

ТЕРМОКОНТРОЛЛЕР «ПРАМЕР-710-01» РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

А.А. Кожанец, А.Ю. Ефремов

Потребление тепловой энергии в жилищно-коммунальном комплексе России составляет более половины от суммарного показателя теплотребления в целом по стране. На сегодняшний день большое количество объектов потребления тепловых ресурсов оснащены устаревшими системами задания уровня теплотребления. Данные системы не обеспечивают необходимой эффективности и не могут должным образом реагировать на изменение параметров тепловых сетей и окружающей среды, влияющих на их работу.

Разумное и рациональное использование современного оборудования и методов регулирования позволяет достичь экономической выгоды в первую очередь потребителям энергоресурсов. Введение в систему отопления и горячеводного снабжения узлов регулирования, один из основных этапов оптимизации потребления ресурсов объектами, для которых вопросы энергоэффективности решены комплексно (герметизация окон, утепление стен, крыш и т.д.). Поддержание оптимальных температур потребляемых ресурсов по графику наиболее актуально для офисных и административных зданий.

На рынке автоматизированных систем управления, имеется достаточное количество оборудования для регулирования теплового потребления: терморегуляторы, регуляторы перепада давления, регуляторы и ограничители расхода, электронные регуляторы (пид-регуляторы, погодные компенсаторы и т.д.).

ЗАО «ПромСервис» работает в данном направлении не первый год. В 2007 году был разработан первый вариант термоконтроллера «Прамер-710» (рисунок 1).



Рис. 1. «ПРАМЕР-710» образца 2007 г.

Эксплуатация термоконтроллера на объектах показала стабильную, эффективную работу прибора. Термоконтроллеры отработали на реальных объектах длительный срок, показав правильную работу специализированных теплотехнических алгоритмов регулирования. За годы эксплуатации был накоплен значительный опыт в использовании прибора.

С учётом потребительских предложений по улучшению прибора, совершенствования элементной базы, условий рынка, а также темпов внедрения систем диспетчеризации, был разработан модернизированный вариант термоконтроллера «ПРАМЕР-710-01» (рисунок 2).



Рис. 2. «ПРАМЕР-710-01».

Современные схемотехнические решения позволили создать данный вариант прибора. У него существенно меньше габариты и масса, упрощена функция настройки и редактирования параметров, оптимизирован пользовательский интерфейс. Алгоритм работы термоконтроллера направлен на поддержание постоянной (комфортной) температуры в помещении путём автоматического регулирования температуры теплоносителя на вводе в здание, в зависимости от измеряемой температуры наружного воздуха. Возможно использование механизма дополнительной коррекции по температуре воздуха в контрольном помещении, либо по температуре обратного теплоносителя. Гибкая логика работы прибора позволяет адаптировать базовые настройки теплотребления практически под любой объект, с учётом специфики теплоснабжения и климатических особенностей. «Прамер-710» эксплуатируются на объектах, как в составе блочных модулей регулирования заводского производства (рисунок 3), так и в составе узлов регулирования, собранных непосредственно на объекте.



Рис. 3. Блочные модули регулирования.

Эксплуатация систем регулирования требует специфических знаний и должной квалификации. Для повышения эффективности эксплуатации и обслуживания указанных систем, термоконтроллер «ПРАМЕР-710-1» интегрирован в систему диспетчеризации потребления энергоресурсов «САДКО-Тепло». Данное решение позволяет организовать комплексное и профессиональное обслуживание узлов учёта и регулирования на объектах специализированными организациями.

Управление настройками и считывание данных, регистрируемых термоконтроллером, так же возможно с помощью предустановленной на любом ПК сервисной программы «Термостат v2.х.х». Для указанной цели в приборе реализован цифровой интерфейс (RS232, либо RS485) с протоколом обмена ModBus. Функциональные возможности прибора постоянно дополняются и модернизируются с целью оптимизации и совершенствования. Аппаратная реализация прибора при этом не изменяется. В актуальной версии термоконтроллера реализованы четыре режима работы:

- режим отопления;
- режим вентиляции;
- режим автоматического регулирования системой горячего водоснабжения (ГВС);
- режим ручного управления исполнительным механизмом при пусконаладочных работах и в аварийных ситуациях.

