

Хмельницький національний університет
Факультет програмування
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра комп'ютерної інженерії та системного програмування

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні

Назва теми

КВРКІ. 170164.17.01.08 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

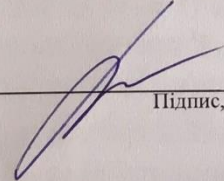
Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-17-1


Підпис

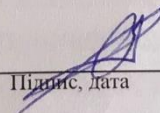
А. С. Дунець
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

Є. Г. Гнатчук
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

С.М. Лисенко
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та системного
програмування


Підпис

Т.О. Говорущенко
Ініціали, прізвище

« 14 » червня 2021 р.

Хмельницький 2021

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА СИСТЕМОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О. Говорушенко

“ 11 ” 01 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Дунцю Артему Сергійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні

Керівник проекту (роботи) Гнатчук Є.Г., к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 05.02.2021 р. № 11

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 14.06.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження предметної області та постановка задачі

Моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні

Проектування фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні

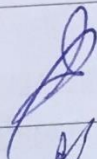
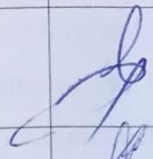


5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Структура нечіткої системи

Структурна схема фаззи регулятора температурних датчиків

Схематичне представлення апаратно-програмної взаємодії всередині контролера

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІСП		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІСП		

7. Дата видачі завдання « 11 » 01 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2021	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2021	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2021	виконано
4	Робота над розділом 2 – моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні	01.04.2021	виконано
5	Робота над розділом 3 – проектування фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні	30.04.2021	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31.05.2021	виконано
7	Попередній захист ВКР	02.06.2021	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2021 року	

Студент

Керівник роботи


Підпис


Підпис

А. С. Дунець
Ініціали, прізвище

Є. Г. Гнатчук
Ініціали, прізвище

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ екз	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1		КвРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Пояснювальна записка	59		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2		КвРКІ 170164.17.01.08 Е8	Структура нечіткої системи	1		
3		КвРКІ 170164.17.01.08 Е8	Структурна схема фаззи регулятора температурних датчиків	1		
4		КвРКІ 170164.17.01.08 Е8	Схематичне представлення апаратно-програмної взаємодії всередині контролера	1		

КвРКІ 170164.17.01.08 ВП

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Дунець			У	1	1
Перевір.		Гнатчук			ХНУ, КІ-17-1		
Н. контр.		Лисенко					
Затв.		Говорухинко					

Відомість проекту

ХНУ, КІ-17-1

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні».

Автор роботи: Дунець Артем Сергійович.

Керівник роботи: Гнатчук Єлизавета Геннадіївна.

Пояснювальна записка: 59 с., 19 рис., 9 табл., 3 дод., 40 джерел.

Графічна частина: 7 презентаційних слайдів.

ТЕМПЕРАТУРНИЙ ДАТЧИК, ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОР, НЕЧІТКА ЛОГІКА,
РІВЕНЬ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТУ.

Метою роботи є синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні.

Об'єктом дослідження є програмно-технічний засіб – фаззи регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні.

Предметом дослідження є формалізований опис та структура фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні.

Практичне значення має змодельований та реалізований фаззи регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні.



Підпис студента

20.06.2021

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ..	6
1.1 Аналіз підходів щодо оцінки рівня теплового комфорту	6
1.2 Використання нечіткої логіки в нелінійних системах	13
1.3 Висновки. Постановка задачі.....	18
2 МОДЕЛЮВАННЯ ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРНИХ ДАТЧИКІВ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРИМІЩЕННІ	19
2.1 Використання нечіткої логіки для моделювання фаззи регулятора температурних датчиків	19
2.2 Температурні регулятори	27
2.3 Фаззи регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні..	30
2.4 Висновки	36
3 ПРОЄКТУВАННЯ ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРНИХ ДАТЧИКІВ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРИМІЩЕННІ	37
3.1 Використання температурних сенсорів для моделювання фаззи регулятора температурних датчиків	37
3.2 Проєктування фаззи регулятора температурних датчиків.....	41
3.3 Результати експериментів	46
3.4 Висновки	50
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	52
ДОДАТОК А СТРУКТУРА НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ.....	57
ДОДАТОК Б СТРУКТУРНА СХЕМА ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРНИХ ДАТЧИКІВ.....	58
ДОДАТОК В СХЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ АПАРАТНО- ПРОГРАМНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ВСЕРЕДИНИ КОНТРОЛЕРА.....	59

КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Дунець А.С.			Синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні. Пояснювальна записка	Літера	Арк.вш	Арк.впіп
Перевір.		Гнатчук Є.Г.				у	2	59
Н.контр.		Лисенко С.М.			ХНУ КІ-17-1			
Затвер.		Говорущенко Т.О.						

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

НЛ – нечітка логіка

ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціюючий регулятор

FLC – fuzzy logic controller (контролер нечіткої логіки)

PMV – прогнозована середня оцінка тепловідчуттів людини

ПЗ – програмне забезпечення

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Системи температурного регулювання (кондиціонування) є невід'ємною частиною майже кожного закладу. Вони використовуються в таких місцях, як аудиторія, криті стадіони та конференц-зали, у будинках та офісах. Тепловий комфорт у приміщенні має прямий вплив на людину продуктивність та опосередкований вплив на енергоефективність.

Контроль температури – одна із стратегій досягнення індивідуального комфорту в кімнаті, хоча температура лише один з факторів, що впливають на рівень теплового комфорту.

Питання контролю та регулювання параметрів мікроклімату у побутових або промислових приміщеннях, де важливим фактором є комфорт людини за умови її перебуванні у контрольованому приміщенні та участі в процесах керування є актуальним.

Основними параметрами, що характеризують мікроклімат, є температура повітря та вологість. Умови середовища в якому перебуває людина впливають на її стан здоров'я та діяльність, особливо це важливо для навчальних приміщень. Відхилення від нормативних параметрів мікроклімату викликає неприємні відчуття, призводить до незадовільного стану роботи організму в цілому. Якщо несприятливі чинники мікроклімату впливають тривало, це швидко призводить до погіршення самопочуття, підвищеної втомлюваності та зниження працездатності.

Системи контролю температури важко математично моделювати через складні взаємодії різноманітних вхідних та вихідних змінних. А звичайні методи проектування управління вимагають розробки математичної моделі системи управління. Це є перевагою нечіткого логічного управління, яке не вимагає математичного моделювання для проектування контролерів. Він має здатність мати справу з нелінійними системами. Контролер нечіткої логіки (FLC) використовує якісні знання системи для проектування контролера. FLC має справу з невизначеностями в процесі контролю, збираючи як людські знання, так і

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досвід.

Метою роботи є синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні.

Об'єктом дослідження є програмно-технічний засіб – фаззи регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні.

Предметом дослідження є формалізований опис та структура фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні.

Практичне значення має змодельований та реалізований фаззи регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз підходів щодо оцінки рівня теплового комфорту

Тепловий комфорт у приміщенні має прямий вплив на працездатність людини та опосередкований вплив на енергоефективність.

Контроль температури – одна із стратегій досягнення індивідуального комфорту в приміщенні, хоча температура є лише одним із факторів, що впливають на рівень теплового комфорту. Тепловий комфорт визначається як «стан, що виражає задоволення від теплового середовища». Індекс, який називається прогнозована середня оцінка тепловідчуттів людини (PMV), був запропонований Fanger (1972) для визначення середнього значення великої групи людей за шкалою теплового відчуття.

Цей показник залежить від шести факторів: швидкості метаболізму, ізоляції одягу, температури повітря, вологості, швидкості руху повітря та середньої температури випромінювання.

PMV – це суб'єктивна оцінка комфортних відчуттів у приміщенні.

Багато наукових статей присвячено способам застосування методів машинного навчання для прогнозування параметрів, що впливають на тепловий комфорт. У роботі [1] модель штучної нейронної мережі (ANN) була використана для прогнозування температури в будівлі. Модель добре фіксувала внутрішню динаміку досліджуваної системи. При моделюванні модель давала низькі показники неточностей для прогнозу на найближчі кілька днів.

Дослідження [2] описує розробку контролера ANN, що складається з метеорологічного модуля, який передбачає температуру навколишнього середовища та сонячного випромінювання, модуля для визначення температури в приміщенні.

У роботі [3] розглядається проблема контролю системи опалення та кондиціонування (HVAC) для того, щоб досягти бажаного рівня теплового

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комфорту та економії енергії. Тепловий комфорт, оцінений за допомогою індексу PMV, досягається при мінімальному споживанні енергії. Оцінюється що економія енергії в результаті застосування запропонованого методу перевищує 50%.

Крім того, можна виділити роботи, що досліджують застосування нечітких логічних контролерів (FLC) для визначення внутрішніх теплових параметрів.

Наприклад, у дослідженні [4], синтез ПД-контролера нечіткої логіки та класичної температури, ПД-контролер використовувався для контролю мікроклімату.

В роботі [5], був запропонований дизайн кімнати з регулятором температури та вологості на основі нечіткої логіки. Модель складається з двох контролерів з нечіткою логікою для контроль температури та вологості повітря відповідно. Перший контролер приймає два вхідні значення – поточну температуру, що визначається датчиком температури та його відхиленням від встановленої користувачем температурою і відповідно регулює швидкість вентиляторів тепла та охолодження. Коли поточна кімнатна температура досягає заданої точки, вона служить одним із вхідних даних сигналів для другого нечіткого контролера, який керує вологістю. Система має ідеальний рівень відносної вологості для заданої користувачем температури. Виявлену поточну вологість датчиком в кімнаті служить другим входом в контролер. Зволожувач та швидкість витяжного вентилятора контролюються відповідно для підтримки належного рівня вологості для цієї температури.

Нечіткі множини широко знаходять своє застосування в задачах оптимізації. Наприклад, в роботі [6] застосовується теорія нечітких множин для покращення якості прийняття рішень в енергосистемі, що використовує відновлювані джерела енергії. В рамках цього дослідження пропонується модель для оцінювання теплового комфорту за допомогою як штучних нейронних мереж, так і нечіткої логіки. У створеній моделі, індекс PMV, який походить від ANN, буде використовуватися як вхідний параметр на додаток до температури та вологості повітря в кімнаті. Нейромережа була навчена значенням температури

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря і відносної вологості повітря і розрахована на обчислення індексу PMV
Використання цього параметра зручно для створення нечітких логічних правил, оскільки стандарти описують шкалу комфорту, що дозволяє більш точно регулювати температуру і значення вологості, оскільки ці параметри безпосередньо впливають на індекс PMV і пов'язані між собою.

Для керування мікрокліматом приміщень з використанням нечіткої логіки є декілька основних параметрів, які необхідно контролювати. При оцінці мікрокліматичних умов житла основне значення має його температурний режим. Відносна вологість повітря має бути в межах 40-60%. Саме тому, найчастіше визначають і змінюють відповідно до потреб температуру й відносну вологість повітря, проте вони не єдині параметри на які потрібно зважати.

Найважливішими характеристиками мікроклімату приміщень є:

- температура повітря;
- швидкість повітряних потоків;
- тиск та швидкість його зміни;
- наявність дисперсних фаз;
- температура стін та покриття підлоги;
- газовий склад повітря;
- наявність у ньому шкідливих речовин (гідроген сульфід, оксидів нітрогену і сульфуру, родону, тощо);
- відносна вологість повітря;
- рівень освітлення об'єктів у приміщенні;
- спектри акустичних і електромагнітних хвиль;
- вміст електронегативних іонів;
- забруднення повітря мікроорганізмами.

Комфортні для людини умови мікроклімату визначаються в першу чергу його теплосприйняттям, яке визначається впливом переважно чотирьох факторів: температури повітря, його відносної вологості, швидкості переміщення (рухливості), температури поверхонь, що обмежують простір приміщення.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різноманітні комбінації цих параметрів забезпечують комфортні 35 умови перебування людини у приміщенні. Кожен з параметрів може змінюватися довільно, але у визначених межах. Якщо людина не відчуває ні холоду, ні перегріву, ні руху повітря біля тіла, вона відчувається комфортно. Тобто від людини відводиться рівно стільки тепла, скільки утворює її організм (існує баланс між теплогенерацією і тепловтратами в докілья).

Наразі можна чітко виділити три основні типи кліматичного обладнання: нагрівачі, охолоджувачі та кондиціонери: нагрівачі поділяються на п'ять основних типів: масляний обігрівач або радіатор, конвектор, тепловентилятор, інфрачервоний обігрівач, інверторний кондиціонер.

Основними охолоджувачами є вентилятори, які за рахунок нагнітання повітря створюють ефект охолодження. Окремий тип складають системи охолодження або кондиціонери, які здатні як нагрівати, так і охолоджувати приміщення.

