

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

П.В. Леонтєв

«_____» _____ 2022р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «Система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування

об'ємом до 1500м³»

(Дипломний проєкт)

Керівник проєкту:

Кандидат фізико-математичних наук,

викладач

Журба В.О.

Дипломник:

студент групи СУ-81

Циганенко Е.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____Леонт'єв П.В.

_____2022 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Циганенко Едуарду Валентиновичу

1. Тема проєкту: Система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³.
Затверджено наказом ректора університету. № 0360-VI від "17" травня 2022 р.
2. Термін здавання студентом закінченого проєкту "15" червня 2022 р.
3. Вихідні дані до проєкту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація тощо.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз предметної області, система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³., вибір засобів автоматизації, розробка SCADA.
5. Перелік графічних матеріалів: 50 рисунків, 4 таблиці, 2 додатки.
6. Календарний план проєктування

Номер етапу		Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	14.04.2022 – 17.04.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	18.04.2022 – 25.04.2022
3	Розробка автоматизованої системи керування системою контролю клімату	26.04.2022 – 05.05.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	06.05.2022 – 16.05.2022
5	Створення SCADA системи.	17.05.2022 – 22.05.2022
6	Оформлення дипломного проєкту та супровідної документації	23.05.2022 – 31.05.2022

7. Дата видачі завдання "14" квітня 2022р.

Керівник проєкту:

Посада, науковий ступінь:

Викладач,

кандидат фізико-математичних наук

Журба В.О.

До виконання прийняв:

студент групи СУ-81

Циганенко Е.В.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³.

Розробник:

студент групи СУ-81

Циганенко Е.В.

Погоджено:

Посада, науковий ступінь:

Викладач,
кандидат фізико-математичних наук

Журба В.О.

1. Тема проекту та галузь застосування: система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³; використовується в приміщеннях громадського харчування.

2. Затвержено ректором Сумського державного університету № 0360-VI від "17" травня 2022 року.

3. Призначення і мета проекту: розробити систему кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³, спроможну виконувати ряд поставлених технічних задач:

- контроль температури повітря;
- контроль вологості повітря;
- контроль руху повітряних мас всередині приміщення;
- контроль теплопостачання.

Для досягнення поставленої задачі була розроблена технічна документація, а саме: функціональна схеми автоматизації та схема інформаційно-матеріальних потоків приміщення громадського харчування.

4. Література для розроблення та джерела: аналіз різноманітних систем керування за тематикою, конструкторська документація, яка була отримана в процесі проходження переддипломної практики, вебсайти, статті, тези.

5. Функціонування об'єкта за режимами: періодичність технічного огляду не рідше 2-4 разів на місяць. Щоб забезпечити надійну роботу без завад, система управління має бути обрана з урахуванням визначеного об'єкта автоматизації, а саме всі датчики збудовані з захистом від вибухів, пилу та вологи.

6. Умови експлуатації системи управління:

- 1) взаємодія з агресивними середовищами: агресивні гази, емульсія, пил та ін.;
- 2) сейсмічна активність до 5 балів;
- 3) довколишня температура від - 40 до +50 ° C;
- 4) атмосферний тиск 80 – 112 кПа.

7. Технічні вимоги: систему кліматозабезпечення приміщень громадського харчування має бути надійною, швидкодіюююю, точною, забезпечувати безпечну експлуатацію і монтажні роботи, зручною в управлінні і має підтримувати задані параметри за тиском, температурою та рівнем вологості на об'єкті.

8. Економічні показники якості: зменшення витрат на обслуговування системи за рахунок використання сучасних систем управління та ефективних алгоритмів функціонування, що в свою чергу підвищує якість функціонування.

9. План для проектних робіт:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок – кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Пошук, аналіз та підбір літератури та джерел.	23.02.2022 – 27.02.2022
2	Ознайомлення з документацією для засобу автоматизації	28.02.2022 – 04.03.2022
3	Опис технологічного процесу.	05.03.2022 – 12.03.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	13.03.2022 – 25.03.2022
5	Розробка пояснювальної записки.	26.03.2022 – 20.04.2022
6	Вибір засобів автоматизації для проекту.	21.04.2022 – 09.05.2022
7	Завершення написання дипломного проекту та додаткової документації.	10.05.2022 – 31.05.2022

РЕФЕРАТ

Циганенко Едуард Валентинович. Система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³. Пояснювальна записка до дипломного проекту. Сумський державний університет. Суми, 2022 рік.

Система автоматизації розроблена на базі ПЛК Arduino UNO.

Проект містить 54 аркуші пояснювальної записки, в яку входить 50 рисунків, 4 таблиці, 4 креслення, та 15 джерел інформації.

Проведено технічний аналіз процесу забезпечення мікрокліматичних умов для повноцінного безперебійного функціонування приміщень громадського харчування. В результаті аналізу розроблено систему кліматозабезпечення приміщення громадського харчування об'ємом до 1500м³. У пояснювальній записці представлено короткий опис технологічного процесу, контури керування та інформаційні контури системи кліматозабезпечення, та підібрані необхідні засоби автоматизації для даної системи.

Ключові слова: система кліматозабезпечення, мікроклімат, приміщення громадського харчування, датчики, частотний перетворювач, програмований логічний контролер, панель управління, виконуючі механізми, сигнальні модулі, програмне забезпечення, система управління, функціональна схема автоматизації.

ABSTRACT

Tsiganenko Eduard Valentinovich. Climate supply system of public catering premises with a volume of up to 1500 m². Explanatory note to the diploma project. Sumy State University. Sumy, 2022.

The automation system is based on the Arduino UNO.

The project contains 54 sheets of explanatory note, which includes 50 figures, 4 tables, 4 drawings, and 15 sources of information.

The technical analysis of the process of providing microclimatic conditions for full-fledged uninterrupted functioning of public catering premises is carried out. As a result of the analysis, a system of climate supply of public catering premises with a volume of up to 1500 m² was developed. The explanatory note provides a brief description of the technological process, control circuits and information contours of the climate system, and selected the necessary automation tools for this system.

Key words: climate supply system, microclimate, public catering premises, sensors, frequency converter, programmable logic controller, control panel, actuators, signal modules, software, control system, automation functional diagram.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проєкту
Система кліматозабезпечення приміщень громадського
харчування об'ємом до 1500м³

Керівник проєкту:

Викладач,
кандидат фізико-математичних наук

Журба В.О.

Виконав:

студент групи СУ-81

Циганенко Е.В.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	6
1.1. Область застосування систем кліматозабезпечення.....	6
1.2. Призначення, експлуатація та характеристики систем кліматозабезпечення	6
1.3. Способи контролю характеристик повітря	7
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ЗАЛАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ.....	9
2.1. Аналіз технологічного процесу	9
2.2. Функціональні задачі керування	9
2.3. Опис контурів керування	10
2.3.1. <i>Опис приміщення</i>	10
2.3.2. <i>Контур теплопостачання</i>	12
2.3.3. <i>Контур вентиляції</i>	14
2.3.4. <i>Контур туманоутворення</i>	16
РОЗДІЛ 3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ЗАЛАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ	18
3.1. Інструменти реалізації системи управління температурою	18
3.2. Вибір обладнання для контуру вентиляції	23
3.3. Вибір обладнання для контуру туманоутворення	25
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ТЕРМОСТАТУ.....	28
4.1. Вихідні параметри для моделювання	28
4.2. Визначення параметрів збору даних для інтелектуальної системи керування температурою у приміщенні	28
4.3. Налаштування апаратної частини	29
4.4. Реалізація програмної частини	33
РОЗДІЛ 5. СКЛАДАННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ	40
ВИСНОВКИ	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	50
ДОДАТКИ	52
Додаток А Лістинги розробленої програми
Додаток Б Схеми.....

					<i>СУ-81.6.151.29.ДП</i>					
<i>Змн</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розробив</i>	Циганенко Е.В				Система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м ³			<i>Лит.</i>	<i>Арк</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	Журба В.О.									
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затвердив</i>										
					<i>СумДУ, СУ-81</i>					

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ – автоматизована система управління;

АСУ ТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПЗО – прилад зв'язку з об'єктом;

АРМ – автоматизоване робоче місце;

ЕОМ – електронно обчислювальна машина;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

МК – мікроконтролер;

ВМ – виконавчий механізм;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – промисловий комп'ютер;

ПУ – панель управління;

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Основні функції держави визначаються цілями соціально-економічної політики. Розвиток споживчого ринку, і, зокрема, системи громадського харчування, є одним із основних напрямків соціально-економічного розвитку України. Завдяки активній політиці держави у галузі соціальних перетворень та створенню сприятливого підприємницького та інвестиційного клімату, забезпечені високі темпи розвитку індустрії харчування та ресторанного бізнесу.

Громадське харчування є важливою складовою у інтегральній оцінці соціально-економічного розвитку суспільства. Ринок громадського харчування характеризується високим ступенем диференціації пропонованого продукту та цін, чистою конкуренцією, високим ступенем локалізації підприємств через невіддільність послуги від її постачальника, що дає можливість підприємствам комунального харчування формувати конкурентні переваги, що дозволяють обмежити вплив конкурентів. У цих умовах діяльність підприємств громадського харчування вимагає постійного вдосконалення та оновлення, вироблення відповідної стратегії та тактики управління.

Одним з найважливіших інструментів реалізації цих заходів є управління мікрокліматичними умовами в приміщеннях громадського харчування. Показники зазначених умов в закладах громадського харчування мають вплив на значну кількість аспектів. До того ж, якщо використати творчий підхід до підбору елементів автоматизованих систем керування мікрокліматом в приміщеннях, вони можуть не лише вписуватися у загальний дизайн залів, а ще й значно прикрашати їх. Отже, виходячи з вищезазначеного, можна стверджувати, що управління системою кліматозабезпечення приміщень громадського харчування значно впливає на багато факторів, починаючи з підвищення апетиту відвідувачів, та закінчуючи – знезараженням повітря та недопущення розмноження шкідливих мікроорганізмів, що впливає на загальне самопочуття та здоров'я відвідувачів. Тому мою роботу можна вважати актуальною.

Об'єкт дослідження: приміщення громадського харчування.

Предмет дослідження: методи і засоби автоматизованого керування системою кліматозабезпечення приміщення громадського харчування об'ємом до 1500м³.

Мета дослідження: Розробити енергоефективну та раціональну автоматизовану систему кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³, що дозволить знизити витрати на послуги з обслуговування, звільнити задіяний до цих задач персонал від необхідності регулювати процеси в ручному режимі.

У відповідності до предмету дослідження і поставленої мети роботи нами були поставлені та вирішені наступні задачі:

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1. Проведено передпроектне дослідження, зібрана та проаналізована інформація по приміщенням громадського харчування;
2. Розроблено концепцію автоматизованої системи кліматозабезпечення приміщення громадського харчування об'ємом до 1500м³;
3. У відповідності з функціональними вимогами підбрано необхідне апаратно – програмне забезпечення.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Область застосування систем кліматозабезпечення

З ходом технологічного прогресу бажання підприємців контролювати та використовувати найбільш ефективно всі параметри виробничих ділянок збільшувалося.

Таким чином, технології, які так чи інакше можуть впливати на параметри повітря на території виробничої ділянки почали користуватися попитом в галузях, у яких вони мають найбільший вплив на ефективність виробництва.

Такими галузями є сільське господарство, продуктозаготівельні підприємства, заклади громадського харчування і багато інших, але з меншим впливом на ефективність виробництва.

Впливаючи з назви системи зрозуміло, що її призначенням є підтримання параметрів клімату приміщення у заданому діапазоні. До основних параметрів можна віднести:

- температуру повітря;
- вологість повітря;
- чистоту повітря.[4]

На зазначених вище сільськогосподарських та продуктозаготівельних підприємствах ці системи є невід'ємною їх частиною, оскільки в сільськогосподарській галузі вони використовуються для створення оптимальних умов для життя тварин в стойлах, вирощування овочів та фруктів у теплицях, зберігання зерна та овочів на зерносховищах та овочебазах. На продуктозаготівельних підприємствах використовуються з тією ж ціллю.

Що стосується підприємств громадського харчування, там даний вид систем використовується для створення максимально комфортного середовища перебування для людей, з урахуванням багатьох факторів.[6] Показники параметрів повітря в закладах громадського харчування впливають на надзвичайно велику кількість аспектів, які власники можуть монетизувати, від підвищення апетиту відвідувачів до знезараження повітря та недопущення розмноження шкідливих мікроорганізмів. До того ж, з творчим підходом до підбору корпусу та виконуючих елементів у деяких варіаціях цих систем, вони можуть не лише вписуватися у загальний дизайн приміщень, а ще й прикрашати їх. З мінусів можна зазначити необхідність проектування індивідуальних систем для кожного приміщення, і труднощі з введенням в експлуатацію, тому що для цього потрібно на один або декілька днів зупиняти роботу закладу.

1.2. Призначення, експлуатація та характеристики систем кліматозабезпечення

Як було зазначено у попередньому розділі, системи кліматозабезпечення підприємств громадського харчування призначені для створення оптимальних умов для тривалого перебування відвідувачів у залах ресторанів, в залежності від динамічних умов.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Основними характеристиками, на які повинна впливати дана система є температура, вологість та рух повітряних мас.

Ще необхідно розуміти, що даний вид систем може розроблюватися з двома різними початковими умовами.

Перша з них, це проектування системи під час проектування самого закладу, тобто до його фактичного зведення, коли у розробника є можливість змінювати розташування батарей, вентиляційних систем і тому подібних систем закладу. За таких умов є можливість створити максимально ефективну систему контролю клімату.

Друга ж це коли заклад вже введено в експлуатацію і проектування системи прив'язане до вже наявного розміщення вищезазначених систем опалення і вентиляції. В такому випадку проектувальнику потрібно провести розрахунки, зрозуміти як рухаються повітряні маси всередині приміщення, провести вимірювання параметрів повітря, які будуть керуватися системою, дослідити наявні у закладі системи кліматозабезпечення, з метою їх використання під час проектування власної системи контролю клімату, для досягнення найкращого результату.

Саме другий варіант буде розглядатися в ході виконання КРБ, оскільки, на мою думку, він частіше зустрічатиметься проектувальнику, який вирішить займатися саме такими системами.

Перейдемо до опису самої системи. Виконуючими елементами в ній будуть генератори холодного туману та вентилятори для зсуву повітряних мас та забезпечення циркуляції повітря всередині приміщення. Для фіксації поточних характеристик повітря використовуються датчики температури та вологості. До їх розміщення потрібно підходити обережно, і обирати місце, найменш підвержене тепловому впливу ззовні (датчик температури або вологості, розміщений прямо під впливом сонячних променів, біля батареї або під вентиляційною шахтою ніколи не покаже дійсних характеристик повітря).

1.3. Способи контролю характеристик повітря

Для контролю рівня повітря нам необхідно випускати перетворену на туман (високодисперсну воду) у повітря коли датчики будуть показувати низький рівень вологості повітря у приміщенні.

Існує два розповсюджених способи перетворення води на холодний туман. Це ультразвукові генератори туману (рис. 1.1), та механічне генерування за допомогою форсунок з діаметром отвору до 30 мкм та водяних насосів (рис. 1.2) високого або середнього тиску (залежно від бажаної кількості форсунок та довжини магістралі).

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		7

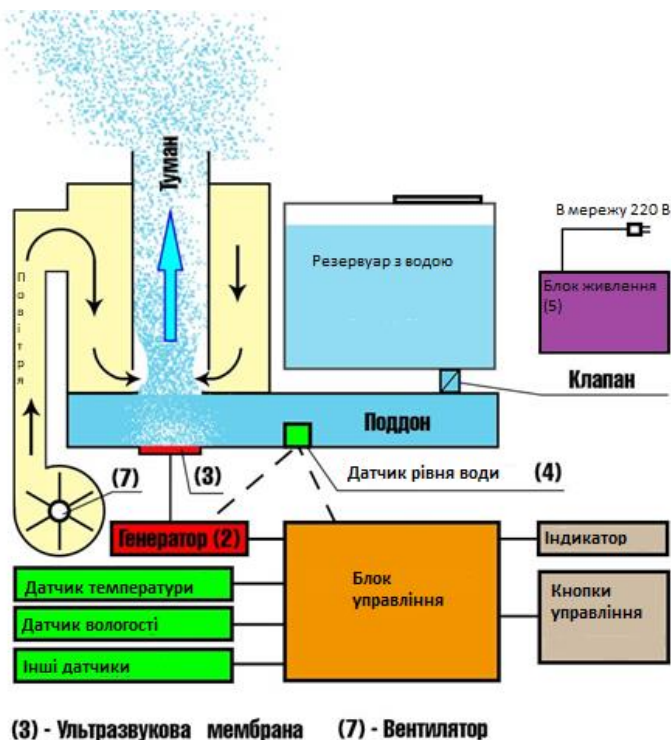


Рисунок 1.1. Принцип роботи ультразвукового генератора туману

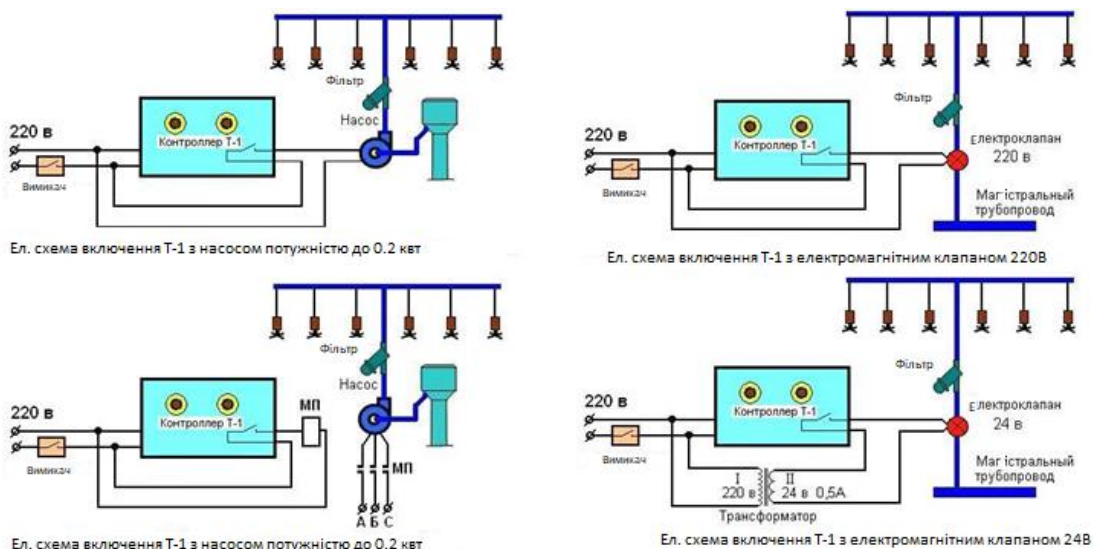


Рисунок 1.2. Принцип роботи системи туманоутворення з форсунками і помпою.

