

УДК 681.5.033.2; 62-533.7

СИСТЕМИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ ОФІСНИХ ПРИМІЩЕНЬ З НЕЧІТКИМ УПРАВЛІННЯМ

Хмельницький Д. О., Дроменко В. Б.

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета. Дослідження системи, здатної підтримувати параметри кондиціювання офісного приміщення, та вибір оптимальних параметрів системи кондиціювання.

Методика. У роботі використані методи аналізу і синтезу систем автоматичного управління і математичний апарат теорії автоматичного управління; математичний апарат нечіткої логіки; методи апроксимації та наближення; математична лабораторія Matlab; а також методики виконання експериментальних досліджень і обробки результатів експерименту.

Результати. В статті приведені результати досліджень стосовно особливостей та підходів до контролю параметрів сучасних систем кондиціювання офісних приміщень.

Наукова новизна. Запропоновано модель нечіткого управління системою контролю і регулювання параметрів кондиціювання. Отримані результати моделювання системи контролю і регулювання параметрів кондиціювання з нечітким управлінням. Розроблене принципове інтегральне алгоритмічне рішення нечіткого управління параметрами системи кондиціювання офісних приміщень.

Практична значимість. Запропоновані рішення налаштувань параметрів нечіткого регулятора та системи на його основі з успіхом можуть бути використані в офісних приміщеннях України.

Ключові слова: офісне приміщення, автоматизована система контролю системи кондиціювання, регулювання параметрів, нечіткий регулятор, температура

На даний час перед вченими-дослідниками в області автоматизації систем управління існує проблема забезпечення необхідних параметрів вологісного і повітряного режимів офісних приміщень, в залежності від особистих потреб [1-3].

Застосування традиційних автоматичних регуляторів у автоматизації систем управління контролю кондиціювання офісних приміщень не завжди дозволяє здійснити автоматичне управління складними нестационарними об'єктами [4].

В зв'язку з цим актуальним є покращення характеристик режимів роботи нечіткого контролера та системи кондиціювання побудованої на його основі.

Постановка завдання

Метою дослідження є виявлення особливостей сучасних систем кондиціювання офісних приміщень, проведення моделювання нечіткого регулятора і системи побудованої на його основі.

Об'єктом дослідження є процеси управління з нечітким регулятором, які застосовуються в сучасних автоматизованих системах контролю та регулювання параметрів кондиціонування офісних приміщень.

Предметом дослідження є процес отримання оптимальних параметрів налаштувань системи кондиціонування офісних приміщень.

Результати дослідження

Функціональна схема управління технологічним процесом з використанням методів нечіткого управління на PC-сумісних платформах представлена на рис. 1.

