единым процессором или системы с локальными процессорами, объединенными в одну или несколько информационно-управляющих сетей.

Контроллеры «B&R» не требуют выделенного контура заземления – используется стандартный промышленный контур заземления. Это повышает безопасность системы управления и снижает расходы при строительстве и монтаже.

«B&R» оснащает процессорные модули многозадачной детерминированной операционной системой, что выгодно отличает их на рынке автоматизации.

Основными преимуществами «B&R» на рынке средств автоматизации в части программного обеспечения являются:

- наличие фирменных программных продуктов для среды разработки и выполнения
- детерминированная многозадачная операционная система
- модульная программная архитектура
- функции файла регистрации ошибок
- функции проверки модуля ввода - вывода
- параметры конфигурации системы
- подпрограммы обработки исключения
- гибкая архитектура связи
- много библиотечных функций.

Для программирования всей гаммы оборудования применяется универсальная Windows-ориентированная среда программирования – Automation Studio™. Здесь Вы полностью конфигурируете ввод-вывод, обработку информации вплоть до визуализации. В качестве SCADA-системы «B&R» предлагает свою собственную систему, максимально интегрирующую все возможности оборудования – Aprot System.

По соотношению цена-качество «B&R» является одним из лидеров рынка автоматизации. При конкурентной цене на канал ввода-вывода цены снижаются за счет оригинальных подходов в гальванической развязке каналов и интерфейсов, увеличенным количеством каналов на один модуль, организацией внутренней шины контроллеров. Суммарная стоимость решения задачи автоматизации на оборудовании «B&R» снижается и организационными методами. Каждый модуль поставляется с электронными проектными описаниями механических размеров, электрических сигналов и функций модулей. Эти макросы загружаются прямо в известные системы ECAD. Схемы связей создаются автоматически системой конфигурации и программирования «Automation Studio™». Конструкция контроллера и вносимые туда изменения немедленно отображаются в документах на всех уровнях разработки. Это экономит время для наиболее важных задач и исключает конструктивные неточности при разработке системы управления, что способствует улучшению ее качества и повышению конкурентоспособности.