Що стосується регулювання температури у приміщенні і інструментів для забезпечення циркуляції повітряних мас всередині вже введених в експлуатацію закладів громадського харчування, то перш за все необхідно дослідити потужності вже наявних інструментів забезпечення мікроклімату (системи опалення, вентиляцію) і, якщо вони задовільняють потребам проектувальника, знайти можливість автоматизації їх роботи та інтеграції їх у розроблювану систему.[2] В іншому випадку до цього алгоритму дій додається ще й розробка додаткових елементів, здатних виконувати необхідні задачі.

РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ЗАЛАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

2.1. Аналіз технологічного процесу

Технічний процес системи керування мікрокліматом являє собою підтримання параметрів повітря в приміщенні закладу громадського харчування у заданих межах незалежно від факторів, які динамічно змінюються.

До цих факторів відносяться:

- Температура повітря зовні;
- Тривалість сонячного дня;
- Інтенсивність теплового випромінювання Сонцем в залежності від пори року;
- Кількість людей у приміщенні;
- Концентрація пилу у повітрі всередині приміщення;
- Теплове випромінювання від технологічного обладнання ресторану (такого як піч, кавова машина, велика кількість холодильних камер і тому подібного обладнання);

Для впливу на характеристики мікроклімату необхідно насичувати повітря водою, змінювати температуру повітря та вентилувати приміщення, опираючись на показники датчиків.

Між цими параметрами є тісний взаємозв'язок. Так при збільшенні вологості в приміщенні зменшиться температура, при вентиляції зміна температури, як і вологості в приміщенні буде прив'язана до пори року. Велика кількість людей у приміщенні у певні години роботи закладу збільшить температуру та зменшить концентрацію кисню у повітрі. Геометрична форма приміщення може спричинювати «застойні зони», у яких доведеться встановлювати додаткове обладнання для зміщення «відпрацьованих» повітряних мас.[1]

2.2. Функціональні задачі керування

До функціональних задач керування системою кліматозабезпечення приміщень громадського харчування відносяться:

- Автономний контроль поточних параметрів мікроклімату в приміщенні
- Утримання параметрів мікроклімату в заданих межах
- Відсутність небажаних(намокання поверхонь унаслідок роботи туманоутворювачів, додаткове шумове забруднення, підтікання води, тощо) наслідків роботи системи
- Поєднання з загальним дизайном приміщення
- Енергоефективність

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

2.3. Опис контурів керування

2.3.1. Опис приміщення

До проектування я взяв приміщення вже існуючого закладу громадського харчування. Для початку проектування системи спочатку необхідно дослідити приміщення. Зрозуміти його геометричні особливості, розташування вікон та вентиляційних шахт, або шахт кондиціонерів, визначити місце розміщення батарей опалення та другорядних джерел виділення тепла. Для цього необхідно мати план або макет приміщення. Для найкращого розуміння всіх особливостей приміщення мною був розроблений 3D макет приміщення. Цей формат дає можливість схематично позначити всі елементи, які нас цікавлять, у реальному масштабі приміщення, визначити напрям натурального руху повітряних мас і знайти найкраще місце для розміщення датчиків та виконуючих елементів.

Розміри приміщення:

- Довжина - 20 м;
- Ширина - 15 м;
- Висота - 4 м;
- Площа 300 - кв. м;
- Об'єм 1200 - кв. м;

В залі розташовані:

- Бар;
- Відкрита кухня;
- Санвузол;

Дві стіни закладу суміжні з іншими комерційними установами, інші дві стіни кутові, але закруглені і спливаються в одну. Кутова стіна повністю застеклена (рис. 2.1)

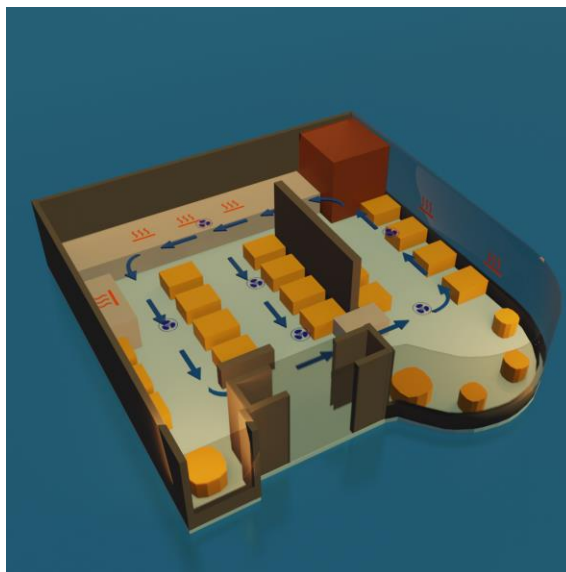


Рисунок 2.1. – Контур приміщення (вигляд спереду зліва)

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

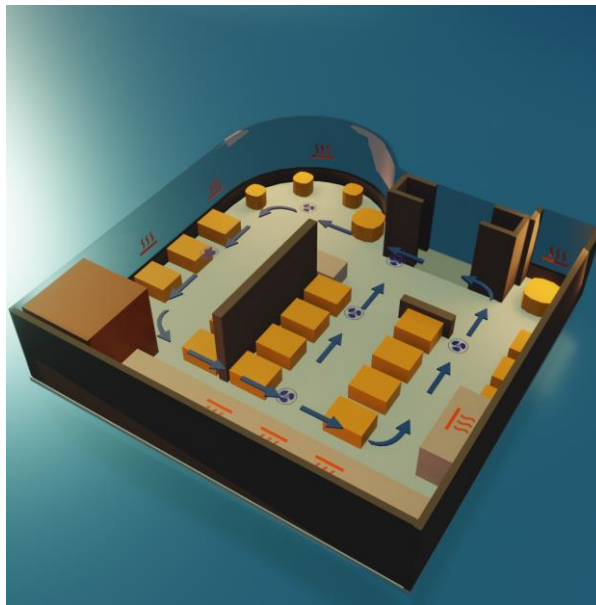


Рисунок 2.2. – Контур приміщення (вигляд ззаду)

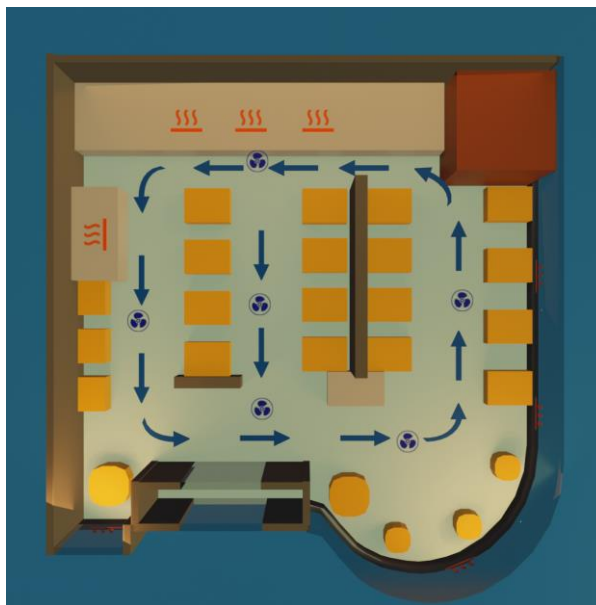


Рисунок 2.3. – Контур приміщення (вигляд зверху)

На рис. 2.2 та рис. 2.4 зображені контури приміщення з позначеними:

1. Джерела тепла:

1) Бар ресторану на якому знаходяться:

- льодогенератор;
- 2 морозильні камери;
- 2 холодильника для напоїв;
- кавова машина;
- самовар;
- дегідратор.

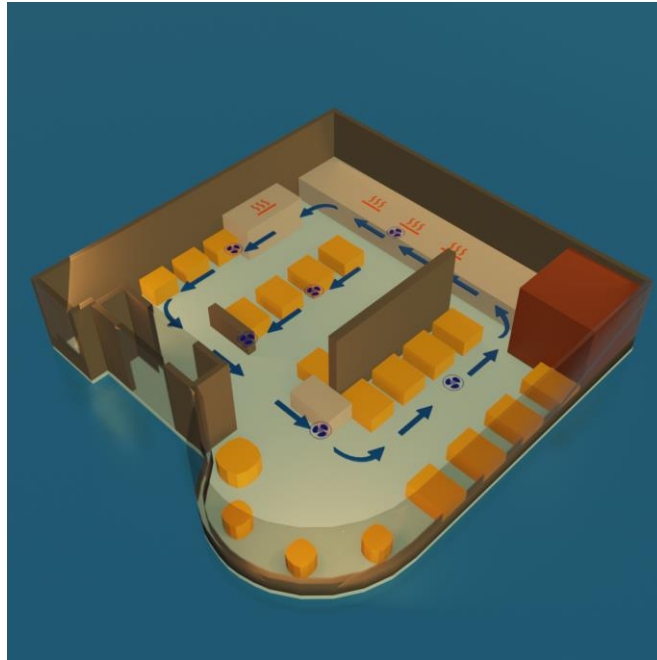


Рисунок 2.4. – Контур приміщення (вигляд спереду справа)

2) Відкрита кухня на якій знаходяться :

- 4 холодильника;
- 2 морозильні камери;
- двосекційна піч;
- 2 електроплити.

3) Панорамні вікна з сонячної сторони під якими по всій довжині знаходяться батареї опалення.

2. Розміщення вентиляційної шахти каналного типу з прямокутним перерізом.

3. Напрямок зміщення повітряних мас в приміщенні.

Завдяки цим макетам можна визначити найкраще розміщення датчиків в приміщенні для підрахування середніх показників і керування мікрокліматом приміщення.

2.3.2. Контур теплопостачання

Заклад громадського харчування розміщений на першому поверсі житлового будинку, частково вбудований і частково добудований. Він обладнаний власним джерелом теплопостачання, який розташований у підвалі будинку і виконує функцію опалення і забезпечення гарячою водою. Водопостачання ресторану є відокремленим від водопостачання житлового будинку, а в підвалі встановлено газовий котел потужністю 35 КВт. Тепло в середині приміщення розсіюється за допомогою радіаторів, які встановлені і обслуговуються відповідно до вимог статті ДБН В.2.2-25:2009, а саме пунктів 7.2.2 ч1, 7.2.2 ч2 і 7.2.5.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

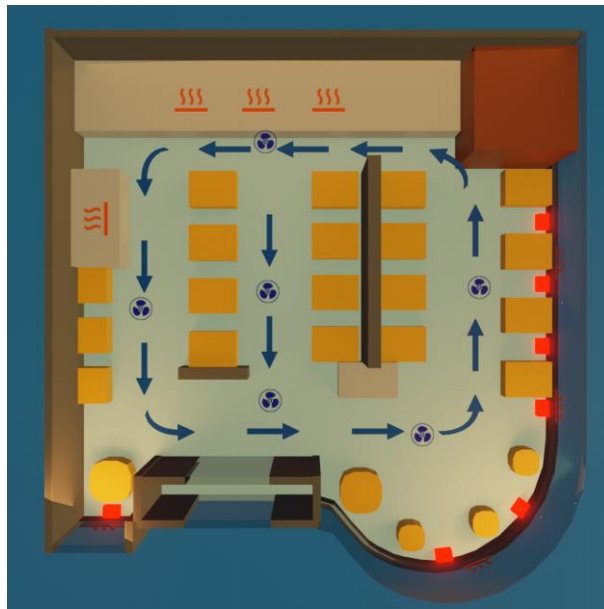


Рисунок 2.5. – Контур приміщення (вигляд зверху)

На радіаторах опалення, які розміщені вздовж панорамного вікна (відмічені квадратиками, що світяться), встановлені заслонки, якими персонал вручну вмикає і вимикає опалення, зазвичай з оглядом лише на пору року (рис. 2.5). Розміщення обране з розрахунку що це єдина стіна у закладі яка виходить на вулицю. Всі інші стіни спільні з іншими магазинами, добудованими до будинку. Тепловтрати цих стін набагато менші за тепловтрати зовнішньої стіни, до того ж з того боку розміщені відкрита кухня, бар та закрита кухня, які є досить сильним джерелом тепла. Для того щоб встановити контроль над роботою системи опалення нам необхідно встановити нормально закритий електроклапан на трубі, що йде з котельної на перший радіатор опалення. За допомогою електроклапана, система зможе самостійно подавати гарячу воду у радіатори в залі, при падінні температури нижче встановленого згідно з ДБН В.2.2-25:2009 [9] рівня в 20 °С з кратністю приливу у 3 °С. Менше указаної температура буде опускатися лише взимку в період з ночі до ранку. У цей час заклад закритий і немає необхідності витратити ресурси на його опалення. Персонал вмикає опалення за 1-2 години до відкриття. В залі встановлено 8 алюмінієвих секторних радіаторів для опалення 1200 куб метрів необхідно 49200 ватт (1200x41 Вт на 1 куб. м об'єму при стандартних умовах), тобто 49 кВт. Одна алюмінієва батарея має потужність приблизно 2 кВт, що сумарно не дорівнює і половині потрібної енергії. Все розраховано на відвідувачів і персонал, які також виділяють тепло. Виходячи з цього можна зробити висновок що клапан повинен бути саме нормально закритим, щоб приміщення опалювалося лише при включеній системі і при температурі нижче 20 °С.

Клапан повинен відповідати наступній низці параметрів.

- EPDM мембрана (мембрана здатна витримувати довготривалий вплив гарячої води)
- Латунна основа.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- Коефіцієнт пропускної можливості, K_v - 100 л/хв. або більше. (пропускна можливість що перевищує кількість води, яку котел подає у контур опалення для запобігання утворення додаткового тиску в системі, що може призвести до пошкодження компонентів системи)
- З'єднувальний розмір $G - 3/4$.
- Струм живлення 12v.



Рисунок 2.6. – Електроклапан

Сутність роботи нормально закритого електроклапана (рис. 2.6) полягає в тому, що при наявності на контактах напруги і достатньої сили струму, електромагнітна котушка, розміщена в середині, зміщує плунжер, який утримує мембрану і вона в свою чергу відкривається під дією тиску речовини, що протікає у трубопроводі. Струм пуску у електромагнітних клапанів зазвичай перевищує 1А, тому напряму від плати керування подавати електричний сигнал на контакти клапана не найкраща ідея, оскільки після посилюючого блока сила струму сигналу буде недостатньою для більшості мікроконтролерів.[11] Саме тому, на мою думку, керування цим клапаном через розмикання 12V електричного кола за допомогою реле буде більш надійним варіантом.

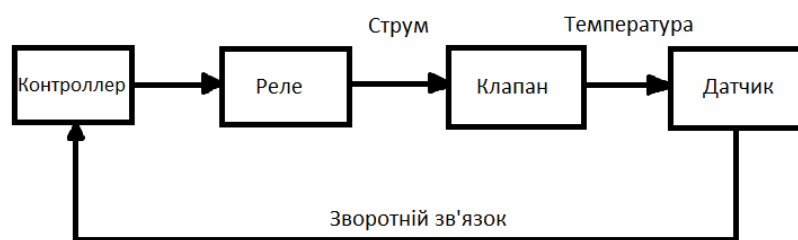


Рисунок 2.7. – Структурна схема контуру опалення

2.3.3. Контур вентиляції

Вентиляція – процес повітрообміну у виробничих приміщеннях, який забезпечує нормовані значення параметрів мікроклімату та чистоту повітря.[5]

В досліджуваному закладі вентиляція забезпечується за допомогою приточної загальнообмінної каналної вентиляції. Канал вентиляції проходить через увесь ресторан у вигляді літери Ш. Ця система має наступний вигляд (рис. 2.8):

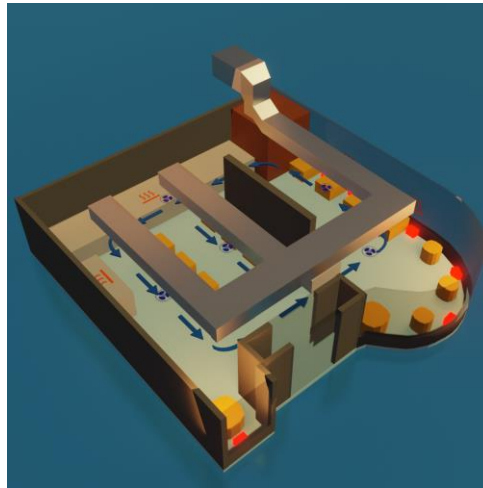


Рисунок 2.8. – Схема подачі свіжого повітря

Завдяки конструкції системи, подача свіжого повітря всередину зали здійснюється рівномірно. Воздухозабір відбувається на даху, там же повітря нагрівається в зимовий період часу перед подачею у середину приміщення, або охолоджується у літній період. Ефективність нагрівання/охолодження не стовідсоткова, особливо влітку. Через розміщення, при температурі вище 25-26 °С, що за останні декілька років для наших широт стало прохолодною температурою, охолоджує вхідне повітря лише на декілька градусів, і при цьому засушує його. Забране повітря транспортується в середину приміщення по Ш-подібній магістралі (рис. 2.9) і по тій самій магістралі і виводиться з приміщення.