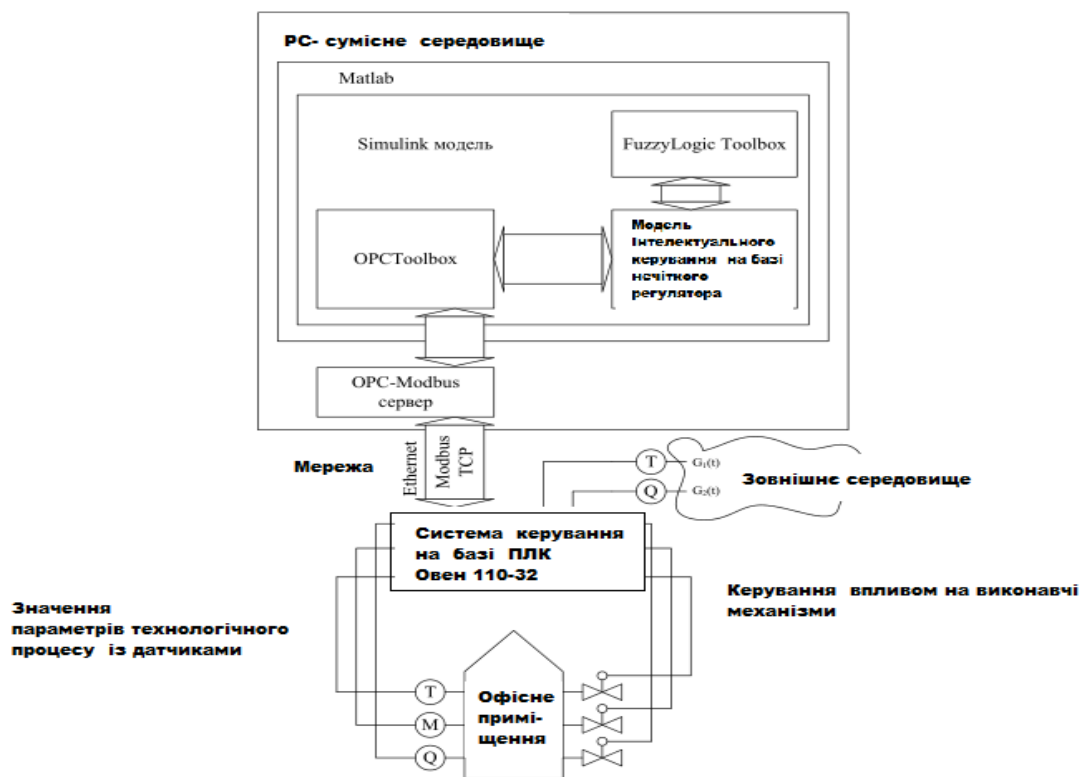


Рис. 1. Функціональна структура управління технологічним процесом із застосуванням методів нечіткого управління

У наведеній системі управління значення параметрів технологічного процесу з датчиків надходять в промислову систему управління на базі контролера Овен110-32. Разом з цими даними про технологічний процес надходять так само і дані про параметри навколишнього середовища. Потім здійснюється передача отриманих значень з датчиків на OPC-Modbus сервер, що функціонує на PC-сумісній платформі. В якості передавальної середовища виступає локальна обчислювальна мережа офісного комплексу Ethernet, а для передачі даних використовується протокол Modbus TCP. Для

передачі даних в розроблену Simulink модель інтелектуального управління на базі нечіткого регулятора в середовищі Matlab використовується розширення пакета Simulink OPC Toolbox, яке опитує OPC-сервер локально на PC-сумісній платформі. На підставі отриманих даних з датчиків про хід технологічного процесу і зміни зовнішніх умов функціонування Simulink модель інтелектуального управління виробляє вплив за допомогою алгоритмів нечіткого моделювання, результат якого відправляється на локальний OPC-сервер за допомогою функції пакета OPC Toolbox.

З OPC-сервера PC-сумісній платформі результат інтелектуальної системи управління надходить на промисловий контролер, який в свою чергу виробляє керуючий вплив на виконавчі механізми об'єкта управління. Результатом управління є встановлення таких технологічних параметрів, які найбільшою мірою відповідають умовам функціонування технологічного процесу кондиціонування офісного приміщення і подальшому автоматичному підтриманню цих режимів з одночасним відстеженням всіх змін умов функціонування.

Для проведення досліджень за основу було взято алгоритмічні структури технологічного об'єкта та було проведено його структурну ідентифікацію [5]. Узагальнена структура системи нечіткого управління приведена на рис. 2.

