

ПРИМЕНЕНИЕ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ КОТЛОАГРЕГАТОВ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА

**А.В. НОВИКОВ, А.Е. КУЗНЕЦОВ (НПФ “КРУГ”, г. Пенза),
З.Х. АЛИМЖАНОВА (Башкирская генерирующая компания, г. Уфа)**



**БАШКИРСКАЯ
ГЕНЕРИРУЮЩАЯ
КОМПАНИЯ**

В статье представлено типовое решение – АСУ ТП котлоагрегата с подсистемами технических защит и блокировок (ТЗиБ), дистанционного управления (ДУ), информационно-измерительной системой (ИИС), технической сигнализации (ТС). Решение предназначено для повышения уровня автоматизации котлоагрегата, обеспечения надежной и экономичной эксплуатации, осуществления технических защит, сигнализаций и блокировок, а также для сбора и обработки информации. Описаны преимущества, функции, архитектура системы. Приведен пример внедрения.

Ключевые слова: АСУ ТП котлоагрегата; автоматизация ТЭЦ; типовые решения автоматизации; промышленная автоматизация, автоматизированная система; АСУ ТП котлоагрегата БКЗ-320-140/ГМ; программно-аппаратный комплекс; программно-технический комплекс; SCADA-система; промышленный контроллер; Башкирская генерирующая компания.

ВВЕДЕНИЕ

Более 550-ти выполненных проектов автоматизации на объектах топливно-энергетического комплекса и более чем тридцатилетний опыт работы НПФ “КРУГ” позволили разработать и применять на практике типовые решения АСУ ТП котлоагрегатов. Успешная эксплуатация на протяжении нескольких десятков лет программно-технических средств компании на электрических и тепловых станциях свидетельствует о высокой надежности и эффективности таких систем (рис. 1).

Системы автоматизации разработки компании “КРУГ” находятся в промышленной эксплуатации на предприятиях холдингов ИНТЕР РАО, Т Плюс, ФОРТУМ, МОСЭНЕРГО, ОГК-2, ТГК-2, ЮНИПРО, КВАДРА, ТАТ-ЭНЕРГО и других, а также в Беларуси и Казахстане. АСУ ТП теплоэнергетического оборудования внедрены на ТЭЦ таких предприятий, как ФГУП “Сибирский химический комбинат”, Туапсинский НПЗ, Краснодарский НПЗ, Солезавод “Варница”, металлургический комбинат “АрселорМиттал Темиртау” (Казахстан) и др. Наибольшее количество внедренных АСУ ТП котлоагрегатов функционирует в Башкирской генерирующей компании.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЗАЦИИ КОТЛОАГРЕГАТОВ

- Короткие сроки разработки и внедрения.
- Высокая экономическая целесообразность применения.
- Единообразие систем, функционирующих на одном предприятии, позволяет быстро и более качественно подготавливать эксплуатирующий персонал, что повышает эффективность эксплуатации, снижает затраты на обучение и уменьшает риск аварийных ситуаций.
- Гарантия соответствия современным требованиям в области автоматизации.
- Архитектура типовых решений организована так, что подсистемы могут внедряться поэтапно, наращивая функционал единой системы, что позволяет планировать модернизацию и осуществлять внедрения постепенно, исключая долговременную остановку котлоагрегатов на модернизацию.
- Возможность достоверного анализа контролируемых технологических параметров котлоагрегатов, способствующая расширению косвенных диагностических показателей.



Рис. 1. Тестирование системы на полигоне НПФ “КРУГ”

Стоит отметить, что применение типовых решений не препятствует возможностям расширения функционала АСУ ТП, например, на котлоагрегатах могут быть применены подсистемы управления розжигом горелочных устройств (САУГ), системы автоматического регулирования (САР) и другие. Типовые решения не препятствуют гибкости, а обеспечивают создание каркаса из наиболее удачных технических решений, вокруг которого выстраивается индивидуальный проект.