Одним із найпоширеніших нагрівачів є масляний обігрівач або радіатор. Він безшумний та безпечний: не займається, нагрівальні елементи закриті, поверхня нагрівається не більше, ніж до 100 градусів. Під час роботи не пересушує повітря і не спалює кисень. Технічно можливий термін неперервної роботи – до кількох днів поспіль. Радіатор масляного обігрівача зовні схожий на батарею центрального опалення – герметично закрити ребриста ємність. Усередині міститься мінеральне масло. Внизу в корпусі знаходяться ТЕНи (трубчасті електронагрівники). Вони повністю занурені в масло – це збільшує термін служби ТЕНів і безпечність використання. Ці елементи нагріваються самі і передають тепло маслу, після чого воно нагріває корпус. Необхідність прогрівати масло – проміжний теплоносій – робить обігрівач більш інертним, повільним. Це не завжди зручно під час включення, але після виключення обігрівача масло ще довго остигає, продовжуючи віддавати тепло. Корпус зроблений ребристим для збільшення поверхні стикання з повітрям. Чим більша поверхня, і чим швидше рухається уздовж неї повітря – тим ефективніше працює обігрівач, тим більш потужний і

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стабільний потік теплого повітря він створює, і тим рівномірніше тепло розподіляється кімнатою. У більшості обігрівачів є плавний регулятор температури, світлова індикація і перемикач режимів роботи з двома або трьома позиціями. Кожній із позицій відповідає своя комбінація включення ТЕНів і своя ступінь потужності. Це допомагає економити електроенергію і є захистом від перегріву. Термостати у більшості обігрівачів вимірюють не температуру повітря, а температуру масла в радіаторі, що є незручним для користувачів. Щоб тепле

повітря швидше розповсюдилося, на радіатор надягається спеціальний кожух, відкритий знизу і з отворами зверху. Усередині нього створюється тяга, за принципом комину, і тепле повітря поширюється кімнатою майже вдвічі швидше. Але у такого кожуха є недоліки: обігрівач стає важчим, складніше прибирати пил.

Іншим типом нагрівачів є електроконвектор, пристрій, в якому електричний струм нагріває спеціальні елементи. Це може бути спіраль або керамічний нагрівальний елемент. Перший вважається традиційним і використовується давно. Проте з часом спіраль було видозмінено, оскільки у відкритому стані вона не витримувала довгої експлуатації, окислюючись на повітрі. До того ж при її роботі в приміщеннях у великих кількостях спалювався кисень. Другий нагрівальний елемент дорожчий, але термін його експлуатації довший. Також за зовнішніми даними він більш привабливий, тому інколи його не закривають ґратами. Термін служби великий – до 20 років, якщо агрегат виготовлено якісно. Коефіцієнт корисної дії майже 100%, тому що використовувана електрика йде тільки на обігрів без будь-яких втрат. Повітря від роботи сучасних електричних конвекторів не страждає, оскільки вони не виділяють шкідливих речовин і не спалюють кисень. Крім того, ці прилади працюють безшумно, за винятком клацання термостата. Інертність приладів мінімальна. Нагрівають вони швидко, оскільки в конструкції не потрібно спочатку гріти теплоносії. Після ввімкнення пристрою миттєво починається процес обігріву.

Іншим типом обладнання є тепловентилятор. Цей прилад працює за таким принципом: потік холодного повітря, який створюється вентилятором, надходить

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до нагрівального елемента, після чого його температура підвищується, і до приміщення надходить вже нагрітий повітряний потік.

Стаціонарні моделі тепловентиляторів, як правило, оснащені спеціальним поворотним пристроєм, який дозволяє більш ефективно розподіляти по кімнаті нагріте повітря. Основною перевагою тепловентилятора є те, що він дозволяє швидко прогрівати повітря в приміщенні і створює комфортні умови в окремих зонах кімнати. Незалежно від розмірів, потужності і способу установки, тепловентилятори складаються з самого вентилятора, корпусу та нагрівального елемента. Виговляється корпус тепловентиляторів з поєднання металу і ударостійкого пластику. Будь які тепловентилятори обладнують нагрівальні елементи є трубчасті, керамічні або спіральні. Нагрівальний елемент у вигляді спіралі, як правило, створюється з ніхрому – дріт з цього сплаву намотується на негорючу, найчастіше керамічну, підставку. Ніхромовий нагрівальний елемент може бути виконано як у відкритому вигляді (витки дроту в ньому не захищені зовні), так і в закритому вигляді (витки дроту поміщені в скляну колбу). Головною перевагою тепловентилятора з ніхромовим нагрівальним елементом є його низька вартість, але за відсутності додаткового захисту, недостатній захист поверхні спіралі або високої температури нагріву при перекиданні обігрівача може статися пожежа. Серйозним недоліком є також запах через згорання часток пилу, що осаджуються на нагрівальному розпеченому елементі.

Більш сучасним є нагрівальний керамічний елемент, оскільки його температура нагріву, як правило, не перевищує 150°C – це означає, що він більш прийнятний з точки зору пожежної безпеки. Керамічна пластина нагрівального елемента оснащена безліччю дрібних отворів, через які проходить і нагрівається при цьому повітря. Площа керамічної пластини значно більша, ніж у спіралевидного нагрівального елемента, завдяки чому при проходженні через неї повітря нагрівається за короткий час до більш високої температури. Слід відзначити, що крім нагрівальних елементів, які виконуються із склокераміки, є також схожі зовні металокерамічні елементи для нагріву, які є за своєю

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкцією чимось середнім між керамічним і спіральним елементом. Характеристики спіральних і металокерамічних нагрівальних елементів майже ідентичні, виняток становить менша пожежна небезпечність металокерамічних елементів. Трубчастий нагрівальний елемент являє собою металеву або кварцову трубку, яка містить нагрівальний елемент з дроту або графіту із заповненням навколо неї вільного простору кварцовим піском або окисом марганцю. Найчастіше в конструкції тепловентиляторів застосовується металевий тен з дровим нагрівальним елементом з ніхрому і кварцовим наповнювачем. Тепловентилятор, який оснащений тенем, може експлуатуватися вдвічі довше, ніж прилад із нагрівальним спіральним елементом, але при цьому його вартість значно зросте. Оскільки застосування тена дозволяє істотно підвищити потужність тепловентилятора, то використовуються такі прилади, як правило, для промислових потреб. Такі тепловентилятори називають також тепловими гарматами, їх потужність починається від 2,5 Вт.

Слід зазначити, що тепловентилятори оснащуються також двома типами вентиляторів: осьовими, які оснащені лопатями і мають невеликий розмір і тангенціальними, які зовні схожі на продовгуватий конус, за довжиною якого встановлено 20–30 лопатей, паралельних одна одній.

Тангенціальні вважаються менш гучними і виробляють більший потік повітря, ніж осьові, але при цьому мають велику довжину і тому встановлюються тільки в колонноподібні настінні й підлогові прилади.

Тепловентилятори підрозділяються також за способом установки на стаціонарні та переносні. Варто зауважити, що вентилятори без нагрівальних елементів, змонтовані на стелях або розміщені вертикально на стійках є охолоджувальним обладнанням.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Використання нечіткої логіки в нелінійних системах

За останні кілька десятиліть багато авторів доклали значних зусиль для розробки різних можливих підходів до вирішення проблеми аналізу стійкості та синтезу нелінійних систем. Серед цих методів є нечіткий підхід управління на основі так званої нечіткої моделі Такагі – Сугено (Т - S), що набуває все більшої популярності, оскільки він може поєднувати переваги як теорії нечіткої логіки, так і теорії лінійних систем.

Теорія нечіткої логіки дозволяє нам використовувати якісну, лінгвістичну інформація про дуже складну нелінійну систему розкласти завдання моделювання та управління дизайном на група легших локальних завдань. Водночас це також забезпечує механізм поєднання цих локальних завдань, щоб отримати загальну модель та дизайн управління. З іншого боку, успіхи в теорії лінійних систем зробила доступною велику кількість потужних інструментів проектування. Як наслідок, на основі нечіткої Т – S моделі, плідна теорія лінійних систем може бути застосована до аналізу та синтезу контролерів нелінійних систем.

Як загальноприйнята думка, цей нечіткий метод управління концептуально простий та ефективний для управління складними нелінійними системами. Нещодавно він був розширений для вирішення проблеми скінченновимірної конструкції управління для нелінійної параболічної PDE системи [7]. Наприклад, скінченновимірні нечіткі методи управління були розроблені для класу напівлінійних параболічних систем PDE, які базуються на апроксимованій моделі ODE, яка була отримана з одиничного збурення формулювання методу Галеркіна, де стабільність замкнутого циклу оригінальної системи PDE була гарантована з використанням сингулярної теорії збурень. Була представлена скінченновимірна надійна конструкція керування на основі нечітких H_∞ на основі спостерігачів класу квазілінійних параболічних PDE-систем через нечітку T-S модель.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У роботі [8], де представлена нечітка модель PDE як скінченновимірна повільна підсистема в поєднанні з нескінченновимірною швидкою підсистемою, яку слід допустити, теорема застосовується для подолання явища поширення.

Зовсім недавно нечітке управління в методах проектування, що засновані безпосередньо на нечіткій моделі PDE були запропоновані для класу нелінійних параболічних систем PDE. Оскільки використовується модель PDE, то методи в роботах [13] та [14] дозволяють дизайнеру повною мірою скористатися усіма природними особливостями систем та зрозуміти структуру системи набагато повніше.

Система управління – це пристрій або набір пристроїв, який керує, або регулює поведінку інших пристроїв або систем. Промислові системи управління використовуються у промисловому виробництві для управління обладнанням або верстатом. Розробка та впровадження системи управління потребують специфікації установок, машин або процесів, що підлягають контролю.

Система управління складається з контролера та установки, і вимагає приводу для взаємодії з установкою та контролером. Поведінка та ефективність системи управління залежать від взаємодії всіх елементів.

Обчислювальний інтелект (OI) – це область інтелектуальної обробки інформації, пов'язана з різними галузі інформатики та техніки. Нечіткі системи є однією парадигмою OI. Сучасні технології в області контролю та автономної обробки отримують переваги за допомогою нечітких наборів. Однією з переваг нечіткого управління є те, що його можна легко впровадити на звичайному комп'ютері.

На відміну від традиційної теорії логіки, де двійкові множини мають двозначну логіку: істинну чи хибну, в нечіткій логіці змінні можуть мати значення істини, яке коливається в межах від 0 до 1.

Нечітка логіка була розширена для обробки концепції часткової істини, де значення істини може коліватися між цілком істинною та повністю хибною.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нечітка логіка наслідує логіку людської думки, яка набагато менш жорстка, ніж комп'ютерні розрахунки.

Інтелектуальні стратегії управління здебільшого включають велику кількість входів. Мета використання нечіткої логіки полягає в тому, щоб змусити комп'ютер мислити як людина. Нечітка логіка може впоратися із внутрішньою невизначеністю. Для людського мислення та природної мови і визнання її природи відрізняється від випадковості. Використовуючи алгоритми нечіткої логіки, є можливість машинам зрозуміти та реагувати на розпливчасті людські поняття, такі як гаряча, холодна, великі, маленькі тощо.

Нечітка логіка – це форма подання знань, що підходить для понять, які неможливо точно визначити, але які також залежать від контексту. Нечітке визначається як щось незрозуміле, або щось розмите [16]. Людський мозок може зрозуміти невизначеність, невизначеність суджень, а комп'ютери можуть надати лише точні оцінки; нечітка логіка – це процес змішування двох технік. Нечітка логіка відрізняється від класичної логіки з твердження, які вже не є так чи ні, високими чи низькими, або істинними або помилковими. За нечіткою логікою він намагається імітувати рішення, які можуть бути зроблено людьми за допомогою таблиці істини або оцінок, які символізують так чи ні, одиницю чи нуль, ці символи можуть створювати правила та можливі параметри за допомогою автоматичного заснованого на правилах контролера, який встановлює ці правила. Ці правила слідом за створенням параметрів при його налаштуванні показує нелінійне відображення і слідує цьому буде виконувати дії виходячи з цих правил. Ці системи базуються, як зазначено вище на правилах або принципах, заснованих на невизначеності та ймовірності, виходячи із заданого завдання, яке він повинен виконати.

Класи об'єктів у реальному фізичному світі частіше не мають чітко визначених критеріїв приналежності, як це було б бути такими, як тварини, такі як собаки, коти тощо, як його члени та виключити дерева, каміння та подібних до них членів, хоча такі предмети як морська зірка, бактерії мають неоднозначний

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

статус які класифікуються за терміном або класом тварин, і така сама невизначеність виникає у справі числа, такого як 20, про “клас” усіх дійсних чисел які мають значення більше 1.

Реалізація системи контролю температури – це щось не новий сьогодні, як сьогодні представлений у більшості розумних будинків.

Завдяки розумним телевізорам та інтелектуальним кондиціонерам – це так лише деякі побутові прилади, які люди використовують як основні товари. Застосування регуляторів температури в домашніх умовах немає застосовуються лише до блоків змінного струму, але також до холодильників, обігрівачів, котлів та зволожувачі в будинку [6]. Застосування температурного контролю також може застосовуватися деінде. Такі як теплиці де застосування послуг є головним у виживання рослин, особливо в холодних або теплих районах з рослинами, які є відносно тендітними та важкими в утриманні живий. Тим часом на заводах та електростанціях генератори не можна перевищувати певні температури, щоб це не сталося перегріти та пошкодити систему [7].

Модель, представлена в роботі [16] в основному використовує принцип реверсивних теплових насосів ґрунтової води / повітря та може працювати в будь-якому тепловому напрямку, щоб забезпечити нагрівання або охолодження внутрішнього простору.

У режимі охолодження внутрішня котушка є випарником, а зовнішня конденсатором. Компресор забирає з холодоагенту пару низького тиску і скидає їх у вигляді пари високого тиску, яка тим самим потрапляє в конденсатор, де охолоджується і конденсується в рідину. Після виходу з конденсатора під високим тиском охолоджуючої рідини, холодоагент тепер потрапляє у випарник, де перетворюється на пару, що контактує з низьким рівнем атмосфера тиску. Під час цього циклу випаровування тепло відводиться з повітря, яке охолоджується і надходить у кімнату. Потім холодоагент низького тиску направляється назад до компресора всмоктувальною лінією для повторного охолодження процес.