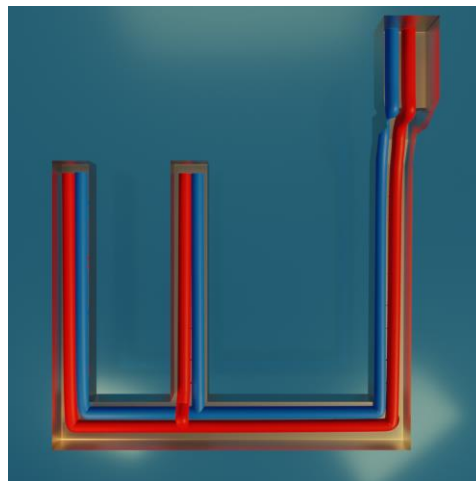


Рисунок 2.9. – Схема подачі свіжого повітря

Знизу каналу вентиляції знаходяться круглі повітряводи (рис. 2.10), приєднані до двох відокремлених каналів, відповідаючих за описані вище процеси.

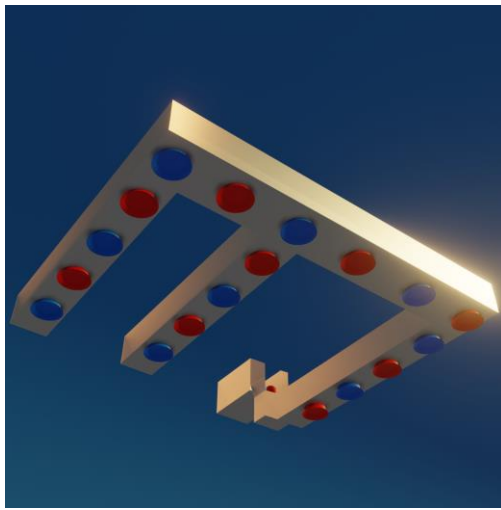


Рисунок 2.10. – Канал вентиляції

Параметри роботи системи повністю відповідають вимогам розділу 7 ДБН В.2.2-25:2009 , а саме забезпечує притік 1000 куб.м повітря на годину. Система вентиляції працює в автоматичному режимі, з регуляцією режиму роботи від температури зовнішнього повітря. Вона запрограмована на підтримання показників температури повітря що потрапляє у приміщення у проміжку від 18 °С до 22 °С, і працює з інтервалами щоб уникнути перегрівання. В результаті обробки даною системою повітря досить сильно пересушується, в іншому вона не потребує ніяких модифікацій для роботи у складі розроблюваної системи.

2.3.4. Контур туманоутворення

Процес туманоутворення полягає в обробці води з метою перетворити її у високодисперсний туман. Є декілька методів досягнення цього, вони описані у розділі 1.3. В даному випадку буде розглядатися метод утворення туману за допомогою ультразвукового генератора, оскільки він має низку переваг у порівнянні з генерацією за допомогою форсунок і тиску.

Перша причина це краплі води. Для того щоб уникнути їх накопичення і падіння на підлогу необхідно встановлювати форсунки з антикрапельним клапаном, які працюють лише при тиску у системі в 40+ Бар на кожній із форсунок, яких для ефективної роботи системи в даному закладі громадського харчування повинно бути більше 15 шт. Такого тиску можна досягнути лише при використанні плунжерного насосу у парі з електродвигуном, що буде створювати велику кількість небажаного для зали ресторану шуму, що є вже другою проблемою, не кажучи про високу ціну компонентів. Ультразвуковий генератор не має жодної з цих проблем, він безшумний для людського вуха, відносно дешевий, Ультразвуковий генератор потужністю 4 л/год коштує 3500 грн, у той час як плунжерний насос коштує 15000 грн без електродвигуна.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
						16
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Наступна причина це необхідність підбору видимих елементів системи у відповідності із загальним стилем приміщення, для збереження презентабельного вигляду закладу або цікавого його доповнення. У цьому відношенні ультразвуковий генератор також очевидний вибір, оскільки видимі елементи можуть мати будь-який вигляд, а падаючий з якої-небудь цинкової труби низькодисперсний туман виглядає набагато краще ніж чорна труба з форсунками. З огляду на описані вище переваги ультразвукового генератора туману (рис. 2.11), його вибір стає очевидним.

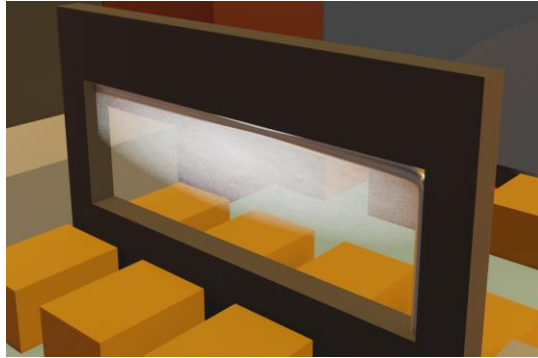


Рисунок 2.11. – Ультразвуковий генератор туману

Сутність конструкції полягає в тому щоб використовувати генератор великої потужності на декілька мембран у складі генераторного блоку, з подальшою перегонкою вже створеного туману по трубі середнього діаметру за допомогою додаткового тиску. До приміщення туман повинен потрапляти через горизонтальні прорізи у трубі.

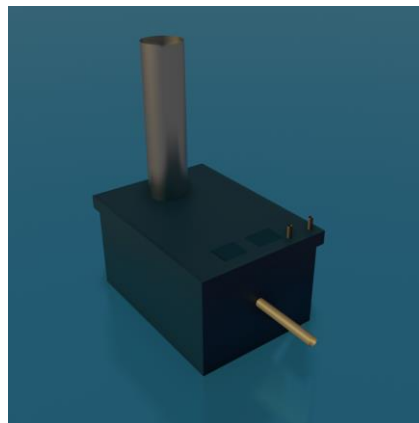


Рисунок 2.12. – Бак

Вода до баку буде подаватися з центральної мережі водопостачання (рис.2.12) , регулювання подачі буде відбуватися за допомогою нормально-закритого електроклапана, такого ж як і у контурі опалення. Що стосується додаткового тиску, буде достатньо встановлення двох куллерів на верхній кришці ємності з водою, на протилежній стороні від виводу труби, та за необхідності на коліні трубопроводу.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

РОЗДІЛ 3. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ЗАЛАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

3.1. Інструменти реалізації системи управління температурою

Для моделювання інтелектуальної системи управління температурою у приміщенні був спроектований тестовий стенд, що складається з такого обладнання як:

- інтегральний датчик температури DS18B20;
- термостат, реалізований на Arduino;
- термоголовка для радіатора опалення із сервоприводом;
- Wi-Fi модуль;
- мережа інтернет.

Інтегральний датчик температури DS18B20 – це цифровий вимірювач температури, з роздільною здатністю перетворення від 9 до 12 розрядів та функцією контролю температурою з тривожним сигналом (рис. 3.1). Параметри контролю можуть задаватися користувачем та зберігатися в незалежній пам'яті датчика.[14]



Рисунок 3.1. – Інтегральний датчик температури DS18B20

DS18B20 обмінюється даними з мікроконтролером за однопровідною лінією зв'язку, використовуючи протокол інтерфейсу 1-Wire.

Діапазон вимірювання температури становить від -55 до +125 °С. Для діапазону від -10 до +85 °С похибка не перевищує 0,5 °С.

Кожна мікросхема датчика DS18B20 має унікальний серійний код довжиною 64 розряду, який дозволяє кільком датчикам підключатися на одну загальну лінію зв'язку. Таким

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		18

чином, через один порт мікроконтролера можна обмінюватись даними з декількома датчиками, розподіленими на значній відстані.[14]

На рис. 3.2 представлена схема підключення датчика:

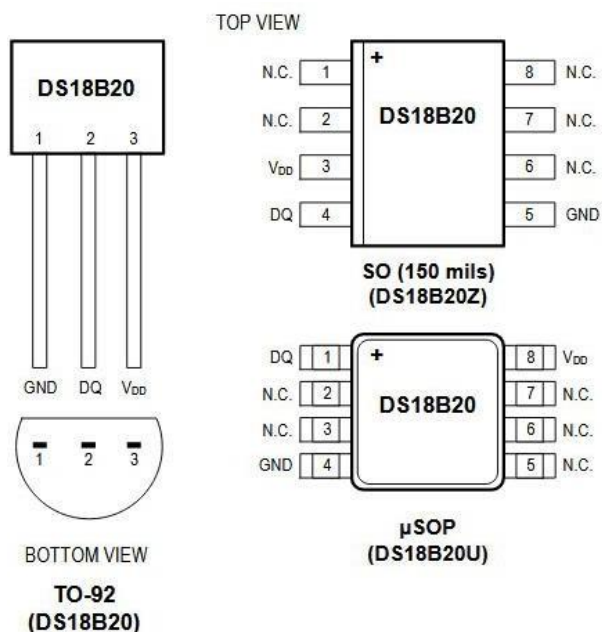


Рисунок 3.2. – Схема підключення датчика DS18B20

Сигнал GND (чорний) – земля. Сигнал DQ (жовтий, білий або синій) є сигналом даних (вхід/вихід), вихід типу відкритий колектор інтерфейсу 1-Wire. Також через сигнал DQ відбувається живлення за рахунок підключеного адаптера. Сигнал VDD(червоний) призначений для виведення зовнішнього живлення. Якщо живлення йде від підключеного обладнання, цей сигнал повинен бути підключений до землі.

Для моделювання системи використовується термостат, реалізований на платформі Arduino.[15]

Для виведення температури з датчика DS18b20 була використана плата NodeMCU на основі модуля ESP8266 з інтерфейсом передачі даних Wi-Fi.

Плата NodeMCU має такі технічні параметри:

одинадцять цифрових входів та виходів;

один аналоговий вхід з максимальною вхідною напругою 3,3В;

micro USB роз'єм;

підтримка Arduino IDE;

flash пам'ять 4 Мб;

бездротове завантаження програмного коду за інтерфейсом Wi-Fi.

На рис. 3.3 представлено плату NodeMCU на основі модуля ESP8266.

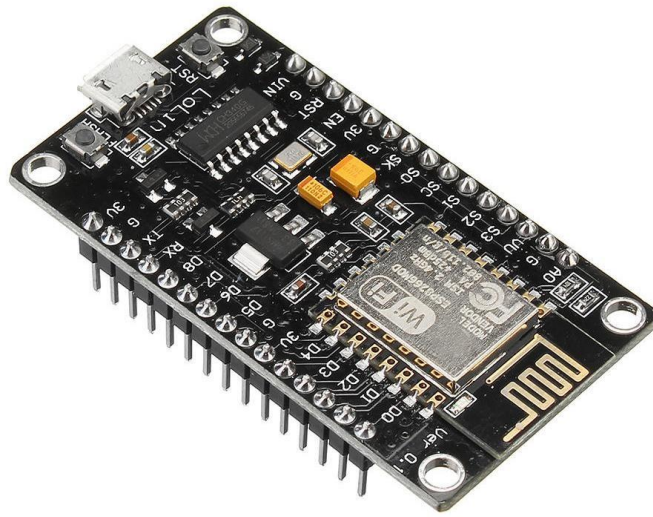


Рисунок 3.3. – NodeMCU на основі модуля ESP8266

Модуль ESP8266 є популярним інструментом для організації бездротового зв'язку в проектах Інтернету речей. Модуль ESP8266 має такі параметри:

- напруга живлення 3.3В;
- сила струму в режимі передачі до 215 мА;
- сила струму під час прийому до 62 мА;
- протокол 802.11 b/g/n;
- режими збереження енергії та сну;
- вбудований мікроконтролер;
- температура функціонування від -40°C до +125°C;
- максимальна дистанція зв'язку до 100 м-коду.

Головна перевага модуля ESP8266 у порівняно низькій вартості.

Для створення бездротової мережі у межах приміщення використовується чіп ESP8266. З його допомогою організується зв'язок по Wi-Fi, здійснюються збір інформації, дистанційне керування та вихід в інтернет.

Усі дані, що надходять із датчиків, зберігатимуться в реляційній базі даних.

Електротермічний двопозиційний сервопривід застосовується для автоматичного керування термостатичним радіаторним клапаном систем водяного опалення та охолодження приміщення (рис. 3.4).

Дія приводу заснована на розширенні армованого парафіну, що заповнює сильфон, при протіканні електричного струму через вбудований нагрівальний елемент по сигналу від кімнатного термостата або контролера.[13]



Рисунок 3.4. – Термоголовка радіатора опалення

Для тестового стенду було обрано електротермічний двопозиційний сервопривід VT.ТЕ3043. Виходячи з функціональної моделі, була спроектована архітектура проекту, представлена на рис. 3.5.

Пристрій збору та передачі даних (термостат) підключається до порту датчиків, які встановлені у приміщенні, ззовні приміщення та на радіатор опалення. Термостат передає дані на веб-сервер за допомогою зв'язку Wi-Fi.

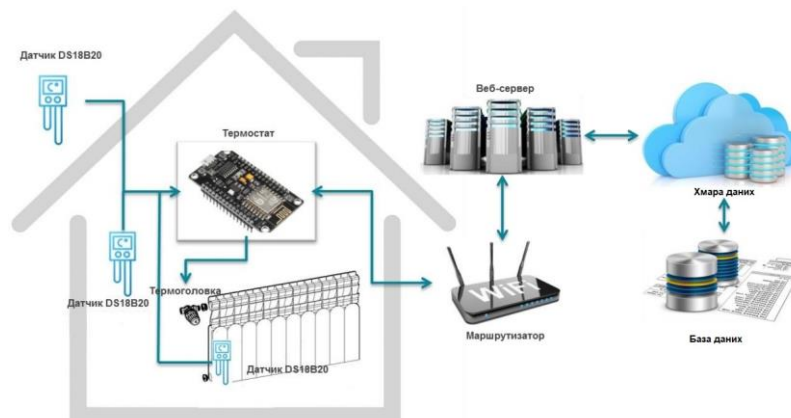


Рисунок 3.5. – Структурна схема опалення

Модуль ESP8266 підключається до даного порту і перетворює імпульси, що передаються з датчиків, значення температури. Цей модуль оснащений Wi-Fi передавачем, який підключається до маршрутизатора за допомогою бездротової мережі.

3.2. Вибір обладнання для контуру вентиляції

В процесі автоматизації процесу вентиляції пропонується для використання:

- промисловий вентилятор ВР 14.46 №3,15 2,2 кВт 1500 об/хв;
- тиристорний регулятор швидкості Vents PC-5,0-T.

Відцентрові вентилятори ВЦ 14-46 (рис. 3.7) використовуються в стаціонарних системах вентиляції, повітряного опалення, кондиціонування різних виробничих, житлових та громадських будівель, а також у приміщеннях громадського харчування.



Рисунок 3.7. – Загальний вигляд промислового вентилятора

Загальні відомості:

- вентилятор одностороннього всмоктування;
- тип корпусу вентилятора – спіральний поворотний;
- лопатки робочого колеса загнуті вперед;
- кількість лопаток робочого колеса – 32 шт.;
- напрямки обертання – праве та ліве

Вентилятори радіальні середнього тиску використовуються для переміщення повітря та інших газових сумішей, які не викликають прискорену корозію матеріалів проточної частини вентилятора, з вмістом пилу та твердих домішок не більше 100 мг/м³ та не містять липких речовин та волокнистих матеріалів.

Температура середовища, яке переміщують вентилятори ВЦ14-46, до +80°C.

Вентилятори ВР280-46 (ВЦ14-46) експлуатуються в умовах помірному (П) та тропічного (Т) клімату другої та третьої категорії розміщення за ГОСТ 15150. Допускається використання вентиляторів ВЦ14-46 в умовах помірному клімату першої категорії розміщення

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

при забезпеченні захисту двигуна від атмосфер впливів. Температура навколишнього середовища від -40 ° С до +40 ° С.

Технічні характеристики вентилятора ВР14-46 наведені в табл. 3.1. Описані основні характеристики, габаритні розміри та додаткові характеристики.

Таблиця 3.1. – Технічні характеристики вентилятора ВР14-46

Найменування	Параметри
Країна виробник	Україна
Потужність	2.2 кВт
Напруга мережі	380~400 В
Частота обертання	1500 об/хв
Ширина	582 мм
Довжина	539 мм
Висота	591 мм
Напрямок обертання	Правий, лівий
Вибухозахисне виконання	Так
Фазність	3-фазний (380В)
Номер вентилятора	№3.15
Макс. робочий тиск	780
Мін. робочий тиск	600
Продуктивність, тис. м ³ /год	5,2
Мін. продуктивність, тис.м ³ /год	1,5

Тиристорний регулятор швидкості Vents PC-5,0-T (рис. 3.8) застосовується в системах вентиляції для увімкнення/вимкнення та регулювання швидкості обертання трьохфазних електродвигунів вентиляторів, керованих напругою. Допускається керування кількома вентиляторами, якщо загальний струм, що споживається, не перевищує гранично допустимої величини струму регулятора.



Рисунок 3.8. – Тиристорний регулятор швидкості Vents PC-5,0-T

Вхідний ланцюг регулятора швидкості захищений від перевантаження плавким запобіжником. Корпус регулятора виготовлений з негорючого термопластику та обладнаний кнопкою «Увімк./Вимк.» з лампою індикації роботи.

Регулятор відрізняється високою ефективністю, точністю керування. Зміна вихідної потужності від 25 до 100% провадиться пропорційно положенню ручки управління. Значення мінімальної швидкості обертання визначається змінним резистором на платі управління всередині регулятора.

У регуляторі є додаткова клемма (380 В) для підключення та керування зовнішнім обладнанням (наприклад, приводами повітряних заслінок).

Технічні характеристики регулятора швидкості Vents PC-5,0-T наведені в табл. 3.2. Представлені основні технічні характеристики, габаритні розміри та додаткові характеристики.

Таблиця 3.2. – Технічні характеристики вентилятора ВР14-46

Найменування	Параметри
Фазність	3
Напруга	380 В
Частота струму	86 Гц
Струм, А	0,9 А
Габарити АхВхС	123х191х97 мм
Клас захисту	IP 54
Маса	0,3 кг

Встановлення регулятора здійснюється усередині приміщень. Монтаж необхідно провадити з урахуванням вільної рециркуляції повітря для охолодження внутрішніх ланцюгів. Робоча позиція регулятора – вертикальна.