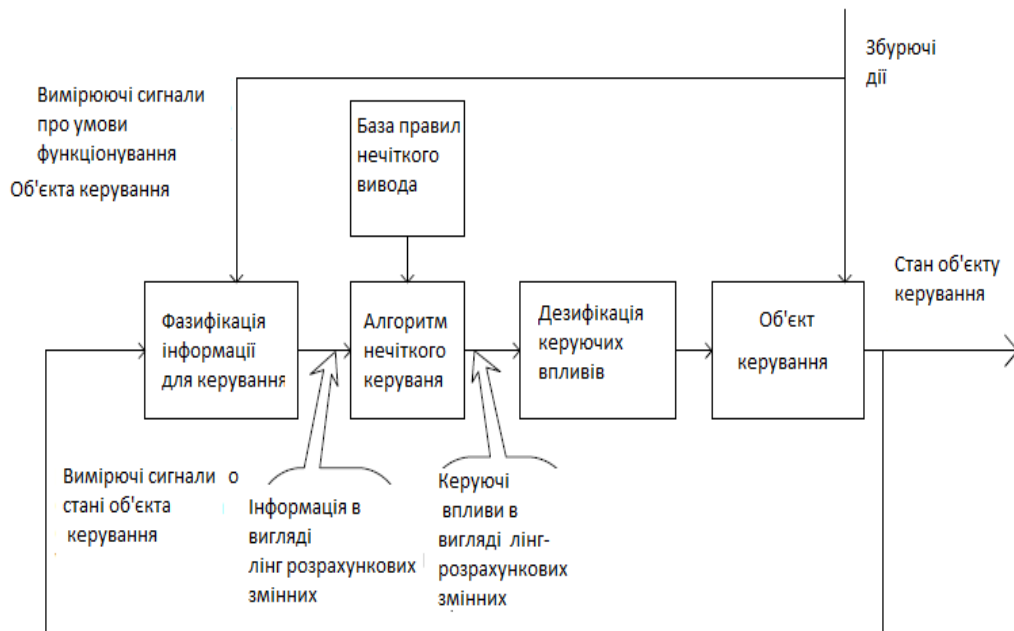


Рис. 2. Структура системи нечіткого управління

При створенні системи нечіткого управління необхідно вирішити наступні принципові питання:

- надання інформації, використовуваної для управління в термінах нечіткої логіки (завдання фазифікація);
- формулювання бази правил нечіткого виводу з урахуванням експертних знань фахівців-технологів і алгоритму визначення керуючих впливів;
- дефазифікації опису управління в термінах нечіткої логіки з метою отримання фізичних дій, що управляють системою.

Рішення перерахованих вище питань пов'язано з необхідністю виконання досліджень і розробкою відповідних математичних моделей, які можна застосувати до управління кондиціонування.

Питання фазифікація управляючих впливів, як в роботах [1, 2, 3], так і в багатьох інших, вирішується з використанням трикутних і трапецієподібних функцій приналежності для сигналів управління.

Скористаємося рекомендаціями названих робіт і опишемо завдання фазифікації керуючих впливів функціями належності, зображеними на рис. 3.

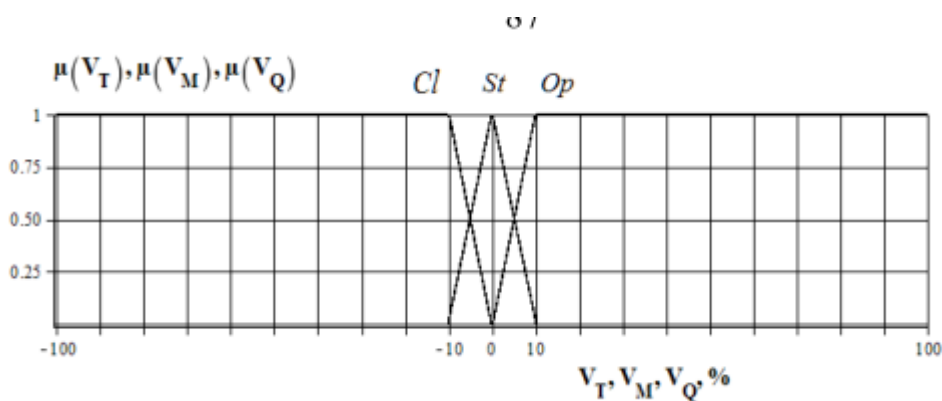


Рис. 3. Функції приналежності термінів лінгвістичних змінних «Упр.Т», «Упр.М», «Упр.О»

Програмна структура нечіткого регулятора, що реалізується на ПЛК SIMATIC S7-300 [6], і представлена в середовищі розробника Fuzzy Control ++ показана на рис. 4.