У режимі опалення внутрішня котушка тепер є конденсатором, а зовнішня

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

котушкою – випарником. Компресор відправляє пари високого тиску в реверсивний клапан, який направляє пару до котушки конденсатора, де вона знаходиться охолоджується і конденсується в рідину, проходячи через котушку. Тепло, що відводиться від холодоагенту, видаляється до повітря всередині системи руху повітря. Холодоагент залишає внутрішню спіраль у вигляді рідини високого тиску.

Коли ця рідина потрапляє в атмосферу низького тиску зовнішньої котушки (випарника), вона випаровується в пару. Коли відбувається процес випаровування, тепло відводиться з повітря, що протікає через випарник і повітря, яке зараз прохолодне, повертається у зовнішнє повітря (навколишнє середовище). З випарника – холодоагент низького тиску Пара повертається до реверсивного клапана, який через всмоктувач направляє пару низького тиску до компресора лінії, щоб знову розпочати процес нагрівання [12].

Надані системи можна використовувати для створення та допомоги у створенні робіт, які можуть бути застосовані додатків. Як видно, можливість бути більш ефективною в застосування матеріалів для контролю температури також може вплинути використання енергії та споживання просто завдяки можливості постійно, яка комфортна температура для домашнього повітря.

Контроль температури нечіткої логіки: контроль зворотного зв'язку система, реалізована нечіткою логікою кондиціонерів, він може надати набагато ефективніші засоби ефективного управління енергією, а також контроль температури за допомогою беручи до уваги присутність там людей. С датчики вологості також впливають на температуру, це далеко не в змозі дати комфортний досвід, не потребуючи людини взаємодії з ним. Мінімізація взаємодії людини надає менше місця для помилок і може створити ідеальні ситуації або сценарії, які також можуть мати справу з екологічними ресурсами, такими як поточна температура на вулиці, вологість освітлення і т. д. Це до речі, це також позитивно впливає на теплиці з точки зору нечітких логічна автоматизація контролю температури, оскільки рослини прагнуть процвітати набагато більше за певної

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологості або атмосфери. Як такий він може створити і посилити виробництво теплиць шляхом сприяння зростанню рослинності системи.

1.3 Висновки. Постановка задачі

Контроль температури – одна із стратегій досягнення індивідуального комфорту в кімнаті, хоча температура лише один з факторів, що впливають на рівень теплового комфорту.

Питання контролю та регулювання параметрів мікроклімату у побутових або промислових приміщеннях, де важливим фактором є комфорт людини за умови її перебуванні у контрольованому приміщенні та участі в процесах керування є актуальним.

В кваліфікаційній роботі слід розв'язати наступну задачу: побудувати фаззі регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні

Для реалізації фаззі регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні слід використовувати апарат нечіткої логіки, зокрема систему Matlab та пакет Fuzzy Logic Toolbox та Simulink.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 МОДЕЛЮВАННЯ ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРНИХ ДАТЧИКІВ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРИМІЩЕННІ

2.1 Використання нечіткої логіки для моделювання фаззи регулятора температурних датчиків

Система контролю температури, запропонована в роботі, працює за основними принципами нечіткої логіки. Основи нечіткої логіки, розроблені Лотфі А. Заде, професором університету Каліфорнії в Берклі. Він представив нечітку логіку не як методологію управління, а як метод обробки даних, дозволяючи часткове встановлення приналежності замість не приналежності. До 70-х років 20-го століття до недостатньої малої обчислювальної здатності метод встановлення теорії не застосовувався для управління системами.

Нелінійне відображення вхідних даних, встановлених на скалярні вихідні дані, відоме як нечітка логічна система. А нечітка логічна система складається з чотирьох основних частин:

- 1) фаззифікатор;
- 2) правила;
- 3) механізм логічного висновку;
- 4) дефаззифікатор.

Ці компоненти та загальна архітектура нечіткої логічної системи показані на рисунку 2.1.

Нечіткі логічні системи використовуються у промисловості для різних програм управління, через їх просту структуру, простоту конструкції та низьку вартість впровадження.

На першому етапі фаззифікації всі змінні, які є на вході системи перетворюються на нечіткі, враховуючи і чіткі. Для цього вибираються певні функції належності. Їх є велика кількість. Для вирішення кожної окремої задачі обираються ті, які будуть найкращим чином відображати вхідні та вихідні змінні.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слід зазначити, що вид функцій належності для вхідних та вихідних змінних може відрізнятися, але для одного типу змінних він завжди має бути однаковим.

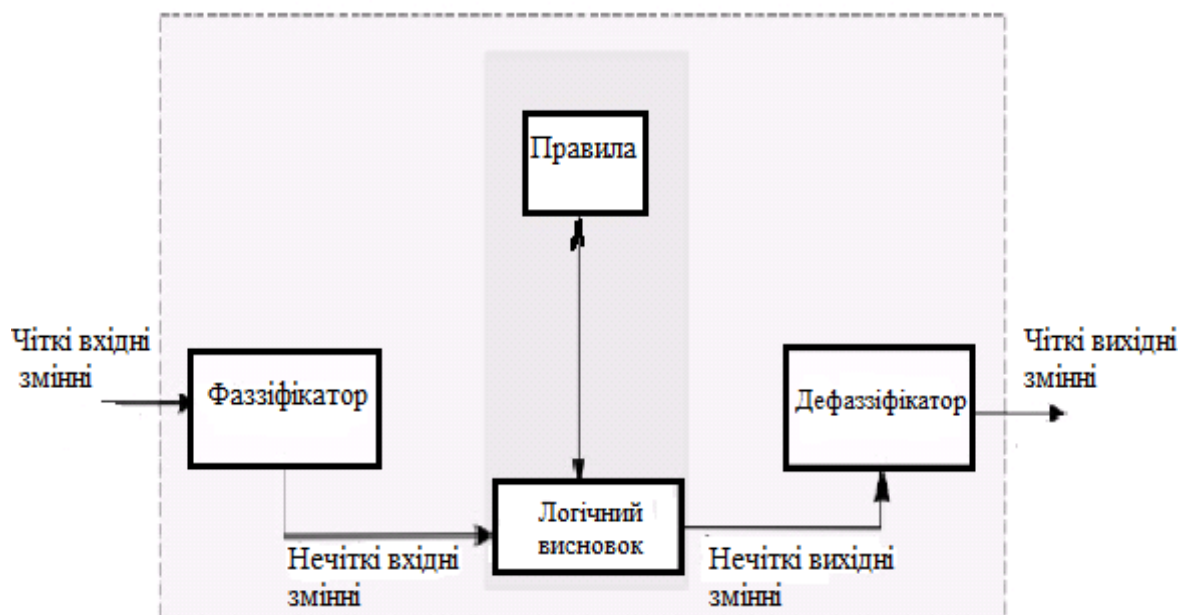


Рисунок 2.1 – Загальна структура нечіткої системи

Після етапу фаззифікації, нечіткі вхідні змінні подаються на модуль нечіткого логічного висновку. Модуль висновку взаємодіє з базою правил, які включають в себе правила виду ЯКЩО...ТО. База правил формує правила з використанням нечітких змінних, які представлені у вигляді функцій належності. До модуля нечіткого висновку подаються вибрані правила. Після того, як сформувався логічний висновок у вигляді нечітких значень, для правильної інтерпретації його результати подаються на дефаззифікатор. Після етапу дефаззифікації на виход користувачу або блоку певної ситсеми передається чітке значення, яке вже легко інтерпретувати для кінцевого користувача.

Алгоритм нечіткої логіки представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Алгоритм нечіткої логіки

Послідовність виконання кроків	
1	Визначення лінгвістичних змінних та термів
2	Побудова функцій належності
3	Побудова бази правил
4	Конвертування чітких даних в нечіткі змінні з використанням функцій належності
5	Оцінювання правил в базі правил
6	Поєднання результату з кожним правилом
7	Конвертування вихідних нечітких даних в чіткі змінні

Розглянемо більш детальніше поняття нечітка множина або нечіткий набір.

Набір: Об'єкти, що мають одну або кілька подібних характеристик, можна збирати та класифікувати за набором.

Член набору: об'єкти, що належать набору.

У нечіткому наборі члени мають оцінку приналежності. Наприклад набір НОТ температура визначається між $60 < \text{ТЕМП} < 80$ належать до гарячого набору, але за нечіткою логікою він належить до набору, але має рівень приналежності 0. Аналогічним чином якщо температура 62 і 78, то вона належить до нечіткого набору з оцінкою приналежності 0.10 і 0.90 відповідно, тобто перший елемент, швидше за все, не належить до ГАРЯЧОГО набору, але 78 – найбільша температура ймовірно, належать до множини НОТ.

Реалізація функції належності є важливою на етапах фаззифікації та дефаззифікації у фаззі регуляторів, для оцінки нечітких вхідних значень до нечітких лінгвістичних термінів і навпаки. А функція належності реалізована для вимірювання лінгвістичного терма. Наприклад, побудована приналежність функції для лінгвістичних термів змінної температури.

Цікава особливість нечіткої логіки полягає в нечіткості числового значення, яке не потрібно визначати, використовуючи лише одну функцію приналежності, тому значення може бути визначено різними наборами в одному конкретному

прикладі. Як видно з рисунка 2.2, приналежність сприяє різному ступеню приналежності таким чином, що одне значення температури може розглядатися в двох різних аспектах одночасно.

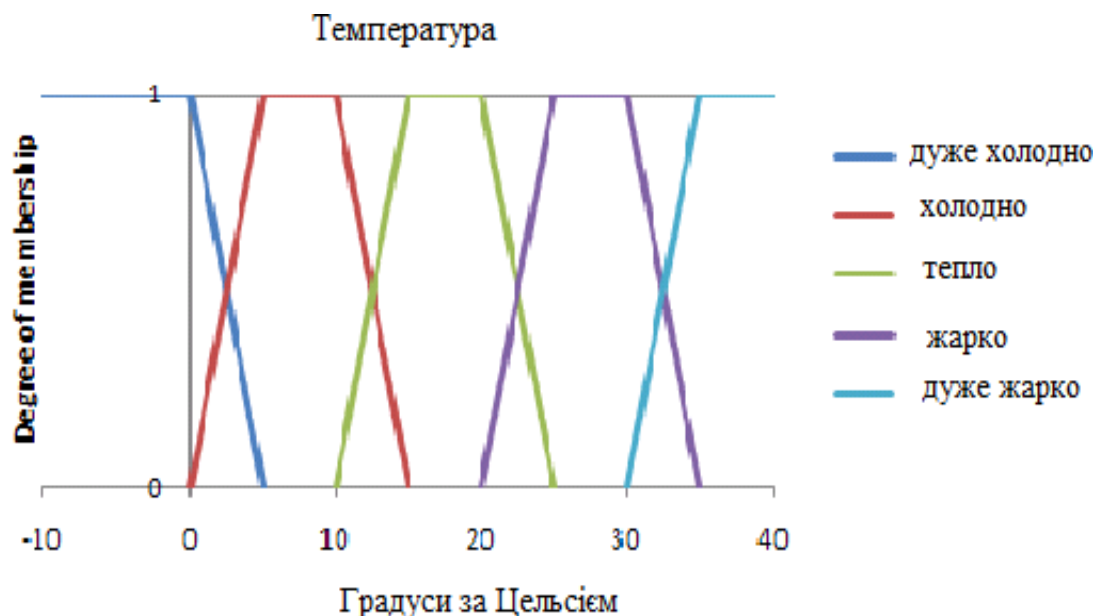


Рисунок 2.2 – Функції належності для T (температури) = {дуже холодно, холодно, тепло, жарко, дуже жарко}

У нечіткій логіці будується база правил для управління вихідною змінною. Нечітке правило – це правило виду ЯКЩО-ТО з умовою та висновком. Нижче наведені приклади нечітких правил для переліченої система контролю температури на рисунку 2.2.

ЯКЩО температура холодно АБО дуже холодно ТА об'єкт теплий ТО нагрівати

ЯКЩО температура жарко АБО дуже жарко ТО охолоджувати

ЯКЩО температура тепло АБО об'єкт теплий ТО нагрівати

Така нечітка система управління використовує 25 правил для регулювання температури, що наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Приклад правил

	DT				
ET	NB	NS	AZ	PS	PB
NB	NG	NG	NG	NG	NG
NS	NG	NG	NG	NG	AZ
AZ	AZ	AZ	AZ	AZ	AZ
PS	PM	PM	PM	PS	PS
PB	PB	PB	PB	PM	PB

Традиційний підхід в управлінні вимагає моделювання фізичної реальності. Можуть бути три методи, які використовуються в описі системи:

1. Експериментальний метод. Шляхом виконання експерименту та визначення реакції процесу різні входи можна охарактеризувати таблицею введення-виведення. Графічно метод виглядає як еквівалент побудові певних дискретних точок кривої вхід-вихід, використовуючи горизонтальну вісь для введення, а вертикальну для виведення. Розуміючи таку поведінку, можна розробити контролер, який буде це реалізовувати. При такому методі наявні певні недоліки: може бути відсутнє обладнання для експериментів; процедура може виявитись досить витратною; для великої кількості вхідних значень недоцільно вимірювати їх на виході та для інтерполяції між ними будуть потрібні виміряні результати; потрібно також бути обережним, щоб визначити очікувані діапазони входів і виходів, щоб переконатися, що вони потрапляють в діапазон вимірювань доступними інструментами.