3.3. Вибір обладнання для контуру туманоутворення

В контурі туманоутворення будуть задіяні наступні елементи:

- генератор туману POWER LIGHT SH-1500D;
- DMX для генератора тумана Air Show DMX OPTION (35786);
- датчик вологості і температури ОВЕН ПВТ10.[3]

Генератор туману, хейзер на водяній основі POWER light SH-1500D (рис. 3.9) має потужність 1500 Вт. та ідеально підходить для роботи в приміщеннях громадського харчування, нічних клубах, ресторанах, барах та під час живих концертів. Продуктивність генератора 390 кубометрів на хвилину, а час попереднього нагрівання значно скоротився за рахунок CMOS чіпа, який контролює температуру та знижує нагрівання самого пристрою. Відстань розпорошення 4-8 метрів. У пристрої є герметичний бак для затоки рідини об'ємом 2,5 літра.



Рисунок 3.9. – Генератор туману POWER LIGHT SH-1500D

Технічні характеристики наведені в табл. 3.3. Наведені основні принципові технічні характеристики.

Таблиця 3.3. – Технічні характеристики генератора туману POWER LIGHT SH-1500D

Найменування	Параметри
Потужність	1500 Вт
Продуктивність	390 кубометрів за хвилину
Відстань розпилення	4-10 м
Об'єм бака	5 л
Акcesуари	Рековий кейс
DMX	В наявності
РК-дисплей	Є
Розмір	60x43x26 см
Вага	12 кг

Керувати хейзером можна через DMX за протоколом DMX512, а також запусити генератор можна використовуючи 6-кнопову панель управління з РК-дисплеєм і легко налаштувати часові викиди диму з налаштуваннями інтервалів та тривалістю від 0 до 200 секунд або просто натиснути кнопку для миттєвого виведення. Розміри диму машинки SH-1500LD становлять 60*43*26 см, а вага 12 кг.



Рисунок 3.4 – Давач ОВЕН ПБТ10

Датчик вологості і температури ОВЕН ПВТ10 (рис 3.10) – Датчик вологості і температури ОВЕН ПВТ10 [3] призначений для безперервного перетворення відносної вологості і температури неагресивного газу в два уніфікованих вихідних сигнали 4 ... 20 мА і передачі вимірних значень по інтерфейсу RS-485 (Modbus RTU).

Функціональні особливості:

Цифровий датчик вологості і температури.

Діапазон вимірювань відносної вологості: 0 ... 95% RH, абсолютна похибка 3,0 (4,0)% RH.

Діапазон вимірювань температури: -20 ... + 70 ° C, абсолютна похибка 0,5 ° C.

Комбінований вихідний сигнал: два канали 4 ... 20 мА, RS-485 (Modbus RTU).

Ергономічний корпус, зручність монтажу (на стелю або на стіну) і експлуатації.

Висока повторюваність: $\pm 0,1\%$ RH, $\pm 0,1$ ° C.

Висока стабільність: 0,25% RH в рік, 0,02 C в рік.

Перетворювачі ПВТ10 застосовуються для вимірювання параметрів повітряного середовища бібліотек, музеїв, фармацевтичних та інших лабораторій, овочесховищ, а також медичних, офісних, складських та виробничих приміщень.

Характеристики

- Діапазони вимірювань відносної вологості RH 0 ... 95% RH
- Діапазони вимірювань температури навколишнього повітря - 20 ... + 70 ° C
- Абсолютна похибка вимірювання вологості
- $\pm 3,0\%$ в діапазоні RH = 20 ... 80% ($\pm 4,0\%$ за 20 ... 80%)
- Абсолютна похибка вимірювання температури $\pm 0,5$ ° C
- Повторюваність $\pm 0,1\%$ RH / $\pm 0,1$ ° C
- Стабільність, рік $\pm 0,25\%$ RH / 0,02 ° C
- Час готовності до роботи після включення на каналі вологості / температури 10/15

сек.

- Ступінь пиловологозахисту IP20
- Підтримувані інтерфейси і протоколи Modbus RTU RS-485

Умови експлуатації

- закриті вибухобезпечні приміщення без агресивних парів і газів;
- атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа;
- граничні значення температури середовища;
- граничні значення відносної вологості середовища[3]

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
						27
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- задана статутна температура у приміщенні, $t_{ст}$ °C;

Датчик для вимірювання зовнішньої температури повинен бути встановлений таким чином, щоб він був захищений від вітру, вологи та нагрівання від сонячних променів.

Датчик для вимірювання повітря в приміщенні також необхідно встановлювати в місцях, де відсутні технологічні процеси з виділенням тепла і поблизу приладів обігріву або охолодження.

Датчик визначення температури радіатора опалення встановлюється безпосередньо на одну з перших секцій радіатора.

4.3. Налаштування апаратної частини

Після підключення датчиків температури до плати необхідно налаштувати обладнання. Для цього необхідно завантажити програму Arduino IDE версії 1.8.0 [12] або вище і встановимо його на персональний комп'ютер (рис. 4.1).

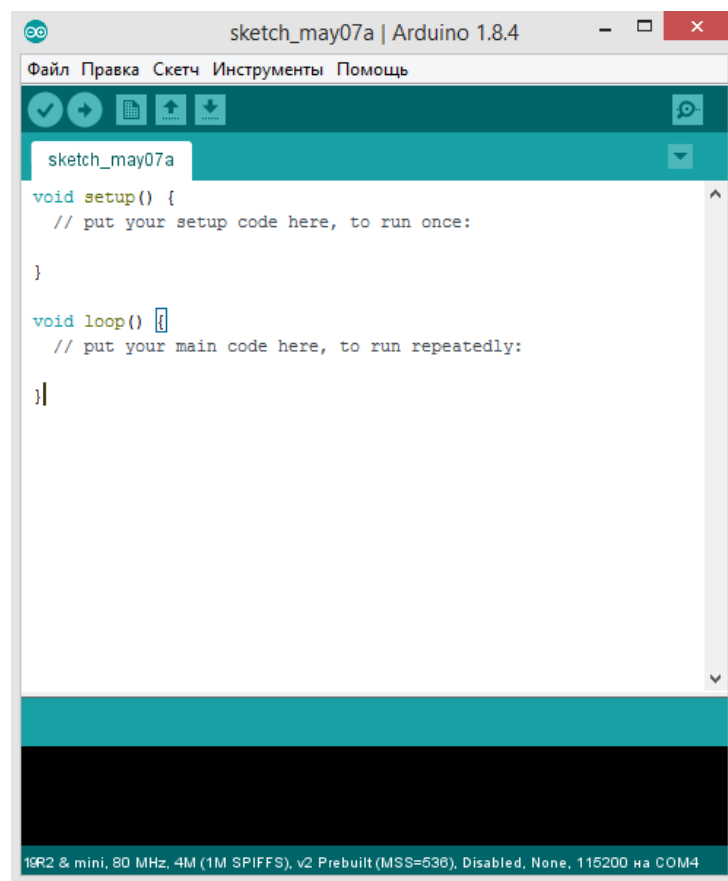


Рисунок 4.1. – Головне вікно програми Arduino IDE

Далі необхідно підключити плату до USB-порту комп'ютера за допомогою мікро USB кабелю та завантажити драйвер для програми Arduino, а потім встановити його (рис. 4.2).



Рисунок 4.2. – Встановлення драйвера

Після встановлення програми та драйвера потрібно перейти до розділу «Налаштування». У рядку "Додаткове посилання для Менеджера плат" ввести URL: http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json.

Потім, як показано натиснути на кнопку поруч із полем введення URL (рис. 4.3) для того, щоб переконатися, що адреса була додана і завершити налаштування, натиснувши кнопку «Ок».

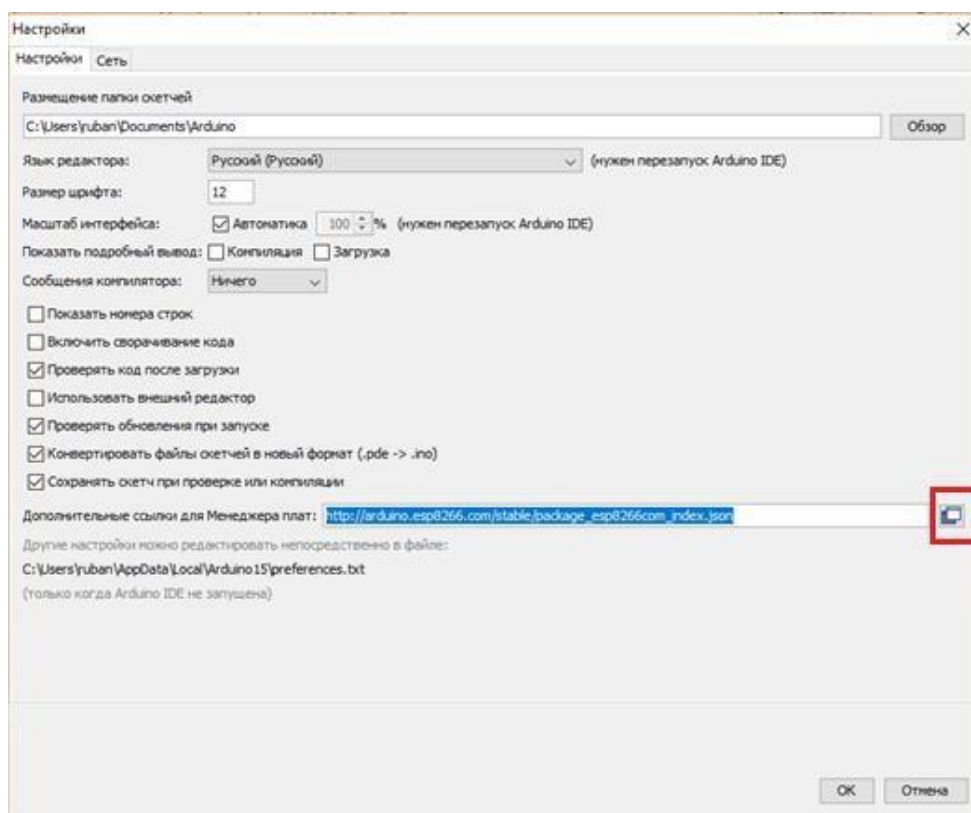


Рисунок 4.3. – Налаштування програми Arduino

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Далі необхідно перейти у вкладку «Інструменти» та вибрати "Менеджер плат" (рис. 4.4).

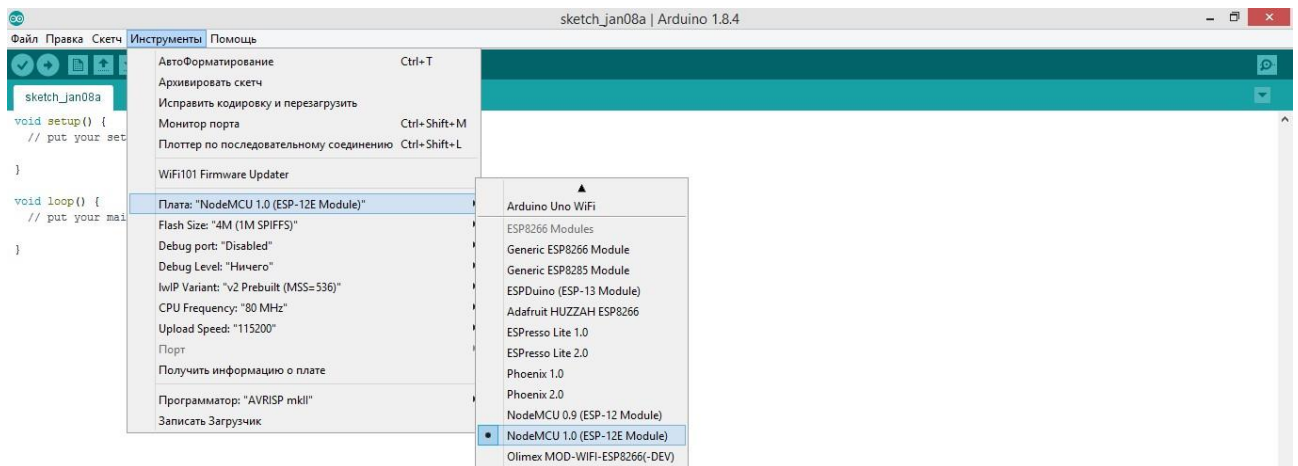


Рисунок 4.4. – Перехід до розділу «Менеджер плат»

У вікні «Менеджер плат» вибрати модуль ESP8266 (рис. 4.5), встановити його, і після того, як завантажилися всі необхідні модулі, натиснути кнопку «Закрити».

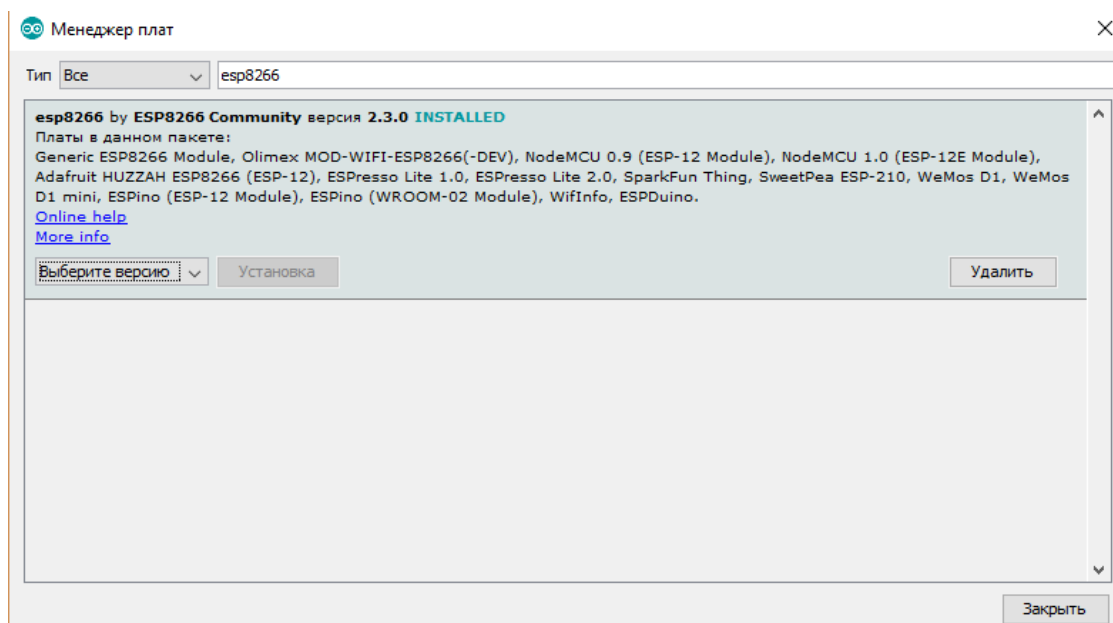


Рисунок 4.5. – Встановлення модулів для модуля ESP8266

Для зміни температури від початкової до заданої необхідно реалізувати ПІД-регулятор (лістинг 4.1). ПІД регулятор приймає на вхід дві величини вхідний сигнал $input$ і установку $setpoint$ для регулювання вихідного сигналу. Управління регулятора встановлюється за допомогою коефіцієнтів K_p , K_i та K_d .

Лістинг 4.1 ПІД регулятор

```
#include <PID_v1. h>
#define PIN_INPUT 0
#define PIN_OUTPUT 3

PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint, Kp, Ki, Kd,
DIRECT);void setup()
{
Input =
analogRead(PIN_INPUT);
Setpoint = 22;
myPID.SetMode(AUTOMATIC);
}
void loop()
{
Input = analogRead(PIN_INPUT);
myPID.Compute();
analogWrite(PIN_OUTPUT, Output);
}
```

Для підключення плати до мережі інтернет було реалізовано функцію пошуку точки доступу Wi-Fi.

Для роботи з датчиками температури потрібна бібліотека «OneWire» та «DallasTemperature», для роботи з кількома датчиками одночасно.

Для початку необхідно дізнатися адресу датчика на шині, і чи підключений датчик коректно (лістинг 4.2).

Лістинг 4.2 Ініціалізації адреси датчика

```
if ( !ds.search(addr) ) {
Serial.println("No more
addresses.");Serial.println();
ds.reset_search();
delay(250);
return;}
}
```

Функція "ds.search(addr)" відповідає за індексування датчика. Якщо пристрій знайдено, то масив «addr» буде додано адресу датчика.

Потім датчику відправляється команда для зчитування температури та відправлення її в регістр (лістинг 4.3).

Лістинг 4.3 Зчитування температури з датчика

```
ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0x44, 1);
```

Далі відправляється команда читання даних з регістру і зчитування відповіді масив по циклу (лістинг 4.4).

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		32


```

    json_file = open('./models/model.json', 'r')
    loaded_model_json = json_file.read()
    json_file.close()
    model = model_from_json(loaded_model_json)
    model.load_weights("./models/model.h5")
    print("Loaded model from disk")
else:
    model = Sequential()
    model.add(LSTM(6, input_shape
    =(num, prop, return_sequences =
    False)) model.add(Dense(24))
    ##model.add(Activation('relu'))
model.summary()
return model

```

Модель Sequential являє собою лінійний стек шарів. Наступні шари додаються за допомогою методу ".add()" з опцією «return_sequence=False», яким утворюється одиничний вихідний вектор.

