

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

До захисту «ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедри

к.ф.-м.н., Т.М. Заяць

"16" серпня 2021 р.

Кваліфікаційна бакалаврська робота
з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації,
напряму підготовки 171 «Електроніка»

на тему " ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЯ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ
ПРИМІЩЕНЬ "

Виконав: студент IV курсу, групи ЕС


Миськів Павло Михайлович

(прізвище, ім'я, по-батькові)


(підпис)

Керівник к.ф.-м. н. доц. Юркін Ігор Михайлович

(вчене звання, ПІБ, посада)


(підпис)

Засвідчую, що у цієї роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент 

Ужгород 2021

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою, доц.
(Заяць Т. М.)

«06» жовтня 2020 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
студенту Миськів Павлу Михайловичу

Тема роботи: Пристрій контролю мікроклімату виробничих приміщень.

Затверджена на засіданні кафедри (протокол № 3 від «06» жовтня 2020 р.)

Термін закінчення роботи: 10 червня 2021 року.

Вихідні дані до роботи.

1. Провести пошук аналогів пристроїв контролю мікроклімату виробничих приміщень.
2. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту дослідження.
3. Забезпечити: багато точковий контроль кліматичних параметрів приміщень з зменшеним рівнем електроспоживання та підвищеним рівнем завадостійкості, відображення результатів вимірювань та графіків зміни їх в часі на екрані; напруга живлення 5В; тип мікроконтролера AVR; кількість датчиків 3; датчик CO₂ оптичний; діапазон вимірювання рівня CO₂ в межах 0-5000 ppm; діапазон вимірювання температур в межах -40 - +85 °C; діапазон вимірювання вологості 0 - 90 %; діапазон вимірювання тиску 300-1100hPa.
4. Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Вступ

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту досліджень

2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень пристрою контролю мікроклімату виробничих приміщень

3. Проектно – конструкторський розділ

Висновки

Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

4.1. Структурна (функціональна) електрична схема

4.2. Електрична принципова схема.

4.3. Перелік елементів.

5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Завдання видав	Завдання прийняв
Н. контроль	доц. Спесивих О.О.		

Дата видачі завдання 23 листопада 2020 року.

Керівник роботи _____ (доц. Юркін І.М.)
(підпис)

Завдання прийняв на виконання _____ (Миськів П.М.)
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 20.12.2020 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 20.02.2021 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 20.03.2021 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2021 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2021 року	
6.	Оформлення бакалаврської кваліфікаційної роботи.	до 10.06.2021 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент _____ (Миськів П.М.)
(підпис)

Керівник роботи _____ (доц. Юркін І.М.)
(підпис)

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра електронних систем

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

на кваліфікаційну бакалаврську роботу

на тему:

ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЯ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ

ПРИМІЩЕНЬ

Студента групи ЕС: Миськів Павло Михайлович

Керівник проекту: доц. Юркін Ігор Михайлович

Ужгород – 2021

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Миськів П.М.				Пристрій контролю мікроклімату виробничих приміщень Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Юркін І.М.					У	4	41
Т. контр.						УжНУ, ІТФ, 4 курс група ЕС		
Н.Контр.	Спесивих О.О							

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота: сторінок – 41, рисунків – 11, формул – 10, таблиць – 10, джерел літератури – 25

Об'єкт розробки – пристрій контролю мікроклімату виробничих приміщень.

Мета роботи: розробка структурної та принципової схеми пристрою контролю мікроклімату виробничих приміщень.

Метод дослідження – аналіз прототипу та аналогів, синтез електричної структурної схеми та її реалізація у вигляді електричної принципової схеми.

При виконанні даної кваліфікаційної бакалаврської роботи було проведено пошук та аналіз аналогів об'єкту проектування і загальні принципи побудови. На основі цих даних і вимог технічного завдання розроблено структурну та принципові схеми. Проектно конструкторський розділ містить синтез структурної та принципової схеми, опис дії пристрою і розрахунки.

**ВИРОБНИЦТВО, ПРИМІЩЕННЯ, ЗАГАЗОВАНІСТЬ, ВОЛОГІСТЬ,
ТЕМПЕРАТУРА, КОНТРОЛЬ**

Зміст

Вступ	5
1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту досліджень	6
2 Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень пристрою контроля мікроклімату виробничих приміщень	13
3. Проектно – конструкторський розділ	25
3.1. Синтез структурної схеми пристрою	25
3.2. Підбір компонентів для проєктованого пристрою	25
3.3. Розробка принципової схеми пристрою	29
3.4. Розрахунок елементів пристрою контролю мікроклімату виробничих приміщень	31
Висновки	39
Перелік посилань	40
Додатки	41

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Як відомо, з багатьох досліджень, на працездатність людини впливає ціла низка чинників. Одним з найвагоміших чинників є мікроклімат, безпосередньо, у виробничому приміщенні.

Мікроклімат – це умови всередині приміщення, які впливають на терморегуляцію організму. Мікрокліматичні умови є основним санітарно-гігієнічним фактором, який вносить вагомий вклад в здоров'я, самопочуття та працездатність працівника.

Найбільш значущими параметрами мікроклімату є температура та вологість повітря. Також до цих параметрів відноситься швидкість руху повітря, атмосферний тиск та інтенсивність теплового випромінювання. [1]

Теплообмін людського організму з середовищем відбувається завдяки трьом явищам: конвекція, теплопровідність та випаровування вологи. Ці явища протікають правильним чином лише при певних регламентованих мікрокліматичних умовах. Основним нормативно-правовим документом в Україні, який встановлює допустимий діапазон температури, вологості та швидкості руху повітря в залежності від пори року та виду роботи, є ДСН «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» № 3.3.6.042-99. Дані норми встановлюють такий діапазон:

Температура повітря – в холодну пору року – 16 – 24 °С; в теплу пору – 18 – 25 °С;

Відносна вологість – 40-60%;

Швидкість руху повітря – в холодну пору року – 0,1–0,3 м/с; в теплу пору – 0,2–0,4 м/с. [2]

В світовій практиці, в основному, для нормування мікрокліматичних умов використовують стандарт ISO 7730.

Іншим важливим чинником який впливає на працездатність та здоров'я людини є забрудненість навколишнього повітря. Основним показником забрудненості повітря в закритих виробничих приміщеннях концентрація CO₂, яка вимірюється в ppm. Окрім індикаторної функцій, вуглекислий газ, сам по собі, впливає на працездатність робітника.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

В залежності від рівня перевищення оптимальної концентрації CO₂ (близько 400 ppm) виникають різні симптоми. Коли концентрація вуглекислого газу знаходиться на рівні 600 ppm з'являється відчуття духоти. При концентрації 800 ppm виникає головний біль, запалення очей, втома та ускладнене дихання. Якщо концентрація піднімається до рівня 1000 ppm з'являються напади мігрені, слабкість, увага та концентрація падає на 30%. Подальший ріст вмісту CO₂ в повітрі, до 1500-2000 ppm і вище призводить до порушення гомеостазу, зниження імунітету та зменшення вентиляції легень.