В режимах отопления и вентиляции основные параметры регулирования определяются автоматически, путём задания небольшого количества ключевых поправок к базовым настройкам. Основным критерием управления является «Температура комфорта» (заданная, желаемая температура помещения), по которой определяется температура смеси в подающем трубопроводе, в зависимости от температуры наружного воздуха. В приборе имеется возможность использования альтернативного критерия регулирования - ограничение и коррекция температуры смеси в зависимости от температуры в обратном трубопроводе. При коррекции рассчитывается разница между заданной и текущей температурой в обратном трубопроводе, так же в зависимости от заданной (в процентах) степени влияния коррекции, уменьшается температура смеси в подающем трубопроводе.

В «ПРАМЕР-710-1» реализован алгоритм автоматической адаптации параметров регулирования. В основе алгоритма используется механизм периодической регистрации разности заданных и измеренных температур в помещении, либо в обратном трубопроводе (по выбору) при постоянной температуре наружного воздуха. Период регистрации устанавливается в настройках прибора. Если температура наружного воздуха изменится в течение заданного интервала времени более чем на 1°C, полученные параметры коррекции обнуляются и не используются в дальнейших расчетах. Далее цикл адаптации повторяется уже для новой температуры наружного воздуха.

В приборе реализована возможность задания режимов энергосбережения. При этом используется один из трёх основных подрежимов работы: рабочие дни, выходные дни, праздничные дни. Присутствует возможность гибко настроить практически любой вариант графика энергосбережения. Обновленные алгоритмы перехода в подрежимы энергосбережения повышают эффективность работы системы отопления. В рабочие дни имеется два варианта функционирования логической составляющей прибора, направленной на обеспечение энергосбережения:

- вариант с переходом на следующие сутки (применяется в основном для ночных понижений температур в помещении);
- вариант для понижения температуры в течение дня (например, для перераспределения тепловой нагрузки в часы пик на систему ГВС).

Для случая, когда для отопления и ГВС используются два «ПРАМЕР-710-1», а в системе не хватает тепловой мощности (например, «в часы пик»), предусмотрен «согласованный» режим взаимодействия приборов (4-й режим энергосбережения). В данном

случае, если температура смеси ГВС падает ниже граничной (задается в настройках), термоконтроллер ГВС подает сигнал на дискретный вход контроллера отопления. По сигналу на дискретном входе, контроллер отопления закрывает задвижку, тем самым сокращая потребление тепловой энергии. Автоматическое отключение данного режима регламентируется рядом условий:

- температурой наружного воздуха (ниже -20°C);
- температурой в обратном трубопроводе ниже аварийной (для системы отопления);
- окончанием заданного периода работы режима (задается в настройках).

По окончании работы заданного режима, если температура в обратном трубопроводе будет меньше порогового значения (аварийная температура плюс половина разности между расчетной температурой обратки и аварийной) включается режим прогрева (при условии, что таковой задан в настройках). Длительность режима прогрева устанавливается в параметрах прибора. На рисунке 4 показан график температур при согласованном включении термоконтроллеров системы отопления и ГВС.