На рис. 4.7 представлений приклад роботи нейромережі LSTM, на якому видно середньоквадратичну помилку "val_loss", яка спочатку висока, проте з кожною епохою навчання нейронної мережі вона зменшується.

```

Train on 427 samples, validate on 107 samples
Epoch 1/30
427/427 [=====] - 3s 7ms/step - loss: 200.7186 - val_loss: 243.7071
Epoch 2/30
427/427 [=====] - 0s 89us/step - loss: 130.2738 - val_loss: 172.7188
Epoch 3/30
427/427 [=====] - 0s 97us/step - loss: 86.9109 - val_loss: 123.9527
Epoch 4/30
427/427 [=====] - 0s 97us/step - loss: 58.5707 - val_loss: 91.3879
Epoch 5/30
427/427 [=====] - 0s 98us/step - loss: 41.0577 - val_loss: 68.7715
Epoch 6/30
427/427 [=====] - 0s 97us/step - loss: 30.9307 - val_loss: 53.7192
Epoch 7/30
427/427 [=====] - 0s 98us/step - loss: 25.0882 - val_loss: 44.5493
Epoch 8/30
427/427 [=====] - 0s 97us/step - loss: 22.1689 - val_loss: 38.9246
Epoch 9/30
427/427 [=====] - 0s 98us/step - loss: 20.8058 - val_loss: 35.9207
Epoch 10/30
427/427 [=====] - 0s 99us/step - loss: 20.3621 - val_loss: 34.2123
Epoch 11/30
427/427 [=====] - 0s 101us/step - loss: 20.1909 - val_loss: 33.4018
Epoch 12/30
427/427 [=====] - 0s 94us/step - loss: 20.1781 - val_loss: 32.6290
Epoch 13/30
427/427 [=====] - 0s 98us/step - loss: 20.1422 - val_loss: 32.8353
Epoch 14/30
427/427 [=====] - 0s 91us/step - loss: 20.1181 - val_loss: 32.6664
Epoch 15/30
427/427 [=====] - 0s 98us/step - loss: 20.0899 - val loss: 33.2220

```

Рисунок 4.7. – Приклад роботи нейромережі LSTM

На рис. 4.8 – 4.10 представлені співвідношення реальних даних та передбачених нами нейронною мережею в архітектурі LSTM. На графіку по горизонталі вказані дані передбачення часу у нормальній формі в діапазоні від -0,15 до 0,15, по вертикалі вказані часові періоди вимірювання.

На рис. 4.8 представлена перша епоха з гіперпараметрами, підібраними випадковим чином.

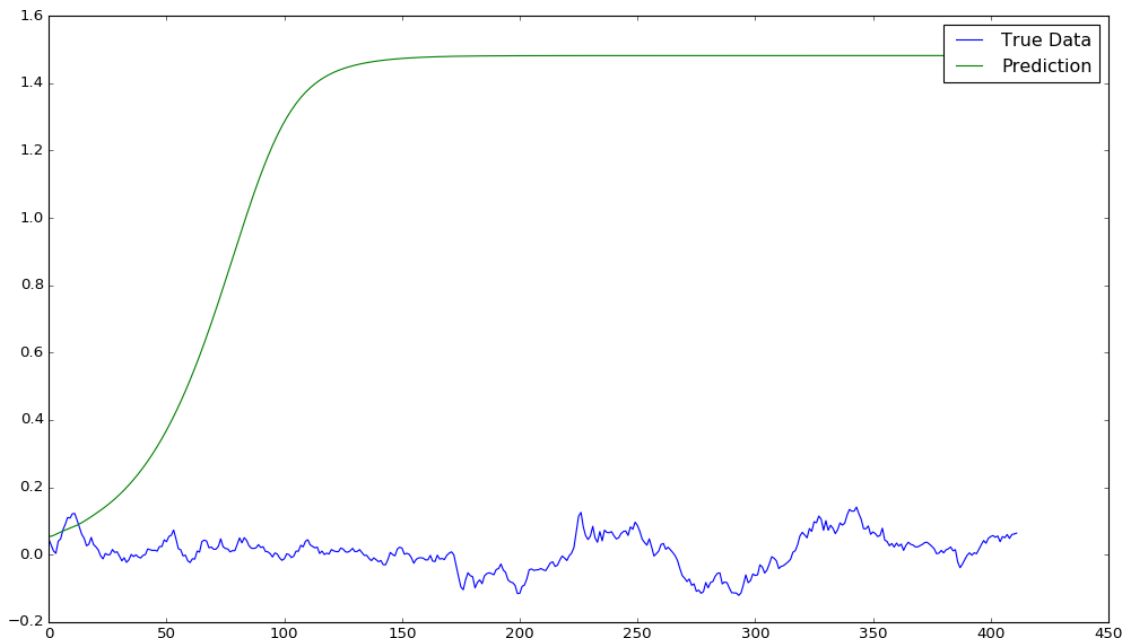


Рисунок 4.8 – Перша проба навчання

На рис. 4.9 представлена 100 епоха навчання з гіперпараметрами, підібраними випадковим чином.



Рисунок 4.9. – Друга проба навчання

На малюнку 4.10 представлена 500 епоха з гіперпараметрами, підібраними експериментальним шляхом.

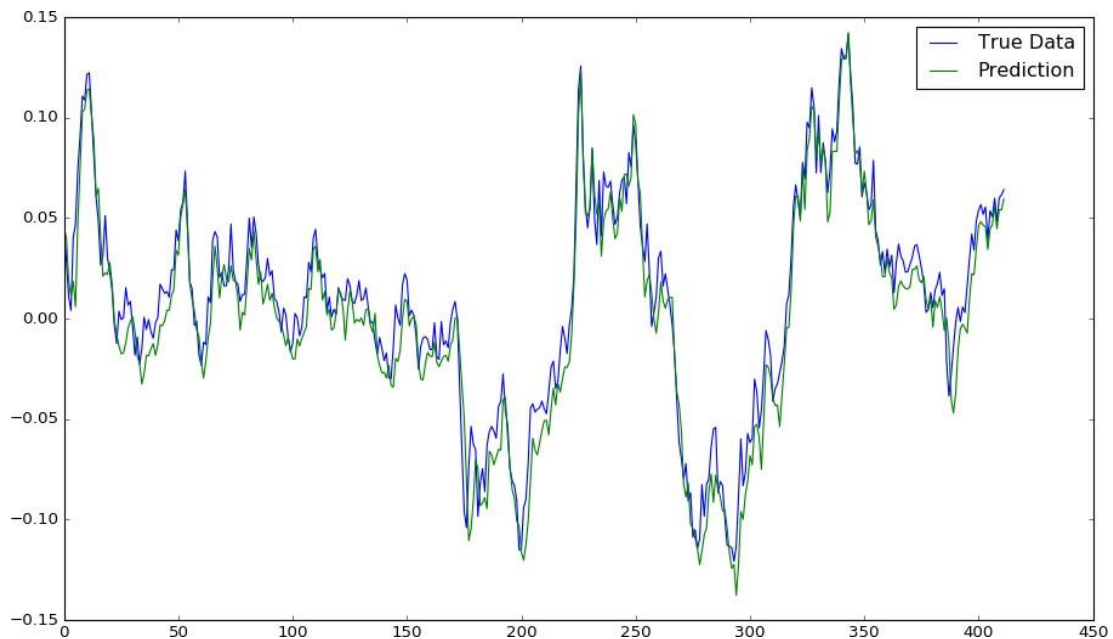


Рисунок 4.10. – Третя спроба

Дана нейронна мережа за результатами дослідження показала найкращий результат, точність передбачення за експериментальними даними становила 78%.

З розглянутих раніше нейронних мереж найкращий результат показала рекурентна нейронна мережа з довготривалою пам'яттю. Однак у роботі було розглянуто алгоритм з урахуванням аналітичного рішення рівняння теплопровідності, який показав схожий результат обчислення за експериментальними даними 75%.

Для інтелектуальної системи управління температурою в приміщенні громадського харчування може бути використаний як алгоритм на основі аналітичного рішення рівняння теплопровідності, так і алгоритм, заснований на базі нейронної мережі. Алгоритм, заснований на аналітичному рішенні, може бути надійним у постійному підтримці параметрів, проте нейронна мережа з кожною наступною епохою навчання може дати результати з більш високим відсотком передбачення або перейти в стадію перенавчання.

Для однозначного вибору алгоритму необхідний термін для експериментів. Також бажано розглянути температурні режими у приміщеннях інших будівель.

Виходячи з вищеозначених результатів розрахунків, розроблено та створено SCADA-схему системи кліматозабезпечення приміщення громадського харчування (рис. 4.11)

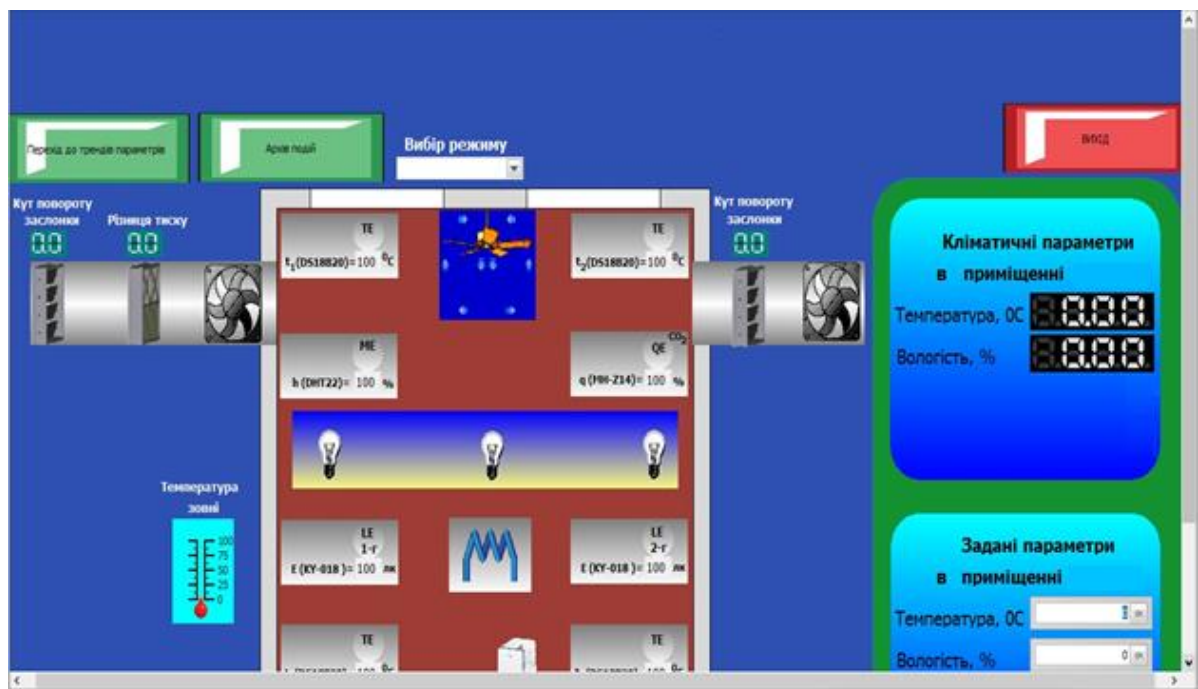


Рисунок 4.11. – SCADA-схема системи кліматозабезпечення приміщення громадського харчування

1. Set Point (встановлене значення) – блок вказує температуру, яку потрібно підтримувати у приміщенні. Типово встановлено значення 25°C.

2. Thermostat (Термостат) – це підсистема, що містить блок реле. Термостат допускає коливання на 0,5°C вище або нижче за бажану кімнатну температуру (рис. 5.2). Якщо температура повітря опускається нижче 24,5 °C, термостат включає нагрівач.

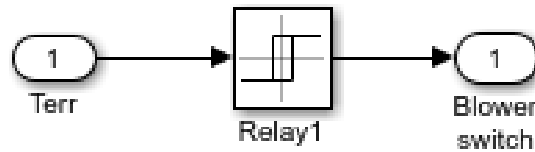


Рисунок 5.2. Підсистема термостату

3. Heater (Нагрівач) – це підсистема з постійною швидкістю повітряного потоку M_{dot} , яка визначається в завантажувальному файлі `sldemo_househeat_data.m` (рис. 5.3). Сигнал термостата включає або вимикає нагрівач. Коли нагрівач увімкнений, він нагнітає гаряче повітря за температури « T_{Heater} » із постійною швидкістю потоку « M_{dot} » (1 кг/сек = 3600 кг/година за замовчуванням). Тепловий потік виражається рівнянням, наведеним у формулі 5.1.

$$\frac{dQ}{dt} = (T_{heater} - T_{room}) \cdot M_{dot} \cdot c$$

(5.1)

де $\frac{dQ}{dt}$ – тепловий потік, T_{heater} – температура гарячого повітря від нагрівача, T_{room} – поточна температура повітря у приміщенні, M_{dot} – потік повітря, що проходить через нагрівач (кг/год), c – теплоємність повітря при постійному тиску.

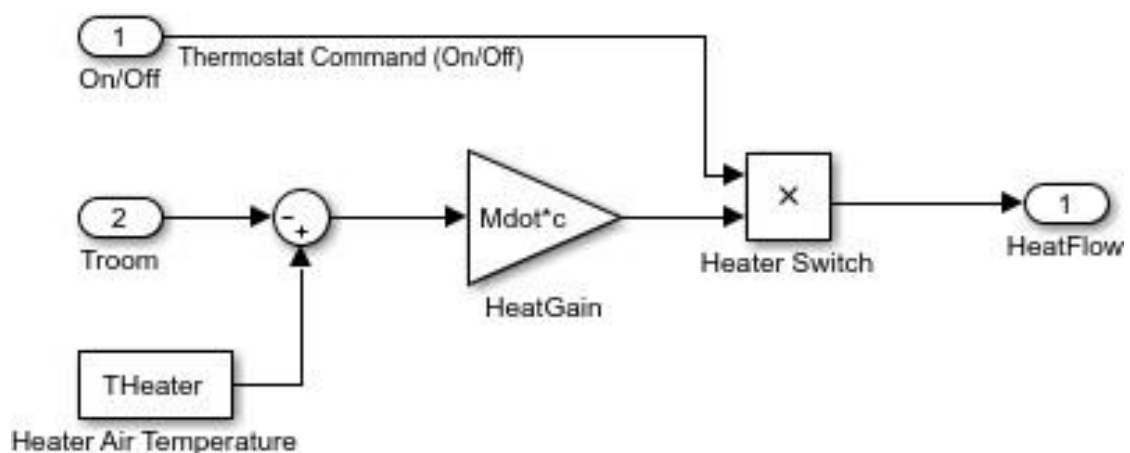


Рисунок 5.3. – Підсистема нагрівача

4. Cost Calculator (калькулятор вартості) – цей блок інтегрує тепловий потік з часом та множить його на вартість енергії. Вартість енергії за опалення відображається на графіку "PlotResults".

5. Food service (приміщення) – це підсистема, яка обчислює коливання температури всередині (рис. 5.4). Вона враховує тепловий потік від нагрівача та теплові втрати у навколишньому середовищі. Теплові втрати виражаються рівнянням (5.2, 5.3):

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right) = \frac{T_{room} - T_{out}}{R_{eq}} \quad (5.2)$$

$$\frac{dT_{room}}{dt} = \frac{1}{M_{air} * c} * \left(\frac{dQ_{heater}}{dt} - \frac{dQ_{losses}}{dt}\right) \quad (5.3)$$

де M_{air} – маса повітря всередині приміщення, R_{eq} – еквівалентний тепловий опір будинку.

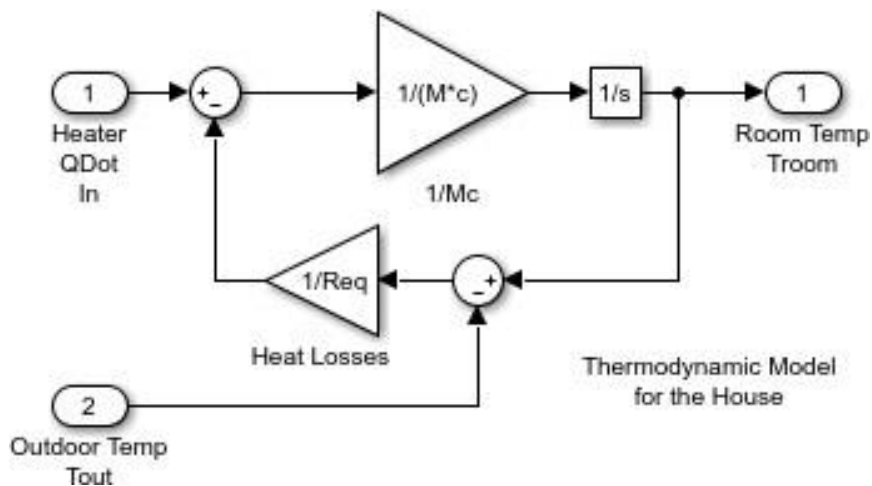


Рисунок 5.4. – Підсистема будівлі

Модельовання довкілля. У системі довкілля моделюється як тепловідведення з нескінченною теплоємністю і температурою «Tout», що змінюється в часі. Постійний блок "Avg Outdoor Temp" визначає середню температуру повітря на вулиці.

Змодельуємо теплову модель приміщення громадського харчування за наступними параметрами:

- середня температура повітря на вулиці 0 °С;
- встановлена температура у приміщенні 20 °С;
- встановлене значення для підтримання температури у приміщенні 25 °С;
- вартість електроенергії 1,68 грн/кВт/год;

- розмір приміщення 20·15·4 м³, панорамні вікна 19·3 м² та 12·3 м².

Розглянемо в тепловій моделі будинку нагрівання приміщення при різних регуляторах релейний регулятор, П-, ПІ- та ПІД регулятор та фаззі регулятор.

У моделі термостата встановлено релейний регулятор. При заданих параметрах температура будівлі встановлюється за 0,23 години, потім термостат підтримує двопозиційне регулювання температури від 24,5 °С до 25,5 °С (рис. 5.5).

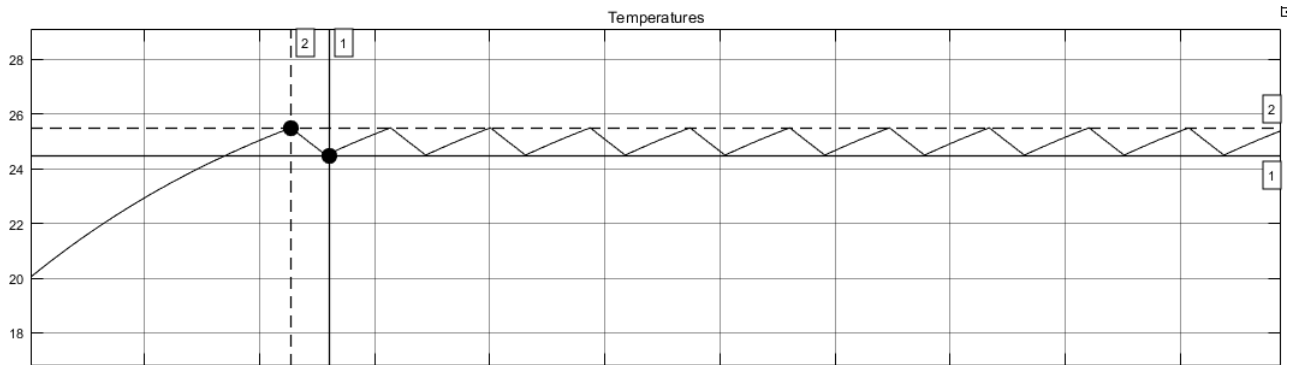


Рисунок 5.5. – Нагрів приміщення з релейним регулятором

При зменшенні уставки в релейному регуляторі, наприклад, з 0,5 до 0,1 термостат підтримує більш точну температуру, але частіше відбувається включення і вимикання нагрівача (рис. 5.6).