Типовые решения НПФ “КРУГ” разработаны на базе программно-аппаратного (программно-технического) комплекса КРУГ-2000 (ПАК ПТК КРУГ-2000®) для паровых и водогрейных котлов различной производительности, в том числе: Е-160-100, Е-230/100, Е-420/140, БКЗ-210-140, БКЗ-420/140 НГМ, НЗЛ-110, Е-20/14 ГМ, ТГМ-84 Б, КВГМ-50, ТГМП-204 и других.

АСУ ТП с использованием типовых решений ранее уже разрабатывались и успешно внедрялись на ряде тепловых электростанций России и ближнего зарубежья, в том числе на Уфимской ТЭЦ-2, Архангельской ТЭЦ, Северодвинской ТЭЦ-2, Ульяновской ТЭЦ-1, на Актауской ТЭЦ-1 в Казахстане.

ПРИМЕР ВНЕДРЕНИЯ ПОЛНОМАСШТАБНОЙ АСУ ТП КОТЛОАГРЕГАТА БКЗ-320-140/ГМ СТ. №6 УФИМСКОЙ ТЭЦ-2

Примером целого ряда АСУ ТП на основе типовых проектных решений НПФ “КРУГ” являются внедрения систем автоматизации на станциях Башкирской генерирующей компании (БГК). Относительно небольшой модельный ряд применяемых на объектах БГК котлоагрегатов и паровых турбин способствовал такому подходу. В результате были разработаны типовые решения, которые успешно тиражируются на вновь создаваемых АСУ ТП. В состав таких решений входят и типовые архитектурные системы, и уже готовые проектные решения с проработанными спецификациями оборудования, отлаженные библиотеки алгоритмов и графических шаблонов и т.д. Наличие данных решений значительно сокращает сроки и стоимость разработки проектно-сметной документации (в 2-2,5 раза), минимизирует риски, связанные с ошибками при выборе оборудования и создании управляющих программ.

Примером технологического оборудования, для которого было разработано подобное типовое решение, является паровой котло-

Рис. 2.
Паровой котел
БКЗ-320-140/ГМ



агрегат БКЗ-320-140/ГМ (рис. 2), предназначенный для получения пара высокого давления при сжигании газа (основное топливо) и мазута (резервное). Номинальная производительность 320 т/ч, давление перегретого пара 140 кгс/см² (13,8 Мпа), температура пара на выходе 560 °С.

Автоматизация котлоагрегата с применением типового технического решения позволяет создать полностью автономный комплекс, способный поддерживать производительность и надежно функционировать независимо от присутствия оператора на рабочем месте. Автоматика следит за соответствием режимов заданным уставкам, подает сигналы при опасных ситуациях, а при критических – отправляет команду на остановку котла, чтобы исключить выход оборудования из строя.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

- Повышение безопасности при работе котла на основном и резервном топливе.
- Повышение экономичности работы оборудования за счет оптимизации нестационарных режимов работы, сокращения времени пусковых операций.
- Обеспечение персонала ТЭЦ своевременной, достоверной и достаточной информацией о ходе технологического процесса и состоянии основного оборудования для оперативного управления и ведения технической отчетности.
- Реализация алгоритмов защит и блокировок котла в соответствии с требованиями нормативных документов.
- Повышение надежности работы оборудования, качества регулирования за счет использования передовых технологий контроля и управления.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ

- Измерение и контроль технологических параметров с последующим архивированием ретроспективной информации.
- Обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ.
- Выполнение алгоритмов технологических защит и блокировок (ТЗиБ) котлоагрегата на базе контроллера с резервированием процессорной части.
- Автоматический розжиг и управление газовыми горелками (САУГ).
- Дистанционное управление оборудованием котла:
 - автоматизированный пуск;
 - дистанционный останов (ДОК);
 - управление арматурой котла;
- Формирование отчетных документов.
- Поддержка единства системного времени.
- Разграничение доступа к функциям системы.
- Протоколирование всех событий в системе, включая действия оперативного персонала.