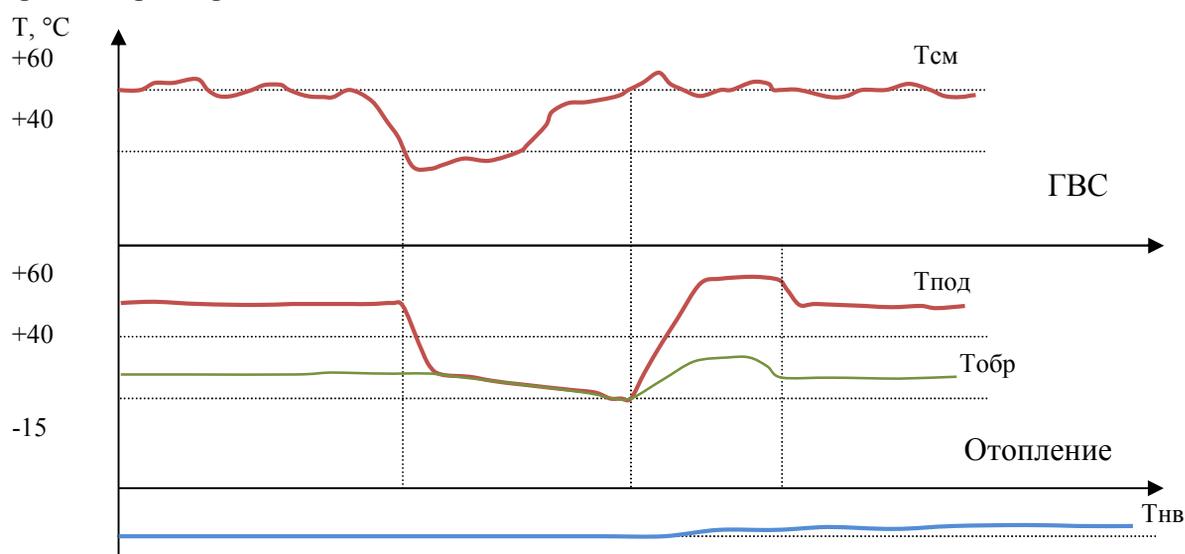


Рис. 4. Согласованный режим регулирования.

В режиме регулирования ГВС реализован пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования (ПИД), позволяющий эффективно поддерживать заданную температуру в контуре ГВС, даже в условиях пикового потребления. При этом термоконтроллер может использоваться, как для зависимых систем подключения ГВС (Рисунок 5), так и для независимых систем (с теплообменником - рисунок 6). В режиме регулирования контуром ГВС также реализована возможность энергосбережения в рабочие, выходные и праздничные дни. При реализации энергосберегающих функций температура в контуре ГВС может быть снижена до установленной пользователем. При этом введен механизм обеспечения периодического прогрева системы ГВС до 60°C , с целью антибактериальной профилактики, исключающей развитие микроорганизмов в трубопроводе. Периодичность прогрева при этом задается в пользовательском меню прибора. Для режимов регулирования контуром ГВС и отопления в полном объеме поддерживается удаленный доступ к настройкам и параметрам, изменяемым посредством встроенного цифрового интерфейса.

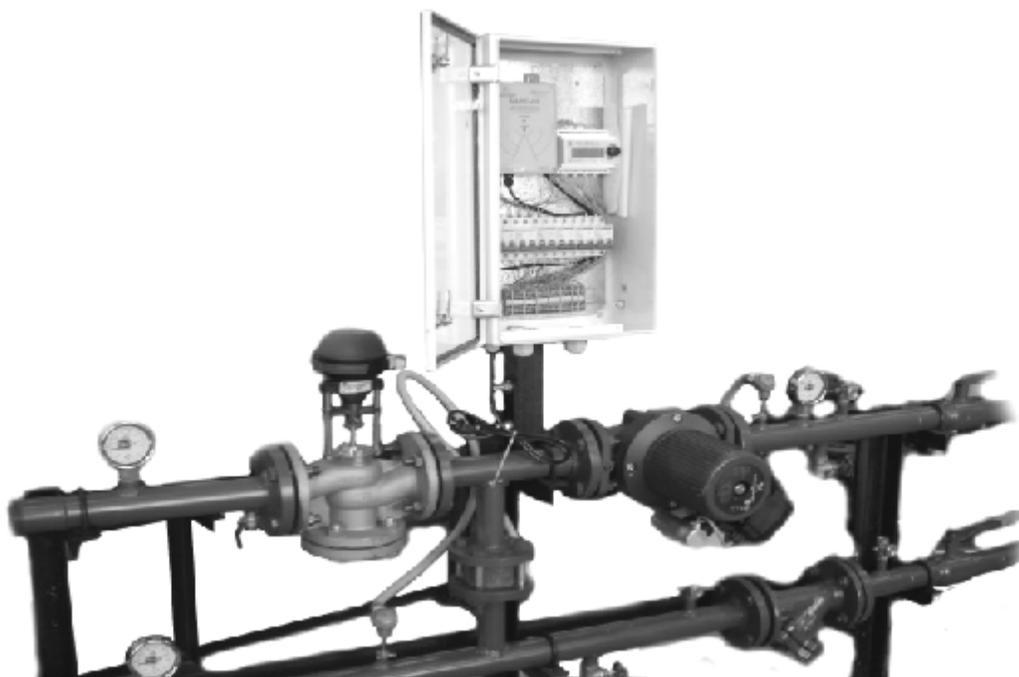


Рисунок 5. «ПРАМЕР-710» в составе блочного модуля регулирования (зависимая система регулирования).

Режим ручного регулирования позволяет отключить алгоритмы автоматического регулирования и установить в необходимое положение исполнительный механизм системы регулирования. Использование данного режима востребовано в аварийных ситуациях на объекте регулирования и на период пуско-наладочных работ.