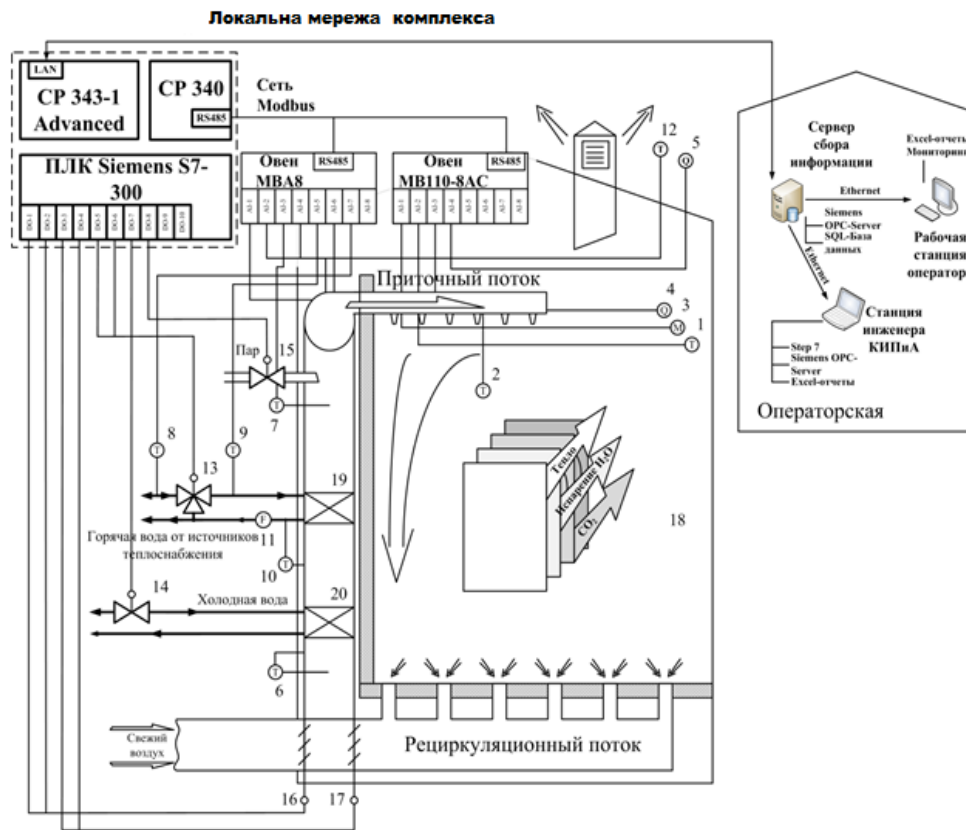


Рис. 4. Використання контролера SIMATIC S7-300 для реалізації нечіткого регулятора

Налаштування контролера SIMATIC S7-300, що зображені на рис. 5, проводяться в програмному забезпеченні, що надається з регулятором.

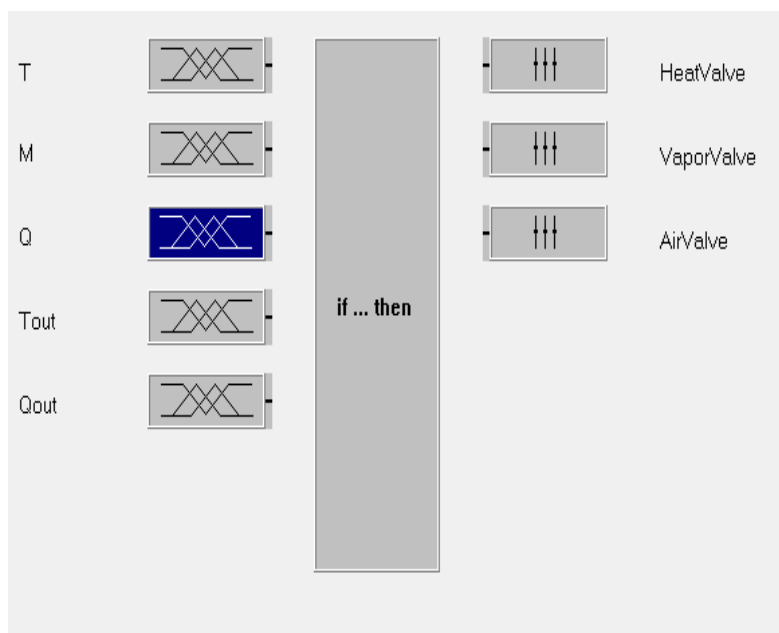


Рис. 5. Структура нечіткого регулятора в середовищі Fuzzy Control ++

Регулятор має 5 вхідних лінгвістичних змінних (Т, М, Q, Tout і Qout) і 3 вихідних (HeatValve, VaporValve і AirValve).

Для кожної вхідної змінної були визначені умови відповідно до розробленої моделі нечіткого регулятора.

В функціях приналежності були використані типові трикутні і трапецієподібні, зважаючи на відсутність можливості вбудувати розроблені функції приналежності типу «lagrmf», «lagrlmf» і «lagrrmf» в середовищі розробки Fuzzy Control ++.

Для опису вхідних змінних використовувалися наступні параметри технологічного процесу:

- «Tout» – температура зовнішнього повітря;
- «Т» – температура процесу;
- «Qout» – зовнішня концентрація вуглекислого газу.
- «Q» – концентрація вуглекислого газу;
- «М» – вологість процесу.

Результати фазифікації вхідних змінних нечіткого регулятора в середовищі Fuzzy Control ++ представлені на прикладі змінної «температура процесу» представлено на рис. 6.

