

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ БАШКИРСКОЙ ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ

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



Рассмотрены средства промышленной автоматизации, применяемые для управления технологическими объектами Башкирской генерирующей компании (входит в ПАО “Интер РАО”). Приведён опыт использования программно-аппаратного (программно-технического) комплекса КРУГ-2000 в БГК при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами котлоагрегатов, паровых турбин, газотурбинных установок и т.д.

Ключевые слова: промышленная автоматизация; автоматизация объектов энергетики; автоматизированная система управления технологическими процессами; автоматизация котлоагрегатов; автоматизация турбогенераторов; автоматизация газотурбинных установок; АСУ ТП; программно-аппаратный комплекс; программно-технический комплекс; SCADA; SCADA-система; компьютерный тренажерный комплекс; Башкирская генерирующая компания.

Башкирская генерирующая компания – одна из крупнейших региональных энергетических компаний России, владеет значительной базой активов: одной ГРЭС, одиннадцатью ТЭЦ и ТЭС, двумя крупными ГЭС, а также объектами малой энергетики. Установленная электрическая мощность энергообъектов компании – 4415 МВт. На их долю приходится около 90 % электроэнергии, вырабатываемой в республике Башкортостан. Тепловая мощность башкирской генерации – 8648 Гкал/час. Она обеспечивает тепловой энергией промышленность и жилые кварталы крупных городов региона. С 2012 года компания входит в группу “Интер РАО” (рис. 1).



▲ Рис. 1. Главное офисное здание БГК в Уфе (фото с официального сайта БГК)

С целью повышения эффективности управления энергетическим оборудованием Башкирская генерирующая компания (БГК), используя достижения современных компьютерных технологий, активно внедряет в свою деятельность продукты и средства промышленной автоматизации. Использование сетевой архитектуры с центрами измерения и обработки информации (микропроцессорными контроллерами) и центрами сбора, обработки, архивирования и отображения информации (серверы, автоматизированные рабочие места и т.д.) не теряет своей актуальности. Первые АСУ ТП на базе программно-логических контроллеров были внедрены на теплоэнергетических объектах генерации Республики Башкортостан ещё в конце 90-х. Среди них АСУ ТП котлоагрегатов типа Е-230/100ГМ на Уфимской ТЭЦ-4 и котлоагрегата Е-160-100ГМ Уфимской ТЭЦ-1.

Башкирская генерирующая компания идёт по пути совершенствования технологических процессов и использования новейших программных продуктов, в связи с чем тщательным образом осуществляется подбор компаний – поставщиков программно-технических средств.

Выбор компании НПФ “КРУГ” в качестве поставщика программно-аппаратного (программно-технического) комплекса КРУГ-2000® (ПАК ПТК КРУГ-2000) для реализации проектов обусловлен наличием у предприятия положительного опыта внедрения систем автоматизации на объектах энергетики, нефтяной и газовой промышленности, относящихся



Рис. 2.
Тестирование
ПАК ПТК КРУГ-2000
на полигоне НПФ "КРУГ"

к производственным объектам I-III классов опасности. Кроме того, компанией "КРУГ" разрабатываются и используются программные и технические средства российского производства, что в настоящее время наиболее актуально, когда вектор государственных стандартов направлен на разработку и поддержку собственных программных продуктов, адаптированных под требования действующих российских нормативно-правовых актов, позволяющих в короткие сроки добиться положительного результата и создавать индивидуальные проектные решения с последующим обучением специалистов подрядных организаций и самого заказчика работе с данной системой (рис. 2).