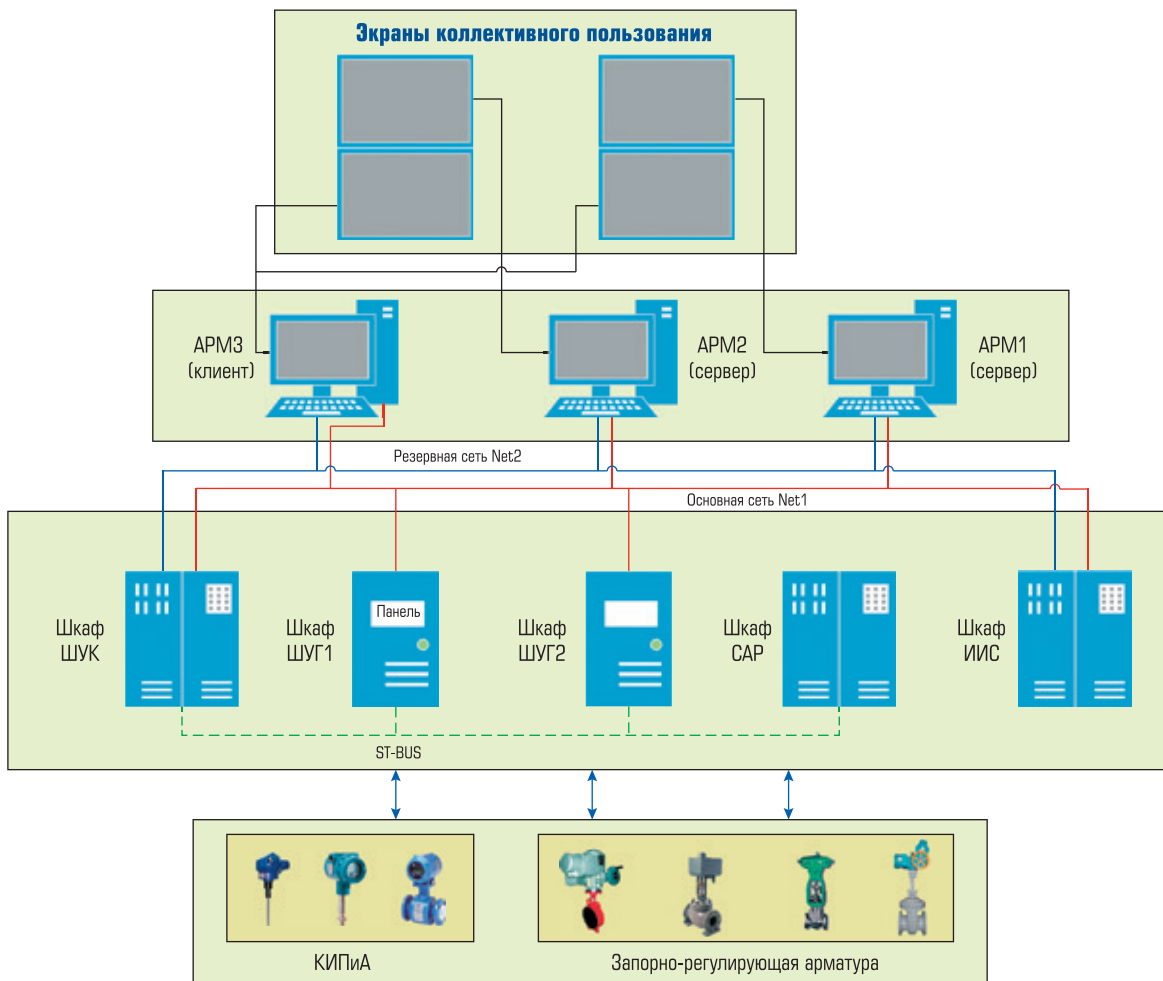


Рис. 3. Структурная схема АСУ ТП парового котла БКЗ-320-140/ГМ

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

АСУ ТП парового котла функционирует на базе программно-аппаратного (программно-технического) комплекса КРУГ-2000 (ПАК ПТК КРУГ-2000®) и представляет собой трехуровневую систему (рис. 3).