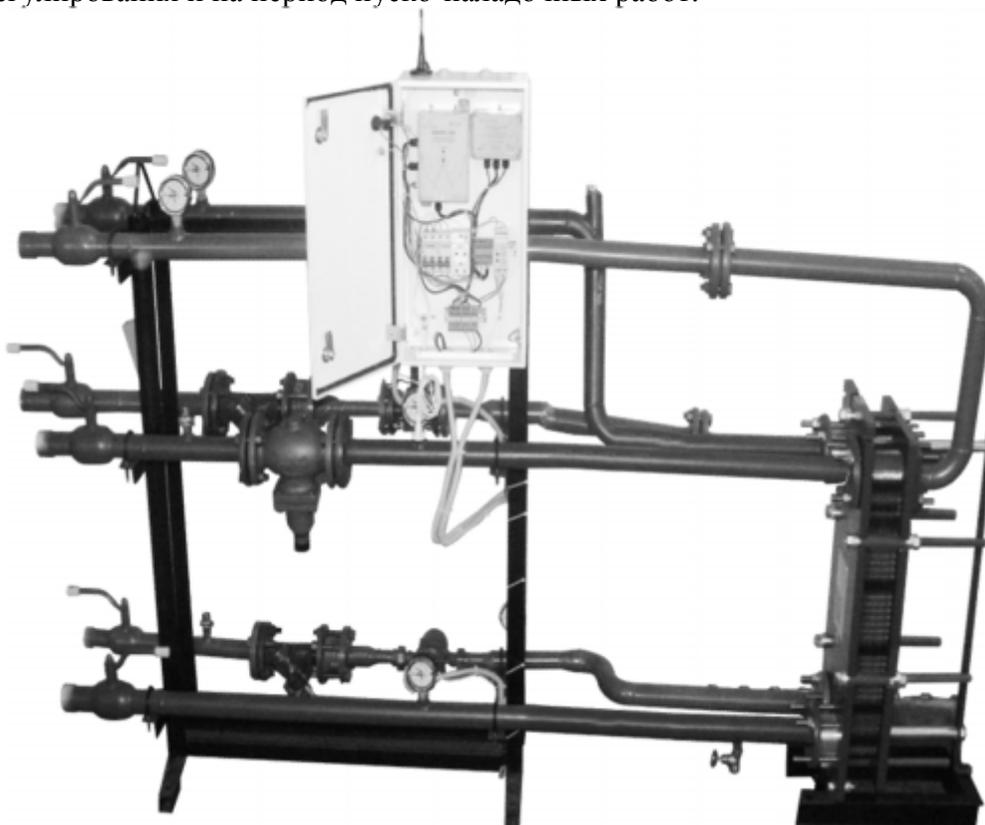


Рисунок 6. ПРАМЕР-710 в составе блочного модуля водоподготовки (независимая система регулирования).

Архивирование измерительной информации производится в памяти прибора в часовом или получасовом интервале. При этом фиксируются только текущие значения температур на момент сохранения и нештатные ситуации (НС), возникающие в интервале архивирования. Указанное количество архивируемых данных достаточно для оценки эффективности работы системы и коррекции параметров функционирования в процессе эксплуатации.

В термоконтроллере имеется дискретный вход, позволяющий использовать в системе аварийные дискретные датчики. Поддерживается перечень НС, при возникновении которых срабатывает аварийная сигнализация. Выход аварийной сигнализации настраивается с учетом задержки включения и длительности срабатывания, что позволяет использовать данный сигнал не только как механизм оповещения, но и как гибкий механизм воздействия на дополнительное исполнительное устройство.

Тестовая эксплуатация «ПРАМЕР-710-1» проводится в административном здании ЗАО «ПромСервис», с целью отработки алгоритмов работы на реальном объекте. Узел регулирования, представлен на рисунках 7,8.



**Рис. 7. Термоконтроллер «ПРАМЕР-710-1»,
установленный в шкаф управления узлом регулирования.**



Рис. 8. Узел регулирования.

Узел состоит из: термоконтроллера (1), датчика температуры подающего трубопровода (2), датчика температуры обратного трубопровода (3), датчика температуры наружного воздуха и помещения (не показаны на рисунке), поворотного трехходового клапана HFE с электроприводом AMB162 производства фирмы «Данфосс» (4), циркуляционного насоса UPS-100 фирмы «Грундфос» (5).