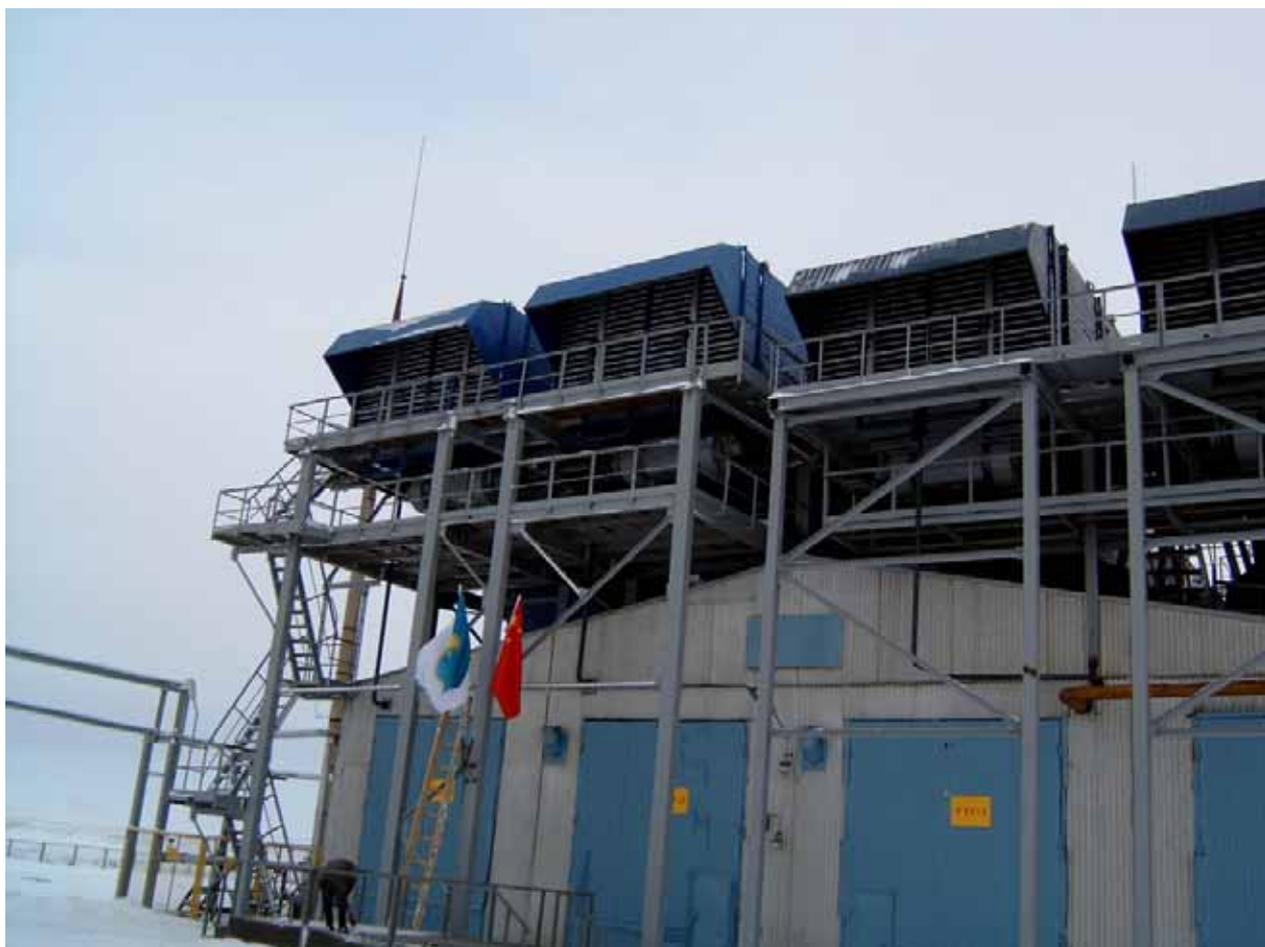
Именно вышеперечисленные качества микропроцессорных средств фирмы «Bernecker und Rainer Industriek-Electronik» и предопределили наш выбор контроллеров серии «B&R System 2000» для создания систем автоматического управления газотурбинными установками.

7 декабря 2001 года на нефтяном месторождении АО «Меретояханефтегаз» в районе г.Муравленко (Россия, Ямало-ненецкий АО) состоялось опробование газотурбинной установки типа «ЭГ-2500М1» мощностью 2,5 МВт (модификация ранее выпускаемых «ПАЭС-2500»). И вроде бы ничего примечательного в этом не было, если б условия, в которых сначала хранилась, а затем пускалась газотурбинная установка, укомплектованная автоматизированной системой управления «АСУ-2500М». После проведения приемочных испытаний на испытательном полигоне в г.Запорожье и двухмесячной транспортировки по автомобильным дорогам России две газотурбинные установки «ЭГ-2500М1», ожидая завершения строительных работ, хранились летом в условиях повышенной влажности (вокруг сплошные болота), а зимой в приполярных условиях низких температур. После такой проверки на прочность микропроцессорные контроллеры «B&R System 2003» и «B&R System 2005», на базе которых и разработана автоматизированная система «АСУ-2500М», подтвердили свою надежность, обеспечив автоматический запуск и режимную работу

газотурбинной установки при температуре наружного воздуха «минус 42 град.С» с первого нажатия кнопки «Пуск» (причем пуск был почетно доверен начальнику месторождения).

К этому времени две автоматизированные системы, созданные на микропроцессорных средствах фирмы «B&R», три года обеспечивали бесперебойную работу двух газотурбинных установок «ГТГ-12» на Жанажольской ГТЭС (Республика Казахстан, г.Актобе), тем самым подтверждая безотказность модулей контроллеров серии «B&R System 2000».

И когда встал вопрос о строительстве в 2004 году второй очереди Жанажольской ГТЭС (см. Фото 1), то ни у кого не возникло сомнений – две энергоустановки «ГТГ-15» на базе газотурбинных двигателей «ДЖ59ЛЗ» (ГП НПКГ «Зоря-Машпроект» г.Николаев) должны поставляться с системами автоматического управления «САУ-59Г», разработанными на базе промышленных компьютерных контроллеров «B&R System 2003 и 2005».



