

УДК 62-83

## КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

*В. А. СЕЛИВАНОВ, Н. Г. ШЕЛЕСТЕНКО, А. М. КОКАШИНСКИЙ*

ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Могилев, Беларусь

UDC 62-83

## CONTROL AND MANAGEMENT OF CLIMATE PARAMETERS OF VENTILATION UNIT BASED ON FUZZY LOGIC

*V. A. SELIVANOV, N. G. SHELESTENKO, A. M. KOKASHINSKY*

### Аннотация

В статье рассмотрена система контроля и управления приточно-вытяжной вентиляционной установкой с системой активной утилизацией тепла, работающей в различных режимах: охлаждение или подогрев, вентиляция или кондиционирование. Режимы работы обеспечиваются на основе нечеткой логики тиристорным регулятором напряжения.

### Ключевые слова:

контроль, система, управление, установка, модель, регулирование, тепло, температура, фаззификация, сигналы.

### Abstract

The article considers the system for monitoring and controlling the supply and exhaust ventilation plant with an active heat recovery system operating in various modes: cooling or heating, ventilation or air conditioning. Modes of operation are provided on the basis of fuzzy logic by a thyristor voltage regulator.

### Key words:

control, system, control, installation, model, regulation, heat, temperature, fuzzification, signals.

Система контроля, с точки зрения происходящих в ней процессов теплообмена и математического описания, является наиболее сложной [1, 2]. Следовательно, полученные для нее выводы могут быть распространены и на более простые системы: без рекуператоров или с пассивными рекуператорами. Схема подобной установки приведена на рис. 1.

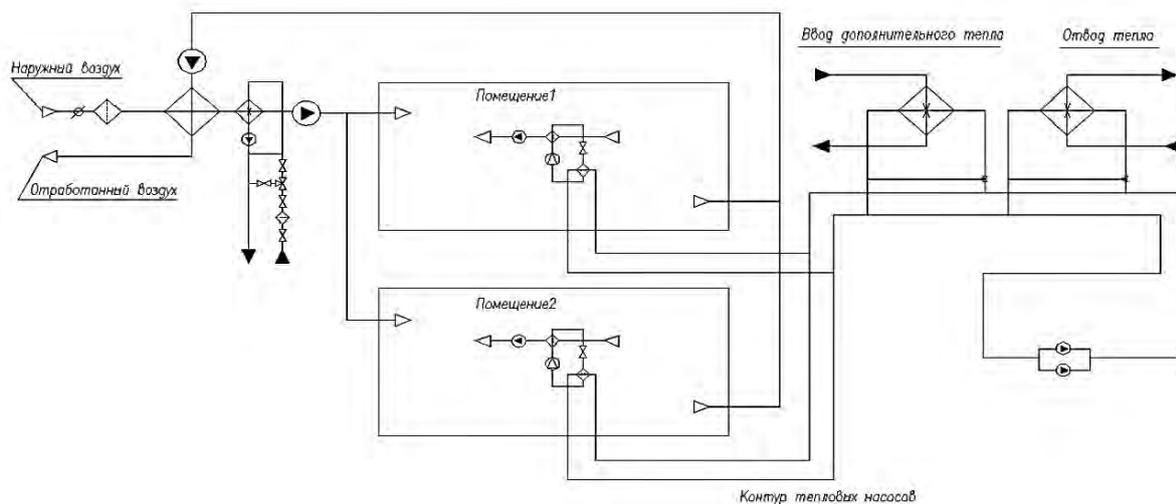


Рис. 1. Схема системы приточно-вытяжной вентиляционной установки с системой активной утилизации тепла

На схеме приведена теоретическая модель здания, состоящая из двух помещений, параметры микроклимата в которых поддерживаются системой с водяным кольцевым контуром и параллельно подключенным к нему теплонасосными установками, располагающимися в каждом из помещений.

Помещения по своей архитектуре одинаковы, приточный воздух подается в количестве  $L \text{ м}^3/\text{ч}$ .

В состав системы кондиционирования входят: тепловой насос «вода–воздух», первичный контур (воздух–хладагент), вторичный контур  $T_{\text{пр}}-T_{\text{обр}}$  (фреон–вода). Приточный воздух забирается снаружи. В калорифере центральной вентиляционной установки воздух нагревается до температуры  $t < t_{\text{вн}}$ . В помещение воздух попадает с температурой  $t$ , смешивается с воздухом, который находится в помещении.

В одном из помещений присутствуют теплоизбытки ( $Q_{\text{изб}}$ ), в другом помещении – теплопотери ( $Q_{\text{потери}}$ ).

Для поддержания заданной температуры в помещении при необходимой производительности вентиляционной установки рассмотрим модель, решающую следующие задачи (рис. 2):

– поддержание температуры в помещении на заданном уровне путем регулирования мощности нагревателя/охладителя в канале приточной вентиляции и внутренней системы отопления;

– управление скоростями приточного и вытяжного вентиляторов так, чтобы обеспечить достаточный воздухообмен и ограничивать температуру приточного воздуха в комфортных пределах.