Оскільки вуглекислий газ не має ні запаху, ні кольору, людина не може контролювати його концентрацію самостійно, без використання технічних засобів, до проявлення вище згаданих симптомів. Для вимірювань рівня вмісту CO₂ в повітрі використовують різні типи датчиків. Одними з найрозповсюдженіших є термокаталітичні, напівпровідникові, фотометричні та оптичні (інфрачервоні) датчики. [3]

Завданням проекту є:

Провести пошук аналогів пристроїв контролю мікроклімату виробничих приміщень та проаналізувати їх переваги та недоліки;

Синтез електричної структурної схеми та її реалізація у вигляді електричної принципової схеми приладу контролю мікрокліматичних умов, який би забезпечував контроль параметрів приміщень, таких як: температура та вологість повітря, вміст CO₂ в ньому та атмосферного тиску, вивід значень цих параметрів на екран та побудова графіків їх зміни з часом, а також сигналізація перевищення рівня CO₂ в повітрі.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Монітор мікроклімату Walcom HT-2008 [4]

Walcom HT-2008 – прилад контролю основних мікрокліматичних параметрів (температури, вологості та вмісту CO₂) та оціни якості повітря, призначений для настінного кріплення. Передня панель монітору Walcom HT-2008 приведена на рис. 1.1., технічні характеристики таблиця 1.1.



Рис. 1.1. Монітор мікроклімату Walcom HT-2008 [4]

Таблиця 1.1.

Технічні характеристики Walcom HT-2008 [4]

Режим відображення	світлодіодний дисплей
Діапазон визначення концентрації двоокису вуглецю (CO ₂) в повітрі	від 0 до 9999 ppm
Точність визначення концентрації двоокису вуглецю (CO ₂) в повітрі	70 ppm \pm 3%
Діапазон визначення температури повітря	від -40 до 125 °C
Точність визначення температури повітря	\pm 0,5 °C
Діапазон визначення відносної вологості повітря	від 0,1 до 99,9% RH
Точність визначення відносної вологості повітря	\pm 3%
Живлення	адаптер (AC:220 В, DC:9 В)
Умови експлуатації	температура – від 5 до 30 °C вологість – від 0 до 85 % RH

Особливості даного монітора мікроклімату є:

- Простота у використанні;

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

- Одночасне відображення на екрані вимірюваних параметрів;
- Наявність піктограм для оцінки якості повітря та звукової і звукової сигналізації.

Walcom HT-2008 застосовується в приміщеннях де існує потреба в контролі параметрів мікроклімату: житлові приміщення, склади, офіси та інші.

Монітор-дatalogгер CO₂ - AZ-7798 [5]

Монітор-дatalogгер CO₂ - AZ-7798 – пристрій призначений для контролю концентрації CO₂ в повітрі. Зовнішній вигляд монітору AZ-7798 приведена на рис. 1.2., основні технічні характеристики таблиця 1.2.



Рис. 1.2. Монітор-дatalogгер CO₂ - AZ-7798 [5]

Таблиця 1.2.

Основні технічні характеристики AZ-7798 [5]

Діапазон вимірювання CO ₂	0-9999 ppm, (2001-9999 поза діапазоном шкали)
Точність CO ₂	±50 ppm ±5% від показів (0 – 2000 ppm), в іншому діапазоні точність не вказана
Діапазон вимірювання температури	-10 до 60 °C (14 - 140 °F)
Точність температури	±0.6°C / ±0.9°F
Діапазон вимірювання відносної вологості	0,1 % - 99,9%
Точність відносної вологості	±3% RH при 25°C в діапазоні 10~90% ±5% RH при 25°C в іншому діапазоні
Час відгуку	<10 хвилин для 90% зміни параметра
Розмір екрана	60 x 82 мм
Умови експлуатації	0 - 50°C, 5 - 80%RH (без конденсації)
Умови зберігання	-20 до +50°C, 5~90%RH (без конденсації)
Живлення	5В адаптер постійного струму (±10%), ≥500mA
Реле	так

Особливостями даного пристрою є:

- Режим сну;
- Відображення на екрані поточної дати і часу;
- Виведення на екран вмісту вуглекислого газу, температури, вологості;
- Використання недисперсійного інфрачервоного датчика CO₂;
- Автоматичне калібрування;
- Звукова сигналізація та ввімкнення вентиляції через реле при низькій якості повітря.

Даний пристрій використовується для контролю якості повітря в житлових, офісних та інших приміщеннях.

Монітор мікроклімату TENMARS ST-502 [6]

Монітор мікроклімату TENMARS ST-502 – пристрій для визначення параметрів мікроклімату таких як:

- Вміст вуглекислого газу;
- Температура пвоітря;
- Відносна вологість;
- Швидкість вентиляції.

Зовнішній вигляд монітору TENMARS ST-502 приведена на рис. 1.3., технічні характеристики таблиця 1.3.



Рис. 1.3. Монітор мікроклімату TENMARS ST-502 [6]

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Особливості TENMARSST-502:

- Великі розміри рідкокристалічного дисплею;
- Простре програмне забезпечення для ПК;
- 2 способи розміщення;
- Використання оптичного датчика вуглекислого газу;
- Висока точність та чутливість завдяки розміщенню датчиків в окремих захисних оболонках;
- Встановлення мінімального і максимального значення;
- Наявність сигналізації;
- Наявність внутрішньої батареї для збереження часу та дати.

Таблиця 1.3.

Технічні характеристики TENMARS ST-502 [6]

Спосіб вимірювання CO ₂	недисперсійний інфрачервоний датчик-сенсор
Діапазон вимірювання CO ₂	від 0 до 9999 ppm
Похибка CO ₂	±5 % від результату або ±75 ppm (0-2000 ppm, інші не в заданому діапазоні)
Спосіб вимірювання температури	термістор
Діапазон вимірювання температури	від 0 до 50 °C або від 32 до 122 °F
Похибка температури	±1.0 °C або ±1.8 °F
Спосіб вимірювання відносної вологості	ємнісний
Діапазон вимірювання відносної вологості	5-95 %
Похибка відносної вологості	±3.0 % RH (від 20 до 80 %); ±5.0 % RH (при 80 %)
Умови експлуатації	температура: від 0 до 50 °C або від 32 до 122 °F; відносна вологість: 5-95 % RH (без конденсації)
Умови зберігання	температура: від -10 до 60 °C або від 14 до 140 °F; відносна вологість: <70 % RH
Споживана потужність	2.4 Вт
Зовнішнє джерело живлення	мережевий адаптер: змінний струм 100...240 В постійний струм 12 В/1,0 А

Застосовується TENMARS ST-502 для моніторингу параметрів мікроклімату та якості повітря у виробничих і побутових приміщеннях та під час будівництва систем вентиляції та опалення.

Стационарний CO₂ монітор та термо-гігрометр-контролер AZ-7722

Стационарний CO₂ монітор та термо-гігрометр-контролер AZ-7722 – монітор для перевірки якості повітря в приміщенні. Зовнішній вигляд монітору AZ-7722 приведена на рис. 1.4., технічні характеристики таблиця 1.4.