Первый (нижний) уровень системы включает в себя датчики измеряемых параметров, запорную и регулируемую арматуру совместно с исполнительными механизмами, источники дискретной информации.

Второй (средний) уровень системы представлен:

- Шкафом управления котлом.
- Шкафами управления горелками № 1 и № 2 с сенсорными панелями операторов.
- Шкафом системы автоматического регулирования.
- Шкафом информационно-измерительной системы.

Третий (верхний) уровень функционирует на базе SCADA КРУГ-2000 и содержит:

- Два резервируемых АРМ машиниста котла, совмещенных с серверами и осуществляющих управление, сбор, обработку, хранение и визуализацию данных от контроллеров.
- Станцию АРМ машиниста котла (клиент) для мониторинга и управления.
- Экраны коллективного пользования.

Модульная структура комплекса и фактическое разделение на подсистемы позволяет уменьшить удельную стоимость сигналов путем применения различной конфигурации шкафов для “ответственных” (участвующих в алгоритмах защиты) и исключительно информационных параметров. В совокупности с резервированием контроллеров ТЗиБ и систем питания это позволяет производить “горячий” ремонт без остановки котлов за полный цикл работы между плановыми техническими обслуживаниями (ТО).



Рис. 4. Мнемосхема контроля резервируемых (тройированных) защитных датчиков

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ

Из множества достоинств прежде всего стоит отметить высокую надежность, достигаемую за счет применения одной из поддерживаемых в ПАК ПТК КРУГ-2000 схем “горячего” резервирования контроллеров – резервирования процессорных модулей. При

отказе основного процессорного модуля переход на резервный происходит автоматически и безударно, не требуя участия обслуживающего персонала и без нарушения в работе котлоагрегата. Базы данных обоих контроллеров находятся в режиме “зеркализации” (т.е. в режиме постоянной синхронизации), поэтому смены статусов контроллеров не вызывают “ложного” срабатывания защит и ошибок управления. Кроме того, высокую надежность системы обеспечивают резервирование каналов связи, применение резервированных схем питания программно-аппаратного (программно-технического) комплекса, а также целый ряд иных мер. Особо стоит отметить, что наиболее важные защитные функции осуществляются путем обработки сигналов от троированных датчиков, с учетом достоверности, рассогласования сигналов и возможности ручного выбора датчика (рис. 4).

ПАК ПТК КРУГ-2000 позволяет реализовывать проверки действия защит на работающем котлоагрегате, это достигается за счет широких возможностей взаимодействия с контроллером, в том числе изменения атрибутов переменных базы данных, снятия их с опроса, сигнализации и т.д. без необходимости перезагрузки контроллеров, физического отключения датчиков либо установки накладок в схемы защиты (рис. 5).