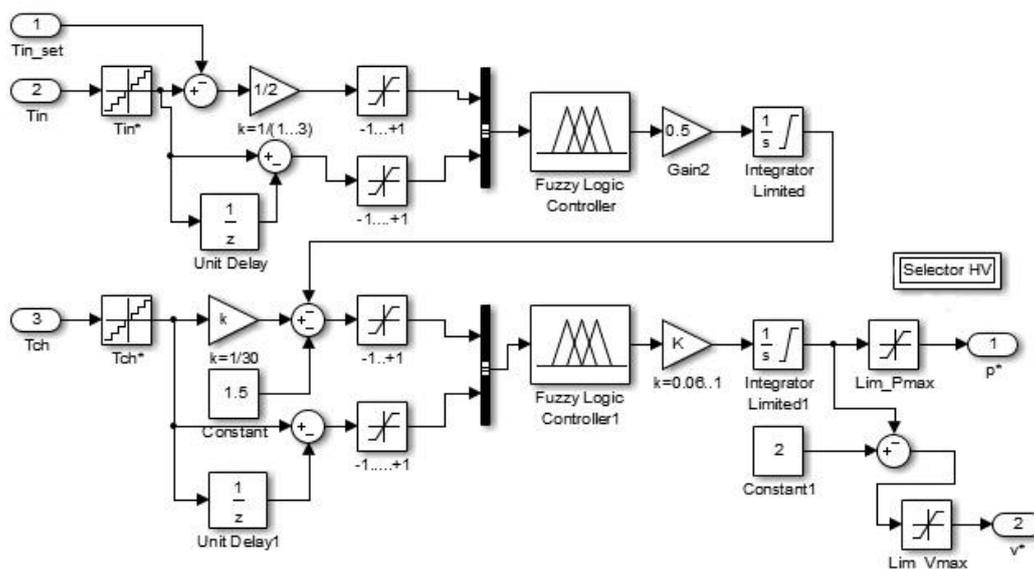


Рис. 2. Модель системы управления с нечеткими регуляторами

Система управления построена по принципу подчиненного регулирования координат с двумя нечеткими регуляторами FLC  $T_{in}$  и FLC  $T_{ch}$  с идентичными входными сигналами и базой правил. Все системы с нечеткой логикой функционируют по одному принципу: показания измерительных приборов фаззифицируются (переводятся в нечеткий формат), обрабатываются, дефаззифицируются и в виде привычных сигналов подаются на исполнительные устройства. Используются по два входных сигнала – отклонение температуры от заданного значения и ее производная. Дискретное значение отклонения температуры в помещении от заданной  $T_{in\_set}^* - T_{in}^*$  подается через усилитель и блок ограничения, определяющие допустимый диапазон отклонения температуры от заданной ( $\pm 1 \dots 3$  °C). Разность  $T_{ch\_set}^* - T_{ch}^*$  нормируется так, чтобы температура приточного воздуха изменялась в пределах  $+15 \dots +75$  °C. Дискретные разности первого порядка  $T_{ch_i}^* - T_{ch_{(i-1)}}^*$ ,  $T_{in_i}^* - T_{in_{(i-1)}}^*$ , соответствующие производным температуры воздуха в помещении  $dT_{in}/dt$  и в приточном канале  $dT_{ch}/dt$ , получены с использованием блоков задержки на один такт Unit Delay. Контроль температуры приточного  $T_{ch}$  необходим для обеспечения комфортных условий и защиты от перегрева и переохлаждения. Выходные сигналы нечетких регуляторов подаются на интеграторы с регулируемым коэффициентом в диапазоне  $0,05 \dots 1$ , что обеспечивает отсутствие ошибки в установившихся режимах и возможность адаптации системы к объектам с различными постоянными времени.

Selector HV, в свою очередь, в зависимости от уровня выходного сигнала интегратора одновременно управляет мощностью нагревате-

ля/охладителя  $P^*$  и уменьшает скорость вентиляторов  $v^*$ , если номинальной мощности нагревателя недостаточно для изменения температуры подаваемого потока воздуха. Сигнал управления нагревателем/охладителем в приточном канале одновременно может подаваться на систему отопления/кондиционирования внутри помещения.

Фаззификация входных переменных и выходного сигнала осуществляется пятью S-, Z- и П-функциями принадлежности типа *gaussmf1* с равномерным распределением на нормированных диапазонах изменения переменных [-1;+1]. Отрицательным значениям *mf1*, *mf2* соответствуют лингвистические понятия «холодно», «остывает», «уменьшается», положительным *mf4*, *mf5* – «жарко», «нагревается», «увеличивается», функция принадлежности *mf3* соответствует установившемуся процессу.

На рис. 3 показаны графики изменения температуры в помещении  $T_{in}$  до заданной  $+20\text{ }^\circ\text{C}$  при некоторых номинальных параметрах объекта с вентиляционной установкой с активной рекуперацией тепла в режиме нагрева [2]. В этом режиме температура приточного воздуха  $T_{ch} = T_{cond}$ , а удаляемого вытяжным каналом –  $T_{out} = T_{evap}$ .