**Фото 1. Жанажольская газотурбинная электростанция (Республика Казахстан)**

В декабре 2004г. после комплексного опробования технологического оборудования и успешного проведения 72-х часового эксплуатационного испытания два энергоблока были введены в промышленную эксплуатацию и «ЖТЭС-54 МВт» вышла на проектную мощность.

Внедрение микропроцессорного контроллера для управления газотурбинной установкой, котлоагрегатом и другим технологическим оборудованием дает следующие преимущества в сравнении с применением локальных регуляторов и релейной автоматики:

- повышение точности регулирования, введение динамической составляющей в осуществление процесса регулирования;
- повышение надежности пуска ГТД за счет введения программных корректоров и регуляторов;

- внедрение диагностики и анализа выполнения алгоритмов позволили персоналу оперативно устранять отклонения и неисправности в работе оборудования, реально улучшая коэффициент готовности оборудования – важный показатель в условиях периодически возникающей необходимости работы электростанции в «островном режиме»;
- применение микропроцессорной техники позволило применять вспомогательное оборудование с нестандартным алгоритмом управления без изменения аппаратной части и схемотехники шкафов управления;
- возможность автоматического непрерывного расчета технико – экономических показателей (КПД, удельного расхода топлива, количества выработанной электроэнергии и тепла), что позволяет оперативно оценивать эффективность работы оборудования и своевременно принимать меры по улучшению его работы;
- сокращение количества применяемого оборудования и контрольно-измерительных приборов, что снижает трудоемкость обслуживания системы управления и повышает надежность ее работы;
- позволило оперативно корректировать алгоритмы управления по требованию разработчика ГТД;
- представление информации о работе и состоянии технологического оборудования в удобной для обслуживающего персонала форме (мнемосхемы, графики, диаграммы), а также организация работы в режиме «Советчик» позволяет создать более благоприятные условия работы для оператора и уменьшить время для принятия решений в нештатных ситуациях.

Быстрый рост автоматизации в Европе в 90-тые годы прошлого столетия заставил нас отказаться от релейных систем управления и перейти на микропроцессорные контроллеры.

Имея в своем составе специалистов, более 20 лет проработавших в авиационно-промышленном комплексе, мы смогли в короткие сроки разработать и внедрить системы автоматического управления газотурбинными двигателями типа «ДЦ59» и «ДЖ59» (производства ГП НПКГ «Зоря-Машпроект») и автоматизированные системы управления «АСУ-2500М» газотурбинной электростанцией типа «ЭГ-2500М1» (производства «АК «Южтрансэнерго»).

Все поставляемые системы автоматического управления оснащены панелями визуализации и управления фирмы «B&R» - PVI «P120» либо «P125» (см. Фото 2), позволяющие осуществлять местное управление эл.механизмами и пуск газотурбинной установки.

Опыт, накопленный при эксплуатации систем управления на Жаназольской электростанции, позволил нам разработать системы автоматического управления электротехническим и вспомогательным

оборудованием электростанции и объединить их в единую автоматизированную систему управления технологическим процессом выработки электроэнергии и тепла (АСУ ТП «ГТЭС-7,5 МВт»), установленную в живописном таежном уголке – на Западно-Полуденном месторождении ОАО «Томскнефть» .

Целью строительства газотурбинной электростанции мощностью 7,5 МВт в районе г.Стрежевой Томской области (см. Фото 3) предусматривалось обеспечение надежного и бесперебойного снабжения объектов обустройства Западно-Полуденного месторождения (НГДУ «Стрежевойнефть») электрической и тепловой энергией за счет использования в качестве топлива попутного нефтяного газа.



