

С. В. Нестеров, С. В. Петров, О. В. Толстель, А. О. Чурилов

СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОГОДОЗАВИСИМОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМ ПУНКТОМ

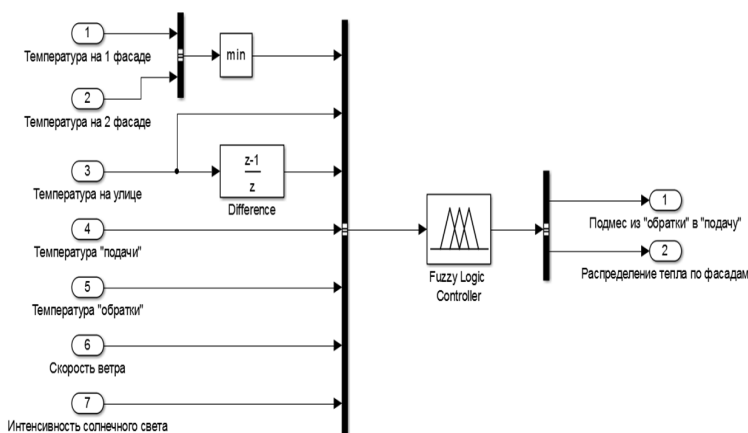
Представлены результаты разработки блока управления погодозависимой автоматикой индивидуального теплового пункта многоквартирного жилого дома и стенда для испытаний такого блока.

Results of the control unit of the individual weather-thermal point of an apartment building and stand the test of this unit are presented.

Ключевые слова: нечеткий контроллер, подмес теплоносителя, пофасадное теплорегулирование, элементы гидравлического контура, блок управления.

Key words: fuzzy controller, mix with the coolant in thermoregulation facade elements of the hydraulic circuit, the control unit.

Существующие промышленные контроллеры систем погодозависимой автоматики, как правило, отслеживают изменение температуры наружного воздуха. Учет больше 3 параметров в системе, основанной на классических логических правилах, труднореализуем. Ранее авторами была показана целесообразность разработки контроллера управления индивидуальным тепловым пунктом жилого дома, учитывающим около 7 параметров и использующим систему нечеткого вывода (СНВ). В ходе ее реализации в среде *Matlab&Simulink* была построена система (схема которой приведена на рис. 1), содержащая более 1000 правил, на которой были промоделированы различные ситуации. В процессе моделирования система настраивалась с применением реальных данных теплопотерь по нескольким жилым зданиям, полученных со специализированных сайтов муниципальных служб, отслеживающих в реальном времени теплопотери зданий г. Калининграда.

Рис. 1. Система нечеткого управления, построенная в среде *Simulink*

Также были использованы данные по изменению температуры окружающего воздуха, скорости и направления ветра, освещенности зданий солнцем со специализированных погодных сайтов. На рисунке 1 слева показаны входные данные минимальной и максимальной температур по зданию, температуры окружающей среды и ее производной, температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе («обратка»), а также скорости ветра и степени засветки здания солнцем. Выходными лингвистическими переменными являлись степень подмеса теплоносителя из обратного трубопровода в подачу и перераспределение теплоносителя по фасадам. Лингвистические переменные содержали от 3 до 5 термов.

При моделировании ситуаций на основе данных зимы – весны 2014 г. был получен следующий обобщающий результат. В период трендов потепления существующие системы запаздывают с уменьшением подачи теплоносителя, что дает возможность получить дополнительную экономию порядка 5 % от общих теплопотерь за сезон.

На рисунке 2 верхняя гладкая кривая показывает процент исходного количества воды теплоносителя, подающейся в контур отопления для системы, работающей только на данных о температуре окружающего воздуха. Нижняя ломаная кривая соответствует предлагаемой разрабатываемой системе от многих параметров. Она более чутко реагирует на изменение погодных условий и подает в систему меньше исходного горячего теплоносителя (от 35 до 50 %), чем система на одном параметре (от 55 до 60 %), сильнее разбавляя теплоноситель охлаждением, поступающим из обратного трубопровода (большой коэффициент подмеса).

Конечная цель работ – построение готового электронного устройства, апробированного при работе в реальных условиях. До этапа испытаний в составе реальных систем теплоснабжения зданий необходим период совершенствования электронной схемы и общей конструкции создаваемого блока с длительными стыковочными испытаниями его с другими устройствами, используемыми в системах теплоснабжения зданий.



Для этого спроектирован и создан стенд, имитирующий работу системы теплоснабжения здания, представленный на рисунке 3. Его гидравлическая схема (без электрической составляющей) показана на рисунке 4.