2. Математичне моделювання. Контрольна техніка вимагає ідеалізованої математичної моделі керованого процесу, як правило, у формі диференціальних або різницевих рівнянь Лапласа, відповідно використовуються перетворення та z-перетворення. Для того, щоб скласти математичні моделі досить просто,

робляться певні припущення, одне з яких полягає в тому, що процес є лінійним, тобто його вихід пропорційний введенню. Лінійні методи цінні тим, що вони забезпечують хороше розуміння. Крім того, не існує загальної теорії аналітичного рішення нелінійного диференціального рівняння і, отже, відсутність комплексного інструменту аналізу нелінійних динамічних систем. Іншим припущенням є те, що параметри процесу не змінюються в часі (тобто система інваріантна щодо часу), незважаючи на погіршення компонентів системи та зміни навколишнього середовища.

3. Евристичний метод. Евристичний метод складається з моделювання та розуміння відповідно до попереднього досвіду, принципів правил і часто використовуваних стратегій. Евристика правила є логічним значенням форми: Якщо <умова> Тоді <наслідок>, або в типова ситуація управління: Якщо <умова> Тоді <action>. Правила пов'язують висновки з умовами. Отже, евристичний метод насправді подібний до експериментального методу побудови таблиці вхідних даних. Переваги евристичного методу: не вимагає припущення про лінійність, і евристичні правила можуть бути інтегровані в управління стратегіями людських операторів.

Нечіткі стратегії управління походять з досвіду та експериментів, а не з математичних моделей і, отже, мовні реалізації набагато швидше здійснюються. Нечіткі стратегії управління включають велику кількість входів, більшість з яких стосується лише деяких особливих умов. Такі входи активуються лише тоді, коли пов'язані з переважним станом. Таким чином, для додавання потрібні невеликі додаткові обчислювальні накладні витрати та додаткові правила.

Зв'язок між причиною та наслідком або умовою та наслідком встановлюється через міркування. Міркування можуть бути виражені логічним висновком або оцінкою вхідних даних для того, щоб зробити висновок. Зазвичай ми дотримуємось правил висновку, які мають вигляд: IF причина1 = A і причина2 = B ПОТОМУ ефект = C. Де A, B і C - лінгвістичні змінні.

Наприклад, ЯКЩО “кімнатна температура” є Середньою, ПОТІМ

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

“встановити швидкість вентилятора на Швидкий” Середньою є функція, що визначає градуси кімнатної температури, тоді як Fast – це функція, що визначає градуси швидкість. Для того, щоб перетворити мовний термін на в обчислювальній системі потрібно використовувати основи теорії множин. Про заяву ЯКЦО “кімнатна температура” середня, ми маємо поставити наступне запитання “Це кімнатна температура Середня ”? Традиційна логіка, яку також називають логікою логіки, мала б дві відповіді: ТАК та НІ. Отже, ідея належності елемента x у множині A є а функція $\mu_A(x)$, значення якої вказує, чи належить цей елемент до множини A .

Булева логіка вказувала б, наприклад: $\mu_A(x) = 1$, тоді елемент належить до набору A , або $\mu_A(x) = 0$, елемент не належить множині A .

Нечіткий набір представлений функцією приналежності, визначеною у всесвіті дискурсу. Всесвіт дискурсу – це простір, де визначаються нечіткі змінні. Функція належності дає ступінь або належності в наборі будь-якого елементу всесвіту дискурсу. Функція належності відображає елементи всесвіту на числовому значенні в інтервалі $[0, 1]$.

Якщо значення функції належності дорівнює нулю, то це означає, що відповідний елемент однозначно не є елементом нечіткого набору, тоді як значення одиниці означає, що елемент повністю належить множині. Рівень належності відповідає нечіткому членству для встановлення. У теорії чітких множин, якщо хтось вище 1,8 метрів, ми можемо стверджувати, що така людина належить до "набору високих людей". Однак, така різка зміна з 1,7999 метра "низької особи" на 1,8001 метра "високої людини" суперечить здоровому глузду. Інший приклад можна навести так: Припустимо шосе має обмеження швидкості, як 65 км / год. Ті, хто їздить швидше ніж 65 км / год, належать до множини A , елементи якої є порушниками, а їх функція приналежності має значення 1.

У практичних ситуаціях завжди є природне розмивання, коли хтось аналізує твердження, а плавна крива належності зазвичай краще описує ступінь, до якого належить елемент набору.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нечіткість – це процес розкладання вхідних та / або вихідних даних системи на один або кілька нечітких наборів. Можна використовувати багато типів кривих, але трикутні або трапецієподібні функції належності найпоширеніші, оскільки їх легше представити у вбудованих контролерах. Кожен нечіткий набір охоплює область вхідного (або вихідного) значення, позначеного графіком належності. Будь-який конкретний вхід інтерпретується з цього нечіткого набору та ступеня членство тлумачиться. Функції належності повинні перекриватися, щоб забезпечити безперебійну роботу картографування системи. Процес нечіткості дозволяє системі вводити і виводити виражені лінгвістичні терміни, щоб правила могли бути застосовані просто для вираження складної системи.

Більшість комерційних нечітких продуктів – це системи, засновані на правилах, які отримують поточну інформацію в шлейф зворотного зв'язку від пристрою, коли він працює і контролює роботу механічного або іншого пристрою [4].

Нечітка логічна система має чотири основні блоки. Чітке введення інформація з пристрою перетворюється у нечіткі значення для кожного вхідного нечіткого набору за допомогою блок розмиття. Всесвіт дискурсу вхідних змінних визначає необхідне масштабування для правильної роботи на одиницю. Масштабування дуже важливо, оскільки нечітку систему можна модернізувати іншими пристроями або діапазонами операцій, просто змінивши масштаб вхід і вихід. Логіка прийняття рішень визначає, наскільки нечіткі логічні операції виконується (висновок Sup-Min), і разом з базою знань визначають результати кожного нечіткого правила IF-THEN. Вони поєднуються і перетворюються на хрусткі значення за допомогою блок дефазифікації. Вихідне чітке значення можна обчислити за центром ваги або середнє зважене. Для того, щоб обробити вхідні дані, щоб отримати міркування про вихідні дані, у файлі створення нечіткої системи на основі правил:

1. Визначте вхідні дані та їх діапазони та назвіть їх.
2. Визначте результати та їх діапазони та назвіть їх.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Створіть ступінь нечіткої функції приналежності для кожного введення та виводу.
4. Побудуйте базу правил, за якою система буде працювати.
5. Вирішіть, як буде виконуватися дія, присвоївши сильні сторони правилам.
6. Об'єднайте правила та розмийте результати

2.2 Температурні регулятори

Нечітка система контролю та відновлення температури не нова у галузі, оскільки це виявляється корисним у багатьох сферах не тільки для системи регулювання температури в приміщенні, а також для контролю промислового обладнання, заводів тощо [12, 13, 14, 15]. Не всі вони використовували нечітку логічну систему, оскільки вони б більше покладались на точність, оскільки ці об'єкти, швидше за все, потребують точності щодо робочих температур. Середня людина не має відношення до фактичної температури, але люди схильні говорити, що вони відчувають навколишнє середовище таке, що для нього «занадто жарко» або «занадто холодно» поточної температури, саме тут нам довелося ввести нечітке логічне натяк замість звичайних прямих даних маніпуляції з певною температурою для роботи системи або охолодити, або зігріти кімнату.

Системний додаток вважається корисним для інших додатків та успішне впровадження такого роду було б хорошим доказом, щоб показати ефективність такого роду системи [17,18].

Правильний контроль температури навколишнього середовища ідеально підходить, особливо для медичної галузі, де пацієнтам потрібно, щоб вони перебували в певній температурі місце в залежності від їх стану здоров'я, як і їх тіла може погано реагувати на різкі перепади температури або як кімната може не йти разом із зовнішньою навколишнє середовище раптові зміни клімату [19, 20].

Існує п'ять основних типів автоматичних та програмованих термостатів:

1. електромеханічний,

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. цифровий,
3. гібридний,
4. приймальний,
5. світлочутливий.

Електромеханічні терморегулятори, найпростіші пристрої для роботи. Як правило, мають ручне управління, такі як рухомі вкладки для встановлення поворотного таймера та ковзання важелів для налаштування нічної та денної температури. Ці термостати працюють з більшістю звичайних систем опалення.

Цифрові термостати відрізняються цифровим відображенням дисплея та кнопок вводу даних. Вони пропонують найрізноманітніші можливості та гнучкість. Вони забезпечують точний контроль температури, і вони дозволяють індивідуальне планування. Пам'ятайте, що ви не заощадите енергію, якщо ви не встановите елементи керування, або якщо ви встановили їх неправильно.

Гібридні системи поєднують технологію цифрового контролю з ручними слайдами та ручками, щоб спростити використання та підтримувати гнучкість. Гібридні моделі доступні для більшості систем опалення.

Приймальні автоматичні регулятори підтримують задану температуру, доки хтось не змінить її. Ці прилади пропонують кінцеву простоту, але не мають гнучкості.

Авторегулятори з тепловою температурою залежать від рівня освітлення, встановленого власником для активації систем опалення. Коли освітлення зменшується, фотоелемент всередині термостату відчуває зайві умови і дозволяє температурі приміщень падати на 10 градусів нижче встановленої температури. Коли рівень освітлення збільшується до норми, температура автоматично регулюється до комфортних умов.

Автоматичний регулятор включає в себе безпосередньо регулятор, на вхід якого підключається датчик (Д) вимірюваного параметра, а на вихід - виконавчий пристрій. Регулятор порівнює заданий параметр ХЗАД з регульованим параметром Х і отриману величину неузгодженості $\pm \Delta X$ перетворює в керуючий

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сигнал $\pm \Delta Y$, що впливає на роботу виконавчого пристрою. Виконавчий пристрій впливає на регульоване середовище, змінюючи під дією керуючого сигналу, що надходить від регулятора, навантаження об'єкта регулювання. Виконавчий пристрій складається з двох елементів – виконавчого механізму ВМ і регулюючого органу РО. Елементи автоматичного регулятора – датчик, регулятор, виконавчий пристрій – можуть бути поєднані в різному поєднанні цих трьох елементів, або являти собою роздільні самостійні пристрої.

Випускаються регулятори в наступному поєднанні складових елементів:

1. Автоматичний регулятор, який об'єднує в собі всі три елементи: датчик, регулятор, виконавчий пристрій. Це характерно для гідравлічних і манометричних регуляторів прямої дії, наприклад, для регуляторів тиску, регуляторів перепаду тиску, регуляторів витрати, регуляторів температури.

2. Автоматичний регулятор, в якому датчик і регулює прилад об'єднані в одному виробі, що замовляється окремо від виконавчого пристрою.

3. Автоматичний регулятор, в якому датчик, який регулює прилад і виконавчий механізм об'єднані в одному виробі, що замовляється окремо від регулюючого органу.

4. Автоматичний регулятор, в якому всі елементи виконані у вигляді окремо замовлених виробів. Це характерно для всіх електричних типів регуляторів (непрямої дії). Властивості регулятора визначаються його типом, законом регулювання, а також передбаченими для нього налаштуваннями. Якість процесу і результат регулювання характеризуються комплексом статичних і динамічних характеристик САР.

Як правило, автоматичний регулятор вибирають, попередньо обумовлюючи необхідний перелік і необхідні значення цих характеристик з урахуванням динамічних характеристик об'єкта регулювання.

Основні показники якості регулювання:

- установлена помилка або усталена неузгодженість, яка називається також точністю регулювання;

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- динамічна помилка, яка дорівнює максимальному динамічному відхиленню регульованого параметра;
- час регулювання, відповідний моменту, коли регульований параметр входить в зону нечутливості регулятора.

Крім якісних показників при виборі типу регулятора в рівній мірі доводиться орієнтуватися і на інші показники: його вартість, експлуатаційні витрати, вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу. Тому, за інших рівних умов, в першу чергу найбільш затребуваними є пропорційні регулятори прямої дії (тиску, перепаду тиску, температури) і двопозиційні регулятори (температури і різниці температур)

2.3 Фаззі регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні

Розглянемо спрощену реалізацію системи кондиціонування з фаззі регулятором температурних датчиків. Температура може бути отримана мікропроцесором, який має нечіткий алгоритм для обробки вихідних даних для постійного контролю швидкості двигуна, який утримує приміщення в стані "Хороша температура", вона також може направляти вентиляційний отвір вгору або вниз за необхідності. Цифра ілюструє процес розмиття температури повітря. Існує п'ять нечітких наборів для температура: холодна, прохолодна, добра, тепла і гаряча.

Функція належності для нечітких наборів COOL і WARM є трапецієподібною, приналежність функція для добро трикутна, а функції належності для холодного та гарячого є напівкутними з плечима, що вказують фізичні межі такого процесу при кімнатній температурі нижче 8 градусів Цельсія або вище 32 градусів Цельсія. Спосіб розробки таких нечітких наборів залежить від ступеня і залежить виключно на основі досвіду та інтуїції дизайнера.

Цифра показує деякі неперекриваються нечіткі набори, які можуть вказувати на будь-яку нелінійність у моделюванні процес. Там температура на

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вході 18 градусів Цельсія вважається прохолодною з градус 0,75 і вважався б добрим зі ступенем 0,25.

Для того, щоб побудувати правила, які контролюватимуть температуру спочатку можна поспостерігати як це робить експерт-людина.

Якщо температура в приміщенні комфортна, то рівень середній і нічого не потрібно робити.

Якщо гаряче, то рівень високий і потрібно вмикати охолодження.

Якщо холодно, то рівень низький і необхідно вмикати обігрів.

Приклади функцій належності в різних діапазонах наведені на рисунках 2.3 та 2.4.