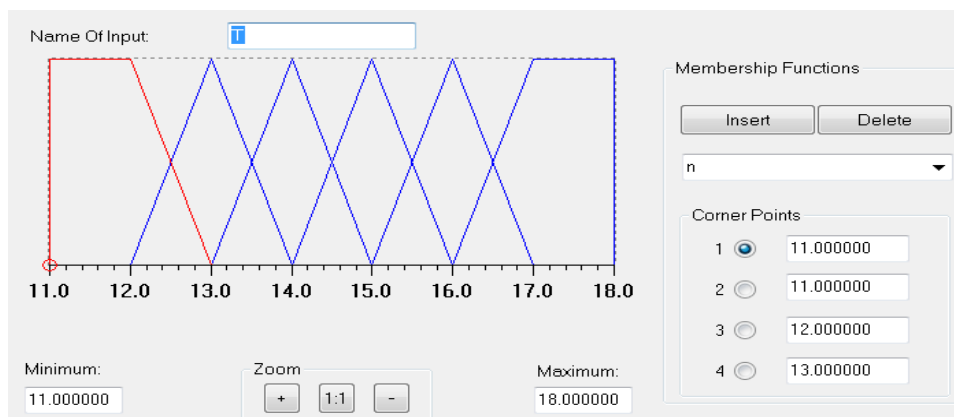


Рис. 6. Функції приналежності вхідної змінної «Т»

Результати фазифікація вихідних змінних нечіткого регулятора в середовищі Fuzzy Control ++ на прикладі вихідної змінної «HeatValve» представлені на рис. 7.

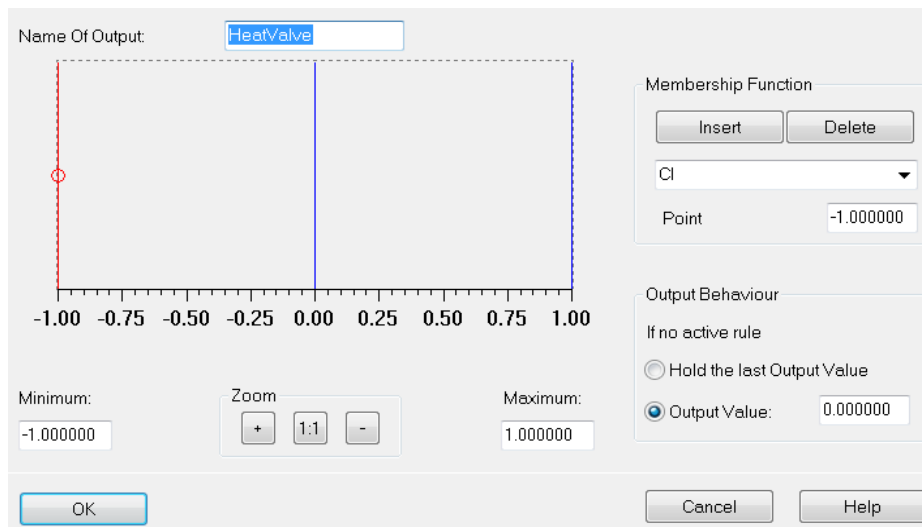


Рис. 7. Функції належності вихідної змінної «HeatValve»

Для кожної вихідної лінгвістичної змінної були задані терми і функції приналежності відповідно до вихідних даних. При вирішенні завдання фазифікація вихідних змінних було задано 9 термів з одноелементними функціями приналежності з параметрами, де за значення параметра функції приналежності («Point») було взято значення ядра. Рішення завдання фазифікація для вихідних змінних «VaporValve» і «AirValve» виконано за аналогією з вихідної змінної «HeatValve».

При створенні бази правил було сформульовано 73 правила. В процесі формування бази правил використовувалися всі вхідні і вихідні змінні нечіткого регулятора. Фрагмент бази правил в середовищі Fuzzy Control ++ представлений на рис. 8.

