

# ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ СЕРИИ БАЗИС В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЭЦ

**М.В. ШИМОЛИН, А.В. ВЕДЛЕР (МУП “ЯТЭК”)**



В статье рассматриваются примеры использования контроллеров серии БАЗИС (производство АО “Экоресурс” г. Воронеж) при модернизации автоматизированных систем управления котловых агрегатов ТЭЦ.

**Ключевые слова:** АСУ ТЭЦ; котловые агрегаты; контроллеры БАЗИС.

## ВВЕДЕНИЕ

На большом количестве объектов теплоэнергетической отрасли до сих пор используются автоматизированные системы управления, которые создавались еще в далекие 60-70 гг. прошлого века, и с тех пор они не претерпели значительных изменений в лучшую сторону. Они уже полностью выработали назначенный срок эксплуатации, физически изношены, морально устарели и не соответствуют современным требованиям по обеспечению надежной, безопасной и экономичной работы оборудования. Кроме этого, они сохранились только в минимально допустимом объеме, способном обеспечить лишь неэффективное управление. Например, на многих ТЭЦ продолжают использоваться регуляторы типа РПИВ-Ш и регуляторы серии Р25. Они, конечно, были совершенством для своего времени, но сегодня их применение осложнено следующими факторами:

1. Устаревший интерфейс – взаимодействие с оператором/наладчиком не имеет никакой визуализации измеряемых/вычисляемых абсолютных значений.
2. Сложная наладка – она лежит в плоскости эмпирических методов.
3. Отсутствие современных интерфейсов для связи с верхним уровнем.
4. Использование некоторых устаревших типов датчиков (например, дифференциально-трансформаторных).
5. Отсутствие возможности непрерывного (при помощи токовой петли) регулирования (только импульсное).
6. Реализация только простых контуров регулирования (нет каскадных и дифференциальных).
7. Постоянное удорожание ремонта, сложность в обеспечении аналоговыми компонентами, некоторые из которых уже сняты с производства.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

При поэтапной модернизации средств автоматизации и КИП с одновременным внедрением в АСУ ТЭЦ SCADA-системы возникла потребность замены устаревших регуляторов, применяемых в ответственных технологических системах, на современные аналоги.

Современные регуляторы должны отвечать следующим требованиям:

1. Универсальность. Должны включать возможность подключения различных датчиков, выступать в роли регуляторов, регистраторов, сигнализаторов. Должны иметь большие математические возможности.
2. Относительная простота обслуживания и настройки, не требующие специальных знаний языков программирования (в случаях использования ПЛК) и удобный интуитивно-понятный интерфейс взаимодействия с наладчиком и оператором.
3. Надежность.
4. Современные интерфейсы связи для интеграции в SCADA-систему предприятия. Возможность применения в единой группе с другими контроллерами в автоматизации конкретного объекта.
5. Качественная и доступная техническая поддержка.

## АНАЛИЗ ОПРОБОВАННЫХ И ВНЕДРЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Подбор регуляторов и контроллеров производился как последовательно, так и параллельно. За прошедшие годы были опробованы простые регуляторы серии БАЗИС-РИТМ (АО “Экоресурс”), различные ПЛК внутриситового исполнения (“Овен”, ONI), ПЛК

щитового исполнения: EPLC-9600 (ЕМКО ELEKTRONIK), МИК-51, 52 (“Микрол”), Комега Basik (МЗТА), контроллеры БАЗИС-12.Р и БАЗИС-14.Р (АО “Экоресурс”).

Одной из первой и самой расширенной на данный момент стратегией было внедрение ПЛК внутрищитового исполнения ПЛК100, ПЛК150, ПЛК160 (компания “Овен”) и PLC-S-CPU-0808 (торговая марка ONI). Они хорошо зарекомендовали себя при автоматизации вспомогательных процессов, малоответственных систем, а также в системах с нечеткой логикой и синтеза регуляторов (предиктор Смита, ППИ), максимально используя весь потенциал своих вычислительных средств. Несмотря на богатый функционал, универсальность применения и возможность масштабирования, они полностью проигрывают нашему требованию п. 2. Боязнь применения в ответственных системах основана на уровне знаний инженерно-технического персонала и собственно его будущего наличия в условиях дефицита высококвалифицированных инженерных кадров.