**Фото 2. АСУ с панелью PVI «P120»**

Поставка основного технологического оборудования (модульно-контейнерных газотурбинных установок «ЭГ-2500М1» и котлов-утилизаторов «КУВ-5,3/4,0» (производства ОАО «Акционерная Компания «Южтрансэнерго» (Украина, г.Запорожье)) осуществлялась комплектно со штатными системами управления «АСУ-2500Мк», выполненными на микропроцессорных средствах фирмы «V&R», поэтому и АСУ ТП всей электростанции «ГТЭС-7,5 МВт» разрабатывалась на базе промышленных микропроцессорных контроллеров серии «V&R System 2000».

20 декабря 2003 года был осуществлен пуск одной газотурбинной установки «ЭГ-2500М1» №3 в комплексе со вспомогательным оборудованием и технологическими системами всей электростанции.

В июле 2004г. на электростанции «ГТЭС-7,5» были завершены работы по комплексной наладке автоматизированной системы управления АСУ ТП, позволяющей осуществлять пуск и управление с автоматизированного пульта оператора в автоматическом режиме:

- тремя газотурбинными установками «ЭГ-2500М1» мощностью 2,5 МВт каждая;
- двумя котлами-утилизаторами «КУВ-5,3/4,0» производительностью 5,3 Гкал/ч каждый;
- технологическим оборудованием блока подготовки газа с тремя дожимными компрессорными установками;
- вспомогательным оборудованием котельного зала;
- электротехническим оборудованием подстанций «КТПСН-6/0,4 кВ» и «ГРУ-6 кВ».



**Фото 3. Главный корпус «ГТЭС-7,5 МВт»**

При выборе структуры АСУ ТП учитывались следующие факторы:

- ◆ большой объем информации по всем вспомогательным объектам электростанции при низкой концентрации, т.е. сравнительно небольшой объем информации каждой локальной системы автоматики и КИП, при большом их количестве;
- ◆ большое число объектов, участвующих в едином технологическом процессе;
- ◆ создание "тепличных условий" работы автоматизированной системы для повышения ее ресурса и надежности;
- ◆ удобство обслуживания и создание комфортных условий для обслуживающего персонала.

Реализованная комбинированная модель топологии микропроцессорных контроллеров и размещение их в отапливаемых помещениях, позволило решить вышеперечисленные задачи и имеет следующие преимущества:

- при управлении одним процессором система адекватно реагирует на распределенные в АСУ ТП события даже при очень малых промежутках времени между событиями (исключение "гонок по входу");
- существенно снижаются затраты по реализации вычислительной и интерфейсной части АСУ ТП;
- снижаются затраты на конструктивы и устройства местной климатики;
- повышается надежность и точность измерения каналов АСУ ТП за счет обеспечения единых комфортных климатических условий;
- повышается удобство обслуживания технических средств АСУ ТП (наладка и диагностика проходят централизованно в комфортных условиях помещения ЦЩУ, близкое расположение к пульту оператора позволяет наглядно и быстро локализовать неисправность по индикации на модулях контроллера);
- уменьшается объем специального программного обеспечения (ПО). Повышается унификация ПО при снижении затрат на его наладку.

Топологическое построение АСУ ТП основано на использовании идеологии «STAR» с быстродействующей сетью Ethernet на верхнем уровне и локальными подшинами стандартных промышленных интерфейсов CAN, RS422, RS485 – на нижнем. Все контроллеры объектов автоматизации интеллектуальные и могут работать автономно. Это позволяет считать объекты достаточно устойчивыми по сбоям информационного обмена. При потере информационной связи с верхним уровнем объект работает по заданным алгоритмам со всеми предусмотренными защитами, не требуя экстренного останова оборудования. Выбранная структура позволяет продолжать работу одного агрегата при любом количестве отказавших устройств на другом.

Для координации работы входящих в состав АСУ ТП локальных систем автоматического управления и для организации основных и резервных каналов интерфейсной связи между ними на центральном щите управления установлен центральный микропроцессорный контроллер (ЦМПК) (см. Фото 4), в функции которого также входит:

- ◆ расчет технологического расхода энергоносителя;
- ◆ расчет технико-экономических показателей работы оборудования электростанции;
- ◆ резервирование «базы данных».