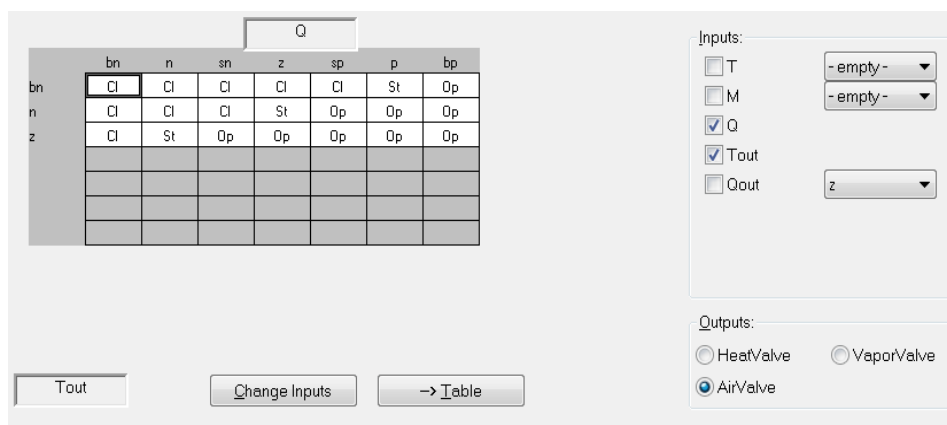


Рис. 8. Інтерфейс середовища FuzzyControl ++ для формування бази правил

На рис. 9. наведено змодельована в середовищі Matlab структура для регулювання одного з контурів кондиціонування офісними приміщеннями.

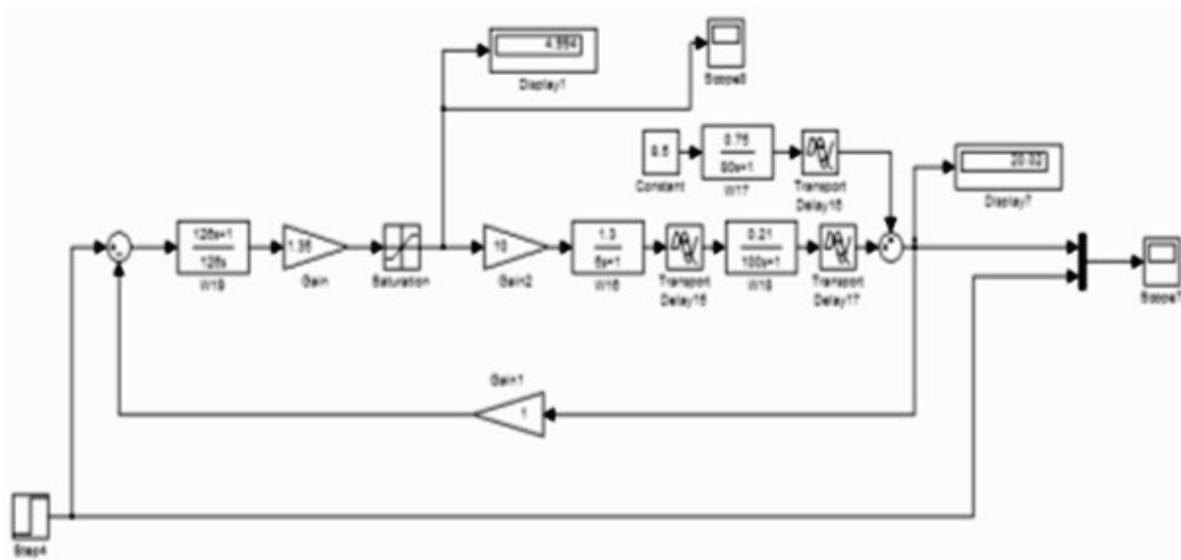


Рис. 9. Структура контуру стабілізації температури приточного повітря

Передавальна функція об'єкта, включаючи клапан, має наступний вигляд:

$$W_o = \frac{k_1 * k_2}{(T_1 p + 1) * (T_2 p + 1)} = \frac{1.3 * 0.21}{(5 p + 1) * (100 p + 1)} \quad (1)$$

Передавальна функція ПІ-регулятора:

$$W_p = k_p \frac{(T_u p + 1)}{T_u p} \quad (2)$$

Розрахуємо параметри регулятора.

$$k_p = \frac{(T_1 + T_2)}{k_o \tau} = \frac{5 + 100}{0.273 * 10} = 38.5; \quad (3)$$

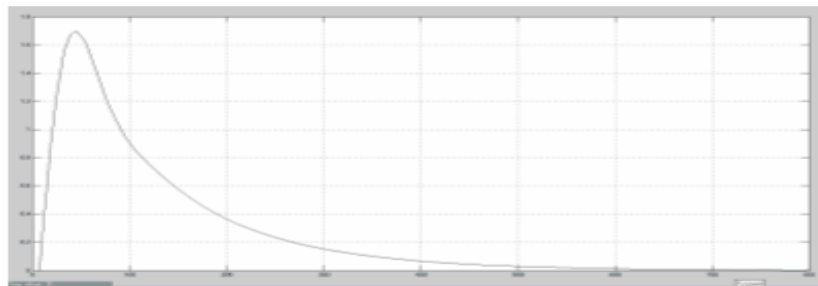
$$T_u = T_1 + T_2 = 5 + 100 = 105 \quad (4)$$

На рис. 10. представлений графік вихідного сигналу регулятора під час перехідного процесу за каналом управління та каналом збурення.