Программные продукты НПФ "КРУГ" SCADA-система КРУГ-2000® и Система Реального Времени Контроллера (СРВК) являются полностью российской разработкой, что исключает влияние геополитической обстановки на эксплуатацию и техническое обслуживание автоматизированных систем. Российское происхождение ПАК ПТК КРУГ-2000 позволяет контролировать стоимость конечного продукта и закладывать его в долгосрочные проекты. За последние 2 года удалось оснастить системами автоматизации более двух десятков энергоустановок на тепловых электростанциях БГК. Среди них: Уфимские ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4 (рис. 3), При-



Рис. 3.
Уфимская ТЭЦ-4

уфимская ТЭЦ, Стерлитамакская ТЭЦ, Ново-Стерлитамакская ТЭЦ, Кумертауская ТЭЦ, Салаватская ТЭЦ, Кармановская ГРЭС.

Программно-технические продукты НПФ “КРУГ” отличаются высокой надежностью, что подтверждается наличием, несмотря на значительное превышение срока паспортной эксплуатации на некоторых объектах, функционирующих информационно-измерительных систем (ИИС) и АСУ ТП на базе ПАК ПТК КРУГ-2000, внедрённых в начале 2000-х годов. Несмотря на длительный срок непрерывной эксплуатации, их использование не требует больших финансовых затрат на техническое обслуживание и выполнение ремонтных работ, что ещё больше оправдывает их использование с экономической точки зрения.

Положительный опыт успешной эксплуатации внедрённых АСУ ТП на базе ПАК ПТК КРУГ-2000® стал основанием продолжительного сотрудничества НПФ “КРУГ” и Башкирской генерирующей компании. С 1994 года были внедрены более сотни информационно-измерительных систем (ИИС) и АСУ ТП котлоагрегатов, паровых турбин, газотурбинных установок, установок химводоочистки (ХВО) на большинстве производственных объектов БГК.

Немаловажным с экономической точки зрения является и использование типовых проектных решений НПФ “КРУГ”, применяемых при создании АСУ ТП. В связи с небольшим модельным рядом применяемых на объектах БГК котлоагрегатов и паровых турбин, были разработаны типовые решения, которые тиражируются на вновь создаваемых АСУ ТП. В состав таких типовых решений входят и типовые архитектурные системы, и уже готовые проектные решения с проработанными спецификациями оборудования, отлаженные библиотеки алгоритмов, 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. К тому же использование однотипных программно-технических средств даёт возможность минимизировать количество ЗИП для обеспечения возможности быстрой замены вышедшего из строя оборудования АСУ ТП. Примером такого подхода может служить типовое решение – система автоматического управления электрогидрав-

лической системой регулирования (САУ ЭГСР), позволяющее в короткие сроки и экономически выгодно комплектовать электрогидравлическими системами регулирования как вновь устанавливаемые турбины, так и турбины, находящиеся в эксплуатации.

Первым внедрением данного технического решения является ЭГСР паровой турбины ПТ-65/75-130 ЛМЗ ст. № 5 Уфимской ТЭЦ-2 (работы завершены в 2020 году). Проект стал совместной разработкой НПФ “КРУГ” и “Карагандинского турбомеханического завода (КТМЗ)”, которая осуществлялась под эгидой БГК. Подсистема ЭГСР была интегрирована в существующую АСУ ТП турбины, которая функционирует на базе ПАК ПТК КРУГ-2000, что позволило выполнить все требования действующих нормативных документов в области энергетики, значительно расширить функциональные возможности АСУ ТП, повысить уровень надежности технологического оборудования и средств автоматизации, снизить трудозатраты на техническое обслуживание и ремонт. Основной особенностью системы, выводящей ее на более высокий качественный уровень, является реализация на единых средствах комплексного решения по автоматизации турбоагрегата (включая ЭГСР). Это позволяет оперативному и обслуживающему персоналу видеть полную целостную картину технологического процесса и осуществлять управление и настройку из одной системы, с одного АРМ. Такой подход исключает влияние “человеческого фактора” и минимизирует вероятность возникновения аварийных и нестандартных ситуаций.