В шкафу ЦМПК размещены также и контроллеры управления электротехническим оборудованием (САУ ЭО) и вспомогательным оборудованием электростанции (САУ ВО).

Размещение в одном шкафу процессоров трех систем автоматики позволило увеличить скорость обмена данными между контроллерами и оптимизировать их обслуживание.

Включение электропитания шкафа ЦМПК осуществляется посредством модульного ключа, установленного на технологической панели снаружи дверцы шкафа. Включение и отключение контроллеров производится с помощью кнопочного поста при открытом модульном ключе.

Шкаф ЦМПК выполнен в герметичном конструктиве art.№PS4205.600 фирмы «Rittal» с односторонним доступом и двумя дверцами с



лицевой стороны. На правой дверце расположен АРМ инженера АСУ.

**Фото 4. Шкаф ЦМПК**

Связь с удаленным автоматизированным диспетчерским пунктом (АС ДУ) предусмотрена на базе модема АРМа начальника смены. Связь с АС ДУ обеспечивает передачу текущей информации об основных параметрах работы ГТЭС. В случае потери связи с диспетчерским пунктом, последним может быть затребована архивная информация АСУ ТП за требуемый период работы.

Оператор-технолог осуществляет управление всем технологическим процессом. Рабочим местом оператора является оперативный пульт управления, расположенный в помещении центрального щита управления. Мониторы промышленных компьютеров типа «PROVIT 5600» фирмы «B&R» встроены в пульт (см. Фото 5) и оснащены технологической клавиатурой, с которой осуществляется управление технологическим процессом и выбор окон отображения информации. На пульте оператора имеется панель с автосинхронизатором типа «АС-М2». На панели установлен модульный ключ разрешения включения режима «Синхронизация» и переключатель выбора турбогенератора для синхронизации с энергосистемой. Режим «Синхронизация» может осуществляться как автоматически по заданному алгоритму, так и оператором вручную с панели синхронизации.



**Фото 5. Пульт управления «ГТЭС-7,5 МВт»**

В процессе управления оператор обменивается информацией с начальником смены. Начальник смены ведет наблюдение за работой оборудования и, в случае отклонения работы оборудования от нормы, может принимать участие в управлении. Инженер по АСУ осуществляет наблюдение за работой АСУ ТП, и при необходимости проводит оперативное и ремонтное обслуживание.

Таким образом, нам удалось разработать автоматизированную систему управления газотурбинной электростанцией и решить основные задачи:

- повышение надежности работы оборудования и технологических систем за счет применения современных средств контроля и управления;
- повышение экономичности работы оборудования;
- эффективное управление мощностью электростанции;
- обеспечение комфортности работы оперативного и вспомогательного персонала;
- защита от несанкционированных остановов и выхода из строя оборудования электростанции при ошибочных действиях персонала;
- эффективное управление вредными выбросами;
- обеспечение персонала достаточной, достоверной и своевременной информацией о ходе технологического процесса и состоянии оборудования.

Подобные задачи в 2005 году пришлось решать еще на двух вводимых в эксплуатацию когенерационных электростанциях.

В феврале месяце 2005г. на птицефабрике «Орель-Лидер» (Украина, г.Днепродзержинск) после успешно проведенного эксплуатационного испытания принята в промышленную эксплуатацию когенерационная электростанция (см. Фото 6), состоящая из отдельных блоков контейнерного типа:

- две когенерационные установки единичной мощностью 1,5 МВт с газопоршневыми мотор-генераторами (поставка фирмы «DEUTZ AG» (Германия));
- блок вспомогательного оборудования со шкафом силовым ECU, осуществляющий развязку цепей управления с исполнительными механизмами (поставка ОАО «Акционерная компания «Южтрансэнерго» (г. Запорожье Украина));
- контейнер с двумя генераторными распредустройствами и блоком управления.



**Фото 6. Вид сверху на когенерационную электростанцию птицефабрики «Орель-Лидер»**

Блок управления состоит из:

- пульта оператора с двумя взаиморезервируемыми рабочими станциями;

- автоматизированной системы управления верхнего уровня – САУ КС, созданной на базе промышленных контроллеров серии «B&R System 2000» и установленной на монтажной панели внутри пульта оператора.