Рис. 1.4. Стационарний CO₂ монітор та термо-гігрометр-контролер AZ-7722

[7]

Особливості AZ-7722:

- Великий дисплей на який виводиться інформація про вміст CO₂, температуру та вологість;
- Недисперсний інфрачервоний датчик вуглекислого газу;
- Автоматичне фонове калібрування;
- Наявність візуального та звукового сигналу тривоги;
- Доступне підключення до комп'ютера для аналізу даних;
- Показ середнього значення за 8 годин та межі короткого впливу за 15 хв;
- Можливість переключати одинці виміру. [7]

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Технічні характеристики AZ-7722 [7]

Діапазон вимірювання	
Концентрація CO ₂	0~9999 ppm (2001~9999 ppm за межами шкали)
Температура	-10~60 °C (14~140 °F)
Відносна вологість	0,1~99,9 %RH
Концентрація CO ₂	±50 ppm ±5 % показання (0~2000 ppm) Для інших діапазонів вимірювання не встановлена.
Температура	±0,6 °C / ±0,9 °F
Реле	так
Розміри дисплея (ВхШ, мм)	50x65
Умови експлуатації	0~50 °C , 0~95 %RH (уникати конденсату)
Умови зберігання	-20~50 °C, 0~95 %RH (уникати конденсату)
Живлення	адаптер пост. струму 12В
Вхідний струм	<50 мА (середнє значення), <310 мА (пікове значення)

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 Огляд і аналіз існуючих методів та схмотехнічних рішень пристрою контролю мікроклімату виробничих приміщень

Датчик вологості та температури на основі мікроконтролера 8051

Схема приведена на рис. 2.1. В даній схемі в якості датчика температури та вологості використовується DHT11, який має діапазон вимірювання вологості від 20% до 95% з роздільною здатністю 5 %, а температури – від 0°C до 50°C з роздільною здатністю 2°C. Для вимірювання вологості в даному датчику використовується ємнісний метод, а для вимірювання температури – терморезистор. Інформація від вимірювань відображається на рідкокристалічному дисплею розмірністю 16*2 символів. Також передбачене реле, яке може керувати навантаженням при перевищенні межі встановленої користувачем. Мікроконтролером в даній схемі використовується мікроконтролер фірми Atmel сімейства 8051 – AT89551 [8].

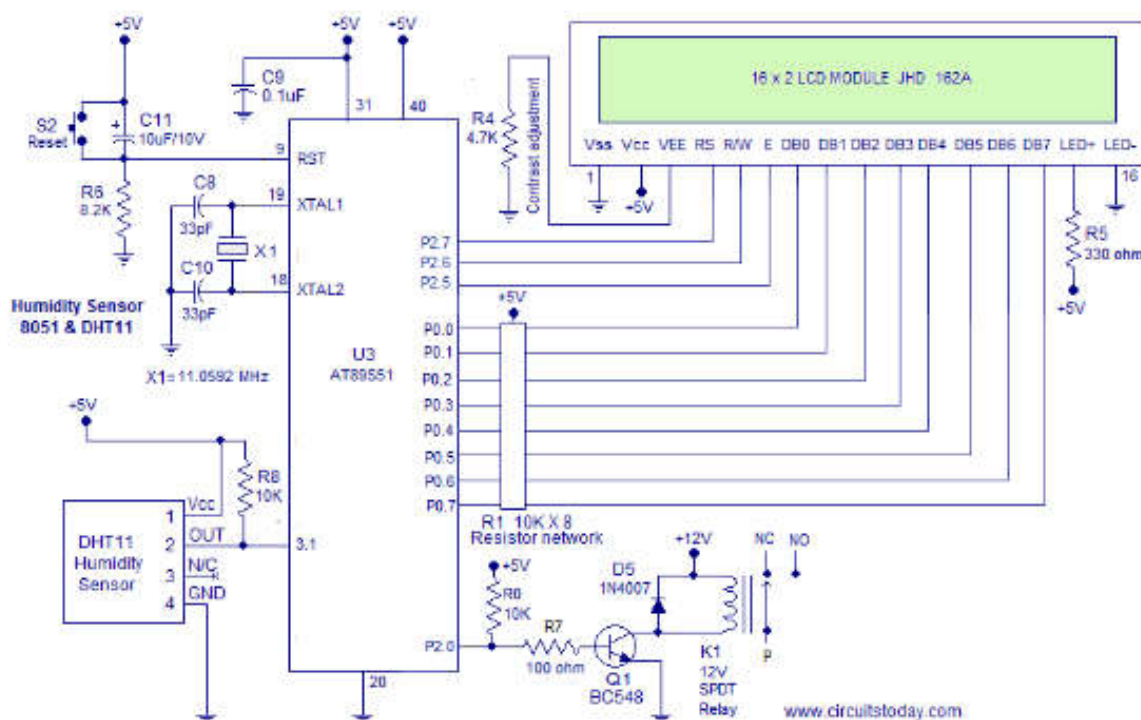


Рис. 2.1. Схема датчика вологості та температури на 8051 [8]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ

Арк.

13

Датчик вологості DHT11 підключений до P3.1 мікроконтролера, а резистор R8 утворює лінію зв'язку між датчиком і мікроконтролером. Реле приводиться в дію за допомогою P2.0 мікроконтролера, транзистор Q1 перемикає реле, R0 виступає резистором підтяжки, а R7 – обмежує струм бази Q1. D2 є вільним діодом. R4 встановлює контрастність рідкокристалічного дисплею, а лінії передачі даних пов'язані з портом 0. До контактів P2.7, P2.6 та P2.5 підключені лінії керування.

Конденсатор С9 являється обхідним, С8, С10 та Х1 пов'язані з тактовою системою, а С11, R6 і S2 утворюють систему скидання.[8]

Контролер температури та вологості на мікроконтролері Pисахе 08M2 [9]

Для побудови даної схеми використовується мікроконтролер Pисахе 08M2 для зчитування показів з датчика вологості та температури повітря Honeywell HIH6030. Порівнюючи значення параметрів введені користувачем та показів датчика схема вмикає вентилятор. При помилці датчика або при заклинненні вентилятора подає звуковий сигнал. Схема електрична принципова приведена на рис. 2.2.

