

Моделирование системы управления автономным отоплением для выбора сплит-системы

Константин Анатольевич Кузьмин, Сергей Михайлович Морозов

Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет),
Смоленская обл., г. Вязьма, Россия
e-mail: kyzmina_tk@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено автоматическое управление системы кондиционирования воздуха с целью обеспечения возможности ее успешного функционирования для создания заданных параметров микроклимата в обслуживаемом помещении.

Ключевые слова: система управления; микроклимат; энергоемкость; оборудование.

Для цитирования: Кузьмин К. А., Морозов С. М. Моделирование системы управления автономным отоплением для выбора сплит-системы // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 104–107. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp104-107>.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Modeling the autonomous heating control system for choosing a split system

Konstantin A. Kuzmin, Sergey M. Morozov

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (the First Cossack University), Smolensk region, Vyazma, Russia
e-mail: kyzmina_tk@mail.ru.

Abstract. The article considers the automatic control of the air conditioning system in order to ensure the possibility of their successful operation to create the specified microclimate parameters in the serviced premises.

Keywords: control system; microclimate; energy intensity; equipment.

For citation: Kuzmin K. A., Morozov S. M. Modeling the autonomous heating control system for choosing a split system // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(7): 104–107. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp104-107>.

Введение. Наиболее развитыми и совершенными средствами создания требуемых параметров воздуха в помещениях являются системы кондиционирования воздуха. Характерными особенностями системы кондиционирования воздуха (СКВ) являются управляемое функционирование в условиях постоянно изменяющихся параметров наружного климата, нестационарных источников и стоков тепла и влаги в обслуживаемых помещениях, а также возможная совокупность противоположно направленных в теплотехническом отношении технологических процессов обработки воздуха [1].

Количество потребляемой этими машинами и агрегатами электрической и тепловой энергии определяет энергоемкость систем отопления и кондиционирования воздуха. Суммарная энергоемкость СКВ в годовом цикле рассматривается как одно из ее основных качеств. В современных условиях показатель энергоемкости, являющийся социально-экономическим фактором долговременного действия, становится доминирующим фактором развития СКВ и имеет устойчивую тенденцию к увеличению [2]. Снижение энергоемкости систем кондиционирования воздуха достигается интенсификацией отдельных технологических процессов тепломассообмена и перемещения обменивающихся сред, а также совершенствованием технологии кондиционирования микроклимата. При этом характерно стремление к реализации рациональных в отношении энергозатрат алгоритмов функционирования и использованию дополнительных источников энергии [3].

Очевидно, что экономное комплексное использование энергии в нескольких технологических процессах или на различных стадиях одного процесса кондиционирования микроклимата, а также максимально возможное использование низкопотенциальных источников энергии требует применения более совершенных и сложных оборудования, методов и средств автоматического управления [4].

Оборудование СКВ наряду с такими достоинствами, как низкая материалоемкость, высокие теплотехнические, аэродинамические и гидравлические характеристики, надежность и т. д., должно быть приспособлено к выполнению сложных алгоритмов функционирования системы и обладать свойствам многовариантной и эффективной управляемости. При этом возникает необходимость совершенствования управления работой этого оборудования, процессами тепловлажностной обработки, перемещения и распределения воздуха, а также процессами ассимиляции и диссимиляции кондиционированным приточным воздухом тепла и влаги [5].

Задача управления в значительной мере усложняется вследствие непрерывного действия внешних и внутренних возмущений. Для подавляющего большинства СКВ наряду с основным назначением – поддержание заданных параметров воздуха в обслуживаемых помещениях – предусматривается решение задачи экономии потребляемых системой в процессе эксплуатации тепла, холода и электроэнергии.

Цель исследования – проанализировать эффективность автоматического управления системы кондиционирования воздуха с целью обеспечения возможности ее успешного функционирования для создания заданных параметров микроклимата в обслуживаемом помещении.



Методика исследований. Проектирование системы автоматического управления (САУ) осуществляли с применением метода идентификации объекта управления и имитационного моделирования в среде динамического программирования VisSim [6].

Определение переходных характеристик объекта управления проводили в реальном времени с использованием алгоритма структурной и параметрической идентификации объекта управления по экспериментальным данным, представленным в импульсной форме. В качестве критерия оценки точности идентификации использован метод наименьших квадратов (МНК) [7].