Применение интегрированной САУ КС, объединяющей в единое целое локальные системы управления электрической и технологической частей электростанции, позволило обеспечить:

- устойчивую работу станции и прилегающего энергорайона в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах;
- решить вопросы по информационной и алгоритмической совместимости оборудования от различных производителей, в том числе, оснащенных разнородными системами автоматического управления;
- надежность и экономичность работы основного и вспомогательного оборудования при соблюдении диспетчерского графика нагрузки;
- оперативное предоставление персоналу технико-экономических параметров работы различного оборудования;
- возможность работы оборудования с номинальными параметрами, соответствующими техническим условиям;
- возможность снижения вредных выбросов в окружающую среду при работе основного оборудования;
- повышение оперативности управления и производительности труда;
- возможность включения САУ КС в автоматизированные системы диспетчерского управления (АС ДУ).

В июле месяце 2005г. начались монтажные и пуско-наладочные работы по автоматизированной системе управления технологическим процессом выработки эл.энергии и пара на когенерационной газотурбинной электростанции «КОГТЭС-50 МВт» в г.Кызылорда (Республика Казахстан).

Ввод в эксплуатации «КОГТЭС-50 МВт» (см. Фото 7) выполнялся под эгидой наших давних и надежных партнеров ОАО «Актобемунай-Финанс» (г.Актобе) в рамках выполнения государственной программы «развития газоэнергетического комплекса...».

Местная администрация г.Кызылорда поставила задачу пуска электростанции до наступления холодов, поэтому в столь сжатые сроки необходимо было ввести в эксплуатацию не только три газотурбогенераторных установки «ГТУ-15» (поставка ОАО «Акционерная компания «Южтрансэнерго») с двигателями «ДЖ59ЛЗ» (производства ГП НПКГ «Зоря-Машпроект»), но и три котла-утилизатора «КУВ-30» с подтопочными горелками (производительностью 30 Гкал/ч каждый), а также электротехническое оборудование подстанций и технологическое оборудование блока очистки и подогрева газа, теплофикационной установки и насосной станции оборотного водоснабжения.

Специалисты ООО «Энерготехпром» ((Украина, г.Днепропетровск)- фирма разработчик проекта электростанции) проводили надзор за ходом строительства, что позволило оперативно решать текущие вопросы и сократить время ввода в эксплуатацию оборудования «КОГТЭС-50 МВт».

Применение локальных систем автоматического управления в многоуровневой структуре АСУ ТП позволило осуществлять поэтапный пуск технологических объектов электростанции:

- в сентябре 2005 года введен в эксплуатацию в автоматическом режиме 1-ый энергоблок «ГТУ-15»;
- в октябре 2005г. – 2-ой блок «ГТУ-15»;
- 1 декабря 2005г. в торжественной обстановке был запущен третий энергоблок.

Электростанция по выработке электроэнергии вышла на проектную мощность. Каждый энергоблок имел следующие единичные параметры:

- ◆ электрическая мощность – 16,7 МВт на валу генератора;
- ◆ производительность котла-утилизатора – 22 Гкал/ч (в утилизационном режиме).

К 15 декабря 2005г. были завершены работы по монтажу, пуско-наладке и комплексному опробованию оборудования АСУ ТП. С фирмой ГКП «Кызылордаэлектроцентр», эксплуатирующей «КОГТЭС-50 МВт», заключен договор на сервисное обслуживание АСУ ТП, которое продолжается и по настоящее время.