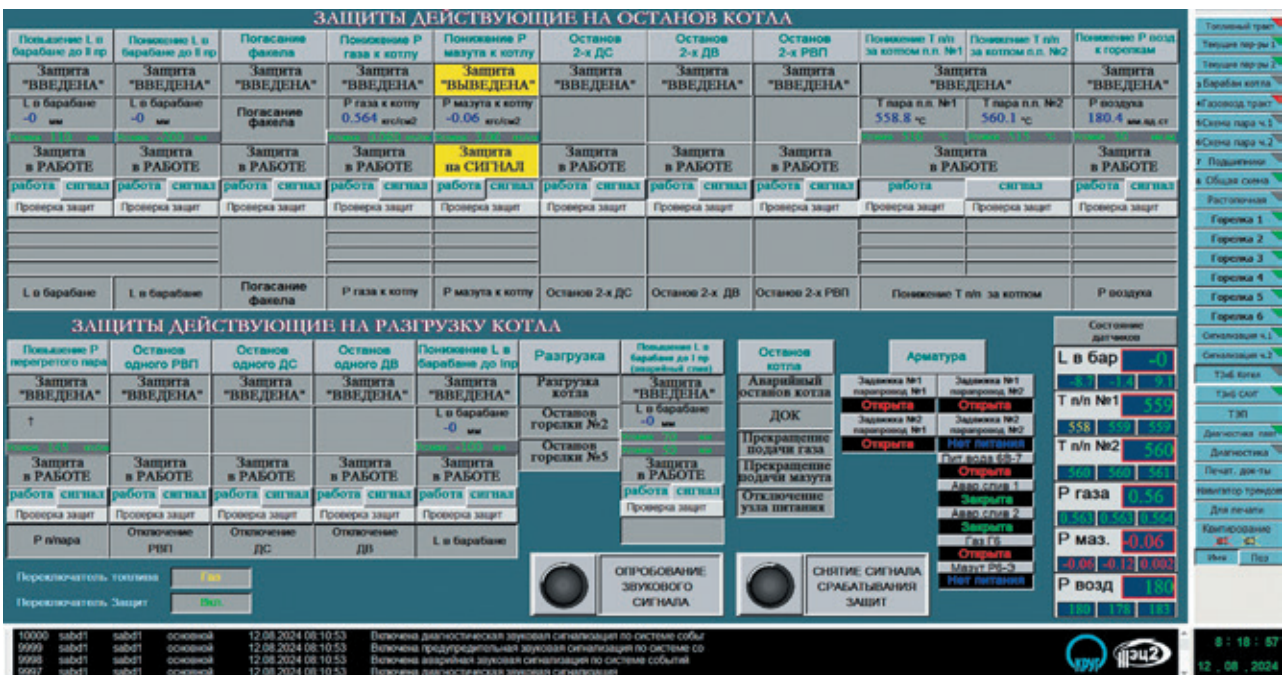


Рис. 5. Мнемосхема технологических защит парового котла БКЗ-320-140/ГМ

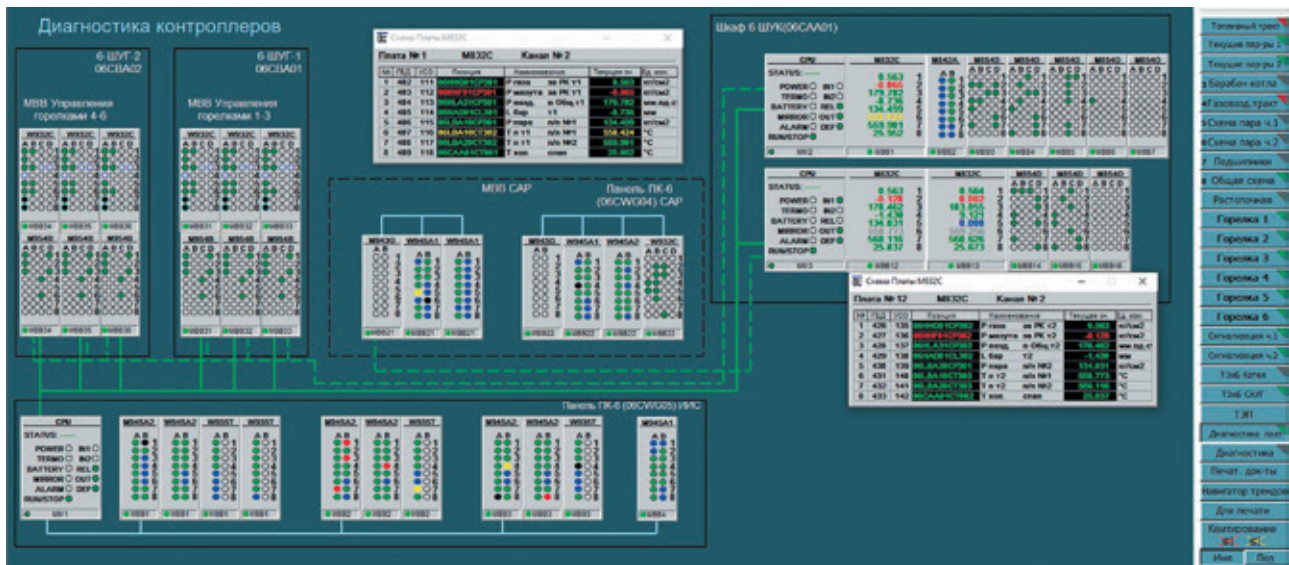


Рис. 6. Мнемосхема диагностики контроллерного оборудования

Структура базы данных (БД) SCADA КРУГ-2000 позволяет формировать интуитивно понятные многоуровневые мнемосхемы диагностики, с информацией о состоянии процессорного модуля контроллера, модуля ввода-вывода либо конкретного физического входа с возможностью оперативной настройки паспорта переменной (канала) (рис. 6).

Типовое решение АСУ ТП котлоагрегатов способно применяться в различной конфигурации подсистем. Например, на паровом котле БКЗ-320-140/ГМ ст. № 6 Уфимской ТЭЦ-2 в состав также входит система автоматического управления горелками (САУГ) (рис. 7), аналогично на паровом котле ТГМ-84 Стерлитамакской ТЭЦ. При этом на котлоагрегате ст. № 12 Уфим-