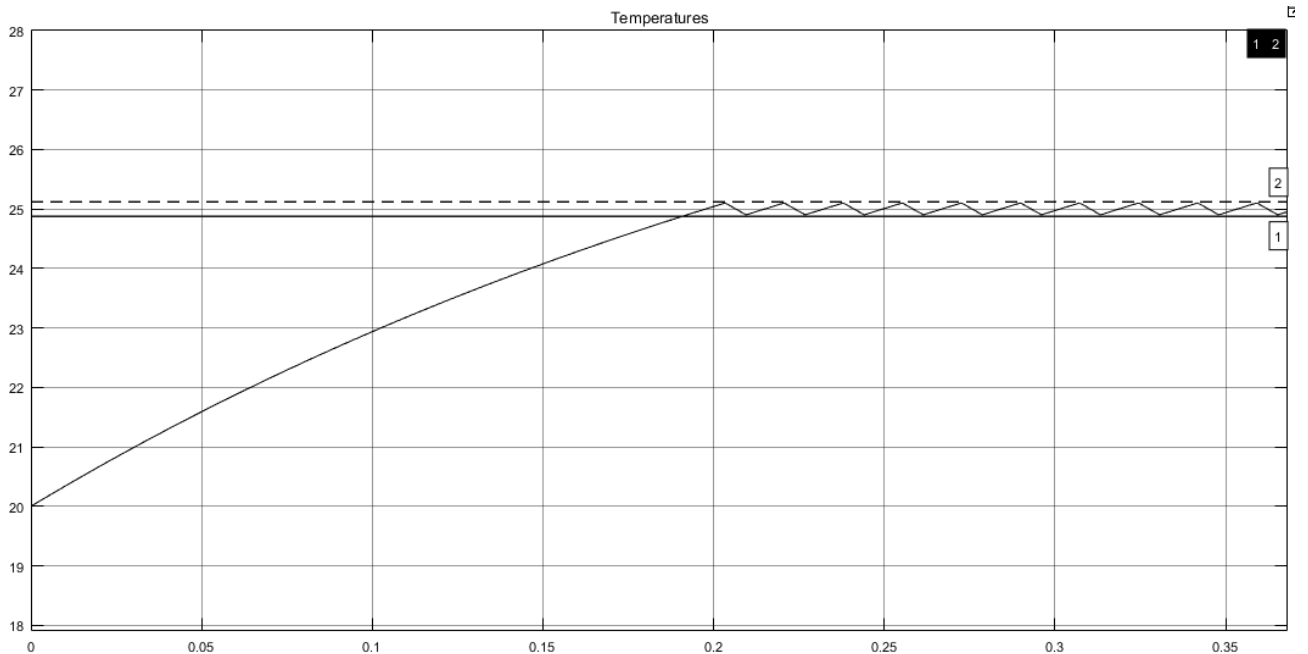


Рисунок 5.6. – Нагрів приміщення до заданої температури зі статутним значенням $\pm 0,1$

При зміні температури на вулиці від -17 °С і більше, нагрівачеві недостатньо потужності для нагрівання приміщення із заданими параметрами, температура в приміщенні

досягає до 22,5 °С – 23,5 °С. Для досягнення результату необхідно покращити параметри приміщення, наприклад зменшити кількість вікон, збільшити товщину стін (рис. 5.7).

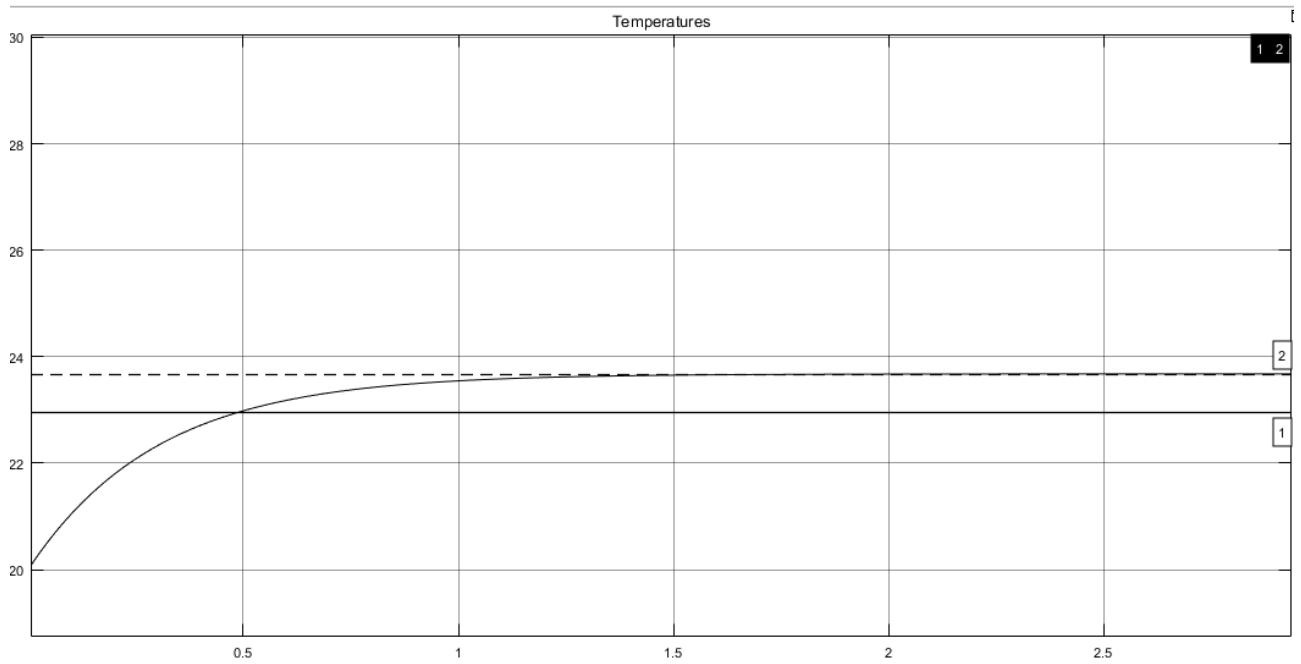


Рисунок 5.7. – Нагрів приміщення при температурі на вулиці -17 °С

В моделі термостата встановлено П-регулятор. Виконаємо налаштування блоку. Встановимо коефіцієнт регулювання 100 та встановимо межі від -1 до 1 (рис. 5.8).

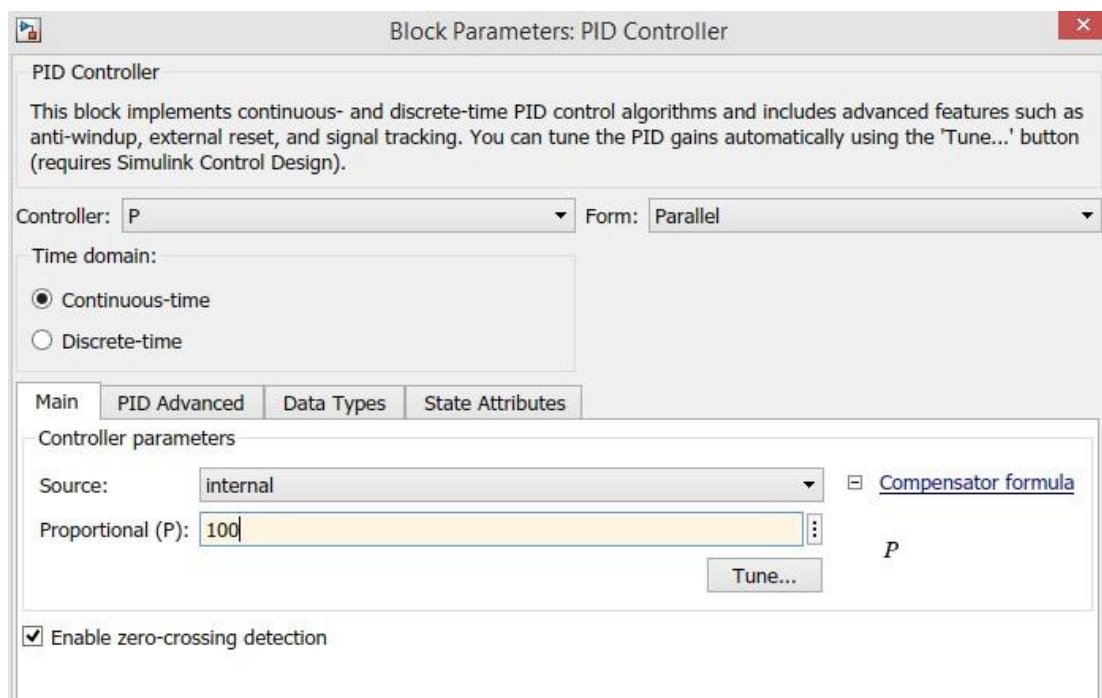


Рисунок 5.8. – Налаштування П-регулятора

При заданих параметрах температура будівлі встановлюється за 0,21 години, потім термостат підтримує задане значення 25 °С (рис. 5.9).

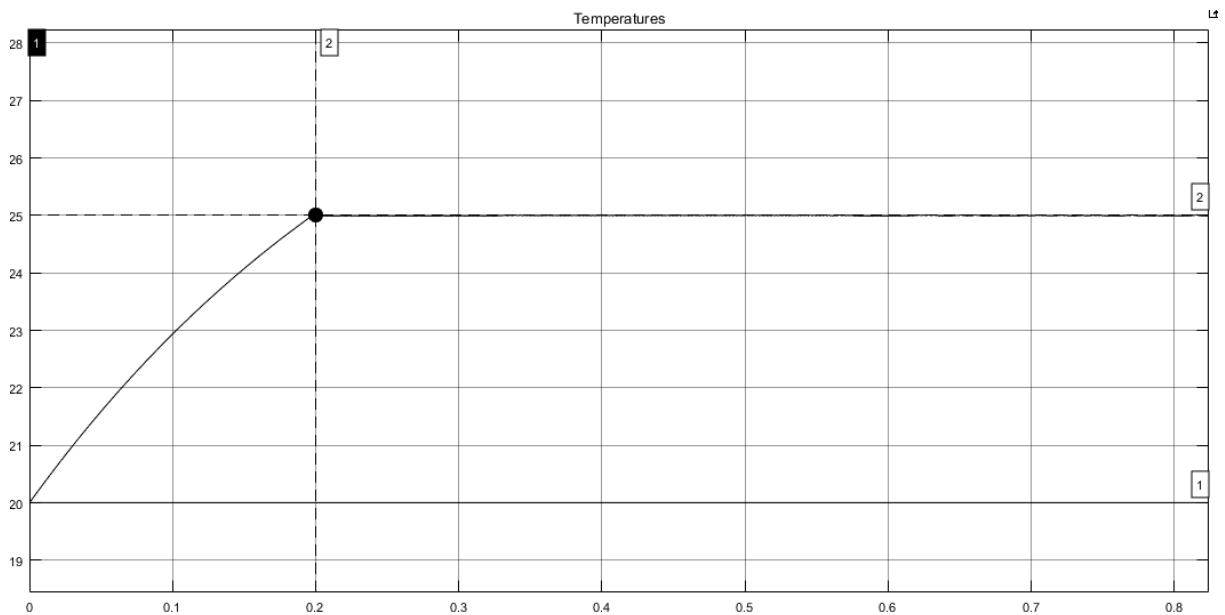


Рисунок 5.9. – Нагрів приміщення до заданої температури з П-регулятором

Зі встановленим у термостаті П-регулятором нагрівання приміщення відбувається за більш короткий період, ніж з релейним регулятором. Чим точніше буде обраний коефіцієнт регулювання в П-регуляторі, тим ближче буде значення до заданого з малою похибкою. Так при низькому коефіцієнті регулювання, наприклад, 1 значення, що встановилося, досягає до 24,4 °С (рис. 5.10). Таким чином, при невеликому коефіцієнті регулювання збільшується статична помилка.

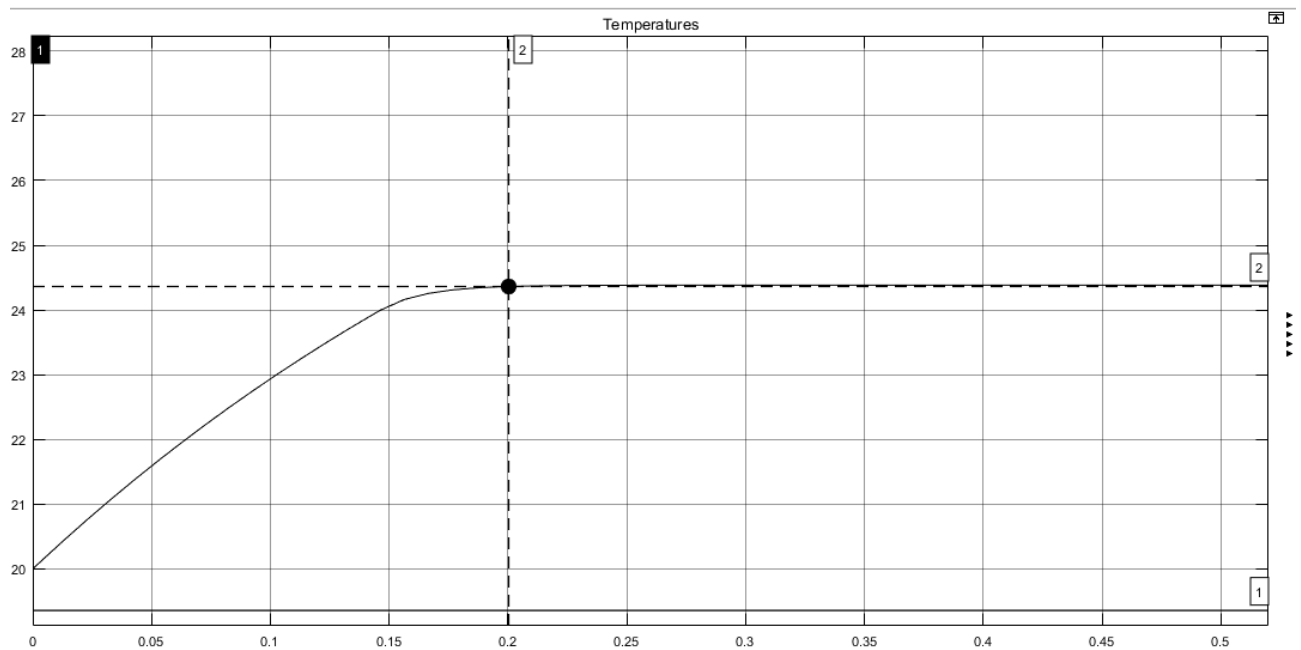


Рисунок 5.10. – Нагрів приміщення до заданої температури з коефіцієнтом регулювання 1

В моделі термостата встановлено ПІ-регулятор. Виконаємо автоматичне налаштування блоку. Встановимо час регулювання 0.07273 та ступінь стійкості 0.838 (рис. 5.11).