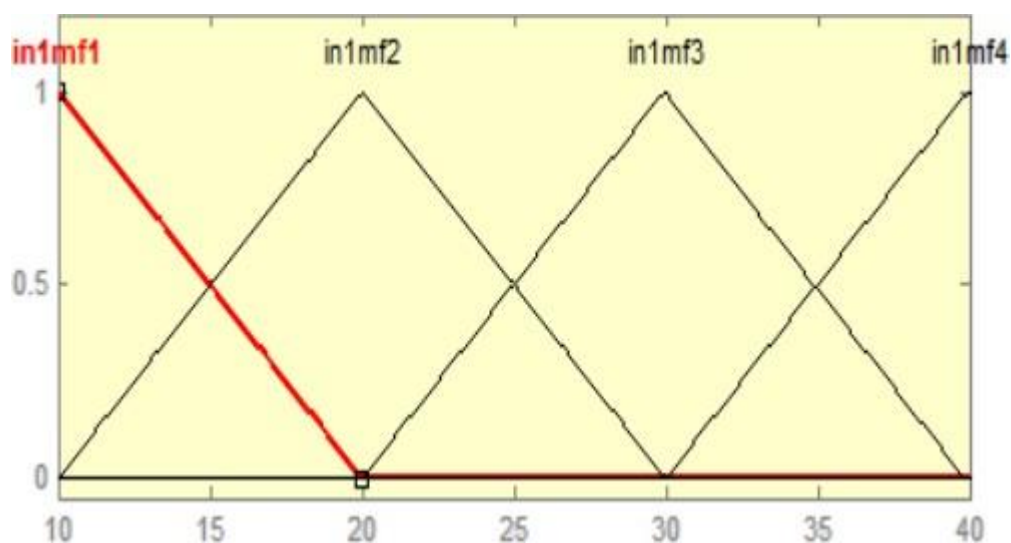


Рисунок 2.3 – Приклад функцій належності для входних змінних в діапазоні [10, 40]

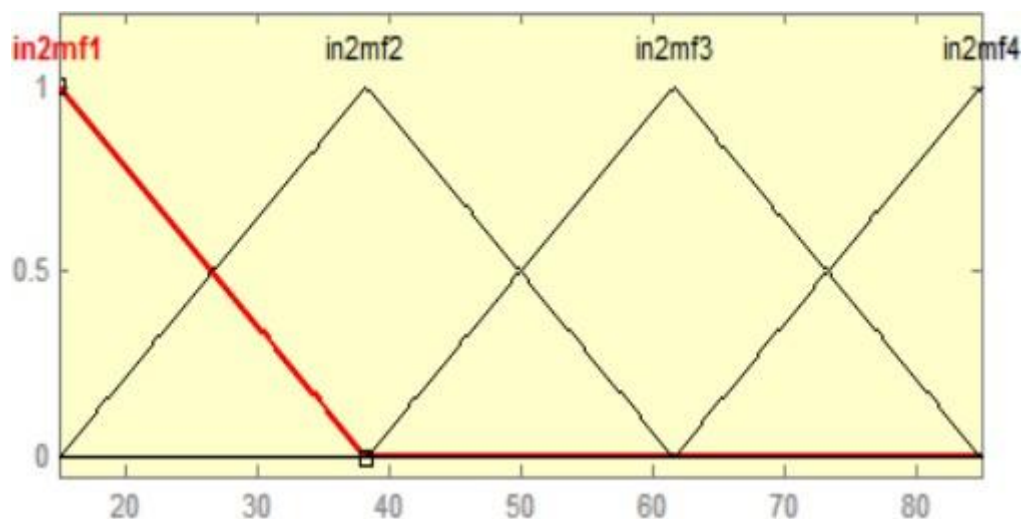


Рисунок 2.4 – Приклад функцій належності для вхідних змінних в діапазоні [10, 80]

Потрібно розуміти, як користуватися логічними операціями для побудови правил.

Булеві логічні операції повинні бути розширені за допомогою нечіткої логіки для управління поняттям часткового істина - цінність істини між "повністю істинною" та "абсолютно неправдивою". Нечіткий характер твердження типу "X - НИЗЬКИЙ" може бути об'єднане із нечітким твердженням "Y - HIGH" і типова логічна операція може бути надана, оскільки X - НИЗЬКИЙ, а Y - ВИСОКИЙ.

Логічні операції з нечіткими наборами виконуються з функціями належності. Наступні визначення дуже зручні у програмах вбудованого управління: істина (X і Y) = Min (істина (X), істина (Y)) істина (X або Y) = Макс (істина (X), істина (Y)) істина (не X) = 1,0 - істина (X).

Після нечітких міркувань ми маємо лінгвістичну вихідну змінну, яку потрібно перевести у чітке значення. Мета полягає в отриманні одного чіткого числового значення, яке найкраще відображає виведені нечіткі значення лінгвістичної вихідної змінної.

Дефаззифікація це обернене перетворення, яке відображає вихід з нечіткого домену назад у чіткий домен. Деякі методи дефаззифікації, як правило, дають інтегральний результат з урахуванням усіх елементів отриманого нечіткого

набору з відповідними вагами. Інші методи враховують лише елементи, що відповідають максимальним балам результуючого членства функції.

Наступні методи дефазифікації мають практичне значення:

1) центр зони (С-о-А), його часто називають методом центра тяжіння, оскільки він обчислює центроїд складеної області, що представляє нечіткий результуючий термін;

2) центр максимуму (С-о-М), де враховуються лише піки членства функції. Розмите чітке компромісне значення визначається шляхом знаходження місця, де ваги збалансовані. Таким чином, сфери функцій належності не відіграють ролі і використовуються лише максимуми (односторонні членства). Чіткий результат обчислюється як зважене середнє значення максимуму належності, зважене за результатами умовиводу.

3) середнє значення максимуму (М-о-М) використовується лише в деяких випадках, коли С-о-М підхід не працює. Це відбувається, коли є максимуми функцій членства не унікальний, і питання полягає в тому, який із рівних варіантів вибору слід зробити.

Розглянемо значення лінгвістичних змінних, які використовуються в роботі. Вони наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Значення лінгвістичних змінних

Символічне позначення	Значення
NB	Негативне велике
NM	Негативне середнє
NS	Негативне мале
Z	Нуль
PS	Позитивне мале
PM	Позитивне середнє
PB	Позитивне велике

Функції належності лінгвістичних змінних, описаних в таблиці 2.3 наведені на рисунку 2.5.

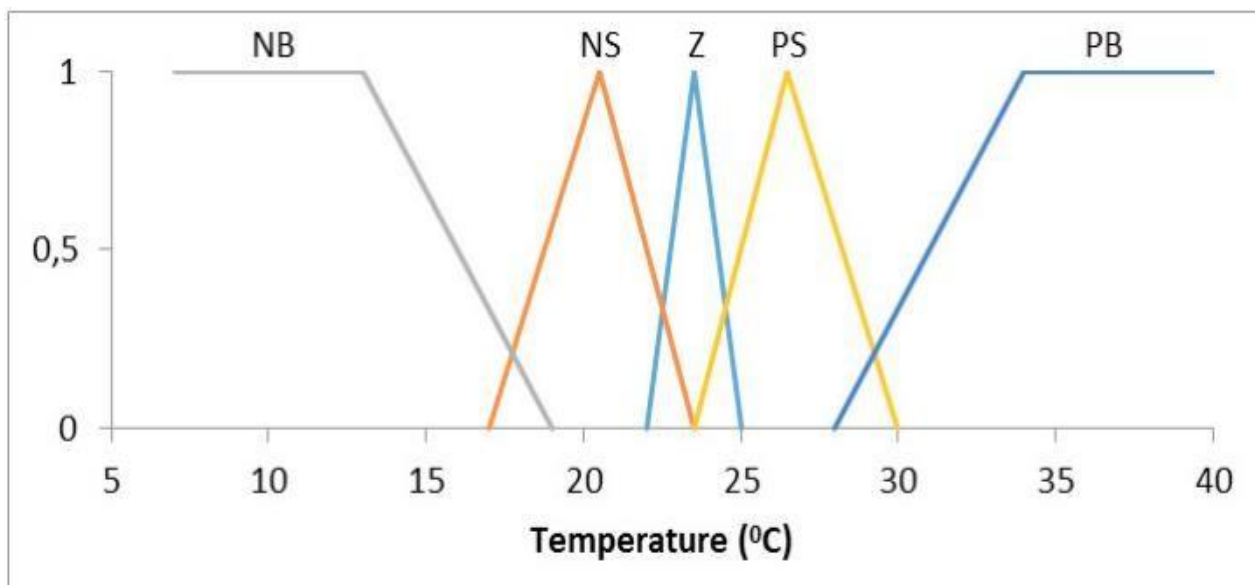


Рисунок 2.5 – Функції належності лінгвістичних змінних

Температурні значення вхідних змінних наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Температурні значення лінгвістичних змінних

Функції належності	Значення (°C)
NB	0 – 19
NS	17 – 23.5
Z	22 – 25
PS	23.5 – 30
PB	28 – 40
NB	0 – 19
NS	17 – 23.5

Функції належності для індексу комфортності наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Функції належності для індексу комфортності

Функції належності	Значення
NB	Від -3.5 до -2.5
NS	Від -2.5 до -1.5
Z	Від -1.5 до -0.5
PS	Від -1 до 1
PB	Від 0.5 до 1.5
NB	Від 1.5 до 2.5
NS	Від 2.5 до 3.5

База правил системи будується з врахуванням всіх вхідних та вихідних змінних, використовуючи функції належності. Фрагмент бази правил представлений на рисунку 2.6.

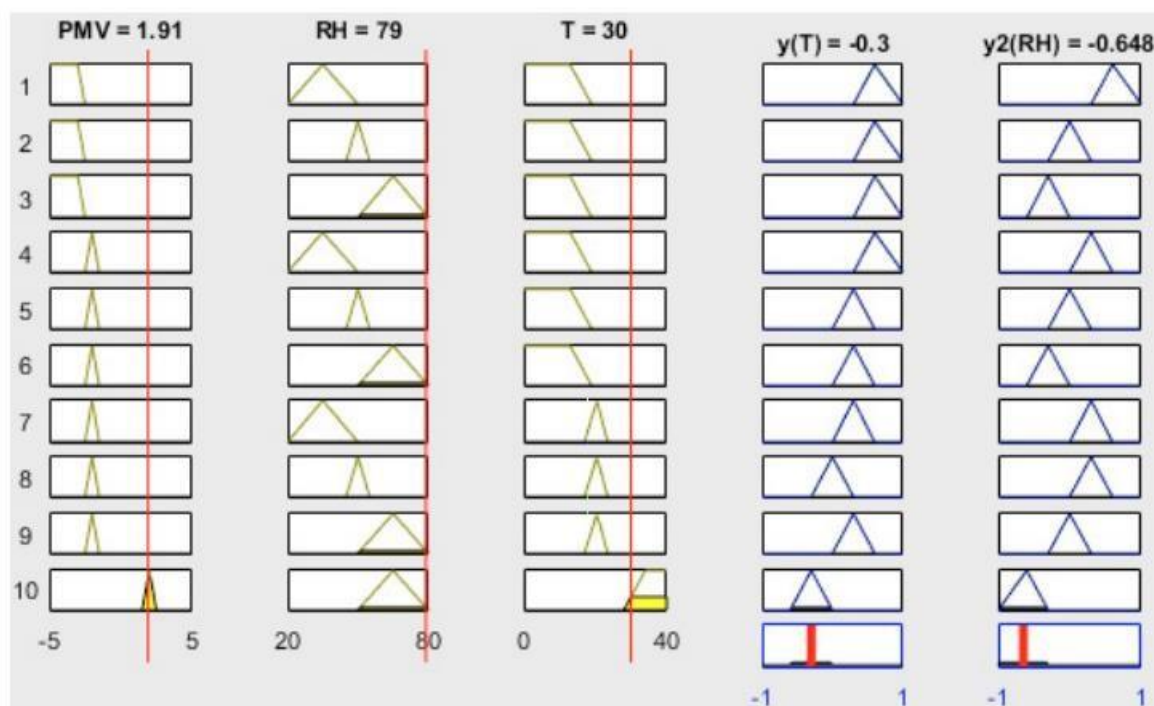


Рисунок 2.6 – База правил

2.4 Висновки

В другому розділі кваліфікаційної роботи було доведено необхідність використання апарату нечіткої логіки для вирішення поставленої задачі, також проведено огляд існуючих температурних регуляторів з вказанням їх переваг та недоліків. Як результат, змодельовано фаззі регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні, використовуючи нечітку логіку. Визначені вхідні та вихідні лінгвістичні змінні, обрані функції належності та побудована база правил для виконання нечіткого логічного висновку.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

3 ПРОЄКТУВАННЯ ФАЗЗИ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРНИХ ДАТЧИКІВ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРИМІЩЕННІ

3.1 Використання температурних сенсорів для моделювання фаззи регулятора температурних датчиків

Використання температурних сенсорів в приміщеннях дає можливість точно вимірювати температуру приміщення. Передаючи ці дані на вхід ПІД-контролера можна регулювати температуру в приміщенні. В якості температурного датчика ми використовуємо температурний сенсорний датчик LM35. Вибір обґрунтований тим, що ціна достатньо низька (в середньому 35 грн) при достатньо хороших характеристиках для вирішення поставленої задачі. Датчик LM35 відчуває поточну температуру.