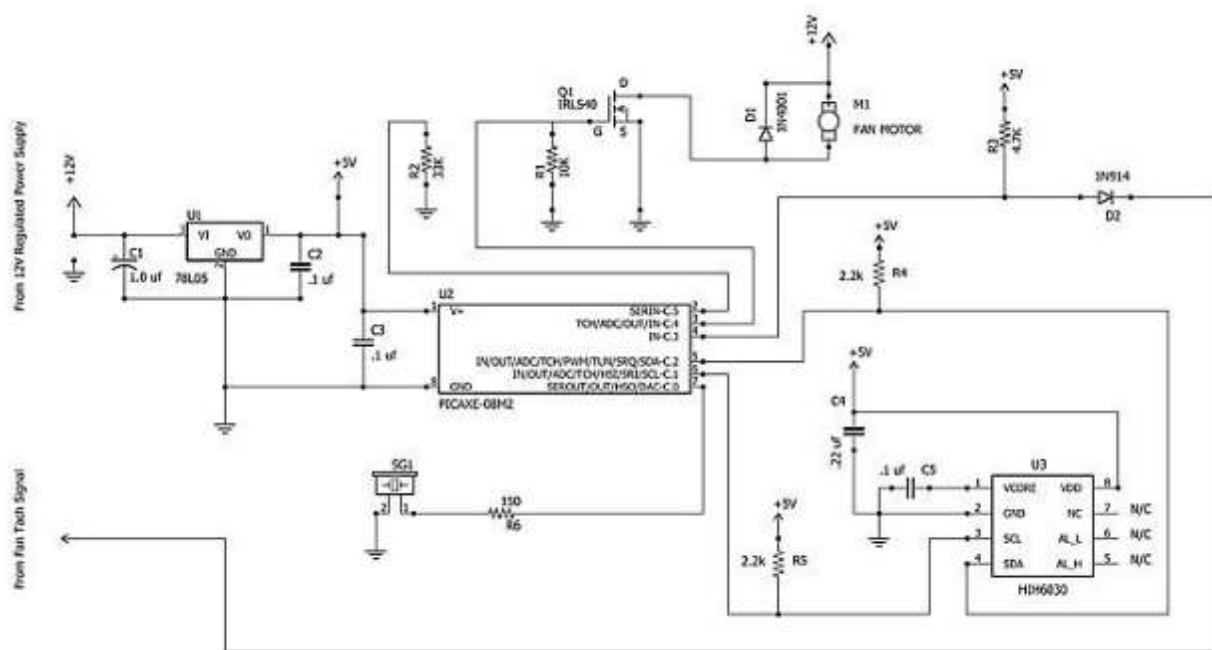


Рис. 2.2. Схема контролера температури та вологості на мікроконтролері Pисахе 08M2 [9]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Основою схеми являється мікроконтролер Pисахе 08M2, який програмується на мові Pисахе BASIC. Цей мікроконтролер має 2048 байт програмної пам'яті та 128 байт оперативної пам'яті. Контакт С.0 керує п'єзоелектричним зумером, контакти С.1 та С.2 призначені для шини послідовного зв'язку з датчиком I²C (SCL та SDA). Для зчитування сигналу з тахометра вентилятора використовується контакт С.3, а контакт С.4 вмикає і вимикає вентилятор.

Мікросхема датчика температури і вологості Honeywell HIH6030 живиться напругою 1,8В-5,5В та використовує інтерфейс I²C для зв'язку з мікроконтролером. Резистори R4, R5 та конденсатори С4, С5 відповідають значенням, рекомендованим компанією Honeywell.

Пристрій моніторингу якості повітря на основі Arduino [10]

Пристрій для контролю якості повітря базується на Arduino UNO. Завдяки модулю ESP8266 плато Arduino з'єднується з платформою ThingSpeak. MQ-135 слугує датчиком забруднення повітря, значення отримані з датчика відображаються на рідкокристалічному дисплеї. Схема пристрою приведена на рис. 2.3.

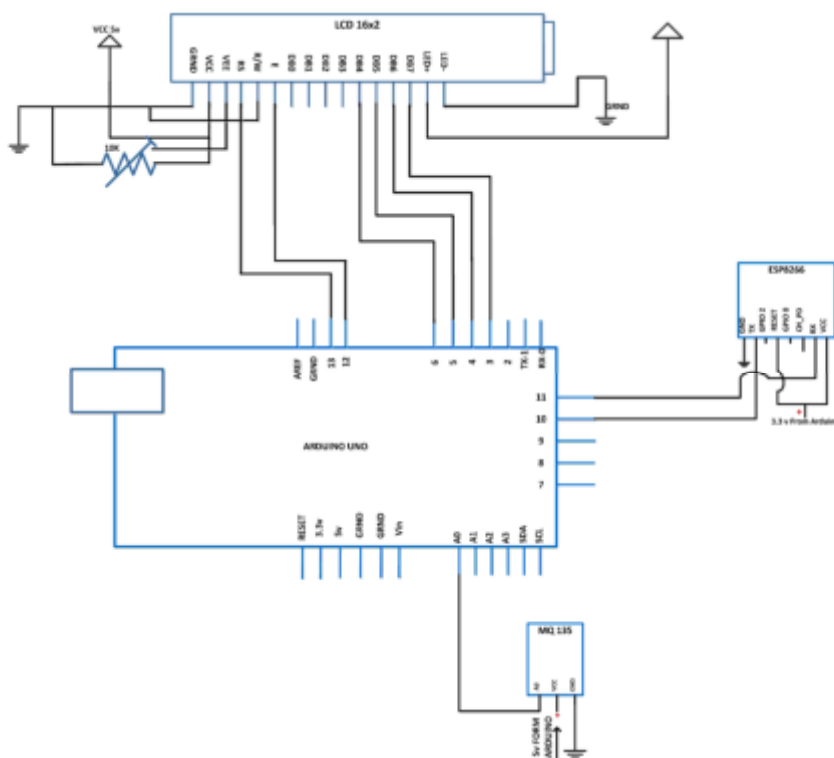


Рис. 2.3. Схема пристрою моніторингу якості повітря на основі Arduino [10]

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

В основі Arduino UNO стоїть мікроконтролер Atmega 328. Дана плата має 14 контактів GPIO з яких 6 контактів з широтно-імпульсною модуляцією, 6 – аналогових входів та інтерфейси UART, SPI та TWI. В цій схемі використовується 9 контактів з яких 6 для підключення рідкокристалічного дисплею, а саме D6 підключений до RS дисплею, GND – до RW, D5 – до E та D0, D1, D2, D3 – до D7, D6, D5, D4 відповідно.

Для з'єднання з ESP8266 використовуються контакти D10 і D11 які підключені до контактів TX, RX Wifi-модуля. Для живлення Wifi-модуля потрібна напруга 3,3В, яка береться з контакту 3.3v плати Arduino. Датчик вуглекислого газу MQ-135, своїм аналоговим виходом, підключений до контакту A0 плати і завдяки аналогово-цифровому перетворювачу контролера перетворюється в цифрове значення в діапазоні від 0 до 1023.

Автоматичний регулятор температури

Запропонований в роботі [11] пристрій призначений для автоматичної підтримки потрібної температури з високою точністю. Його можна застосовувати в побутових і промислових установках для управління нагрівом термокамер. Принципова схема пристрою приведена на рис. 2.4.

Датчик температури - термопара із спаю хромель-капель. Включення ланцюга нагрівача, проводиться електронним безконтактним способом. Схема управління термостабілізатором має електричний зв'язок з мережею, тому необхідно передбачити ізоляцію термопари і нагрівача. При первинному включенні, напруга на нагрівачі збільшується плавно, чим забезпечується захист навантаження при малому опорі нагрівача. Стеження за температурою здійснюється безступінчатим способом.

Пристрій складається з підсилювача, зібраного на мікросхемі К553УД2 (D1), індикатора температури PA1, регулятора температури на резисторах R10, R11, пристрої порівняння D2, двохполярного стабілізатора напруги на елементах С7-С10, VD1-VD4, формувача синхроімпульсів на елементах VT1, C12, C13, R15-R19, D3, перетворювача напруга - фаза (D3.2-D3.4, VD5-VD8, C15, C17, R20-R23),

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

стабілізатор напруги для мікросхеми К561ЛА7 виконаний на VD11, С16, випрямляч - на VD10, R24.