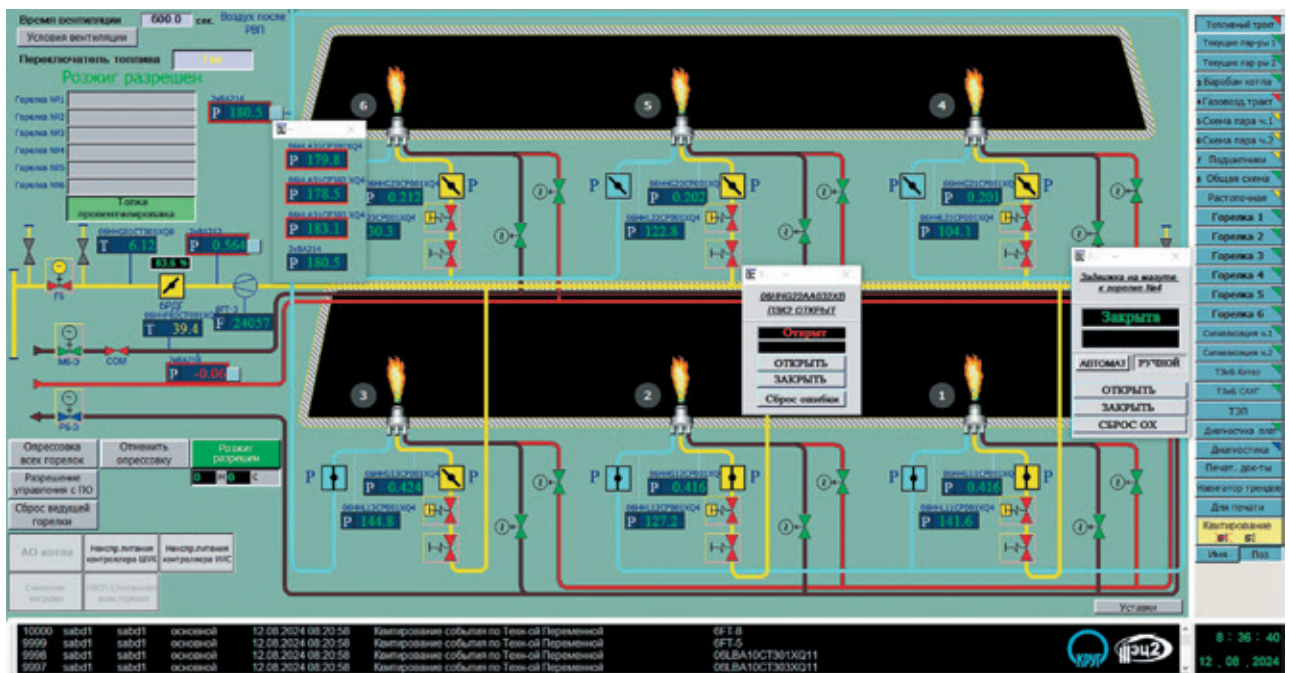


Рис. 7. Мнемосхема топливного тракта парового котла БКЗ-320-140/ГМ

ской ТЭЦ оборудование новой АСУ ТП успешно интегрировано в существующие релейные схемы и действующую систему автоматического регулирования (САР).

Нельзя также уменьшать значение огромного ряда факторов и шагов, которые будучи выверенными во времени, привели к формированию целого пласта технических решений. Начиная с проектно-изыскательных работ, монтажа, инжиниринга и иных работ, заканчивая подбором типоразмеров шкафов, способов их охлаждения, а также подбором оборудования, способного исправно работать и не перегреваться в условиях повышенных температур. Это и многое другое результат многолетнего опыта, который в совокупности формирует типовое решение АСУ ТП котлоагрегатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка типовых решений стало магистральным направлением деятельности НПФ «КРУГ». Внедрение АСУ ТП на базе ПАК ПТК КРУГ-2000 с применением готовых технических решений обеспечивает выполнение всех требований действующих нормативных документов в области энергетики, приводит к значительному расширению функциональных возможностей системы, повышению уровня надежности технологического оборудования и средств автоматизации, снижению затрат на техническое обслуживание и ремонт. В том числе реализуется возможность централизованного сбора информации и удаленного просмотра ответственных видеоканалов по станционной ЛВС с соблюдением всех современных требований к информационной безопасности.

Список литературы

1. Алимжанова З.Х., Кузнецов А.Е. // Опыт внедрения систем промышленной автоматизации на объектах Башкирской генерирующей компании // «Автоматизация и IT в энергетике». 2024, № 4(177).
2. Угреватов А.Ю. // ПАК ПТК КРУГ-2000 – российское решение для промышленной автоматизации // «Информатизация и системы управления в промышленности». 2022, № 6.
3. Плаксин И.К., Алимжанова З.Х., Бережной Н.А. // Система автоматического управления электрогидравлической системой регулирования паровой турбины на базе отечественного ПТК // «Автоматизация и IT в энергетике». 2021, № 4.
4. Мыскин В.М., Салитов А.В., Коробков В.В., Инполитов А.Г. // Повышение комбинированной защиты объектов теплоэнергетики за счет внедрения комплексных тренажерных обучающих систем котлотурбинного цеха и электроцеха ТЭЦ // Control Engineering Россия. 2023, № 3(102).



ООО НПФ «КРУГ»

г. Пенза, ул. Германа Титова, 1.
Телефон +7 (8412) 499-775.
E-mail: krug@krug2000.ru
<https://www.krug2000.ru/>

ООО «Башкирская генерирующая компания»

Республика Башкортостан, г. Уфа,
ул. Р. Зорге, д. 3.
<https://www.bgkrb.ru>

НПФ «КРУГ», г. Пенза:

Новиков Артем Валерьевич – инженер по АСУ ТП,

Кузнецов Андрей Евгеньевич – ведущий специалист по АСУ ТП.

ООО «Башкирская генерирующая компания», г. УФА:

*Алимжанова Зульфия Хасановна – руководитель направления АСУ ТП и метрологии
Управления эксплуатации объектов энергетики.*