**Фото 7. «КОГТЭС-50 МВт» (Республика Казахстан, г. Кызылорда)**

В состав АСУ ТП входят следующие программно-технические средства и локальные системы автоматического управления:

- шкаф центрального контроллера (ЦМПК) с АРМом инженера АСУ типа IPC "Provit 5000" фирмы «B&R»;
- три системы управления «САУ-59Гм» газотурбинным двигателем «ДЖ59Л3»;
- три системы управления «СУДТ-7» шаговым двигателем дозатора газа (поставка ОАО «Волчанский агрегатный завод» (Украина, Харьковская обл.) в комплекте с дозатором газа «ДГ-97-59-01»);
- три контроллера агрегатных «КА-20Г» газотурбинной установки «ГТУ-15» ;
- три контроллера «PLC ЭО» для управления электротехническим оборудованием;
- три системы автоматического управления «САУ КВП» котлами-утилизаторами;
- система автоматического управления «САУ ВО» теплофикационной установкой;
- система автоматического управления «САУ БОП» блоком очистки и подогрева газа;
- система автоматического управления «САУ ОВС» насосной станцией оборотного водоснабжения;
- пульт оператора-технолога с двумя взаиморезервирующими рабочими станциями и лазерным принтером типа "Canon LBP 3200" формата А4;
- АРМ коммерческого учета энергоносителей в комплекте с принтером формата А3.

Все системы автоматического управления, входящие в состав АСУ ТП «КОГТЭС-50 МВт», созданы на базе промышленных контроллеров серии «B&R System 2000», имеют компактную конструкцию и могут быть собраны в различной модификации по желанию конкретного заказчика. Преимущества такой конструкции – широкие возможности расширения, а также простота обслуживания и замены модулей.

В развитии непрерывного совершенствования подхода к автоматизации фирма «B&R» представляет свою новую серию контроллеров - «X20 System» (см. Фото 8).

С хорошо продуманными деталями и эргономической конструкцией – это полное комплектное решение для управления, включая системы удаленного ввода-вывода.

«X20 System» является системой включающей в себя интеллектуальный контроллер и ввод-вывод – локальный или удаленный. Пользователь определяет характеристики, архитектуру и топологию. «X20 System» минимизирует затраты, обеспечивая максимальную свободу при проектировании и позволяет комбинировать локальные и удаленные топологии без использования дорогих модулей полевой шины.



Фото 8. Контроллер «X20 System» в сборе

Модули связываются с помощью однородной внутренней магистрали X2X Link – рядом друг с другом на монтажной рейке, в одном шкафу управления, или на расстоянии до 100 м от него. При этом, сохраняется возможность использования или комбинирования других полевых шин - CANopen, DeviceNet или PROFIBUS DP. Высокая производительность в сочетании с полной свободой выбора топологии делают X20 System полевой шиной второго поколения при использовании ETHERNET Powerlink™.

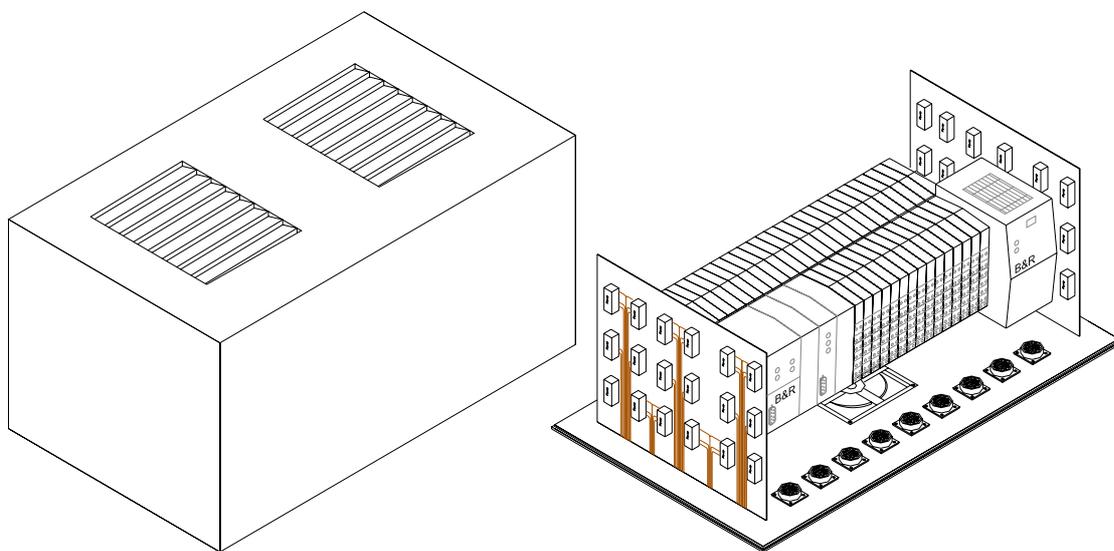
**Главными достоинствами «X20 System» являются:**