Результаты исследований. На рис. 1 представлены результаты идентификации.

На рис. 2 приводятся сопоставления графика экспериментальных данных и графика передаточной функции объекта управления. Передаточная функция объекта управления имеет следующий вид:

На рис. 3, 4 представлена имитационная модель системы автоматического управления температурой в помещении кухни. На рис. 3 показан режим охлаждения при температуре наружного воздуха 40 °С и начальной температуре в помещении кухни 30 °С. Такой вариант может быть рассмотрен и при повышении температуры за счет теплоотдачи кухонного оборудования.

Таким образом, значение температуры в помещении кухни поддерживается от 20 до 25 °С, т.е. имеет место скользящий релейный режим управления. Среднее значение температуры составляет 22,5 °С.

На рис. 4 показан режим нагрева при температуре в помещении кухни 30 °С.

На рис. 5 смоделирован процесс работы системы автоматического управления при воздействии внешнего возмущения на объект управления, т.е. внезапное резкое увеличение температуры на 5 °С. Система управления успешно справляется с этим возмущением [8].

Заключение. Смоделированная система управления отвечает всем требованиям технологического процесса во всех режимах. Реакция на внешние возмущения характеризует приемлемое качество управления и устойчивость процесса управления.

В результате анализа данных моделирования, по техническим характеристикам (мощности компрессора, времени нагрева и охлаждения, диапазона температур регулирования и т.д.) может быть определена сплит-система, обеспечивающая требуемые параметры микроклимата кухни кафе.

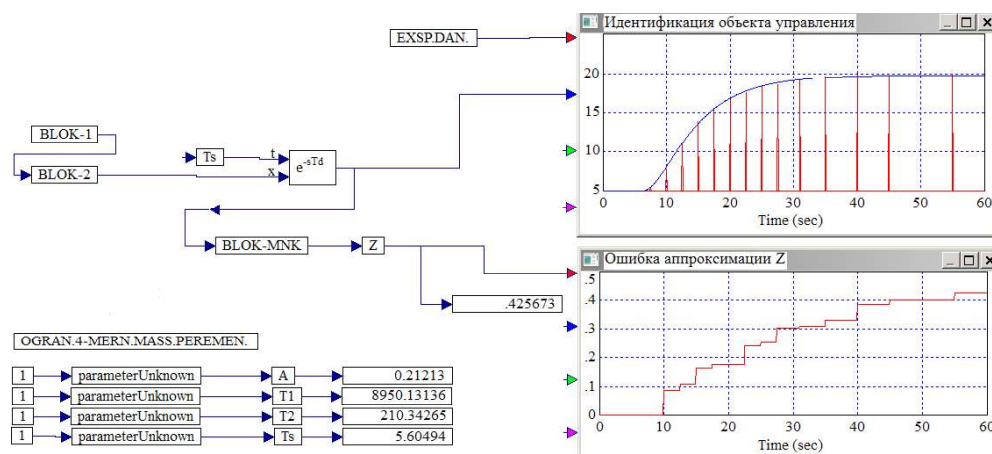


Рис. 1. Идентификация объекта управления

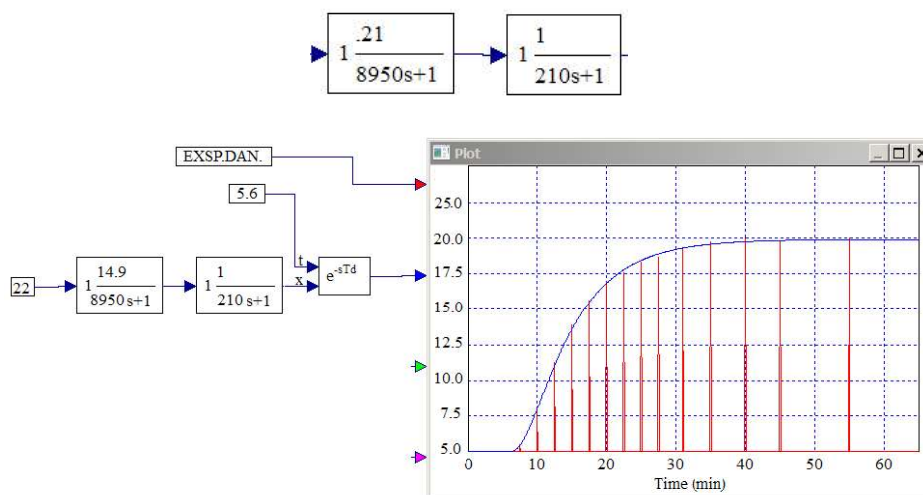


Рис. 2. Сопоставление экспериментальных данных и результатов идентификации объекта управления