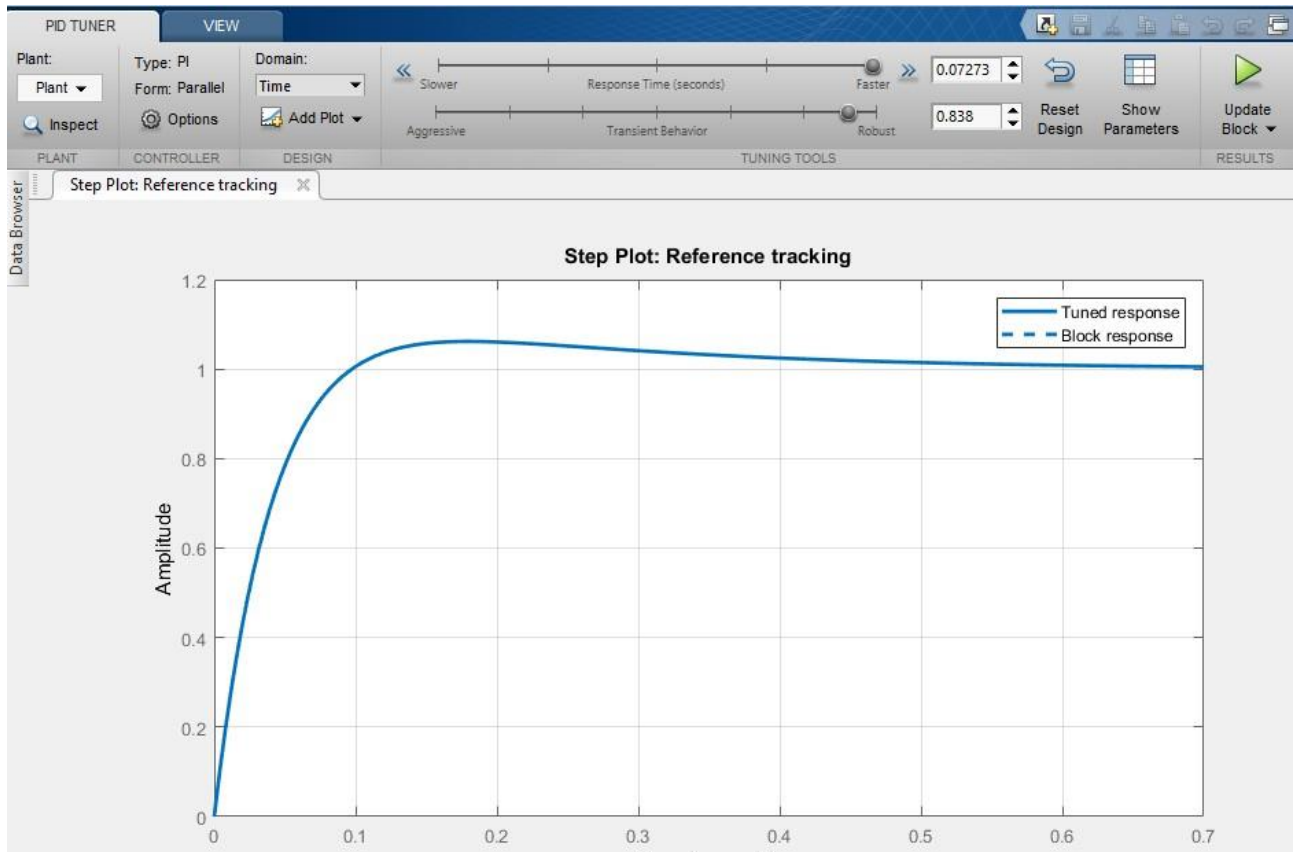


Рисунок 5.11. – Налаштування ПІ-регулятора

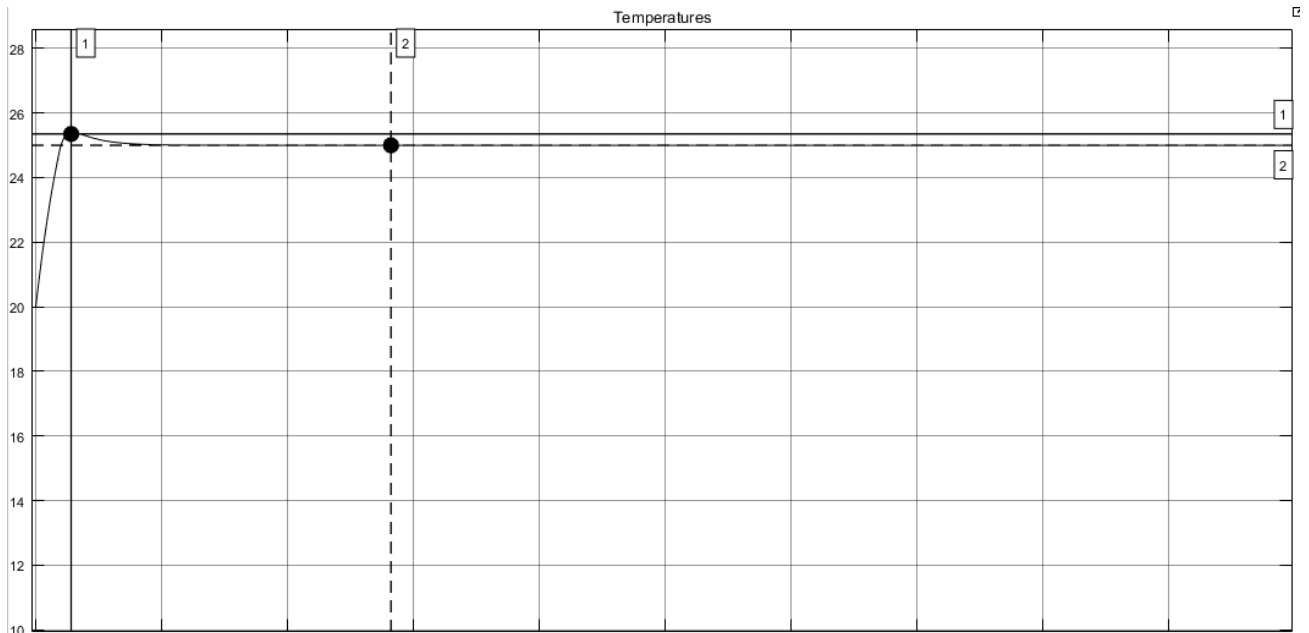


Рисунок 5.12. – Нагрів приміщення до заданої температури з ПІ-регулятором

Зі встановленим у термостаті ПІ-регулятором нагрівання приміщення відбувається за більш тривалий період – 0,286 години, ніж із встановленим релейним регулятором або П-регулятором. Проте значення, що встановилося, дорівнює заданому значенню і дорівнює 25 °С (рис. 5.12). Визначимо максимальне відхилення керованої величини від заданого значення результат і виразимо у відсотках - перерегулювання дорівнює 1,4%.

У моделі термостата встановлено ПІД-регулятор. Виконаємо автоматичне налаштування блоку. Встановимо час регулювання 0,1341 та ступінь стійкості 0,5 (рис. 5.13).

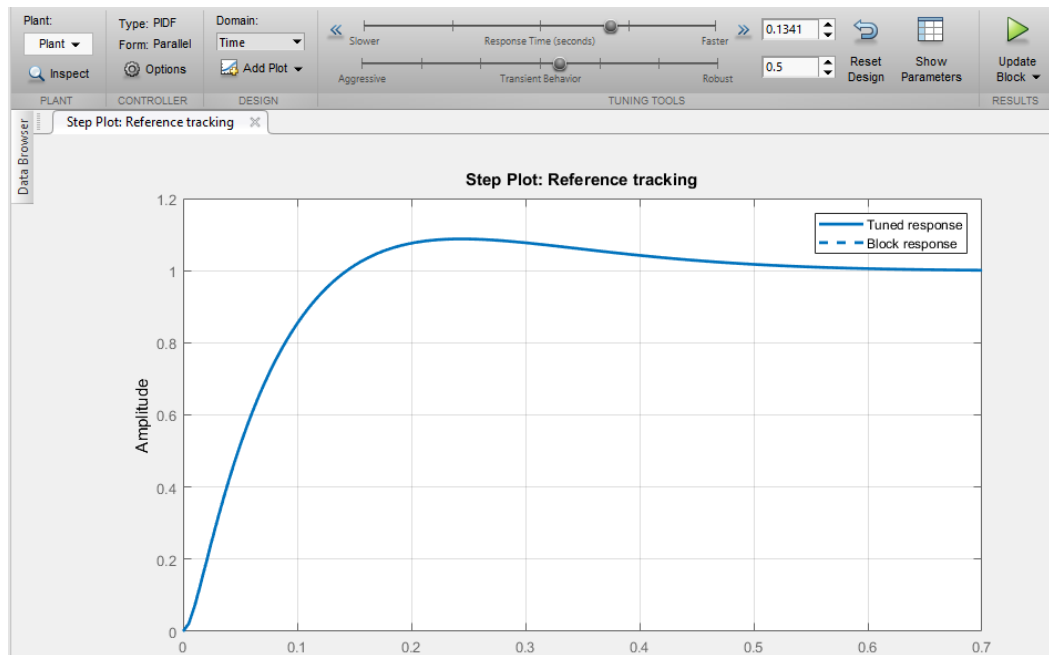


Рисунок 5.13. – Налаштування ПІД-регулятора

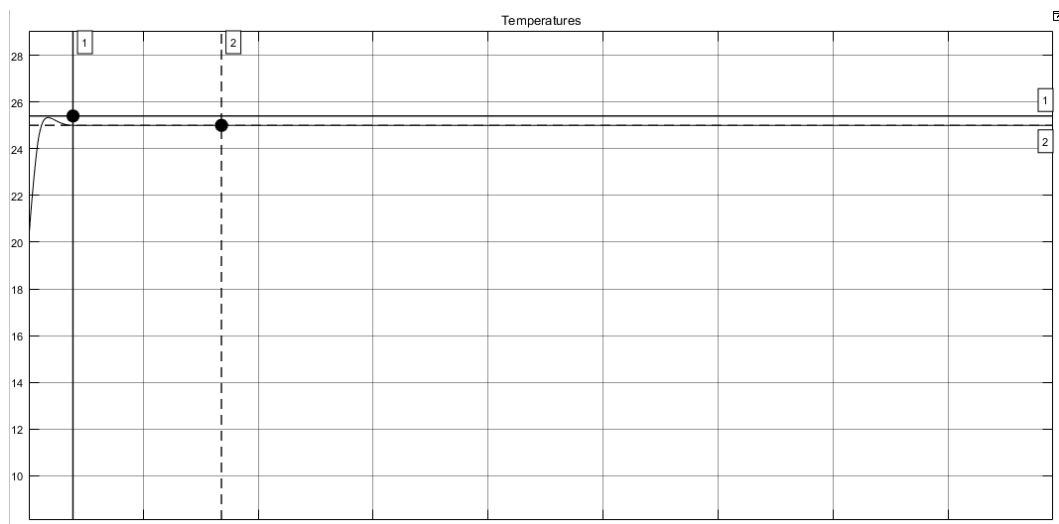


Рисунок 5.14. – Нагрів приміщення до заданої температури з ПІД-регулятором

З встановленим у термостаті ПІД-регулятором нагрівання приміщення відбувається за період 0,275 години і значення, що встановилося, дорівнює заданому значенню 25 °С, як і з

ПІ-регулятором (рис. 5.14). Максимальне відхилення керованої величини від заданого значення 1,3%.

ПІД-регулятор забезпечує більшу швидкодію, ніж ПІ-регулятор. У моделі термостата встановлено нечіткий регулятор. Виконаємо налаштування блоку (рис. 5.15).

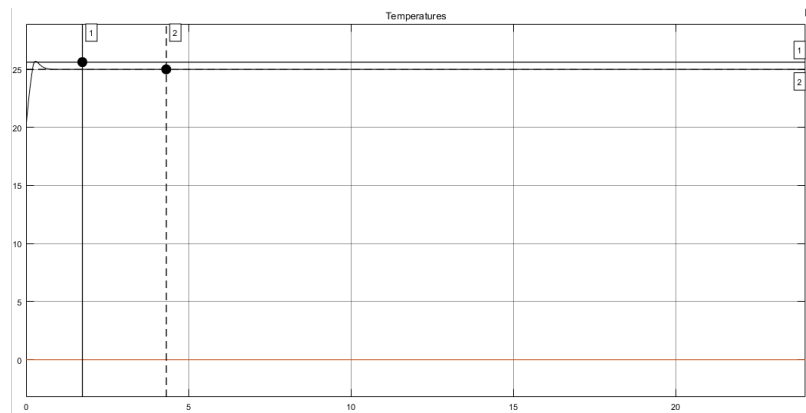


Рисунок 5.15. – Нагрів приміщення до заданої температури нечітким регулятором

З встановленим нечітким регулятором нагрівання приміщення відбувається за період 0,279 години і значення, що встановилося, дорівнює заданому значенню 25 °С. Максимальне відхилення керованої величини від заданого значення 0,5%.

Застосування різних регуляторів у схемі керування температурним режимом у приміщенні громадського харчування наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. – Порівняльна таблиця показників регуляторів

№	Регулятор	Точність підтримки температури, %	Час регулювання, год	Перерегулювання, %
1	Релейний регулятор	98% - 102%	0,230	0%
2	П- регулятор	97,6%	0,210	0%
3	ПІ- регулятор	100%	0,286	1,4%
4	ПІД- регулятор	100%	0,275	1,3%
5	Нечіткий регулятор	100%	0.279	0,5%

Проведений аналіз за імітаційною моделлю автоматичної системи управління температури всередині приміщення громадського харчування, дозволить надалі розробити алгоритми роботи та самонавчання інтелектуального термостату, а саме розробити інтелектуальний алгоритм навчання термостату на основі аналізу теплових параметрів будівлі та поведінки користувача.

ВИСНОВКИ

В рамках даного дипломного проекту проведено аналіз сучасного рівня автоматизації сучасних систем автоматизованого керування мікрокліматом в залах громадського харчування. Описані технічні можливості та надано технічну характеристику задіяному в системі кліматозабезпечення приміщень громадського харчування обладнанні.

Виходячи з проведеного аналізу, об'єктом автоматизації обрано приміщення громадського харчування об'ємом до 1500м³. Поставлено задачі проектування, що належать вирішенню в рамках проекту.

В розділі 2 описано концепцію автоматизованої система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м³. Для виконання поставлених завдань автоматизації створено функціональну схему автоматизації. Описано канали взаємодії між елементами системи, та принципи формування вхідних та вихідних параметрів.

Відповідно вищезначених завдань розроблені наступні контури управління мікрокліматом: контур управління тепlopостачанням, контур управління вентиляцією приміщення та контур управління туманоутворенням.

Обрано обладнання, що використовується для побудови об'єкта автоматизації. Здійснено вибір необхідного набору датчиків, ПЛК та виконавчі механізми.

На основі викладеної інформації створено:

- схему інформаційно-матеріальних потоків (див. додаток Б)
- функціональну схему автоматизації (див. додаток Б)
- електричну принципову схему та (див. додаток Б)

В рамках четвертого розділу виконана розробка алгоритму прогнозування температури для інтелектуального термостату, визначені параметрів збору даних, а також реалізованна апаратна (за допомогою програми Arduino IDE) та програмна частини (спроєктовано та реалізовано базу даних "thermostat").

П'ятий розділ присвячено проектуванню імітаційної модель автоматичної системи управління температури всередині приміщення громадського харчування. В даній моделі передбачається наявність підсистем, що моделюють температуру навколишнього середовища, термічних характеристик приміщення, будівлі та моделювання системи опалення та кондиціювання. Як середовище проектування та моделювання системи використовується програмне середовище візуального програмування Matlab Simulink.

На цьому можемо вважати цілі та завдання даної роботи досягнутими та виконаними.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Архіпов В. В., Русавська В. А. Організація обслуговування в закладах ресторанного господарства. К.: Центр учбової літератури, 2009. 342 с.
2. Види мікроклімату і його вплив на здоров'я людини Інтернет-джерело. – [Інтернет-джерело] – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/81180/bzhd/vidi_mikro-klimatu_vpliv_zdorovya_lyudini. Дата звернення: 28.05.2022.
3. Датчик температури и вологості повітря ПВТ10 4-20 мА Modbus RTU [Електронний ресурс] / СВ Альтера. – Режим доступу : <https://prom.ua/>. Дата звернення: 24.05.2022.
4. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату Інтернет-джерело: <http://oppb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normlizaciyi-parametriv-mikroklimatu>. Дата звернення: 29.05.2022.
5. Національний стандарт України. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівельпо відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT) / ДСТУ Б EN 15251:2011. – Київ, 2012. – 71 с.
6. Ростовський В.С. Теоретичні основи технології громадського харчування: [навч. посіб.] / В.С. Ростовський, 2006. – 200 с.
7. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042 - 99 [Чинний від 1999-12-01]. – К., Мінрегіонбуд України, 1999. - 9с.
8. Система автоматизованої підтримки оптимального мікроклімату виробничого приміщення : навч. пос./ О.В. Строкань // Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 5. - С. 97-100.
9. СНіП 2.04.05-91. Опалення, вентиляція і кондиціонування./ за наказом Держбуду України від 20 грудня 2000 року № 290, введено в дію з 1 січня 2001 року (Діє як міждержавна).
10. Структура експертної системи інтелектуального регулювання мікроклімату житлових приміщень : навч. пос./ А. І. Купін, І. О. Музика, Д. І. Кузнецов. – Запоріжжя, 2017. – 177 с.
11. Ameena Saad al-Sumaiti, Mohammed Hassan Ahmed & Magdy M. A. Salama Smart Home Activities: A Literature Review, Electric Power Components and Systems, 42:3-4, 294-305, (2014) DOI: 10.1080/15325008.2013.832439.
12. Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://isearch.kiev.ua/uk/searchpractice/science/1752-arduino-a-simple-but-not-too-simple> – Дата звернення: 23.05.2022 Назва з екрана.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		50

13. Development of the temperature prediction algorithm for smart thermostat –Інтернет-джерело: <http://hdl.handle.net/10995/94223>. Дата звернення: 25.05.2022

14. DS18B20 – датчик температури з інтерфейсом 1-Wire – [Електроний ресурс] – Режим доступу: <http://mypractic.com>

15. Nest Learning Thermostat v.3. – [Інтернет-джерело] – Режим доступу: <https://smart-home.market/> Дата звернення: 22.05.2022.