Датчики серії LM35 це прецизійні інтегральні датчики температури. Однією з переваг є те, що вихідна напруга пропорційна температурі за шкалою Цельсія. Датчики цієї серії дають точність виміру температури ± 0.25 °C в приміщеннях, а також точність ± 0.75 °C зберігається в повному діапазоні робочих температур. Робочими температурами є температури в діапазоні від -55 до +150 °C.

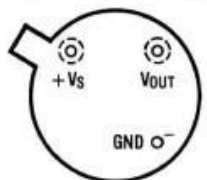
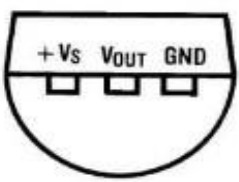
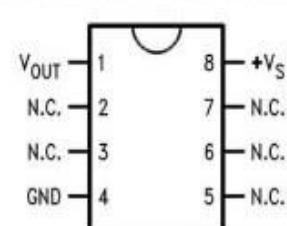
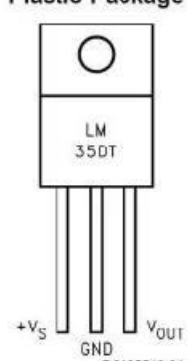
Ще однією перевагою є лінійне значення вихідної напруги, низький вихідний опір.

Ці переваги дають можливість легко підключати датчик LM35 дуже зручним для підключення до вимірювальних ланцюгів. Датчик може використовуватись з напругою живлення як одно полярною так і біполярною. Датчики серії LM35 випускаються в корпусі TO-46, датчики LM35C, LM35CA та LM35D – в корпусі TO-92. Для серії LM35D може бути корпуси SO-8 та TO-220.

Базова схема підключення датчика LM35 в якості сенсора температури при наявному діапазоні виміру +2 ... +150 °C та схема включення датчика температури при повному діапазоні виміру -55 ... +150 °C наведені на рисунках 3.1 та 3.2 відповідно (Резистор $R1 = -V_s / 50$ мкА).

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Таблиця 3.1 – Призначення виводів

Корпус	Датчики	Призначення виводів
TO-46	LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH, LM35DH	<p style="text-align: center;">TO-46 Metal Can Package*</p>  <p style="text-align: center;">BOTTOM VIEW DS005516-1</p> <p>*Case is connected to negative pin (GND)</p>
TO-92	LM35CZ, LM35CAZ, LM35DZ	<p style="text-align: center;">TO-92 Plastic Package</p>  <p style="text-align: center;">BOTTOM VIEW</p>
SO-8	LM35DM	<p style="text-align: center;">SO-8 Small Outline Molded Package</p>  <p style="text-align: right; font-size: small;">DS005516-21</p> <p>N.C. = No Connection</p> <p style="text-align: center;">Top View</p>
TO-220	LM35DT	<p style="text-align: center;">TO-220 Plastic Package*</p>  <p style="text-align: right; font-size: small;">DS005516-24</p> <p>*Tab is connected to the negative pin (GND).</p>

3.2 Проектування фаззи регулятора температурних датчиків

Аналого-цифровий перетворювач перетворює аналогове значення в цифрове значення і передає його фаззи регулятору.

Контролер обчислює помилку між заданим значенням і поточним значенням і розглядає як вхідні дані функції нечіткої логіки.

Структурна схема фаззи регулятора температурних датчиків наведена на рисунку 3.4.

Шляхом нечіткого процесу контролер обчислює його приналежність.

Після отримання функції належності, обчислюється вихідне значення приналежності вихідної та базової систем.

Процес дефаззифікації обчислює фактичне значення сигналу широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) для нагрівача та охолоджувача, що є виходом системи регулятора температури.

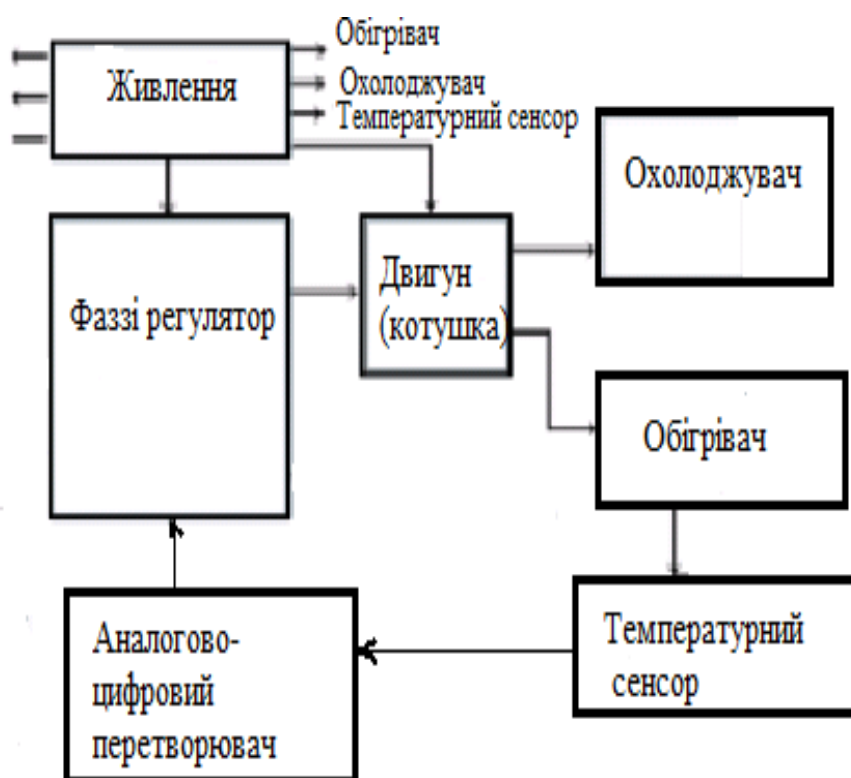


Рисунок 3.4 – Структурна схема фаззи регулятора температурних датчиків

Після подачі сигналу від температурного датчика, аналого-цифровий перетворювач перетворює аналогове значення в цифрове значення і передає фаззі регулятору.

Система складається з нагрівача, охолоджувача та датчика температури.

Величина поточного проходження через котушку визначає температуру тонкої металевої пластини. Визначення температури цього металеву пластину можна зробити спеціальними датчиками температури.

Поруч з опаленням розміщений вентилятор механізм.

Кількість потужності, що подається як до обігрівача, так і до охолоджувача, можна регулювати, пропускаючи команду через послідовний порт через мікроконтролер.

Тепер мікроконтролер генерує ШІМ імпульс для подачі бажаної кількості енергії на охолоджувач та обігрівач.

Структурна схема фаззі регулятора з блоком управління по заданим параметрам представлена на рисунку 3.5.

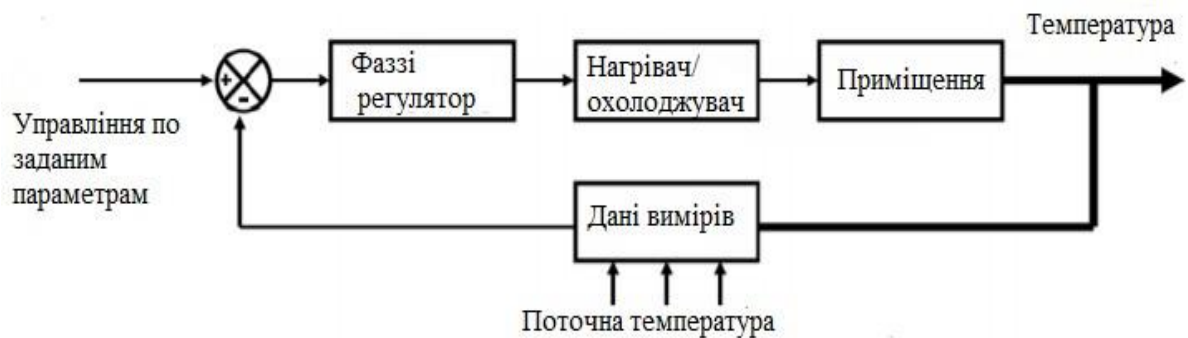


Рисунок 3.5 – Структурна схема фаззі регулятора з блоком управління по заданим параметрам

Структурна схема фаззі регулятора без блока управління по заданим параметрам представлена на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Структурна схема фаззі регулятора без блока управління

Блок схема алгоритму нечіткого логічного висновку наведена на рисунку 3.7.

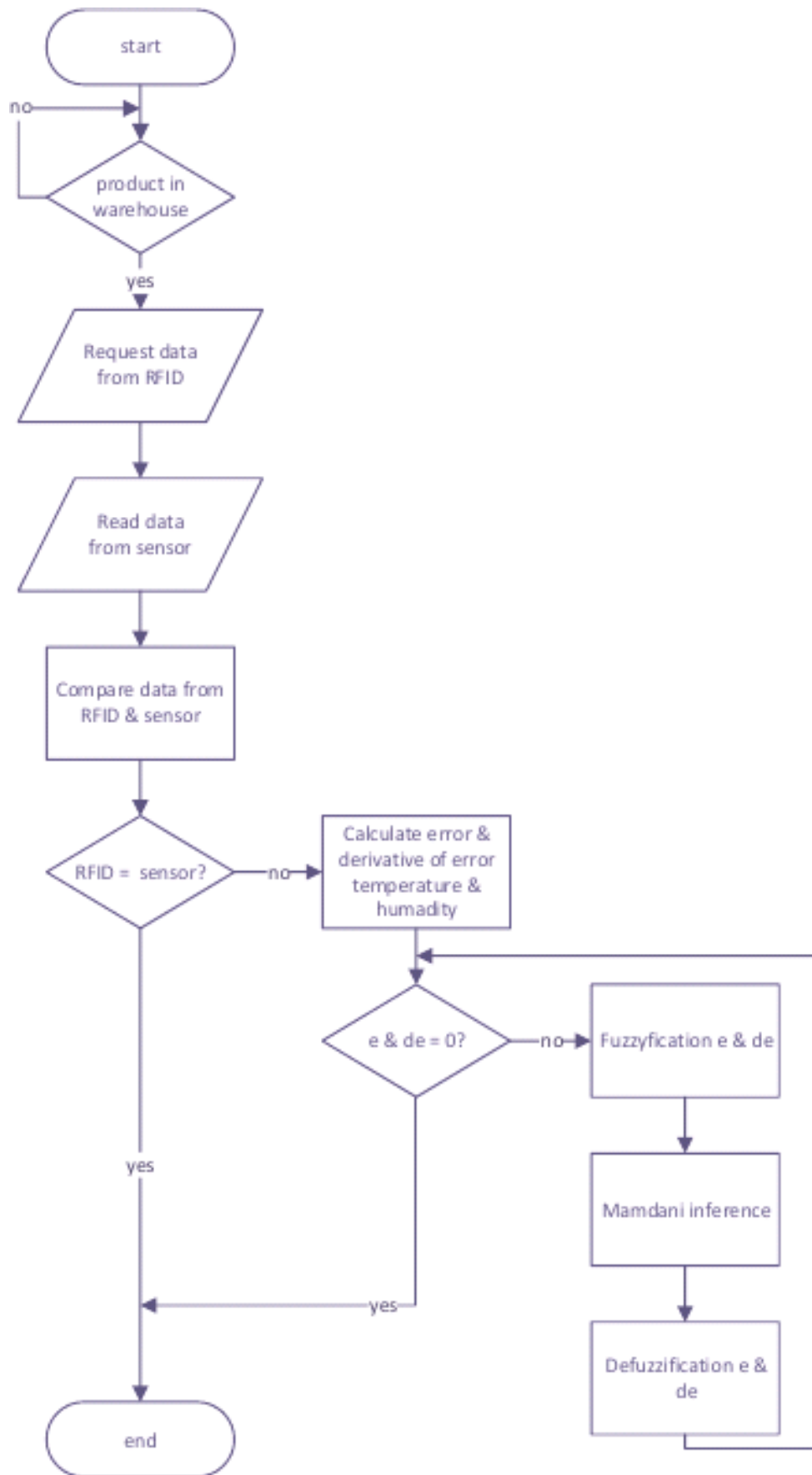


Рисунок 3.7 – Блок схема алгоритму нечіткого логічного висновку

Схематичне представлення програмно-апаратної взаємодії всередині контролера наведено на рисунку 3.8. Фрагменти реалізації в пакеті Simulink наведені на рисунках 3.9 та 3.10.