На одном из семинаров компании “Овен”, у ее представителя спросили “Почему бы не создать ПЛК, который сможет обслуживать простой электрослесарь КИПиА, через набор органов взаимодействия с человеком?”. Ответ был следующим – берём ПЛК, добавляем монитор/панель, модули ввода/вывода, внешние приборы, кнопки, ключи, энкодеры и прочую мелочь. Таким образом, бесспорно, возможности управлением ПЛК расширяются многократно. Создав такой комплекс, написав сотни строк кода, преодолев длительную отладку и внедрение, мы получим такое работающее техническое решение, какое мы хотели. И оно работает годами, пока что-то из этой хрупкой системы не выйдет из строя, будь то ПЛК, панель, или понадобится внести изменения в проект. Это решение – высоко интеллектуальная модель, она опасна в ответственных системах производства, а дороговизна владения обусловлена не стоимостью внедрения, а стоимостью его сопровождения на годы вперед.

Отчасти к этой группе можно отнести подгруппу программируемых реле “Овен”, Delta и ПЛК Комега Basik (МЗТА). Функционал программируемых реле значительно меньше, чем у типичных ПЛК, однако может оказаться достаточен для решения производственных задач обновления схем технологических сигнализаций, ПАЗ, автоматизации процессов производства за счет дискретного или импульсного регулирования. Очень интересным выглядит

ПЛК Комега Basik (МЗТА). Молодой продукт с богатыми возможностями и однозначным укреплением в будущем после устранения всех проблем “юности”. Сложность создания технических решений, время внедрения и оперативного изменения, намного ниже, чем у типичных ПЛК. Однако все представители этой подгруппы не отвечают требованию п. 2, а их компании и представители – п. 5.

Наиболее привлекательными, отчасти отвечающими требованиям, оказались ПЛК щитового исполнения МИК-51, 52 (“Микрол”) и EPLC-9600 (ЕМКО ELEKTRONIK). В случае с EPLC-9600 мы имеем дело с полноценным ПЛК (как и у многих среда CODESYS) уже с развитым интерфейсом взаимодействия с человеком (графический экран, кнопки). Имеется возможность превратить его в универсальный регулятор, перенастраиваемый с лицевой панели (с чем может справиться типичный “киповец”). Внедрение и сопровождение технического решения на его основе имеет все перечисленные выше недостатки внутрищитовых ПЛК. В плане серии МИК мы имеем дело с ПЛК, используемым FBD-логику. EPLC-9600 имеет менее развитый интерфейс взаимодействия с человеком (символьные экраны), скромные аппаратные возможности, которые позволяют сделать на его базе менее универсальный регулятор. Кроме этого его перенастройка осложнена и требует наличия серьезной внутренней производственной инструкции. Данные ПЛК долгое время использовались в ответственной системе для регулирования уровня воды в барабане котла.

При сравнении со всеми вышеперечисленными устройствами, контроллеры БАЗИС-12 и БАЗИС-14 заметно отличаются: универсальность применения при жестких рамках программного обеспечения, не требующего знаний специальных языков программирования, более чем информативный графический дисплей (в составе интуитивно понятного интерфейса), позволяющий эксплуатировать и перепрограммировать непосредственно с кнопок контроллера без применения внутренней производственной инструкции или даже руководства по эксплуатации, современные интерфейсы связи, прикладное программное обеспечение для настройки и эмуляции работы контроллера.

По результатам опробования и исследования окончательно сформировалась концепция перехода на контроллеры серии БАЗИС как для простых, так и для ответственных систем – они отвечают всем предъявляемым требованиям.



▲ Рис. 1. Регулятор перепитки БАЗИС-РИТМ.РИМ

Настоящая статья приводит примеры реализованных проектов по модернизации АСУ котловых агрегатов и иного основного и вспомогательного оборудования ТЭЦ на контроллерах серии БАЗИС: БАЗИС-РИТМ [1], БАЗИС-12.Р [3] и БАЗИС-14.Р [4, 5].