Дистанционное управление контроллером обеспечивается с помощью системы диспетчеризации потребления энергоресурсов «САДКО-Тепло». Аппаратно-программный комплекс системы позволяет не только считывать информацию с термоконтроллера, включая записанные в нем параметры настройки и архивы, но и изменять параметры настроек термоконтроллера в случае необходимости корректировки работы системы регулирования. На рисунке 9 представлены графики архивных значений текущих температур, для наглядности, полученные с помощью сервисной программы «Термостат». Температурные тренды свидетельствуют об эффективности работы системы регулирования теплотребления административным зданием.

На графике температур просматриваются участки поддержания стабильной (заданной) температуры в помещении и участки включения/выключения функций энергосбережения.

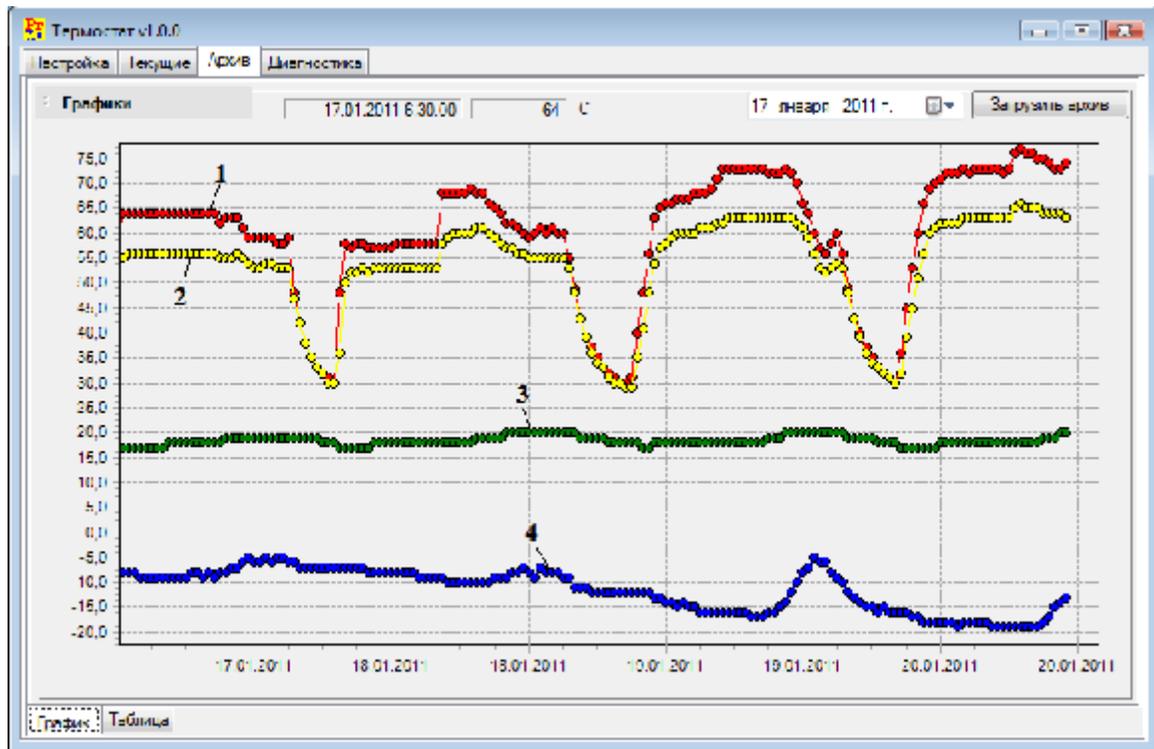


Рис. 9. График архива текущих значений «ПРАМЕР-710-01».

1 - температура воды на входе в систему отопления; 2 - температура воды на выходе из системы отопления; 3 - температура воздуха в помещении; 4 - температура наружного воздуха.

На рисунке 10 детально представлен участок переключения режима работы.