Данное решение тиражировано на турбины других ТЭЦ БГК:

- Р-50-130/13 ЛМЗ ст. № 9 Уфимской ТЭЦ-4 (2022 г.);
- ПР-24-8,8/1,0/0,12 ТМЗ ст. № 6 Уфимской ТЭЦ-1 (2023 г.);
- Т-110/120-130-2 ТМЗ ст. № 6 Уфимской ТЭЦ-2 (2023 г.);
- ПТ-60-130/13 ЛМЗ ст. № 7 Уфимской ТЭЦ-4 (готовится к внедрению в 2024 г.).

Использование ПАК ПТК КРУГ-2000 позволяет значительно сэкономить финансовые средства при увеличении степени автоматизации объектов и внедрении небольших систем, так как результатом многолетнего опыта является становление штата компетентных специалистов, способных справиться с поставленными задачами без привлечения сторонних организаций.

Вместе с тем стоит отметить, что ПАК ПТК КРУГ-2000, отличаясь открытостью системы и наличием мощного инструментария среды разработки, не ставит заказчика в зависимость от разработчика данного решения. На базе уже приобретенных ранее программно-технических средств любая организация, имеющая соответствующие разрешения и квалифицированных специалистов, может создать АСУ ТП под свои условия и требования. Данный фактор положительным образом сказывается при проведении конкурсных процедур по отбору подрядчиков для выполнения инжиниринговых и пусконаладочных работ для АСУ ТП на базе ПАК ПТК КРУГ-2000 в связи с достаточным наличием организаций, хорошо знакомых с продуктами НПФ «КРУГ».

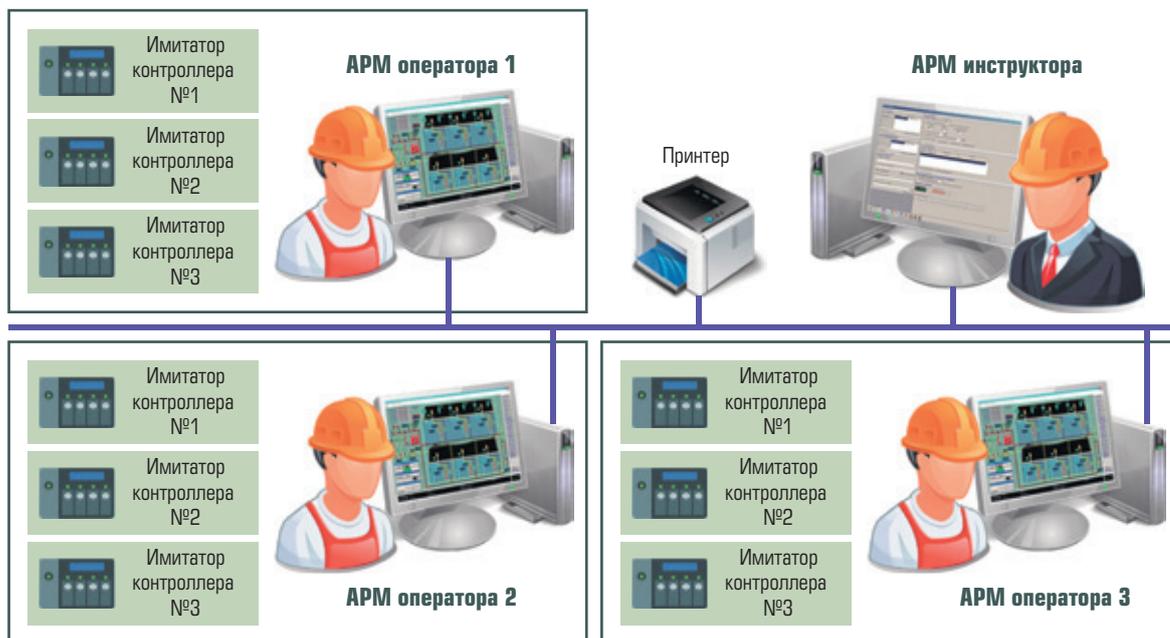
В качестве ещё одного аргумента в пользу выбора компании НПФ «КРУГ» для сотрудничества стоит отметить надежность и своевременность технической поддержки. После окончания работ по пуско-наладке АСУ ТП взаимодействие между НПФ «КРУГ» и заказчиком не заканчивается, поскольку хорошим тоном является закрепление конкретного специалиста для оказания технической поддержки и оперативного решения вопросов, связанных с работой ПАК ПТК КРУГ-2000, консультаций эксплуатационного персонала станций и работников пусконаладочных организаций. Результатом такого взаимодействия является скорость решения возникающих проблем.