### **ПРОЕКТ 1: АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСХОДА ОБЩЕГО ВОЗДУХА ПАРОВОГО КОТЛА БКЗ-75-39-ФБ**

#### **Краткое описание объекта автоматизации**

Паровой котел оборудован дутьевым регулятором, подающим воздух в котел. На вход регулятора поступает аналоговый сигнал давления воздуха, измеренного после вентилятора. Задание – поддержание определенного давления воздуха. Управляющее воздействие в виде импульсов на исполнительный механизм.

#### **Выбранные средства автоматизации**

Для решения поставленной задачи был выбран регулятор БАЗИС-РИТМ.РИМ [1, 2]. Его функции заключаются в регулировании положения шиберов перед дутьевым вентилятором и передача информации на верхний уровень. Регулятор функционирует по ПИ-закону. Не требует дополнительной оснастки (ключи “Ручной-Автоматический”, “Больше-Меньше”).

### **ПРОЕКТ 2: АВТОМАТИЗАЦИЯ АВАРИЙНОГО СБРОСА ВОДЫ ГВС**

#### **Краткое описание объекта автоматизации**

Для предупреждения развития аварийной ситуации в гидравлическом режиме ГВС используется клапан “Перепитки”, отводящий лишнюю сетевую воду. На вход регулятора поступает аналоговый сигнал с регистратора давления в обратном трубопроводе ГВС. Управляющее воздействие поступает в виде длительного импульса на исполнительный механизм клапана.

#### **Выбранные средства автоматизации**

Для решения поставленной задачи также был выбран регулятор БАЗИС-РИТМ.РИМ (рис. 1). Он обеспечивает открытие клапана “Перепитки” для экстренного уменьшения давления путем аварийного сброса воды ГВС из обратного трубопровода в аккумуляторные баки, закрытие клапана после нормализации гидравлического режима, звуковую сигнализацию наступления опасного состояния, передачу информации на верхний уровень (состояние дискретных входов, выходов, режимов работы, аналоговых сигналов давления и положения исполнительного механизма). Регулятор функционирует по ПИ-закону и не требует дополнительной оснастки (также как в проекте 1).

### **ПРОЕКТ 3: АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ ПО ДАВЛЕНИЮ ПАРА В БАРАБАНЕ КОТЛА БКЗ-75-39-ФБ**

#### **Краткое описание объекта автоматизации**

Изменение паровой нагрузки приводит к колебаниям давления пара в барабане котла. Количество пара, вырабатываемого котлом, и стабильность давления в барабане котла зависят от количества тепла, выделенного при сгорании угольной пыли. Для поддержания постоянного давления пара в барабане котла используется регулятор тепловой нагрузки, на вход которого поступает аналоговый сигнал с преобразователя давления пара в барабане котла, а выходной аналоговый сигнал уходит на частотные преобразователи.

**Выбранные средства автоматизации**

Задача сводилась к замене регулятора РПИБ-Ш, управляющего двигателями магнитной станции, обеспечивающей определенную частоту переменного напряжения питания двигателей пылепитателей. Для решения поставленной задачи был выбран регулирующий контроллер БАЗИС-12.Р [3] (рис. 2), используемый в двух вариациях: на одном котле – совместно с четырьмя частотными преобразователями через цифровой множитель токового сигнала, а на другом – напрямую с частотным преобразователем, который управляет четырьмя электродвигателями. Регуляторы функционируют по ПИ- и ПИД-закону и также не требуют дополнительной оснастки (как в проектах 1 и 2).



▲ Рис. 2. Регулятор тепловой нагрузки БАЗИС-12.Р

**ПРОЕКТ 4: АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В БАРАБАНАХ КОТЛОВ БКЗ-75-39-ФБ И БКЗ-50-39-Ф**

**Краткое описание объекта автоматизации**

Бараны указанных котлов обладают небольшой вместимостью, поэтому на колебание уровня оказывает влияние не только изменение нагрузки, но и явление “набухания/вскипания” воды, которое происходит при резких изменениях давления пара в барабане или при колебаниях тепловой энергии в топке. Для устранения колебаний уровня регулятор обрабатывает аналоговые сигналы от преобразователей разности давлений уровня, пара и воды. Импульсный выход управляет исполнительным механизмом клапана питательной линии.