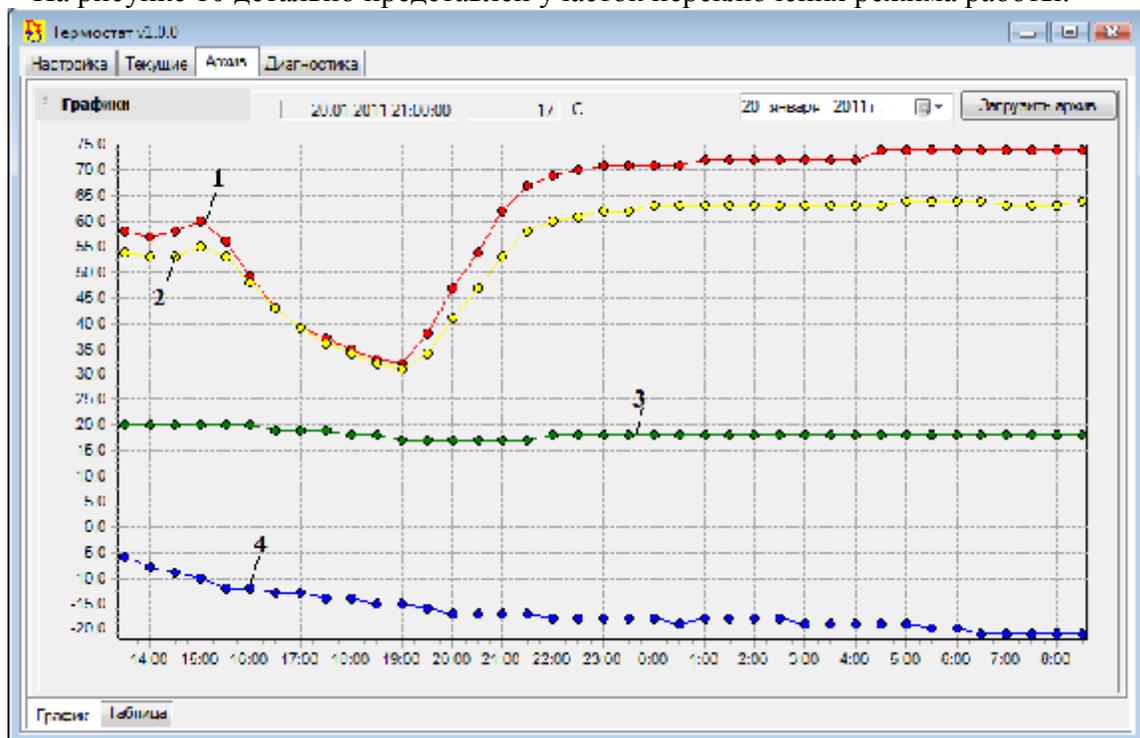


Рисунок 10. График архива текущих значений режима энергосбережения.

1 - температура воды на входе в систему отопления; 2 - температура воды на выходе из системы отопления; 3 – температура воздуха в помещении; 4 - температура наружного воздуха.



На графике можно четко отметить время включения подрежима энергосбережения (в 15:00ч.), в этот момент регулирующей клапан полностью закрыт и наблюдается выравнивание температур подающего и обратного трубопровода, с медленным снижением температур. При достижении заданной температуры воздуха в контрольном помещении ($17^{\circ}\text{C} + 1^{\circ}\text{C}$), термоконтроллер переходит в режим её поддержания. В 4:00ч. включается прогрев помещения, при этом система полностью открывает задвижку и производится подача теплоносителя с магистральной температурой в течение заданного времени. Если температура в помещении достигнет температуры комфорта (заданное значение: 20°C), прогрев автоматически отключается. Далее поддерживаться установленная температура комфорта.

Эксплуатация новой версии термоконтроллера в административном здании ЗАО «ПромСервис» показала его устойчивую и эффективную работу. При использовании режимов энергосбережения с понижением температуры воздуха в помещении в ночное время и в выходные дни, экономия потребления тепловой энергии составляет от 10 до 25%, в зависимости от температуры наружного воздуха, что подтверждает окупаемость и экономический эффект работы термоконтроллера на реальных объектах. «ПРАМЕР-710-1» является основным элементом блочных модулей регулирования и водоподготовки, производства ЗАО «ПромСервис», первоочередное назначение которых заключается в обеспечении эффективного теплоснабжения в сфере коммунального хозяйства.

Кожанец Андрей Алексеевич,
ведущий инженер-программист производственно-технического отдела
ЗАО «ПромСервис»

Ефремов Алексей Юрьевич,
начальник производственно-технического отдела ЗАО «ПромСервис»

ЗАО «Промсервис», РФ, 433502, Ульяновская обл.,
г. Димитровград, ул. 50 лет Октября, д. 112.
тел./факс: (84235) 4-18-07, 4-58-32, 6-69-26,

E-mail: promservis@promservis.ru

www.promservis.ru