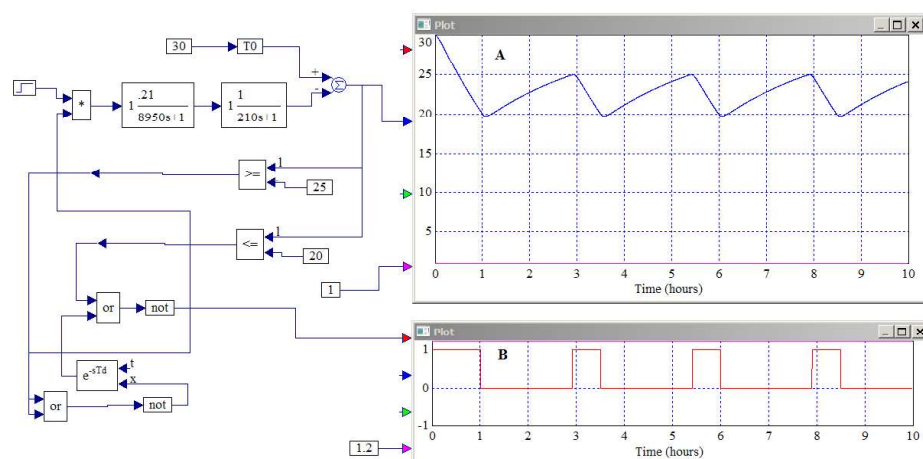


Рис. 3. Имитационная модель САУ температурой в помещении кухни в режиме охлаждения: А – график, характеризующий работу нагревательных элементов; В – сигнал управления, идущий с контролера на компрессор сплит-системы