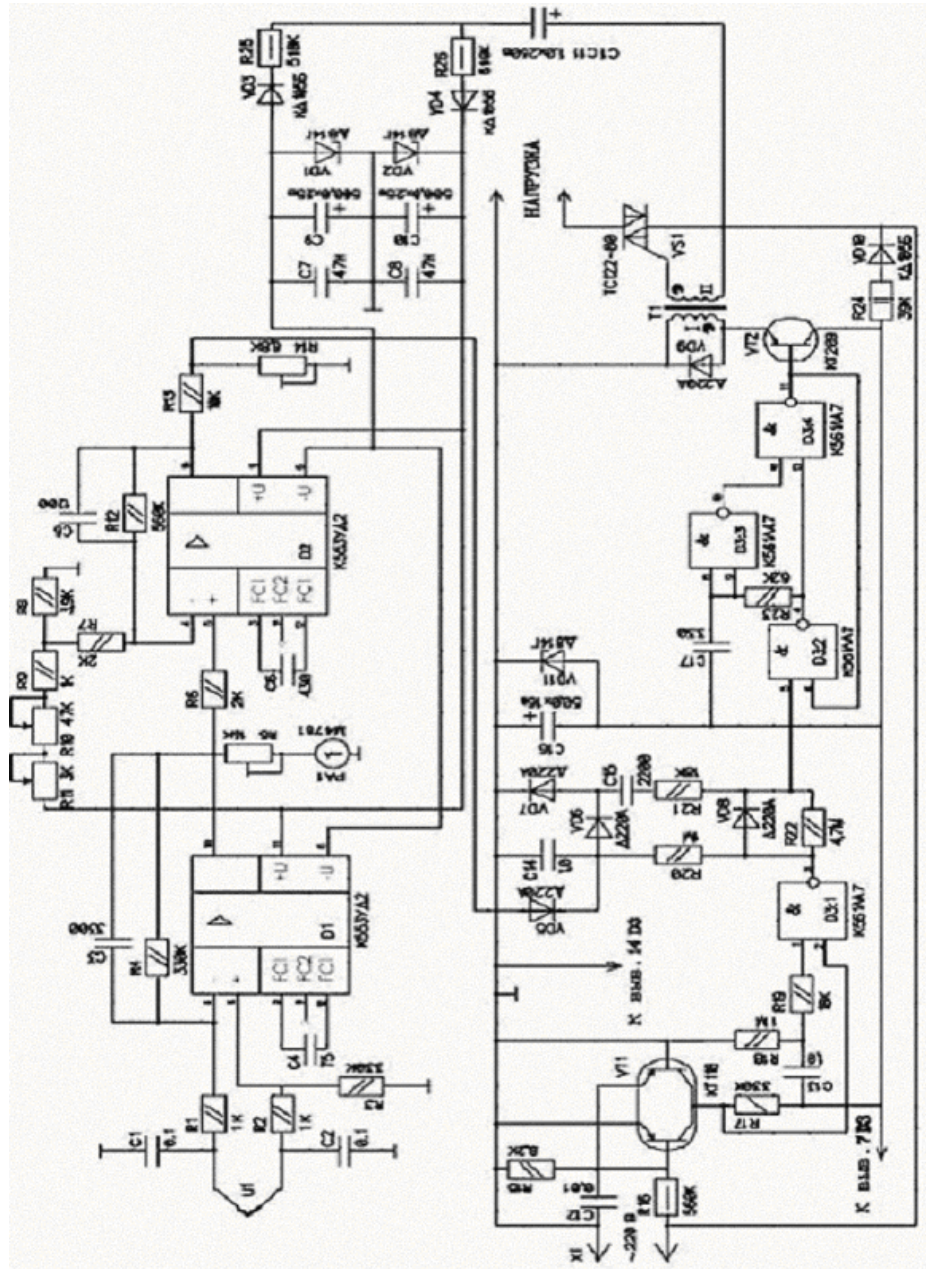


Рис. 2.4. Автоматичний регулятор температури [11]

Схема містить транзисторний ключ VT2, імпульсний трансформатор T1, симістор VS1.

В початковий момент часу, коли датчик холодний і ЕДС близька до нуля, на виході D1 також напруга біля нуля. Якщо напруга на виході підсилювача не рівна напрузі на регуляторі температури, то на виході пристрою порівняння (D2)

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

з'являється напруга розгалудження, і вона тим більша, чим більша різниця між заданою і існуючою температурою. Напруга розгалудження поступає на перетворювач напруги - фазу, який елементами VT1, D3.1 синхронізується з частотою мережі. При первинному включенні плавне наростання напруги в навантаженні здійснюється за рахунок заряду конденсатора С14. Короткі імпульси з перетворювача поступають на транзисторний ключ VT2, потім на трансформатор Т1. Ці імпульси управляють часом відкриття симістора VS1.

Температуру в термокамері можна відстежити по мікроамперметру РА1. Якщо необхідно знати точну температуру, то треба скористатися ртутним термометром.

Цифровий термометр-терморегулятор

Даний прилад (рис. 2.5.) можна використовувати для автоматичного контролю вимірювання температури в теплицях і овочесховищах, сушильних шафах і електродухівках, а також в біомедичних цілях.

Він забезпечує високу чутливість і завадостійкість, зручне управління режимами роботи. Наявність гальванічної розв'язки по ланцюгах живлення і управління роблять його надійним і безпечним в роботі [12].

Оптронна система синхронізації з частотою мережі дозволяє уникнути комутаційних перешкод.

Прилад складається з двох основних функціональних вузлів: електронного терморегулятора і цифрового вимірювача.

Управляючі сигнали в терморегуляторі формуються на основі порівняння напруги, одержуваної від термопари (ТП), з опорною напругою.

Основні технічні характеристики приладу: діапазон контрольованих температур від 0 до 200 або до 1200°C в залежності від датчика, що використовується. Похибка термометра не більше 1,5% від верхньої межі вимірювання; максимальна точність підтримки температури до 0,05°C. Слід враховувати, що система з використанням ТП є диференціальною, тобто напруга на її виході пропорційна різниці температур між сполученими і вільними кінцями термопари.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Тому, якщо при високих контрольованих температурах вплив коливань температури навколишнього середовища на вихідну напругу ТП невеликий, і його можна не враховувати, то для контрольованих температур менш 200°C необхідно застосовувати додаткові заходи по компенсації зміни температури вільних кінців термопари. Максимальна частота комутації навантаження 12,5Гц, струм навантаження до 0,1А, а при використанні додаткового семістерного ключа до 80 А при напрузі -220 В.

Змінна напруга 24 В з частотою мережі (f), що знімається з вторинної обмотки трансформатора Т1, через обмежуючий резистор R21 потрапляє на транзисторний оптрон U1, на виході 5 якого утворюються синхронізуючі імпульси, фронт яких за часом практично співпадає з моментами переходу мережної напруги через нуль. Далі ці імпульси поступають на цифрову частину приладу, яка на основі сигналів, що приходять з аналогової частини, формує відповідні керуючі сигнали.

Аналогова частина приладу реалізована на чотирьох ОП мікросхеми К1401УД2. Напруга, що знімається з ТП, посилюється ОП DA1.1 і поступає на входи ОП DA1.2-DA1.4, що виконують роль компараторів. Опорні напруги, визначальні пороги їх перемикання, задаються резисторами R8, R9, R11, R12, R14-R16. Завдяки відсутності зворотних зв'язків в ОП (DA 1.2 - DA 1.4) і великому коефіцієнту їх підсилення, досягнута дуже висока чутливість приладу.