**Выбранные средства автоматизации**

Задача сводилась к замене регулятора РПИБ-Ш и подключенных к нему дифференциально-трансформаторных датчиков. Для решения поставленной задачи был выбран регулирующий контроллер БАЗИС-14.Р [4, 5] (рис. 3) и цифровые преобразователи разности давлений с выходным аналоговым сигналом. Входными данными служат сигналы тока от преобразователей перепада давления (уровень, расход питательной воды), положение исполнительного механизма, а от внешнего прибора – расход пара. Регулятор функционирует по ПИ-закону с использованием специ-



▲ Рис. 3. Регулятор уровня БАЗИС-14.Р

ального алгоритма регулирования СА-2, разработанного именно для таких типов задач. Контроллер также не требует дополнительной оснастки.

## **ПРОЕКТ 5: АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ДЕАЭРАТОРНЫХ УСТАНОВКАХ**

### **Краткое описание объекта автоматизации**

Деаэратор – сосуд, в котором происходит процесс деаэрации воды, то есть очистка воды от газовых примесей. На станции работают две группы деаэраторов – основные и подпиточные. Каждая группа состоит из нескольких сообщающихся по воде деаэраторов, для оптимальной производительности которых, а также зависимых иных технологических параметров машинного отделения, необходимо поддерживать в них определенный уровень воды. На вход регуляторов поступают аналоговые сигналы от погружных поплавковых датчиков уровня, преобразователей разности давлений (расход поступающей воды), положения исполнительных механизмов регулирующих клапанов.

### **Выбранные средства автоматизации**

Задача сводилась к замене регуляторов Р25 и подключенных к нему дифференциально-трансформаторных датчиков. Для решения поставленной задачи были выбраны регулирующие контроллеры БАЗИС-14.Р (один на группу) и цифровые преобразователи разности давлений с выходным аналоговым сигналом. Входными данными служат сигналы тока от уровнемеров, расходомеров воды и положения исполнительного механизма. Как и в предыдущей рассмотренной задаче контроллеры функционируют по ПИ-закону со специальным алгоритмом СА-2 (создания обратной связи по расходу воды).

## **ПРОЕКТ 6: АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ КОНДЕНСАТА В ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ СЕТЕВОЙ ВОДЫ ПСВ**

### **Краткое описание объекта автоматизации**

ПСВ – это по-современному бойлер, подогрев сетевой воды паром. Для его оптимальной производительности необходимо поддерживать определенный уровень конденсата, излишки которого удаляются в деаэрационные установки и участвуют в дальнейшем для восполнения затрат сетевой или питательной воды. На вход регулятора поступают аналоговые сигналы от

преобразователей разности давлений (уровень и расход конденсата), цифровые данные о работе частотного преобразователя двигателя насоса, обеспечивающего удаление конденсата.

### **Выбранные средства автоматизации**

Для решения поставленной задачи был выбран регулирующий контроллер БАЗИС-14.Р, который используя косвенное регулирование по ПИД-закону, управляет скоростью работы двигателя конденсатного насоса посредством аналогового выхода (линейно через частотный преобразователь). Он производит постоянный цифровой обмен данными с частотным преобразователем и отслеживает его технологическое состояние, при необходимости предупреждая оператора о развитии аварийной ситуации.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Отказ от аналоговых средств автоматики в пользу смешанных и цифровых – это неминуемый процесс. На рынке промышленной автоматизации существует богатый выбор современных средств управления. Их можно разделять на разные группы по разным функциональным признакам. В случаях, когда технологический процесс пока еще не может обойтись без непосредственного участия человека (машинист котла, турбогенератора, аппаратчик производства), необходимо современное решение, удовлетворяющее особым требованиям.