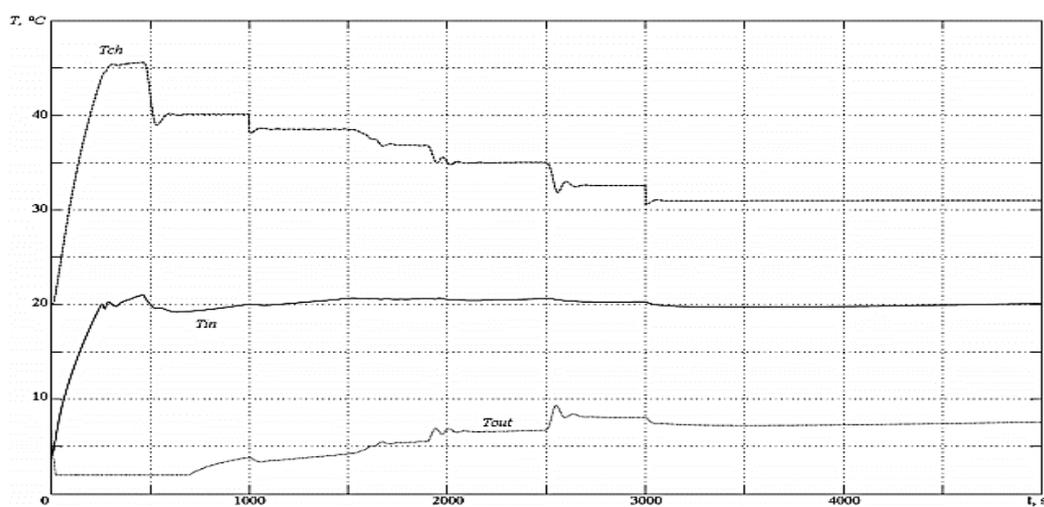


Рис. 3. Графики переходных процессов при номинальных параметрах объекта управления

Синтезированная система управления с FUZZY LOGIC за счет согласованного управления вентиляторами и нагревателями обеспечивает наиболее быстрое достижение заданной температуры при запуске системы. На рис. 4 показаны аналогичные переходные процессы при отклонении параметров объекта управления от расчетных – эквивалентный коэффициент усиления объекта и постоянные времени увеличены в два раза. Очевидно, что принципиальных изменений не возникает – температура в помещении поддерживается на заданном уровне с погрешностью не более  $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ .

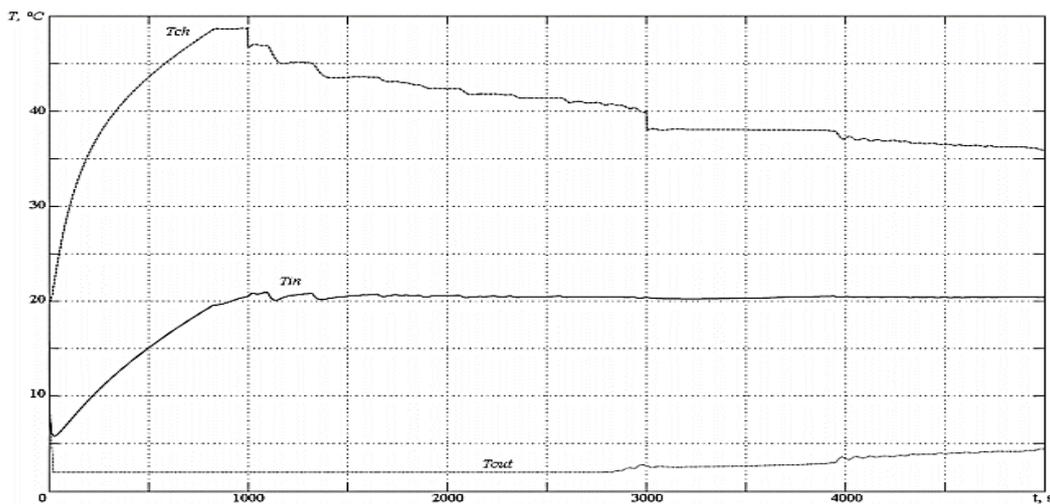


Рис. 4. Графики переходных процессов при измененных параметрах объекта управления

Полученные результаты позволяют рекомендовать разработанный блок нечетких регуляторов в качестве ядра систем управления климатическими установками. Системы с нечеткой логикой обладают удовлетворительной точностью и при заранее записанной базе правил и определенных функциях принадлежности требуют минимальных затрат времени при настройке и сохраняют работоспособность в широком диапазоне изменений параметров объектов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аверьянова, О. В.** Климатические системы с тепловыми насосами и водяным контуром / О. В. Аверьянова // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – № 2. – С. 19–22.
2. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / Е. С. Бондарь [и др.]. – Киев : Аванпост-Прим, 2005. – 560 с.