Резистор R12 служить для встановлення верхнього температурного порогу, при якому навантаження відключається, а резистор R9 був призначений для задання різниці температури (Dt) між верхнім і нижнім порогоми перемикання терморегулятора. Коли регулювання Dt не потрібне, для забезпечення максимальної точності підтримки температури замість резистора R9 рекомендується встановити перемичку, резистор R8 при цьому можна виключити з схеми. Ланцюги на елементах VD1-VD3, C1-C3, R10 R13, R17 служать для запобігання проходження від'ємної напруги на входах цифрових мікросхем і усунення перешкод. Синхронізація тригерів DD1.2, DD2.1, DD2.2 здійснюється імпульсами, сформованими лічильником DD3.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

В сталому режимі роботи, коли температура на об'єкті відповідає заданій, індикатор HL2 постійно включений, а індикатори HL1, HL3 вимкнені. Про відхилення температури, сигналізує включення індикаторів HL1, HL3. Для підвищення наглядності вони працюють в імпульсному режимі. Необхідні для керування цими індикаторами імпульси формуються на виходах 5 і 12 лічильника DD3. З виходу 9 тригера DD1.2 через емітерний повторювач на транзисторі VT1, сигнал йде на ланцюг індикації і керування навантаженням. Примусове відключення навантаження здійснюється вимикачем SA1, розмикаючим ці ланцюги. Для управління навантаженням використовується диністорний оптрон U2, включений в діагональ містка VD2. Максимальний комутований струм в такому варіанті складає 0,1А. Встановивши додатково семістор VS1 і відповідно змінивши схему включення навантаження, цей струм можна збільшити до 80 А.

Функції вимірювання температури, а також відображення її значення реалізовані на основі мікросхеми K572ПВ2 (аналог ІLC7107). Вибір цього АЦП обумовлений можливістю безпосереднього підключення до нього світлодіодних знакосинтезуючих індикаторів. При використуванні РКІ можна застосувати K572ПВ5. При віджатій кнопці SB1 на АЦП поступає напруга з виходу ОП DA1.1, забезпечуючи режим вимірювання температури. При натисненні на кнопку SB1 вимірюється напруга на змінному резисторі R12, яка відповідає температурі встановленого порогу регулювання.

Висновки: розглянуті аналоги не дозволяють точно встановлювати потрібну температуру, в явному числовому виді і спостерігати за її зміною в процесі роботи. Тому одним із завдань даного проекту було розробити електронну систему регулювання температури, яка позбавлена даних недоліків.

Електронний термостат і сигналізатор температури [13]

На дисплеї можливе відображення температури в градусах Цельсія і Фаренгейта, а також можлива установка низької і високої точок температури для спрацьовування сигналізатора або термостата. Також, в контролер записуються досягнуті температурні мінімум і максимум.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

У налаштуваннях пристрою можна змінити те, в якому режимі буде працювати прилад, або як сигналізатор, або як термостат. Відмінність в тому, що в режимі сигналізатора при перевищенні заданого ліміту температури, бипер переривчасто пищить. Передня панель пристрою приведена на рис. 2.6.

Пристрій постійно отримує дані про температуру і відображає її на LCD екранчику в градусах Цельсія і Фаренгейта. Також, LCD може відображати поточну конфігурацію і параметри. До користувальницькою параметрів належать нижній і верхній межі температури, режим сигналізації (вкл. / Викл. Бипер). Ще на LCD можуть відобразитися абсолютні досягнуті min і max температури.

Користувачеві надана можливість встановлювати нижній і верхній межі температури за допомогою двох кнопок UP (+) і DOWN (-). Також, користувач може стерти збережені значення досягнутих хв. і макс. значень і встановити режим сигналізатора (включити або відключити бипер). Незалежно від налаштувань бипера, у пристрої присутній червоний світлодіод, який спалахує при перевищенні значення температури.

Всі параметри користувача зберігаються в незалежній пам'яті МК і не стираються після відключення живлення або перезавантаження пристрою.



Рис. 2.6. Зовнішній вигляд [13]

Пристрій складається з мікроконтролера PIC16C84, дворядкового 16-символьного LCD-екранчика, 4 кнопок і АЦП ADC0831. LCD може відображати ASCII символи. Він може працювати в 8-ми бітному режимі, що вимагає наявності 10 ліній зв'язку з мікроконтролером. Був обраний 4-бітний режим з 6 лініями зв'язку. Ці ж лінії були задіяні і для кнопок управління. Принципова схема пристрою приведена на рис. 2.7.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