Башкирская генерирующая компания уделяет большое внимание вопросам обучения и повышения квалификации персонала, который проходит обучение в специализированном обучающем центре в Пензе, а также участвует в выездных мероприятиях специалистов компании «КРУГ» в Республику Башкортостан и в онлайн-вебинарах. При этом стоит отметить, что представители БГК имеют возможность влиять на тематику обучающих программ в соответствии со своими потребностями и планами.

С учетом быстроразвивающихся тенденций и форсированного развития технологий Башкирская генерирующая компания уделяет особое внимание повышению степени автоматизированного управления станций в целом. Основным вектором подобного развития является внедрение автоматизированных систем расчётов технико-экономических показателей (АСТЭП) и планирования оптимальных режимов работы ТЭЦ (АСПОР).

При этом источником информации для них является автоматизированная система диспетчерского контроля (АСДК), созданная специалистами БГК с использованием программно-технических средств НПФ «КРУГ». В настоящий момент с помощью автоматизированной системы производится расчет показателей всех тепловых электростанций БГК: Уфимских ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 (рис. 3), Ново-Стерлитамакской, Стерлитамакской, Приуфимской ТЭЦ, Кармановской ГРЭС, Салаватской и Зауральской ТЭЦ. Собранные данные о параметрах работы основного оборудования доступны для оперативного расчёта ТЭП в режиме реального времени, что позволяет осуществлять непрерывный контроль и оперативное вмешательство при условии возникновения каких-либо вопросов. Указанные факторы дают возможность рассчитать себестоимость электроэнергии и работать на оптовом рынке электроэнергии и мощности с учётом заданных параметров и величин отпускаемой тепловой энергии, других параметров и введенных ограничений, что, в свою очередь, позволяет оптимально распределять нагрузки в масштабе всей энергосистемы, и повышает эффективность трейдинга в целом.

Не стоит оставлять без внимания ещё одно развиваемое БГК направление – это создание тренажерных комплексов для обеспечения высокого уровня подготовки и аттестации персонала к работе на технологических объектах. При этом используются прикладное программное обеспечение реальных АСУ ТП, обеспечивается максимальное погружение в технические нюансы эксплуатации ПАК ПТК КРУГ-2000. То есть графический интерфейс тренажёра, включая мнемосхемы, приборы управления, тренды, протоколы сообщений и т.д., а также алгоритмы управления оборудованием, включая алгоритмы обработок сигналов, регулирования, защит, блокировок и т.д., на 100 % соответствуют реальным условиям, что является наиболее эффективным способом обучения персонала. Вместе с тем, применяемый программно-технический комплекс позволяет реализовать в составе тренажёра такие специфические функции, как управление модельным временем (остановка, ускорение), управление исходными состояниями, возможность демонстрации (просмотра) тренировки и т.д., без которых процесс тренировок не был бы столь эффективным.



▲ Рис. 4. Структура КТК для подготовки персонала котлотурбинного цеха Салаватской ТЭЦ

Примером внедрения такого тренажера может служить Учебно-тренировочный комплекс для подготовки персонала котлотурбинного цеха Салаватской ТЭЦ (рис. 4), созданный на основе компьютерного тренажерного комплекса ТРОПА® (КТК ТРОПА).