- **высокая производительность:** наличие Intel совместимых процессоров позволяет ускорить выполнение для операций с вещественными числами и снимает ограничения на их использование в самых коротких циклах. Традиционная для «B&R» реальная многозадачность и настраиваемая приоритетность выполнения задач наиболее полно соответствуют задачам управления в реальном времени.
- **конструктивный дизайн модулей:** модуль имеет компактные размеры (12,5 мм в ширину, 99 мм в высоту и 75 мм глубиной.), в то же время позволяет напрямую подключать кабель от датчика через свой клеммник. Модуль, прочный и легкий одновременно, устанавливается непосредственно на стандартную монтажную рейку (DIN-рейка). Клеммник может быть легко отсоединен от модуля, что позволяет производить полный монтаж в шкафу еще до установки контроллера. Благодаря

встроенному полемому интерфейсу, модули легко могут быть разбиты на подшины и разнесены на значительное (до 100м) расстояние без всякого ущерба для функциональности.

- **точное соответствие необходимому числу каналов:** число каналов на один модуль варьируется от 12-ти до одного. Легко можно собрать контроллер с точно соответствующим техническому заданию количеству и типу измерительных каналов.
- **гибкость при формировании гальванической развязки:** при помощи специальных модулей формируется любое число групп с произвольным набором типа и количества каналов. При этом на одну группу достаточно одного такого модуля. Это снижает затраты на гальваническую развязку и группирует входы-выходы по назначению либо по объекту.
- **улучшенная диагностика:** имеется как светодиодная индикация так и сообщения о состоянии модуля, передаваемые по информационным каналам. Сообщения могут отображаться и в пользовательских программах.
- **полноценное соответствие стандартам:** невзирая на маленькие размеры модули соответствуют самым высоким стандартам в безопасности и измерениях и внесены в международные реестры и классификаторы.

Специалистами нашей фирмы разработана автоматизированная система управления типа «АСУ-2500МХ» на базе контроллера «Х20 System» для установки на модернизированной газотурбинной электростанции «ПАЭС-2500». Программно-технические средства системы «АСУ-2500МХ» размещаются в герметичном конструктиве (IP54), представляющем собой блок в виде параллелепипеда со снимаемым верхним кожухом (см. Фото 9).



**Фото 9. Блок контроллера «АСУ-2500МХ» со снятым кожухом**

Малые габариты блока «АСУ-2500МХ» (высота x длина x ширина: (250x500x250) мм) позволяют устанавливать его в шкафу низковольтной аппаратуры комплектного распределительного устройства турбогенератора.

Наличие на днище блока разъемов типа ШР позволяет быстро осуществить подключение «АСУ-2500МХ» на объекте.

Основное электропитание контроллера – от источника постоянного тока =24V, резервное – напряжением ~220V.

Назначенный ресурс составляет 100000 часов или 12 лет эксплуатации. Гарантийный ресурс – 18 месяцев. Срок хранения при температуре не ниже «минус 20°С», без резких перепадов температур - 12 месяцев.

Стоимость автоматизированной системы «АСУ-2500МХ» (при отгрузке с фирмы-изготовителя ООО «Энерготехпромавтоматика» (Украина, г.Запорожье) не превышает 56250 \$ США.

В заключение хотелось бы отметить тесное сотрудничество трех украинских фирм:

- ОАО «АК «Южтрансэнерго» (г.Запорожье - изготовитель и поставщик основного оборудования электростанции);
- ООО «Энерготехпром» (г.Днепропетровск – разработчик рабочей документации);
- ООО «Энерготехпромавтоматика» (г.Запорожье – разработчик и изготовитель автоматизированных систем управления);

которое позволяет много лет работать с Заказчиком «под ключ» и вводить в эксплуатацию газотурбинные электростанции.