Застосування результатів моделювання параметрів нечіткого регулювання в офісному приміщенні дали наступні результати. На рис. 11. та рис. 12. представлено графіки температури в офісному приміщенні та графік зміни вологості повітря при нечіткому регулюванні параметрів



а) за каналом управління



б) за каналом збурення

Рис. 10. Перехідна характеристика вихідного сигналу регулятора.

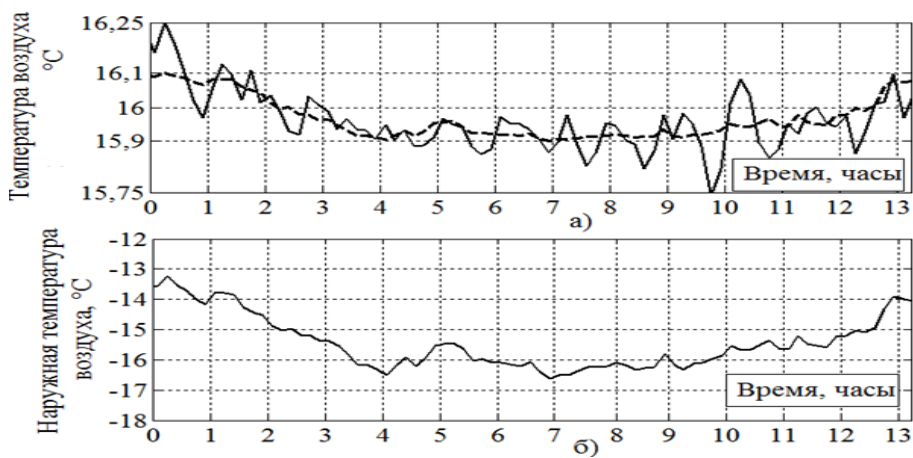


Рис. 11. Графіки температури в офісному приміщенні (а) – суцільна, налаштування температури; – пунктирна, зовнішньої температури повітря; (б) при нечіткому регулюванні параметрів

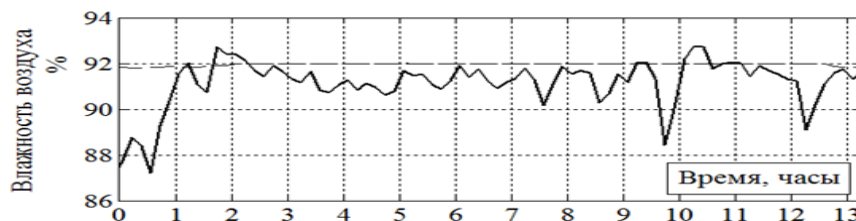


Рис. 12. Графік зміни вологості повітря при нечіткому регулюванні параметрів

У відповідності до заданих технологом правил, значення вологості утримується на рівні 92%. Система управління підтримує необхідне значення з максимальним відхиленням в 7%.

Висновки

На основі одержаних дослідних результатів підтверджується, що запропонований варіант налаштувань нечіткого регулятора адекватно впливає на зміну основних параметрів контролю системи кондиціонування офісного приміщення шляхом нечіткого управління процесами, які пов'язані із кондиціонуванням офісних приміщень класу А.