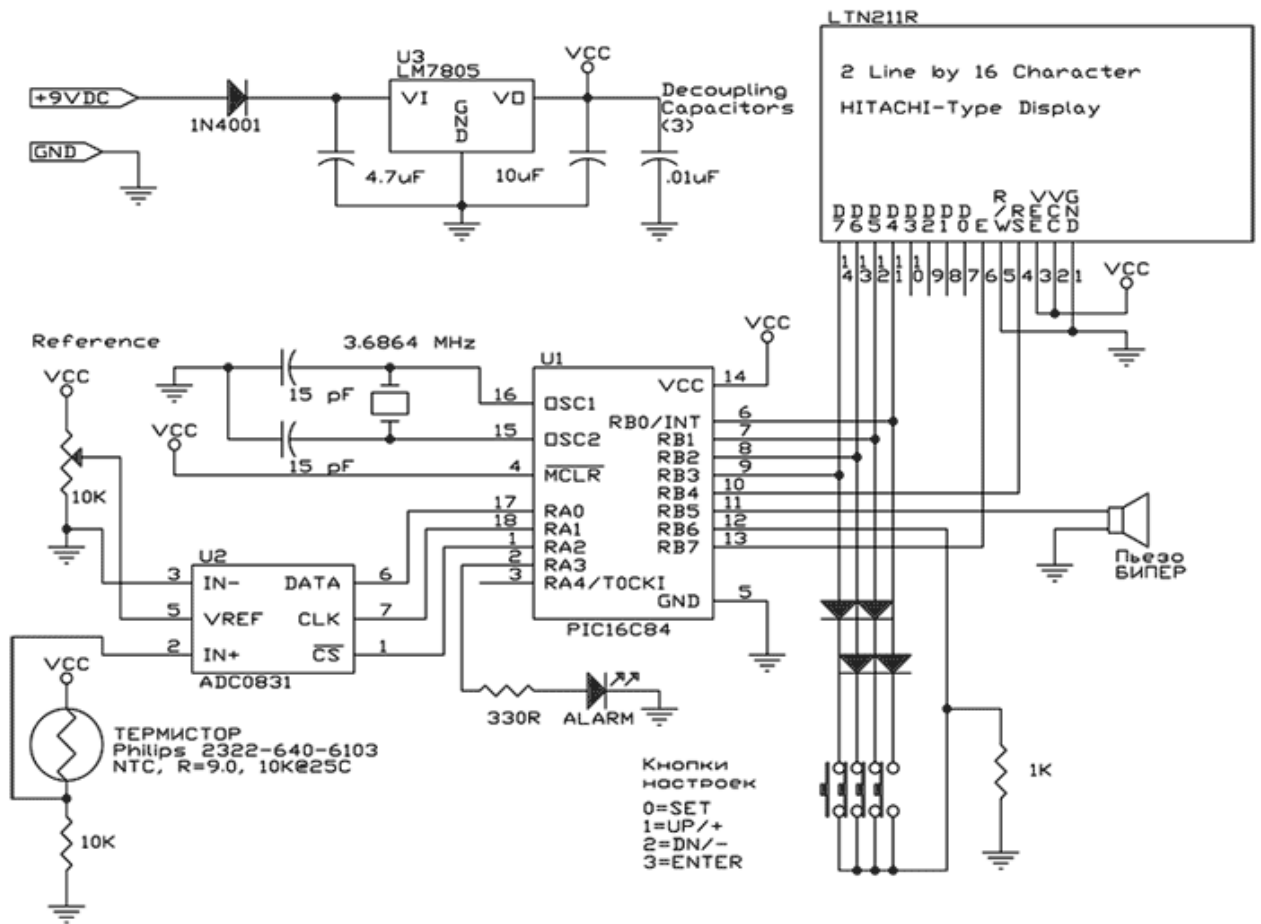


Рис. 2.7. Принципова схема пристрою [13]

Мікросхема ADC0831 використовує 3 лінії і працює по інтерфейсу SPI / Microwire.

Як датчик температури використовується Philips 2322-640-63103 NTC з R / r ratio 9.0 і опором 10кОм при 25 °. Можна використовувати інші датчики з підходящими характеристиками. Якщо буде використовуватися датчик РТ100 або з ін. Характеристикою, то необхідно буде поміняти налаштування в програмі і опір в дільнику напруги. Термістор включений в дільник напруги, опір другого резистора 10 кОм. Напруга з виходу дільника пропорційно навколишнього температури (але не прямо пропорційно, що створює деякі проблеми конвертації напруги в градуси, у програмі)

До контролера також підключений світлодіод "Alarm". Для використання термостата, даний світлодіод замінюється на оптопару.

Коли пристрій використовується в режимі термостата, режим оповіщення через бипер можна відключити. Червоний світлодіод (який замінюється

оптопарою), загоряється при перевищенні заданого ліміту. Для комутирования навантаження, живиться змінним струмом можна використовувати твердотільні реле (SSR).

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

3 ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Синтез структурної схеми пристрою

Розглянувши схеми аналогів пристрою та проаналізувавши їх, синтезуємо структурну схему нашого пристрою. Структурна схема пристрою контролю мікрокліматичних умов виробничих приміщень приведена Додаток 1.

Структурна схема приладу складається з таких компонентів:

- Мікроконтролер;
- Датчик вуглекислого газу;
- Датчик температури, вологості, атмосферного тиску;
- RTC (real time clock) – датчик реального часу;
- Дисплей;
- Перемикач режимів відображення;

3.2. Підбір компонентів для проектованого пристрою

В якості мікроконтролера взято платформу Arduino Nano (рис. 3.1.).

Arduino Nano має такі параметри:

- Мікроконтролер Atmega328;
- Архітектура AVR;
- Робоча напруга 5 В;
- Флеш-пам'ять 32КБ
- SRAM 2КБ;
- EEPROM 1КБ;
- Тактова частота 16МГц;
- Аналогових входів 8;
- Струм на контакті 49мА;
- Цифрових входів-виходів 22. [14]

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

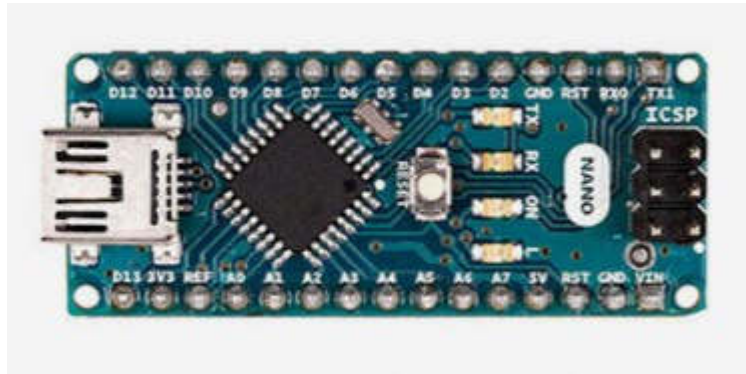


Рис. 3.1. Arduino Nano [14]

Дана платформа слугує для:

- Зчитування показників з датчиків;
- Обробки та побудова графіків зміни параметрів;
- Передачі значень та графіків для відображення на дисплеї.

Дисплеєм даного пристрою слугує рідкокристалічний дисплей LCD 2004 (рис. 3.2.), який підключається через плату розширення шини I²C інтерфейсу, побудовану на мікросхемі PCF8574. LCD 2004 являється символьним дисплеєм з розмірністю 4*20 символів. Для його живлення необхідна напруга 5 В, є можливість регулювання його яскравості та контрастності.

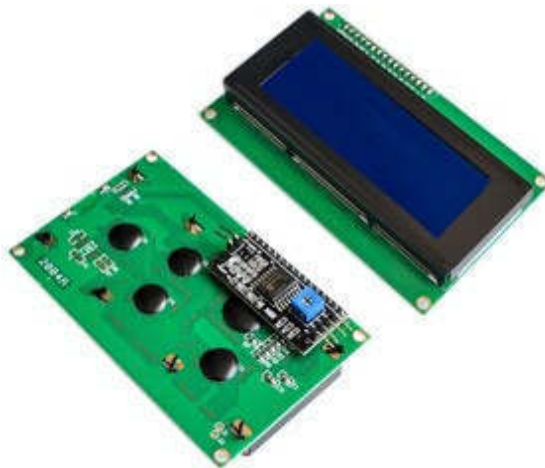


Рис. 3.2. Символьний рідкокристалічний дисплей LCD 2004

з платою розширенням шини I²C [15]

Датчик вуглекислого газу MH-Z19C вибраний згідно з технічним завданням.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

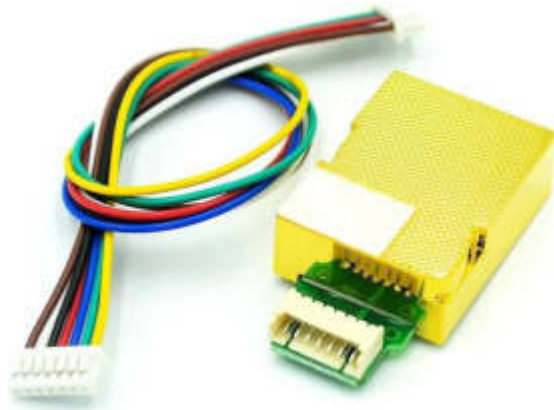


Рис. 3.2. Датчик вуглекислого газу MH-Z19C [16]

Він являється оптичним, а саме недисперсним інфрачервоним (NDIR) датчиком вуглекислого газу з наступними характеристиками:

- Напруга живлення 5 В;
- Струм живлення 40 мА;
- Діапазон вимірювань від 0 до 5000 ppm;
- Похибка вимірювань: $\pm (50\text{ppm}+5\%)$;
- Діапазон робочих температур від -10 до +50°C;
- Діапазон робочої вологості від 0 до 90%. [16]

MH-Z19C з'єднаний з мікроконтролером через інтерфейс послідовного зв'язку UART.