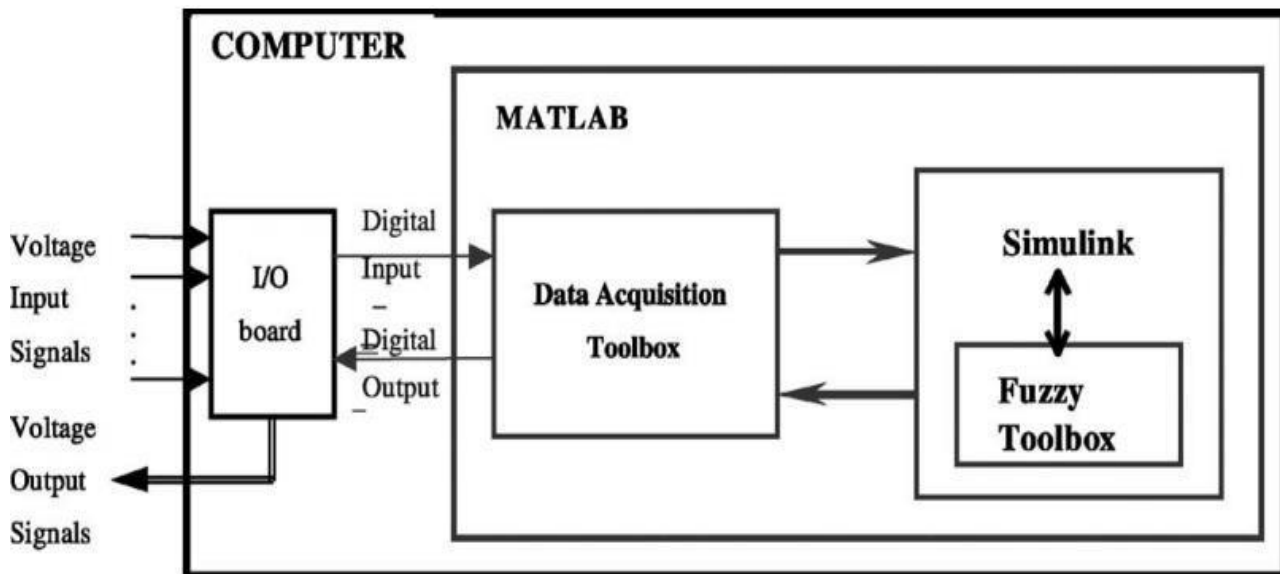


Рисунок 3.8 – Схематичне представлення програмно-апаратної взаємодії всередині контролера

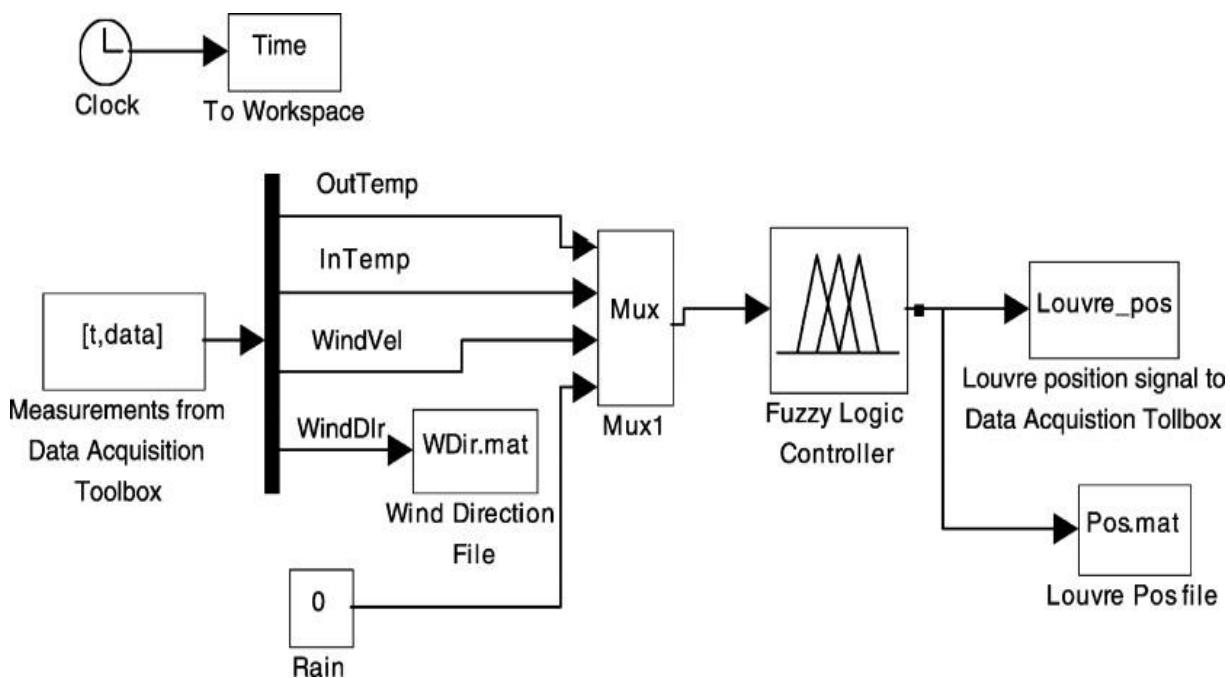


Рисунок 3.9 – Блок-схема процесу опрацювання вхідних даних в Simulink

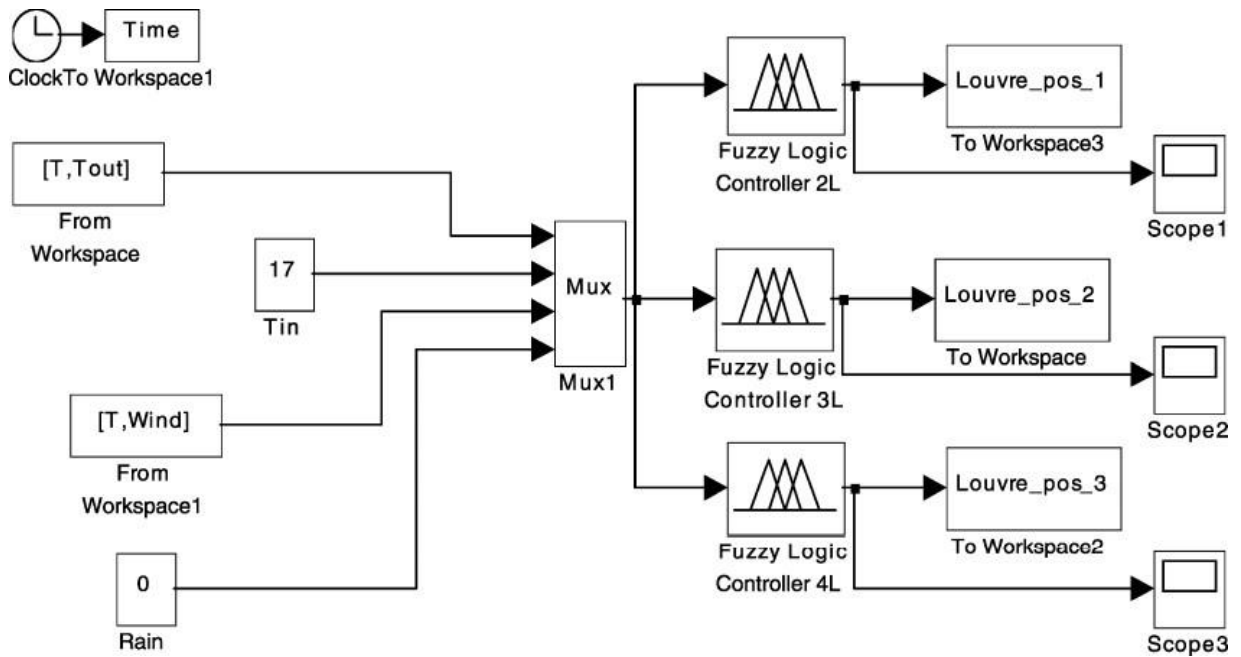


Рисунок 3.10 – Блок-схема моделювання фаззі регулятора в Simulink

3.3 Результати експериментів

Результати дій фаззі регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 показує, що нечітка керуюча дія була здійснена шляхом увімкнення або вимкнення охолодження або нагрівання. Точність регулювання температури становить 83,33% на основі дій, що виконуються за нечіткими правилами, які є здійснюється безпосередньо з діями, здійсненими прототипом. Це може бути викликано вибором температурного приводу, який може реагувати досить швидко, коли генерується нечіткий логічний висновок. Коли фаззі регулятор працює, вимірювання температури всередині приміщення призвело до наявності різної похибки температури. Датчиком температури, використовуваним у цьому регуляторі, можна лише керувати з моделями включення-виключення.

Нечіткі контролери, що використовуються для контролю температури, можуть усунути надмір, який зазвичай зустрічається у звичайному контролі.

На рисунку 3.11, фіолетова лінія показує зміни похибки температури після нечіткої контрольної дії. Значення необхідної температури становило 0, що називається стійким станом.

Метою усіх систем контролю завжди бути в стійкому стані.

На рисунку 3.11 також показано, як зміни температурних помилок завжди приводить до стійкого стану, а потім легко підтримувати навколо стійкого стану.

Нечіткий контролер показує, що регулятор температури може досягти стійкого стану без перевитрат та підтримувати свій стан завжди в стійкому стані. Коли значення не досягло стійкого стану, фаззі контролер намагається зменшити його значення, активуючи привід охолоджувача і якщо допустиме значення температури помилка стійкого стану пройде.

Якщо існує тенденція, коли значення похибки температури продовжує падати, тоді нечіткий контролер зменшить швидкість помилки швидкості, що досягла стійкого стану, зменшивши величину активного охолодження.

Це робиться для того, щоб значення помилки не падало нижче значення стійкого стану.

Якщо значення опускаючись нижче похибки температури значення стійкого стану, регулятор підвищить температуру на включення обігрівача.

Для експерименту був обраний поріг в 20°C , відповідно все, що вище цього порогу за правилами, висновок буде – охолодити; все, що нижче цього порогу, висновок згідно правил, буде – нагріти.

Але, необхідно враховувати похибку.

При похибці у $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ – жодних дій відбуватись не буде.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 3.3 – Результати аналізу контролю температури

№	Температура, °С	Похибка	Дії по контролю температури
1	26.75	6.75	Увімкнути охолодження
2	26.50	6.5	Увімкнути охолодження
3	25.85	5.85	Увімкнути охолодження
4	25.45	5.45	Увімкнути охолодження
5	25.05	5.05	Увімкнути охолодження
6	24.15	4.15	Увімкнути охолодження
7	24.75	4.75	Увімкнути охолодження
8	23.55	3.55	Увімкнути охолодження
9	23.5	3.5	Увімкнути охолодження
10	20.5	0.5	Нічого не робити
11	20.75	0.75	Увімкнути охолодження
12	19.5	-0.5	Нічого не робити
13	19.75	-0.25	Нічого не робити
14	19.0	-1	Увімкнути нагрівач
15	20.55	0.55	Нічого не робити



Рисунок 3.11 – Швидкість зміни похибки після дій фаззи регулятора

Результат нечіткого логічного висновку, а також графік взаємозалежності вихідної змінної від вхідної представлені на рисунках 3.12 та 3.13 відповідно.

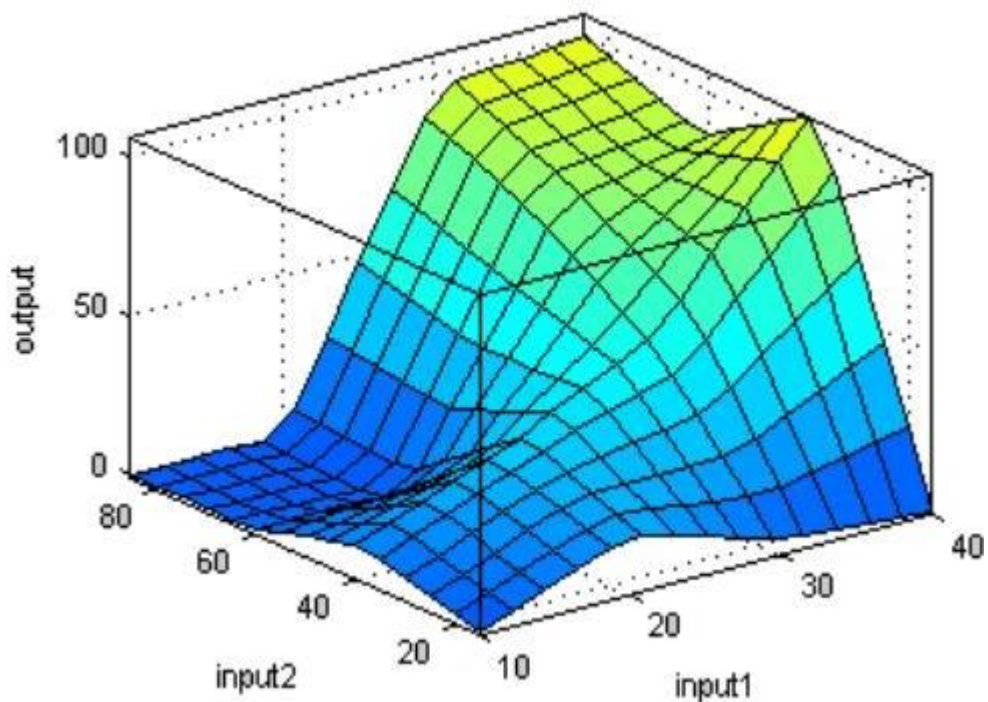


Рисунок 3.12 – Результат нечіткого логічного висновку

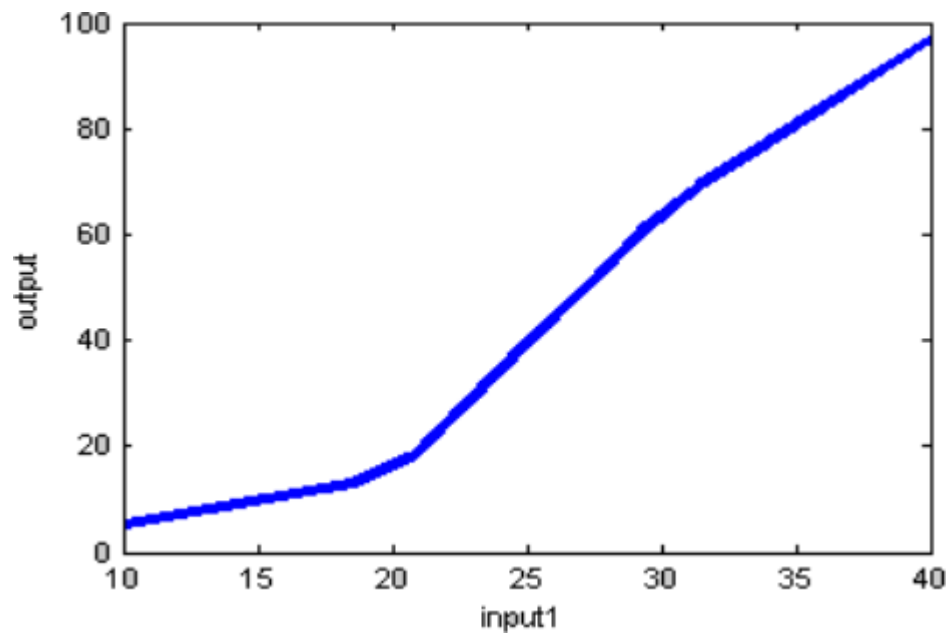


Рисунок 3.13 – Взаємозалежність вихідної змінної від вхідної

3.4 Висновки

В третьому розділі спроектований фаззі регулятор в середовищі Matlab, обрана елементна база з аналізом переваг та недоліків. Проведені експерименти довели практичну цінність пропонованих рішень.

