

# Сетевые многофункциональные контроллеры

*А.В. Ведлер  
М.В. Шимолин  
(МУП «ЯТЭК»)*

*г. Яровое, Российская Федерация*

## **Модернизация АСУ котловых агрегатов на ТЭЦ МУП «ЯТЭК»**

*В статье авторы приводят несколько примеров модернизации автоматизированных систем управления котловых агрегатов с использованием контроллеров серии БАЗИС производства АО «Экоресурс» (г. Воронеж).*

**Ключевые слова:** модернизация АСУ; контроллеры БАЗИС; БАЗИС-12; БАЗИС-14; БАЗИС-РИТМ.

*A.V. Vedler  
M.V. Shimolin  
(MUE «YATEK»)*

*Yarovoie, Russian Federation*

## **Modernization of the Automated Control System of Boiler Units at the CHPP of MUP «YATEK»**

*In the article, the authors give several examples of the modernization of automated control systems of boiler units using BAZIS series controllers produced by AO Ekoresurs (Voronezh).*

**Keywords:** modernization of the automated control system; BAZIS controllers; BAZIS-12; BAZIS-14; BASIS-RHYTHM.

DOI: 10.25791/asu.5.2021.1278

### **Введение**

Новейшая история богата этапами смены технологических укладов. На ее заре автоматизация сменила механизацию и уверенными шагами движется от второй промышленной революции через третью «цифровую» к построению постиндустриального общества. Сменяются эпохи, сменяются и средства автоматизации.

Аналоговые технологии оказались крайне живучи и надежны. Однако неуклонный прогресс заставляет не только безопасно и экономично перераспределить труд человека на средства автоматизации, но и превратить их в источник информации для систем управления более высокого уровня.

Прогресс оставил в стороне применяемые на ТЭЦ с 60–70-х годов прошлого столетия регуляторы типа РПИБ-Ш (1967 г.), регуляторы серии Р25 (с 1981 г.).

РПИБ, Р25 – безусловные «динозавры», совершенство для своего времени. Сегодня их применение пока еще возможно, но осложнено многими факторами:

1. Интерфейс взаимодействия оператора/наладчика с прибором не имеет никакой визуализации измеряемых/вычисляемых абсолютных значений.

2. Результат первого фактора – работа с прибором, его наладка лежат в плоскости эмпирического метода.

3. Отсутствие какого-либо интерфейса связи с приборами/системами верхнего уровня.

4. Используемые некоторые типы подключаемых датчиков (дифференциально-трансформаторных) пока еще производятся, но их стоимость не значительно ниже современных цифровых аналогов, а применение осложнено по причинам, указанным в п. 1 и 2.

5. В нестандартных случаях требуется дополнительное оборудование. Например, отсутствует возможность непрерывного (при помощи токовой петли) регулирования (только импульсное). Также нет возможности каскадного и дифференциального регулирования.

6. Постоянное удорожание ремонта, сложность в обеспечении аналоговыми компонентами, некоторые из которых уже сняты с производства.

### **Требования к новым средствам автоматизации**

В процессе поэтапной «ползучей» модернизации средств автоматики 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 применения. 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 внутрищитового исполнения («Овен», *ONI*), ПЛК щитового исполнения: *EPLC-9600 (EMKO ELEKTRONIK)*, *МИК-51, 52 («Микрол»)*, *Комега Basik (МЗТА)*, контроллеры БАЗИС-12.Р, 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 – берем 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 или релейной логики, соединив «несоединимое», преодолев страхи, 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 – высокоинтеллектуальная 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 отвечающие требованиям, оказались ПЛК щитового исполнения *МИК-51, 52 («Микрол»)* и *EPLC-9600 (EMKO 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, используемый *FBD*-логику, в сравнении с *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 серии БАЗИС-12, БАЗИС-14 заметно отличаются: универсальность применения при жестких рамках программного обеспечения, не требующего знаний специальных языков программирования; более чем информативный цветной 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.

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, 2], 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).