Список використаних джерел

1. Розробка та дослідження інтелектуальної системи регулювання параметрів мікроклімату приміщення / [Конох І. С., Гула І. С., Перекрест А. Л., Сукач С. В.]. – Електронний ресурс: <http://ees.kdu.edu.ua/wp-content/uploads/2013/04/80.pdf> (дата звернення 05.12.2016)
2. Вычужанин В. Модель кондиционируемого помещения при нестационарных тепловлажностных нагрузках. / Вычужанин В. // Специализированный журнал СОК, К. :, 2006. – С. 62-64.
3. Жуковський С. С. Уточнення методу розрахунку термотискової аерації приміщень / Жуковський С. С., Гудз Р. А. // Львівська політехніка № 737 (2012) С. 56-59.
4. Гостев Р. А. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления. / Гостев Р. А. – К. : Радиоаматор, 2008. – 972 с.
5. Крушель В. Г. Нелинейные алгоритмы регулирования микроклимата / Е. Г. Крушель, В. Г. Семенов, И. В. Степанченко, В. В. Сургутанов // Известия ВолгГТУ. – 2007. – № 3. – С. 89-92.

References

1. Rozrobka ta doslidzhennia intelektualnoi systemy rehuliuвання parametriv mikroklimatu prymishchennia / [Konokh I. S., Hula I. S., Perekrest A. L., Sukach S. V.]. – Elektronnyi resurs: <http://ees.kdu.edu.ua/wp-content/uploads/2013/04/80.pdf> (data zvernennia 05.12.2016)

2. Vychuzhanyn V. Model kondytsyonyruemoho pomeshcheniya pry nestatsyonarnykh teplovlazhnostnykh nahruzkakh. / Vychuzhanyn V. // Spetsyalyzyrovannyi zhurnal SOK, K. ., 2006. – S. 62-64.
3. Zhukovskiy S. S. Utochnennia metodu rozrakhunku termotyskovoї aeratsii prymishchen / Zhukovskiy S. S., Hudz R. A. // Lvivska politekhnikа № 737 (2012) С. 56-59.
4. Hostev R. A. Nechetkye rehulatory v systemakh avtomatycheskoho upravleniya. / Hostev R. A. – K. : Radioamator, 2008. – 972 s.
5. Krushel V. H. Nelyneinye alhorytmy rehulyrovanyia mykroklymata / E. H. Krushel, V. H. Semenov, Y. V. Stepanchenko, V. V. Surhutanov // Yzvestyia VolhHTU. – 2007. – № 3. – S. 89-92.

Системы кондиционирования воздуха офисных помещений с нечетким управлением

Хмельницкий Д. А., Дроменко В. Б.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование системы, способной поддерживать параметры кондиционирования офисного помещения, и выбор оптимальных параметров системы кондиционирования.

Методика. В работе использованы методы анализа и синтеза систем автоматического управления и математический аппарат теории автоматического управления; математический аппарат нечеткой логики; методы аппроксимации и приближения; матричная лаборатория Matlab; а также методики выполнения экспериментальных исследований и обработки результатов эксперимента.

Результаты. В статье приведены результаты исследований по особенностям и подходов к контролю параметров современных систем кондиционирования офисных помещений.

Научная новизна. Предложены модель нечеткого управления системой контроля и регулирования параметров кондиционирования. Получены результаты моделирования системы контроля и регулирования параметров кондиционирования с нечетким управлением. Разработано принципиальное интегральное алгоритмическое решение нечеткого управления параметрами системы кондиционирования офисных помещений.

Практическая значимость. Предлагаемые решения настроек параметров нечеткого регулятора и системы на его основе с успехом могут быть использованы в офисных помещениях Украины.

Ключевые слова: офисное помещение, автоматизированная система контроля системы кондиционирования, регулирования параметров, нечеткий регулятор, температура

Air-conditioned office buildings with fuzzy management***Khmelnyskyi D. A., Dromenko V. B.****Kyiv national university of technology and design*

Purpose. *The research system capable of supporting office building air conditioning options, and the choice of optimal air conditioning parameters.*

Methodology. *We used the analysis and synthesis methods of automatic control systems and mathematical tools automatic control theory; mathematical apparatus of fuzzy logic; methods of approximation and convergence; mathematical laboratory Matlab; and implementation methods of experimental research and processing of the experimental results.*

Findings. *Article includes the results of researches regarding characteristics and approaches to control the parameters of modern office's air conditioning.*

Originality. *The proposed model fuzzy control system for monitoring and regulating of parameters air conditioning. Obtained results of modeling systems monitoring and regulation of parameters of fuzzy control of air conditioning. Designed fundamental integral algorithmic solutions of fuzzy control parameters conditioning systems of office buildings.*

Practical value. *Proposed solutions fuzzy controller parameter settings and systems based on it, which can be successfully used in other office buildings Ukraine.*

Keywords: *office space, automated control system air-conditioning system, control panel, fuzzy controller, temperature*