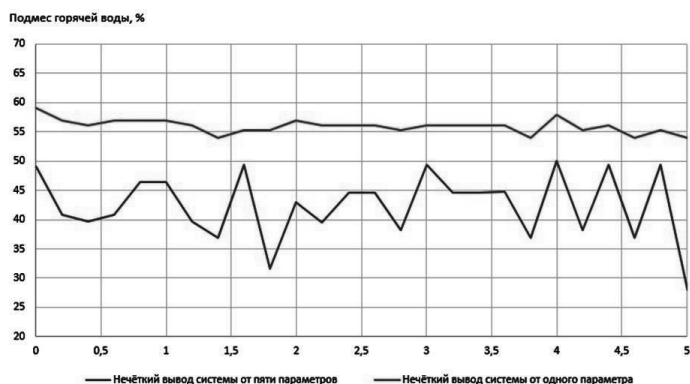


Рис. 2. Сравнение процента подмеса теплоносителя из обратного трубопровода в подачу для систем от одного и пяти параметров

Прототип создаваемого блока управления расположен на рисунке 3 в правом верхнем углу и содержит 2 части: микроконтроллер *Arduino*, получающий данные с датчиков и управляющий актуаторами, и одноплатный компьютер *RaspberryPi*, на котором реализована система нечеткого управления. Блок управления осуществляет закрытие/открытие трехходового клапана, расположенного внизу слева стенда (черный прямоугольник на рис. 3 и квадратик с надписью «Клапан» в центральной части рис. 4). Так моделируется работа управляемого элеваторного узла теплопункта, выполняющего подмес подачи в «обратку» («кружок» с цифрой «1» справа сверху на рис. 1). Также блок может закрывать/открывать клапаны радиаторов, моделируя пофасадное перераспределение теплоподачи («кружок» с цифрой «2» справа снизу на рис. 1).

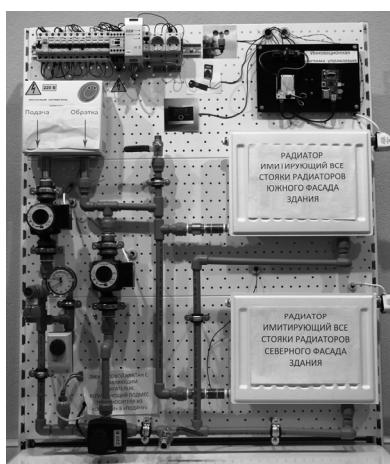


Рис. 3. Созданный стенд для моделирования работы системы управления

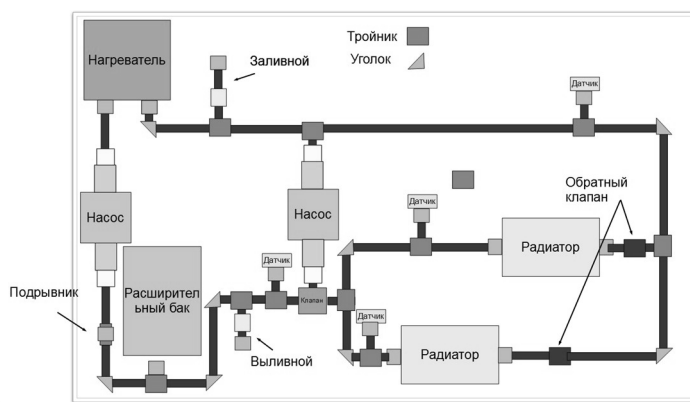


Рис. 4. Гидравлическая схема стенда

Таким образом, созданы прототип блока управления, осуществляющий работу с помощью нечеткой логики, и экспериментальный стенд, на котором будет происходить дальнейшее экспериментальное моделирование особенностей управления тепловыми режимами здания.

Об авторах

Сергей Валериевич Нестеров — канд. физ.-мат. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: nst456@mail333.com

Сергей Васильевич Петров — ассист., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: petrov_sv67@mail.ru

Олег Владимирович Толстель — канд. техн. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: oleg77764@mail.ru

Артем Олегович Чурилов — студент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.
E-mail: artem_churilov@mail.ru

About the authors

Dr Sergey Nesterov — Ass. Prof., I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.
E-mail: nst456@mail333.com

Sergey Petrov — Ass., I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.
E-mail: petrov_sv67@mail.ru

Dr Oleg Tolstel' — Ass. Prof., I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.
E-mail: oleg77764@mail.ru

Artyem Churilov — student, I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.
E-mail: artem_churilov@mail.ru