В концепцию тренажера заложен **цифровой двойник** основного и вспомогательного электротехнического и тепломеханического оборудования котлотурбинного цеха (КТЦ). Кроме того, в составе тренажера достоверно симитирована вся элементная и программная база измерительно-информационных систем, систем автоматического управления и систем технологических защит и блокировок паровых турбин ТП-60-90 и паровых котлоагрегатов ГМ-151.

Использование данного КТК позволяет не только оценить текущую квалификацию и компетенции персонала, обслуживающего объект, но и повысить её, поддержать на должном уровне, позволит отрабатывать навыки безопасного и технологически правильного управления оборудованием в сложных переходных и аварийных режимах.

Подытоживая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что положительный опыт взаимодействия с научно-производственной фирмой «КРУГ» дал возможность Башкирской генерирующей компании выстроить планы развития, повысить эффективность управления энергооборудованием компании, и, как

следствие, повысить её обоснованную конкурентоспособность в сфере производства тепла и электроэнергии.

Сертификация ПАК ПТК КРУГ-2000

- **ПАК ПТК КРУГ-2000** включен в Реестры российской промышленной продукции (ПП РФ № 719) и российской радиоэлектронной продукции (ПП РФ № 878) Минпромторга РФ, а также в «реестр ПАКов» Минцифры РФ.
 - **SCADA КРУГ-2000** внесена в Реестр отечественного ПО Минцифры РФ под номером 541. Может работать под управлением как операционной системы Windows, так и под управлением отечественных ОС (Astra Linux, РЕД ОС).
 - **Среда исполнения контроллеров (СРВК)** внесена в Реестр отечественного ПО Минцифры РФ под номером 5769.
 - **Контроллер DevLink-C1000** включен в Реестры российской промышленной продукции (ПП РФ № 719) и российской радиоэлектронной продукции (ПП РФ № 878) Минпромторга РФ, «реестр ПАКов» Минцифры РФ, внесен в Госреестры средств измерений РФ и Республики Казахстан.
- Вследствие этого ПАК ПТК КРУГ-2000 может смело рассматриваться как реальная замена импортных аналогов систем промышленной автоматизации.

Список литературы

1. *Ревунов Д.С.* Модульная интегрированная SCADA-система КРУГ-2000 российского производства // Control Engineering Россия. 2020, № 6.
2. *Угреватов А.Ю.* ПАК ПТК КРУГ-2000 – российское решение для промышленной автоматизации // “Информатизация и системы управления в промышленности”. 2022, № 6.
3. *Мыскин В.М., Салитов А.В., Коробков В.В., Ипполитов 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).
4. *Плаксин И.К., Алимжанова З.Х., Бережной Н.А.* Система автоматического управления электрогидравлической системой регулирования паровой турбины на базе отечественного ПТК // “Автоматизация и ИТ в энергетике”. 2021, № 4.
5. *Молянов Р.В., Алимжанов А.К.* Тренажер для операторов котла БКЗ 160-100ГМ и турбоагрегата ПР-25-90/10/0,9 Уфимской ТЭЦ-1 // “Автоматизация и ИТ в энергетике”. 2021, № 9.
6. *SCADA КРУГ-2000* – модульная интегрированная российская SCADA-система // НПФ “КРУГ”.
URL: <https://www.krug2000.ru/products/ppr/scada-2000.html>

ООО “Башкирская генерирующая компания”:

Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Р. Зорге, 3.

<https://bgkrb.ru>

Алимжанова Зульфия Хасановна – руководитель направления АСУ ТП и метрологии

Управления эксплуатации объектов энергетики.

ООО НПФ “КРУГ”:

г. Пенза, ул. Германа Титова, 1. Телефон +7(8412) 499-775.

E-mail: krug@krug2000.ru <https://krug2000.ru>

Кузнецов Андрей Евгеньевич – ведущий специалист по АСУ ТП.