## **Проект 4: Автоматизация поддержания уровня воды в барабанах котлов БКЗ-75-39-ФБ и БКЗ-50-39-Ф**

**Краткое описание объекта автоматизации.** Барабаны 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

## СЕТЕВЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

специального 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



Рис. 1. Регулятор перепитки БАЗИС-РИТМ.РИМ

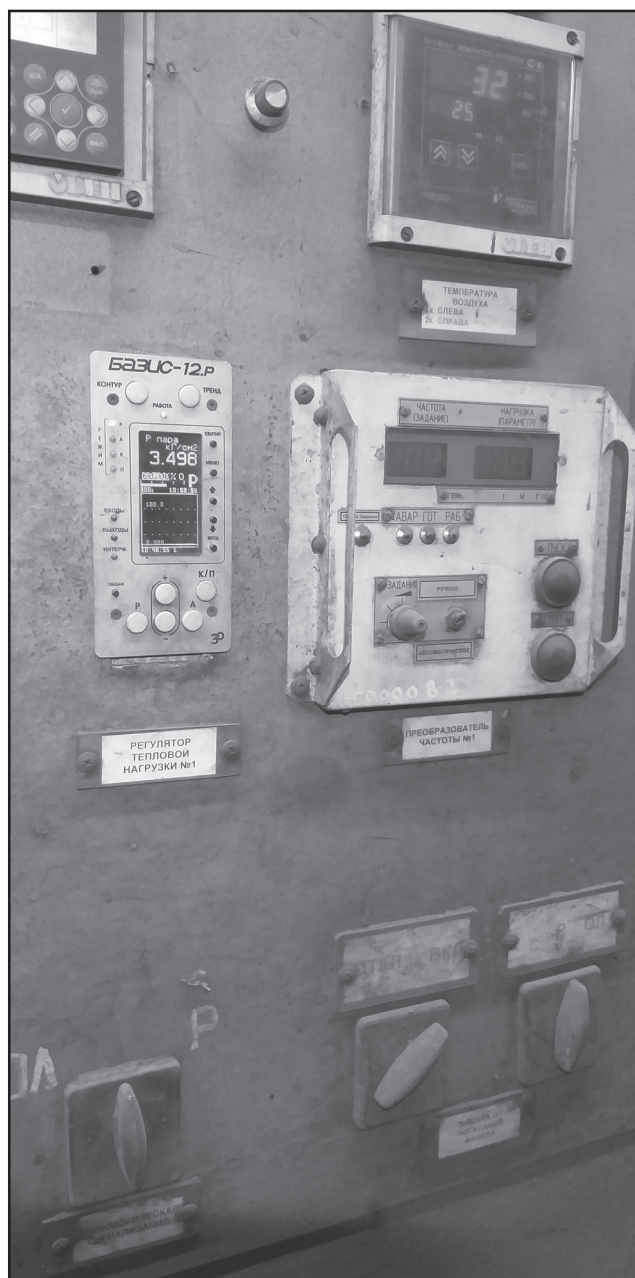


Рис. 2. Регулятор тепловой нагрузки БАЗИС-12.Р

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



Рис. 3. Регулятор уровня БАЗИС-14.Р

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 реализации 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. Андриянов 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 // *АО «Экоресурс»*. Электронный ресурс: [http://www.ecoresurs.ru/controllers\\_britm\\_rim.htm](http://www.ecoresurs.ru/controllers_britm_rim.htm). (дата обращения: 06.04.2021).

3. Тучинский С.В., Андриянов И.Н. Семейство малоканальных контроллеров БАЗИС-12 // *Промышленные АСУ и контроллеры*. 2009, № 3. С. 35–39.
4. Андриянов 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 // *АО «Экоресурс»*. Электронный ресурс: [http://www.ecoresurs.ru/controllers\\_b14r.htm](http://www.ecoresurs.ru/controllers_b14r.htm). (дата обращения: 06.04.2021).

## References

1. Andriyanov I.N., Tuchinskiy S.V. BAZIS-RITM – semeystvo kompaktnykh malokanalnykh kontrollerov [BAZIS-RITM – a family of compact low-channel controllers]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry]. 2017, no. 9.
2. BAZIS-RITM.RIM – ispolnenie PID-regulyator reversivnym ispolnitelnym mekhanizmom. Obshchee opisanie [BAZIS-RITM.RIM – execution of the PID controller by a reversible actuator. General description]. *AO «Ekoresurs»* [JSC «Ecoresource»]. Available at: [http://www.ecoresurs.ru/controllers\\_britm\\_rim.htm](http://www.ecoresurs.ru/controllers_britm_rim.htm). (date of the application: 06.04.2021).
3. Tuchinskiy S.V., Andriyanov I.N. Semeystvo malokanalnykh kontrollerov BAZIS-12 [Family of Low-channel Controllers BAZIS-12]. *Promyshlennyye ASU i kontrolyery* [Industrial Automatic Control Systems and Controllers]. 2009, no. 3, pp. 35–39.
4. Andriyanov I.N., Tuchinskiy S.V. BAZIS-14 – malokanalnyy kontroller s bolshimi vozmozhnostyami [BAZIS-14 – a small-channel controller with great capabilities]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in industry]. 2017, no. 8.
5. BAZIS-14.R – ispolnenie Regulyator. Obshchee opisanie [BAZIS-14 – a small-channel controller with great capabilities]. *AO «Ekoresurs»* [JSC «Ecoresource»]. Available at: [http://www.ecoresurs.ru/controllers\\_b14r.htm](http://www.ecoresurs.ru/controllers_b14r.htm). (date of the application: 06.04.2021).

---

## Информация об авторах

**Ведлер Андрей Викторович**, начальник цеха тепловой автоматики и измерений на ТЭЦ

E-mail: [a.vedler@yatek.ru](mailto:a.vedler@yatek.ru)

**Шимолин Михаил Владимирович**, мастер цеха тепловой автоматики и измерений на ТЭЦ

E-mail: [tec.asutp@gmail.com](mailto:tec.asutp@gmail.com)

Муниципальное унитарное предприятие «Яровской теплоэлектрокомплекс» (МУП «ЯТЭК»)

658837, Российская Федерация, Алтайский край, г. Яровое, ул. Пушкина, д. 2А

## Information about the authors

**Vedler Andrey Viktorovich**, Head of Thermal Automation and Measurements Department at CHP

E-mail: [a.vedler@yatek.ru](mailto:a.vedler@yatek.ru)

**Shimolin Mikhail Vladimirovich**, Master of Thermal Automation and Measurements Department at CHP

E-mail: [tec.asutp@gmail.com](mailto:tec.asutp@gmail.com)

Municipal Unitary Enterprise «Yarovskoy thermal power complex» (MUE «YATEK»)

658837, Russian Federation, Altai Territory, Yarovoe, str. Pushkin, 2A