ВИСНОВКИ

Контроль температури – одна із стратегій досягнення індивідуального комфорту в кімнаті, хоча температура лише один з факторів, що впливають на рівень теплового комфорту.

Питання контролю та регулювання параметрів мікроклімату у побутових або промислових приміщеннях, де важливим фактором є комфорт людини за умови її перебуванні у контрольованому приміщенні та участі в процесах керування є актуальним.

В кваліфікаційній роботі слід розв’язати наступну задачу: побудувати фаззі регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні

Для реалізації фаззі регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні слід використовувати апарат нечіткої логіки, зокрема систему Matlab та пакет Fuzzy Logic Toolbox та Simulink.

В другому розділі кваліфікаційної роботи було доведено необхідність використання апарату нечіткої логіки для вирішення поставленої задачі, також проведено огляд існуючих температурних регуляторів з вказанням їх переваг та недоліків. Як результат, змодельовано фаззі регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні, використовуючи нечітку логіку. Визначені входні та вихідні лінгвістичні змінні, обрані функції належності та побудована база правил для виконання нечіткого логічного висновку.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи спроектований фаззі регулятор в середовищі Matlab, обрана елементна база з аналізом переваг та недоліків. Проведені експерименти довели практичну цінність пропонуваніх рішень.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Al-Gunaid M. A., Shcherbakov M. V., Skorobogatchenko D. A., Kravets A. G., Kamaev V. A. Forecasting energy consumption with the data reliability estimatimation in the management of hybrid energy system using fuzzy decision trees. *International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*, 2016. Vol. 7. P. 1-8.
2. Argiriou A.A., Bellas-Velidis I., Balaras C.A. Development of a neural network heating controller for solar buildings. *Neural Networks*, 2013. Vol.13. P. 811-820.
3. Berk P., Rakun J., Vindis P., Stajanko D., Lakota M. Temperature loop structure with fuzzy and classical controllers. *DAAAM International Scientific Book*, 2010. P. 117- 128.
4. Calvino F., La Gennusa M., Rizzo G., Scaccianoce G. The control of indoor thermal comfort conditions: introducing a fuzzy adaptive controller. *Energy & Buildings*, 2004. Vol. 36. P. 97-102.
5. Dounis A.I., Manolakis D.E. Design of a fuzzy system for living space thermal comfort regulation. *Apply Energy*, 2010. Vol. 69. P. 119-144.
6. Ferreira P.M., Ruanoa A.E., Silvaa S., Conceic E.Z.E. Neural networks based predictive control for thermal comfort and energy savings in public buildings. *Energy and Buildings*, 2012. Vol. 55. P. 238-251.
7. Huang H, Chen L, Mohammadzaheri M, Hu E. A new zone temperature predictive modeling for energy saving in buildings. *Procedia Engineering*, 2012. Vol. 49. P. 142-151.
8. Karpenko A. V., Petrova I. YU. Control indoor climate. *International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*, 2017. Vol. 8. P. 1-6.
9. Tarun Kumar Das, Yudhajit Das. Design of A Room Temperature And Humidity Controller Using Fuzzy Logic. *American Journal of Engineering Research (AJER)*, 2013. Vol. 2. P. 86-97.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

10. Ahmad M. W., Mourshed M., Yuce B., Rezgui Y. Computational intelligence techniques for HVAC systems: A review. *BUILD SIMUL*, 2016. Vol. 9. P. 359–398, DOI 10.1007/s12273-016-0285-4.

11. Collotta M., Messineo A., Nicolosi G. and Pau G. A Dynamic Fuzzy Controller to Meet Thermal Comfort by Using Neural Network Forecasted Parameters as the Input. *Energies*, 2014. Vol. 7. P. 4727–4756. DOI 10.3390/en7084727.

12. Fountain M., Huizenga C. A thermal sensation prediction software tool for use by the profession. *ASHRAE Transactions*, 2007. Vol. 103, part 2. P. 130–136.

13. Musa S., Radzi M. A. M, Hisham H., Abdulwahab N. I. Fuzzy logic controller based three phase shunt active power filter for harmonics reduction. *IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON)*, 2014. P. 371–376.

14. Mikkili S., Panda A. K. Type-1 and Type-2 Fuzzy logic controller based Shunt active filter Id-Iq control strategy for mitigation of harmonics with Triangular membership function. *IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES)*, 2012. P. 1–6.

15. Mahajan V., Agarwal P., Gupta H.O. Neural network and fuzzy logic controllers for three-phase three-level shunt active power filter. *IEEE Workshop on Computational Intelligence: Theories, Applications and Future Directions (WCI)*, 2015. P. 1–6.

16. Kouadria A. M., Allaoui T., Denai M, Pissanidis G. Grid power quality enhancement using fuzzy controlbased shunt active filtering. *SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*, 2015. P. 646– 650.

17. Karuppanan P., Mahapatra K. PLL with PI, PID and Fuzzy Logic Controllers based shunt Active Power Line Conditioners. *Joint International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems, Power India*, 2010. P. 1–6.

18. Jha M., Dubey S. P. Neuro-fuzzy based controller for a shunt active power filter. *International Conference on Power and Energy Systems*, 2011. P. 1–7.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Як працює тепловентилятор і які види тепловентиляторів бувають [Електронний ресурс] // Будівельний портал : сайт. — Текст і граф. дані. — Режим доступу: <http://ukr3.com/jak-pracjue-teploventiljator-i-jaki-vidi/> — Назва з екрана.

20. Як працює кондиціонер [Електронний ресурс] // Digi Top : сайт. — Текст і граф. дані. — Режим доступу: <http://digitop.com.ua/jak-pracjuekondicioner/> — Назва з екрана.

21. Кондиціонер AQV09KBBN. URL: http://www.samsung.com/ua_ru/consumer/homeappliances/airconditioners/wallmount/AQV09KBBNSER/ .(дата звернення 14.03.2021).

22. Кондиционеры с Wi-Fi. URL: http://ch.ks.ua/notes_1263.html. (дата звернення 14.03.2021).

23. Спицин В.С., Спицин В.В. Алгоритми управління температурою в приміщенні. *Комп'ютерні технології, управління, радіоелектроніка*, 2012. Випуск 17.

24. Як працює тепловентилятор і які види тепловентиляторів бувають. URL: <http://ukr3.com/jak-pracjue-teploventiljator-i-jaki-vidi/>. (дата звернення 14.03.2021).

25. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень : навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. 341 с.

26. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB. СПб.: БХВ – Петербург, 2003. 736 с.

27. Ярощук Л.Д. Інтелектуальні системи управління: Курс лекцій до теми «Системи експертного оцінювання» розділу «Основи штучного інтелекту» кредитного модуля «Інтелектуальні системи управління» для студ. спец. 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 40 с.

28. Черных И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. URL: matlab.txponente.ru/simulink/book1/index.php. (дата звернення: 15.05.2021).

29. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. URL: http://www.nsu.ru/matlab/MatLab_RU/fuzzylogic/book1/index.asp.htm. (дата звернення: 15.05.2021).

30. Ульянов С.В. Тятюшкина О.Ю. Колбенко Е.В. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления. научно-организационные, техникоэкономические и прикладные аспекты. *Электронный журнал „Системный анализ в науке и образовании”*, Москва. 2011. № 2. С. 1 – 23.

31. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах : підручник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Видво «Політехніка», 2019. С. 224.

32. Терехов В. А., Ефимов Д .В., Тюкин И. Ю. Нейросетевые системы управления. М. : ИПРЖР, 2002. С. 480.

33. Пономарьов С.О. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решений : Навчальний посібник. Харьков: НТУ «ХП», 2005. С. 232.

34. Штовба С.Д., Мазуренко В.В. Интеллектуальні технології ідентифікації залежностей. Лабораторний практикум : електронний навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2014. 113 с.

35. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: Бином, 2009. 800 с.

36. Згуровский М.З. Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. К.: Изд. «Наукова думка», 2013.С. 406.

37. Siddique N. Intelligent Control: A Hybrid Approach Based on Fuzzy Logic, Neural Networks and Genetic Algorithms. Springer, 2013. P. 282.

38. Zaripova V., Petrova I. System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model. *PROGRESS IN SYSTEMS ENGINEERING. Proceedings of the 23rd International Conference on Systems Engineering*, August, 2014, Las Vegas, NY. 2015. Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1089. P. 365–373.

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк. 55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

39. Круглов В. В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. М.: Физматлит, 2002. С.252.

40. Системы “Умный дом” . URL: http://www.vashdom.ru/articles/research_2.htm. (дата звернення 15.05.2021).

					КВРКІ 170164.17.01.08 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Додаток А (обов'язковий)

Копія креслення «Структура нечіткої системи»

Загальна структура нечіткої системи

Приклад функції належності вхідних змінних

Базова структура системи нечіткого управління

Послідовність виконання кроків	
1	Визначення лінгвістичних змінних та термів
2	Побудова функцій належності
3	Побудова бази правил
4	Конвертування чітких даних в нечіткі змінні з використанням функцій належності
5	Оцінювання правил в базі правил
6	Посаднання результату з кожним правилом
7	Конвертування вихідних нечітких даних в чіткі змінні

КіРРС. 170164.17.01.08.Е8		КіРРС. 170164.17.01.08.Е8	
Знак	№ докум.	Підпис	Місце
Розроб.	Дана А.С.		
Перевір.	Григор'єв С.Г.		
Н. підпр.		Автори 1	Автори 2
			Автори 3
І. підпр.	Павлюк С.М.	ХНУ, ГР. КС-17-1	
Дата	Відомості 15.		
Сенс та модифікація фази регулятора температурного датчика в лінгвістичному управлінні			
Структура нечіткої системи			

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1008358581

Дата перевірки:
25.06.2021 17:03:10 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
25.06.2021 17:03:48 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: Дунець_Синтез та моделювання фаззі регулятора температурних датчиків в навчальному п..

Кількість сторінок: 58 Кількість слів: 7064 Кількість символів: 54556 Розмір файлу: 15.40 MB ID файлу: 1008428168

2.68% Схожість

Найбільша схожість: 1.6% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1008214668)



0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Активаци
Чтобы активи
"Параметры".

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 5%

ID: 95437 Название: Синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні Добавлено в БД: 2021-06-25 Авторы: А. С. Дунець Руководитель: Є. Г. Гнатчук Консультанты: Оponentы:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	44878	521	606 (1%)	8 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Дипломник: Дунець Артем Сергійович

Тема: Синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг дипломної роботи:

Кількість листів креслень 3; кількість сторінок записки 59

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У кваліфікаційній роботі змодельовано фаззи регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційна робота відповідає виданому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження предметної області (проаналізовані підходи щодо оцінки рівня теплового комфорту) та виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи обгрунтовано використання нечіткої логіки для вирішення поставленої задачі та змодельовано фаззи регулятор температурних датчиків в навчальному приміщенні. В третьому розділі виконано реалізацію фаззи регулятора з використанням системи Matlab. Проведені експерименти та представлені результати свідчать про коректність запропонованих рішень

4. Позитивні сторони роботи: Кваліфікаційна робота має комплексну практичну цінність. Практична цінність результатів роботи полягає в реалізації фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні.

5. Негативні сторони роботи: В роботі не достатньо приділено уваги обгрунтуванню вибору функцій належності для представлення вхідних та вихідних змінних

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Матеріали кваліфікаційної роботи є структурованими у чіткій та логічній формі та відображають послідовність виконання поставлених задач.

7. Відгук про роботу в цілому: Загалом, зміст представленої роботи в повній мірі розкриває обрану тему. Робота виконана на належному науково-технічному рівні

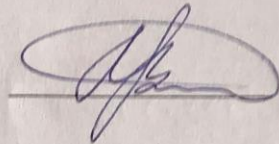
8. Інші зауваження: -

9. Оцінка дипломної роботи:

Розглянувши представлену дипломну роботу вважаю, що робота заслуговує оцінки «добре» 4,5 (В)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Мартинюк Валерій Володимирович, д.т.н., професор, завідувач кафедрую автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій і телекомунікацій ХНУ

“ 22 ” червня 2021р.



Завідувачу кафедри КІСП
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Дунець А.С.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 4 курсу, групи КІ-17-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

25.06.2021

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА СИСТЕМОГО ПРОГРАМУВАННЯ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Синтез та моделювання фаззи регулятора температурних датчиків в навчальному приміщенні

Автор: Дунець Артем Сергійович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія та програмування

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Гнатчук Єлизавета Геннадіївна, к.т.н., доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 2) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі українськомовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 2,68 і адресується до 31 та 85 періоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІСП



С. Г. Гнатчук

С. М. Лисенко

Т. О. Говорущенко

Активаци
Чтобы актив
"Параметры