В сравнительно недавнее время появилось очень интересное семейство в серии контроллеров БАЗИС – БАЗИС-14 (эволюционное развитие контроллеров БАЗИС-12). Надежный корпус, качественное исполнение, удобный интерфейс взаимодействия с оператором и наладчиком, щитовое исполнение, универсальность применения в регулировании, регистрации, ПАЗ, богатый математический функционал логики работы, возможность интеграции в имеющиеся принципиальные схемы технологической и аварийной сигнализации и защиты (в нашем случае релейные), возможность объединения с себе подобными контроллерами и регуляторами в одно целое АСУ, полноценный обмен данными со SCADA-системой оказались идеальными качествами для применения в простых и средней сложности типовых системах автоматизации ответственных технологических параметров, где типичные ПЛК оказываются избыточными, а уровень обслуживающего персонала недостаточен для поддержания и развития

высокоинтеллектуальной логики программ, при этом сохраняя оперативность устранения возникших проблем и поиска нестандартных решений в критических ситуациях (бывало и такое).

Продукты АО “Экоресурс” сопровождаются подробными руководствами по эксплуатации. Техническая надежность контроллеров серии БАЗИС проверена личным опытом при многолетней бесперебойной работе БАЗИС-РИТМ, БАЗИС-12.Р в условиях эксплуатации на грани допустимых производителем. В случаях неопределенности при реализации возникающих задач, опытного использования, начала новых или поддержания действующих проектов автоматизации приятно получить оперативную экспертную консультацию технической поддержки — этим качеством клиентоориентированности могут похвастаться далеко не все отечественные производители и дистрибьюторы программно-аппаратных средств.

Внедрение продуктов АО “Экоресурс” на опасном производственном объекте электроэнергетики, где полная свобода в программно-аппаратной реализации может обернуться дорогой ценой, позволило сохранить жесткость технических решений в век цифры. Тиражируемость и взаимозаменяемость в паре с универсальностью прекрасно сочетаются и позволяют применять носителей этих особенностей в качестве типовых технических решений как минимум еще на одно десятилетие вперед на любой технологической площадке производства.

В настоящий момент запланирована задача перевода схем технологической сигнализации парового котла БКЗ-50-39-Ф, турбогенератора Р-6-35/5/1,2М с проектной релейной реализацией на БАЗИС-35.ЦС, что, в свою очередь, углубит модернизацию АСУ ТЭЦ — ведь ответ на вопрос “Какое оборудование для модернизации АСУ ТЭЦ, рожденных в середине XX века, выбрать?” нами уже найден.

#### Список литературы

1. *Андрянов И.Н., Тучинский С.В.* БАЗИС-РИТМ — семейство компактных малоканальных контроллеров // Автоматизация в промышленности. 2017, № 9.
2. *БАЗИС-РИТМ.РИМ* — исполнение ПИД-регулятор реверсивным исполнительным механизмом. Общее описание [Электронный ресурс] // АО “Экоресурс”. URL: [http://www.ecoresurs.ru/controllers\\_britm\\_rim.htm](http://www.ecoresurs.ru/controllers_britm_rim.htm) (Дата обращения: 13.07.2021).
3. *Тучинский С.В., Андрянов И.Н.* Семейство малоканальных контроллеров БАЗИС-12 // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009, № 3.
4. *Андрянов И.Н., Тучинский С.В.* БАЗИС-14 — малоканальный контроллер с большими возможностями // Автоматизация в промышленности. 2017, № 8.
5. *БАЗИС-14.Р* — исполнение Регулятор. Общее описание [Электронный ресурс] // АО “Экоресурс”. URL: [http://www.ecoresurs.ru/controllers\\_b14r.htm](http://www.ecoresurs.ru/controllers_b14r.htm) (Дата обращения: 13.07.2021).

*Шимолин Михаил Владимирович — мастер цеха ТАИ ТЭЦ МУП “ЯТЭК”,  
Ведлер Андрей Викторович — начальник цеха ТАИ ТЭЦ МУП “ЯТЭК”.*