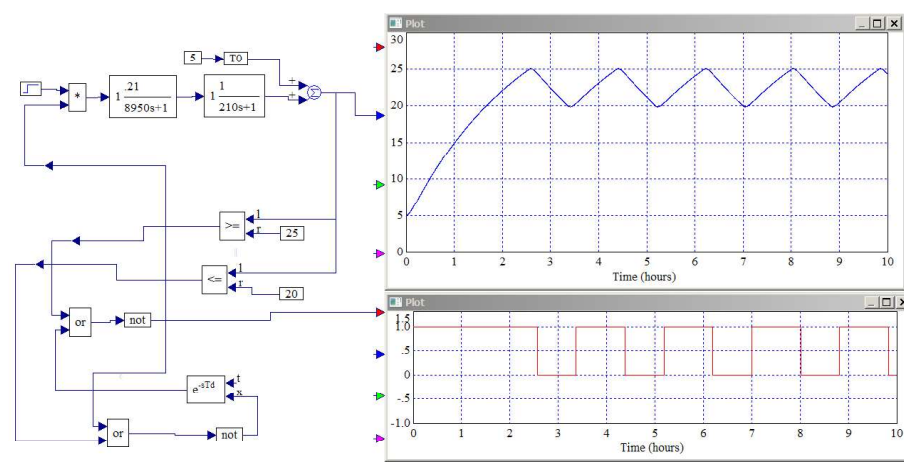


Рис. 4. Имитационная модель САУ температурой в помещении кухни в режиме нагрева

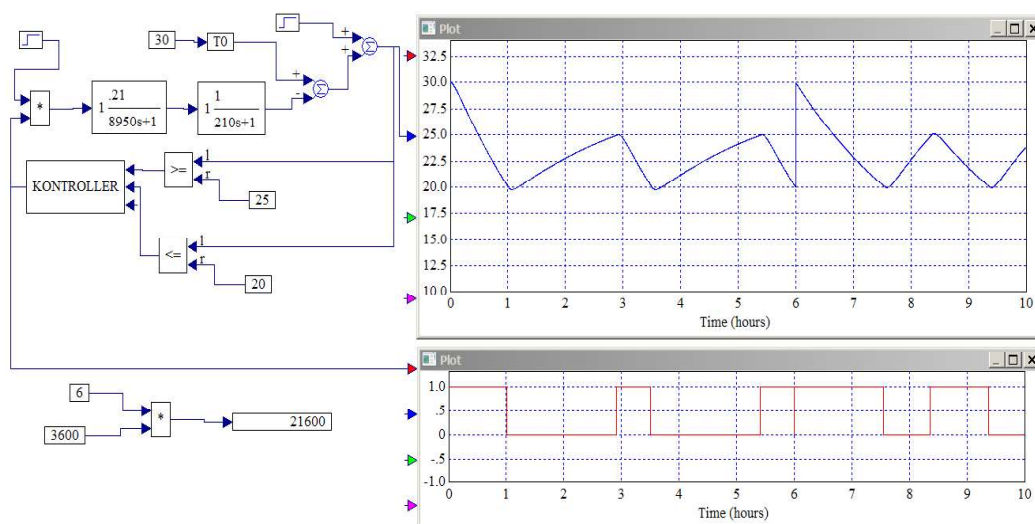


Рис. 5. Реакция САУ на внешнее возмущение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев В. А., Балувев Л. Н., Гальперин А. Д. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. М., 2015. 460с.
2. Баркалов Б. В., Карпис Е. Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях (Основы проектирования и расчёта). М., 2019. 270 с.
3. Баркалов Б., Карпис Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. М., 2015. 270 с.
4. Богословский В. Н., Кокорин О. Я., Петров Л. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение / под ред. В. Н. Богословского. М., 2018. 367 с.



5. Морозов С. М., Кузьмин К. А., Кочеткова Л. И., Балмашнова Е. В. Разработка исходных концепций метрологического обеспечения измерительных и расчетных операций при автоматизации измерений // Аграрный научный журнал. 2019. № 4. С. 87–89.
6. Кузьмин К. А., Морозов С. М. Определение оптимальных режимов работы СВЧ-установки для сушки и обжига строительного кирпича // Инженерный вестник Дона. 2018. № 3. С. 75.
7. Morozov S., Kuzmin K., Makarov G. Neural network principle of implementation of digital filters // MATEC Web of Conferences. 2018. No. 193. P. 102.
8. Morozov S., Kuzmin K., Pogodin D., Kochetkova L., Rogozhina A. Modeling of the management of the microwave grain drying process // E3S Web of Conferences. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPbWOSCE 2018. 2019. P. 02142.

REFERENCES

1. Ananiev V. A., Baluev L. N., Galperin A. D. Ventilation and air conditioning systems. Theory and practice. Moscow, 2015. 460 p. (In Russ.)
2. Barkalov B. V., Karpis E. E. Air conditioning in industrial, public and residential buildings. (Fundamentals of design and calculation). Moscow, 2019. 270 p. (In Russ.)
3. Barkalov B., Karpis E. Air conditioning in industrial, public and residential buildings. Moscow, 2015. 270 p. (In Russ.)
4. Bogoslovsky V. N., Kokorin O. Ya., Petrov L. V. Air conditioning and cold supply / ed. V. N. Bogoslovsky. Moscow, 2018. 367 p. (In Russ.)
5. Morozov S. M., Kuzmin K. A., Kochetkova L. I., Balmashnova E. V. Development of initial concepts of metrological support of measuring and settlement operations in the automation of measurements. *The agrarian scientific journal*. 2019; 4: 87–89. (In Russ.)
6. Kuzmin K. A., Morozov S. M. Determination of the optimal modes of operation of a microwave installation for drying and firing building bricks. *Engineering Bulletin of the Don*. 2018; 3: 75. (In Russ.)
7. Morozov S., Kuzmin K., Makarov G. Neural network principle of implementation of digital filters. *MATEC Web of Conferences*. 2018; 193: 102.
8. Morozov S., Kuzmin K., Pogodin D., Kochetkova L., Rogozhina A. Modeling of the management of the microwave grain drying process. *E3S Web of Conferences. 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development, SPbWOSCE 2018*. 2019: 02142.

Статья поступила в редакцию 11.03.2022; одобрена после рецензирования 08.04.2022; принята к публикации 15.04.2022.

The article was submitted 11.03.2022; approved after reviewing 08.04.2022; accepted for publication 15.04.2022.