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТКИ

Додаток А Лістинги розробленої програми

Лістинг 4.2 Ініціалізації адреси датчика

```
def get_data(corr=False, norm=False):
    df = pd.read_csv('./data/testradiator3.csv', index_col='Id')
    Y = df['Room_Temp'].as_matrix()
    df.drop(['Room_Temp'], axis=1)
    weeks = []
    months = []
    hours = []
    X_train = []
    Y_train = []
    X_test = []
    Y_test = []
    for item in
        df['Date']:
            if item:
                items = item.split(' ')
                date = items[0].split('-')
                t = items[1].split(':')
                h = t[0]
                m = date[1]
                d = date[2]
                y = date[0]
                dt = datetime.datetime.strptime(y+m+d, '%Y%m%d')
                w = dt.isoweekday()
                weeks.append(w)
                months.append(int(m))
                hours.append(int(h))

    del df['Date']
    del df['Door_State'] del
    df['Window_State']del
    df['Open_Carrier']
    df['Hours'] = hours
    df['Months'] = months
    df['Weeks'] = weeks
    X = df.as_matrix()
    if norm:
        X = preprocessing.normalize(X)print('ALL:',
X.shape, Y.shape) test = int(X.shape[0]*0.7)
X_train = X[:test]
Y_train = Y[:test]
X_test = X[test:]
Y_test = Y[test:]
print('TRAIN: ', X_train.shape, Y_train.shape)
print('TEST: ', X_test.shape, Y_test.shape)
num = X.shape[1]
    if corr:
        sns.pairplot(df[["Room_Temp", "External_Temp"]],
            diag_kind="kde")
sns.plt.show()
return (X_train, Y_train, X_test, Y_test, num)
```

									Лист
									52
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

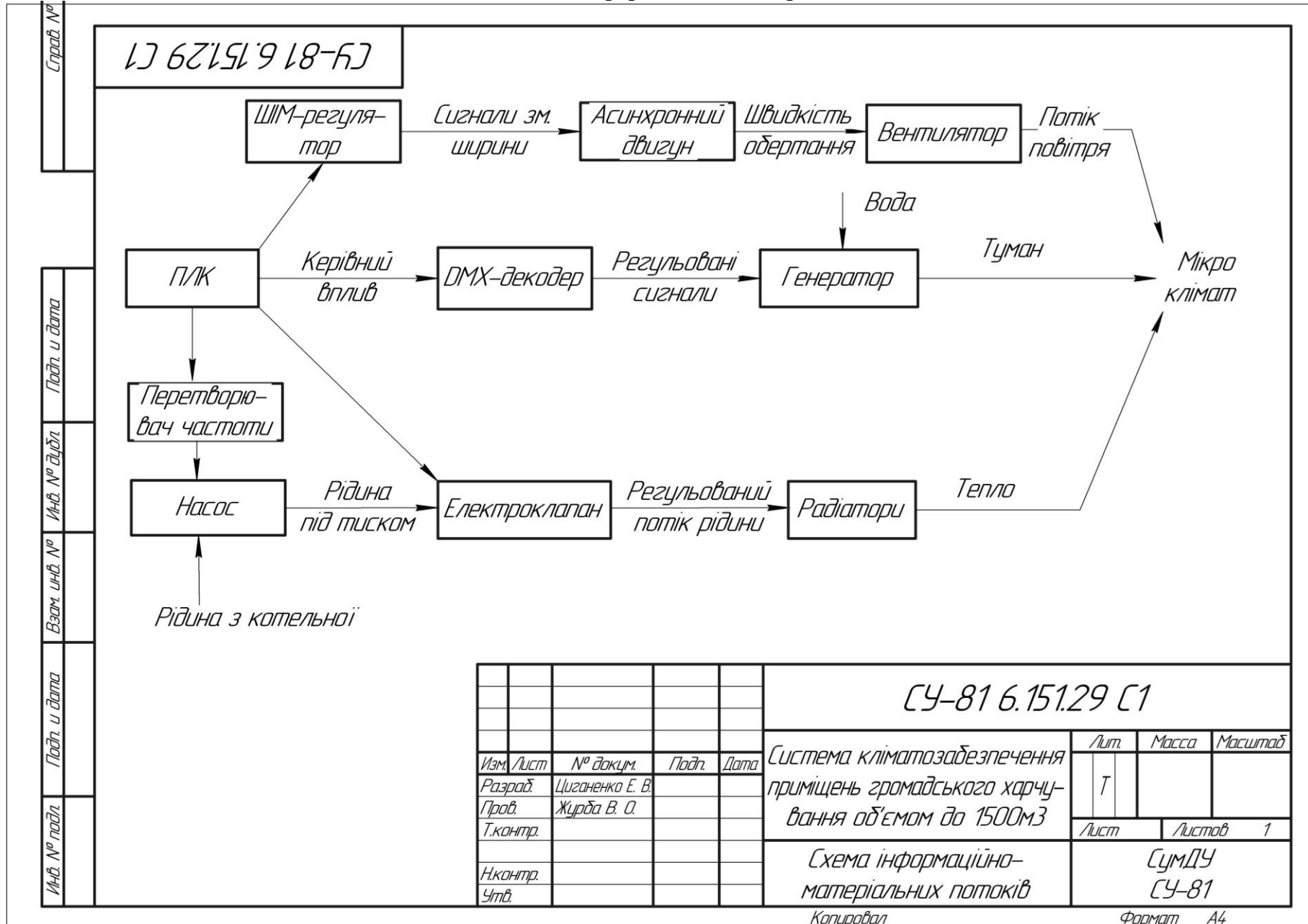
СУ-81.6.151.29.ПЗ

Лістинг 4.2 Ініціалізації адреси датчика

```
def visual_history(history):
    plt.figure()
    plt.plot(history.history['loss'])
    plt.plot(history.history['val_loss'])
    plt.title('model loss')
    plt.ylabel('loss')
    plt.xlabel('epoch')
    plt.legend(['train', 'test'], loc='best')
    plt.show()
    plt.figure()
    plt.plot(history.history['acc'])
    plt.plot(history.history['val_acc'])
    plt.title('model accuracy')
    plt.ylabel('acc')
    plt.xlabel('epoch')
    plt.legend(['train', 'test'], loc='best')
    plt.show()
def main():
    X_train, Y_train, X_test, Y_test, num = get_data(corr=False,
norm=False)
    load = False
    name = 'model'
    model = create_my_mlp(load, num)
    model = create_best_mlp(load, num)
    Compile model
    model.compile(loss='mse', optimizer='adam',
metrics=['accuracy'])
    reduce_lr = ReduceLRonPlateau(monitor='val_loss', factor=0.9,
patience=5, min_lr=0.000001, verbose=1)
    erl_stop = EarlyStopping(monitor='val_loss', patience=100)
    if load != True:
        history = model.fit(X_train, Y_train, epochs=1000,
verbose=1, batch_size=32, validation_data=(X_test, Y_test),
callbacks=[erl_stop]) visual_history(history)
        save_model(model, name)
    else: Y_predict = model.predict(X_test)
    #show the inputs and predicted outputs
    y = []
    for i in range(len(X_test)):
        print("Real=%s, Predicted=%s" % (Y_test[i],
Y_predict[i][0]))
        y.append(i)
    plt.figure()
    plt.plot(y, Y_test, 'r', label="Real")
    plt.plot(y, Y_predict, 'b', label="Predicted")
plt.legend(loc="upper left")
plt.title('Eq model')
plt.ylabel('value')
plt.xlabel('time')
plt.show()
score = model.evaluate(X_test, Y_test, batch_size=32)
print('test loss, test acc:', score)
make a predictio
```

					СУ-81.6.151.29.ПЗ	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Схема інформаційно-матеріальних потоків



Функціональна схема автоматизації

СУ-81 6.15129 А2

Перв. примеч

Справ. №

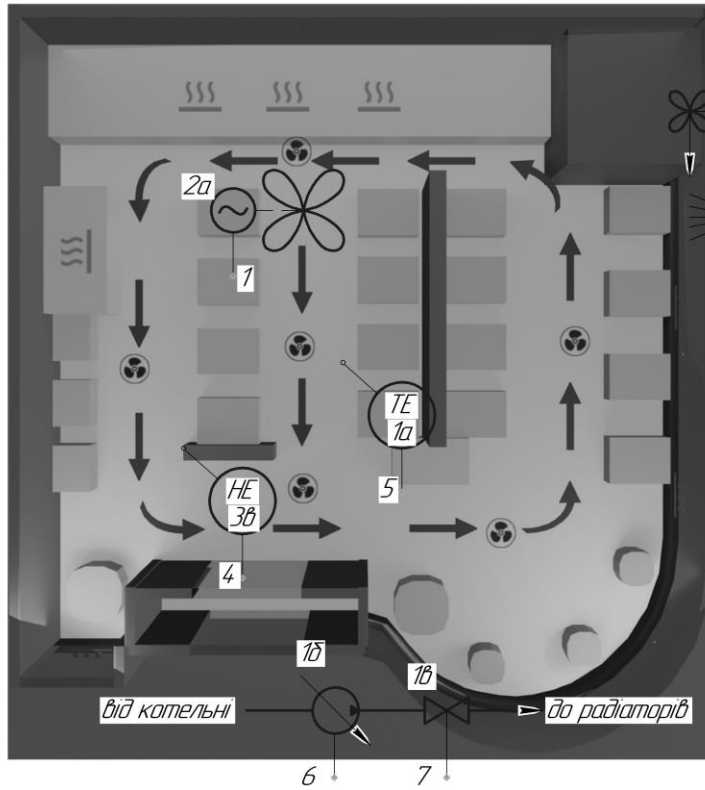
Подп. и дата

Изм. № докл.

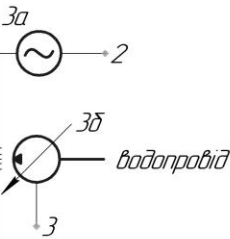
Взам. шиф. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



		1	2	3	4	5	6	7
За місцем		SCY 2δ	HCY 3z	FCY 3δ			TCY 1z	
ПЛК	AI							
	AO							
	DI							
	DO							
Панель оператора								RS-485

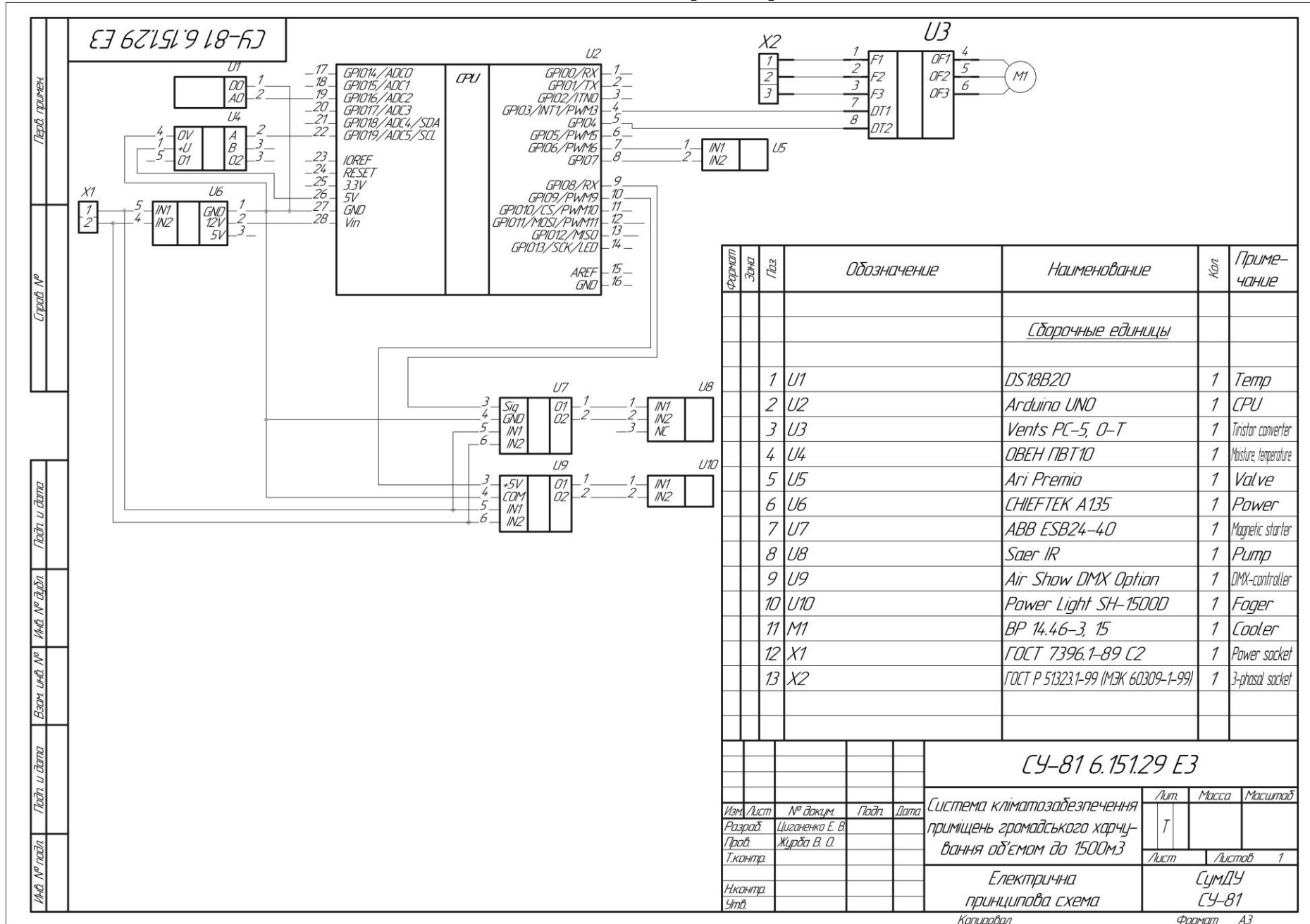


Формат	Зачн	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Сборочные единицы		
	1		SCY, HCY	ШИМ-регулятор	2	
	2		FCY, TCY	Перетворювач частоти	2	
СУ-81 6.15129 А2						
Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Система кліматозабезпечення приміщень громадського харчування об'ємом до 1500м3		Лист
Разраб.	Циганенко Е. В.					Листов
Проб.	Журба В. О.					1
Т.контр.						
Н.контр.				Функціональна схема автоматизації		
Чтв.						
				СУ-81		

Копіював

Формат А3

Схема електрична принципова



Формат Знак	Паз	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
			Сборочные единицы		
	1	U1	DS18B20	1	Temp
	2	U2	Arduino UNO	1	CPU
	3	U3	Vents PC-5, 0-T	1	Tristor converter
	4	U4	ОБЕИ ПБТ10	1	Moisture, temperature
	5	U5	Ari Premio	1	Valve
	6	U6	CHIEFTEK A135	1	Power
	7	U7	ABB ESB24-40	1	Magnetic starter
	8	U8	Saer IR	1	Pump
	9	U9	Air Show DMX Option	1	DMX-controller
	10	U10	Power Light SH-15000	1	Fogger
	11	M1	BP 14.46-3, 15	1	Cooler
	12	X1	ГОСТ 7396.1-89 C2	1	Power socket
	13	X2	ГОСТ Р 51323.1-99 (МЭК 60309-1-99)	1	3-phase socket

СЧ-81 6.151.29 ЕЗ

Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система климатозабезпечення приміщення громадського харчування об'ємом до 1500м ³			Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Циганенко Е. В.			Електрична принципова схема			Т		
Проб.	Журба В. О.						Лист	Листов	1
Т.контр.									
Н.контр.									
Утв.									

Копиравал

Формат А3

Левый примеч

Справ. №

Падл. и дата

Инд. № докл.

Взам. инв. №

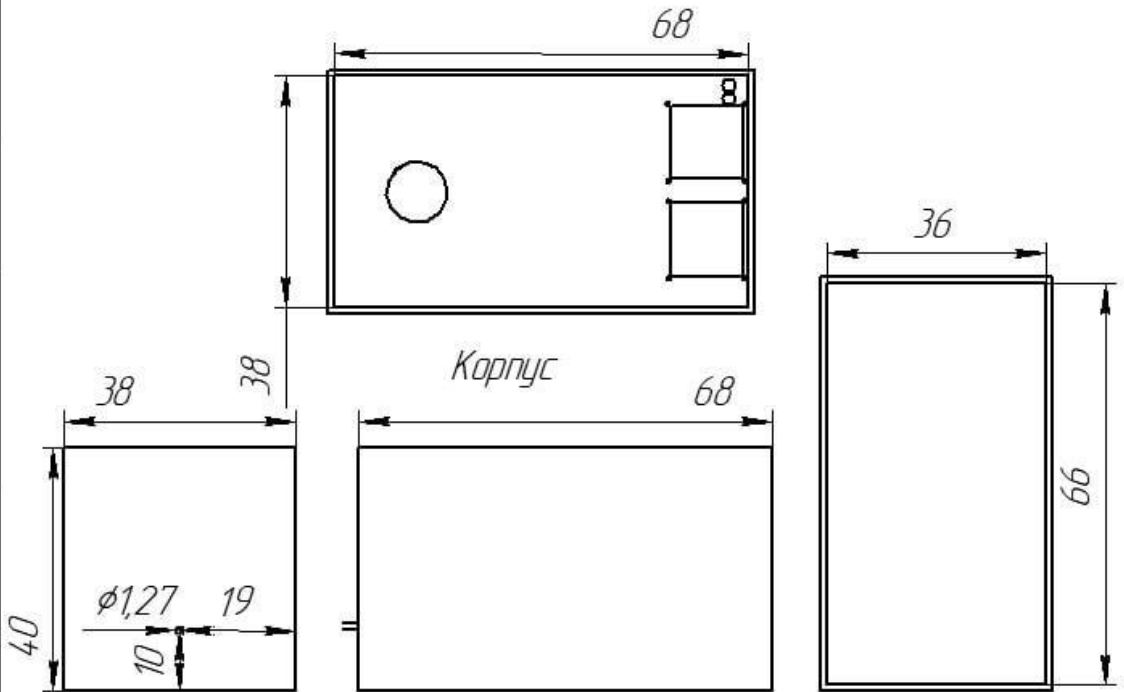
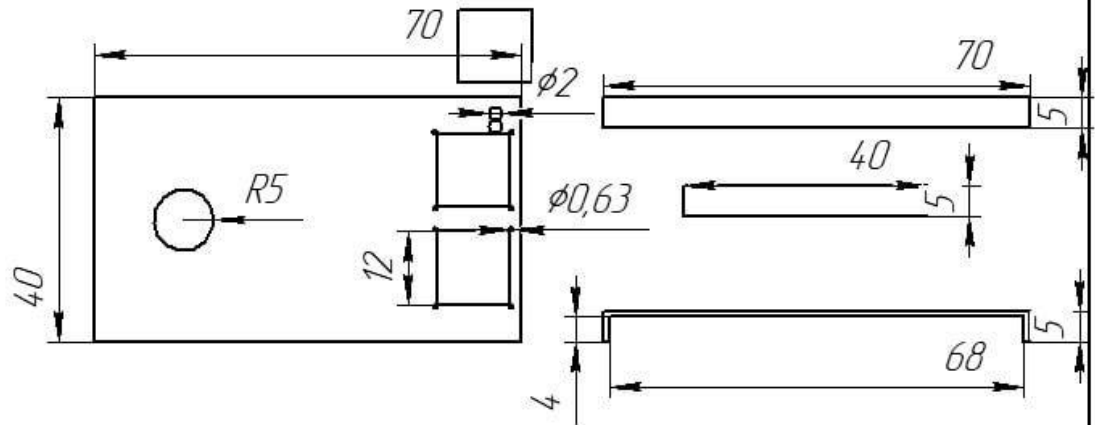
Падл. и дата

Инд. № падл.

Туманогенератор

ГЧ 101519 18-ГЧ

Кришка герметичного корпуса



Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	Инв. № подл.
---------------	----------	--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Цыганенко Е.В.		
Проб.		Журба В.О.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ГЧ-81 6.151.01 ГЧ			
Туманогенератор	Лист	Масса	Масштаб
			1:10
Корпус туманогенератора.	Лист	Листов	1
	СумДУ ГЧ-81		

Копировал

Формат А4