BME 280 являється датчиком температури, вологості та атмосферного тиску (рис 3.4)

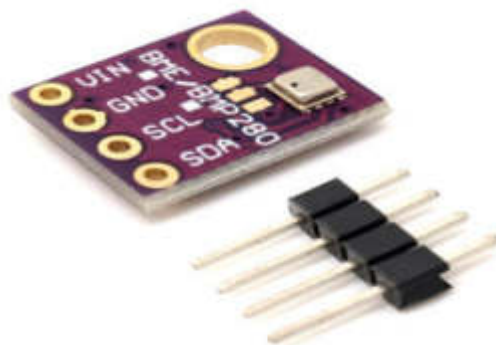


Рис. 3.3. Датчик температури, вологості та атмосферного тиску [17]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Цей датчик для зв'язку та передачі даних використовує інтерфейс I²C. На платі, окрім самого датчика, знаходиться стабілізатор напруги на 3.3 В і мікросхема перетворення логічних рівнів. [17]

Датчик BME 280 має такі характеристики:

- Напруга живлення від 1.8 до 5 В;
- Діапазон температур від -40 до +85 °С;
- Діапазон вологості від 0 до 100%;
- Діапазон тиску від 300 до 1100 гПа;
- Похибка температури: 0.5 °С;
- Похибка вологості: 3%;
- Похибка тиску: 1 гПа.

Датчик реального часу (RTC) призначений для збереження точної дати та часу при вимкненому живленні всього приладу. В цей схемі датчиком реального часу слугує модуль побудований на мікросхемі DS3231, яка використовує в якості резервного живлення літій-полімерний акумулятор. Кварцовий генератор модуля розміщений в самій мікросхемі та для забезпечення високої точності в ньому встановлено датчик температури, завдяки якому відбувається коригування показів. [18]



Рис. 3.5. Датчик реального часу [18]

Датчик реального часу зв'язаний з мікроконтролером по шині I²C і має такі параметри:

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- Напруга живлення: від 2.3 В до 5.5 В
- Робоча температура: від -40 ° С до + 85 ° С
- Точність ходу годинника: $\pm 5\text{ppm}$ (± 0.432 сек / день).

Перемикач режимів відображення слугує для перемикання режимів відображення даних на дисплею, а саме для перемикання між головним екраном та екранами відображення графіків зміни параметрів зібраних з датчиків в часі (за годину та за добу).

Індикатор рівня вуглекислого газу призначений для відображення рівня концентрації вуглекислого газу в приміщенні і виконаний у виді трьох світлодіодів (зелений, жовтий та червоний). При концентрації вуглекислого газу близько 400 ppm, якщо концентрація знаходиться на рівні 600 ppm вмикається жовтий, коли перевищує 1000 ppm – мигаючий червоний.

3.3 Розробка принципової схеми пристрою

В Додатку 1 зображено принципову схему пристрою контролю мікроклімату виробничих приміщень.

На схемі Arduino Nano позначена як модуль М4. Живлення 5 В на плату подається на контакт +5V, а контакт GND підключений до загального проводу.

Перемикач S1 з'єднаний з цифровим входом D4 і передає на його високий сигнал при натисканні. Після відпускання перемикача S1 на вході D4 залишається високий рівень сигналу – логічна одиниця. Для коректної роботи перемикача використовують підтягуючий резистор. Для таких випадків на платформі Arduino передбачений підтягуючий резистор який вмикається програмно.

Датчик вуглекислого газу MH-Z19C для передачі даних вимірювань використовує інтерфейс UART і підключений контактами TX і RX до контактів D2 та D3 мікроконтролера відповідно. Живлення на датчик подається на штифт VIN, а штифтом GND датчик з'єднаний з загальним проводом.

Мікросхема датчика BME280 виходами SDI та SCK з'єднана з A4 та A5 плати Arduino які призначені для інтерфейсу послідовного зв'язку I²C. Штифт A4 призначений для передачі даних, а A5 – для синхронізації.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

На контакти Vdd і Vddio подається живлення 5В. Між загальним проводом та контактами живлення мікросхеми включено блокуючі конденсатори C1 і C2, які призначені для блокування паразитних перепадів живлення. Резистори R3 та R4 підтягують штифти шини I²C до живлення мікросхеми для забезпечення правильного рівня логічної одиниці.

Датчик реального часу DS3231 позначена на схемі як модуль M1 підключена контактами SDA та SCL до контактів інтерфейсу I²C плати мікроконтролера. Конденсатор C1 призначений для блокування, а резистори R1 та R2 підтягують контакти передачі даних до живлення. В якості резервного живлення використовується літієва батарея CR2032, яка плюсом з'єднана з контактом Vbat мікросхеми DD1.

Мікросхема DD5 – це віддалений 8-бітовий розширювач вводу-виводу для шини I²C PCF8574AT. Живлення 5В на мікросхему подається на ніжку VCC, а GND з'єднана з загальним проводом. Ніжки SDA і SCL підключені до A4, A5 мікроконтролера та підтягнуті до живлення резисторами R7 і R8. Конденсатор C4 являється блокуючим. Резистор R6 є струмообмежуючим для світлодіоду VD4 який вмикається при подачі живлення на DD5. Контакти A0, A1 та A2 мікросхеми DD5 відповідають за 7-розрядний адрес. Ці контакти підтягнуті до живлення резисторами R11, R10 та R8.

Контакти P4, P5, P6 та P7 мікросхеми DD5 з'єднані з контактами D4, D5, D6 та D7 рідкокристалічного дисплею HG1 MH2004T і відповідають за обмін даними між ними. Також GH1 та DD5 підключені контактами; RS та P0, R/W та P1, E та P2. Контакт RS призначений для вибору регістру сигналу, R/W - для вводу-виводу сигналу, а E показує наявність сигналу. Штифт P3, підтягнутий до живлення резистором R10, відкриває біполярний транзистор VT1 до колектору якого підключений негативний контакт підсвічування HG1 К, а емітер транзистора з'єднаний з землею. Позитивний контакт А дисплею через перемичку J1 під'єднаний до живлення. Змінний резистор R11 призначений для керування контрастністю дисплея і підключений до VD. Живлення 5В HG1 подається на штифт VDD, а штифт VSS з'єднаний з загальним проводом.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3.4. Розрахунок елементів пристрою контролю мікроклімату виробничих приміщень

В даному розділі приводяться розрахунки та технічні характеристики всіх елементів принципової схеми приладу контролю мікроклімату виробничих приміщень зображеної в Додатку 2. У таблиці 3.1. приведені параметри модуля M4 Arduino Nano, параметри модуля M3 датчик вуглекислого газу MH-Z19C у таблиці 3.2., таблиця 3.3 - основні параметри модуля M2 на базі мікросхеми VME280.

Таблиця 3.1

Параметри Arduino Nano [14]

Мікроконтролер	ATmega328P – 8-бітний мікроконтролер сімейства AVR
Робоча напруга	5 В
Вхідна напруга для входу	V _{in} 7-12 В
Аналогові штифти	6 (A0-A5)
Цифрові штифти вводу-виводу	14 (з них 6 забезпечують широтноімпульсну модуляцію)
Постійний струм на штифтах вводу/виводу	40 мА
Постійний струм на штирі 3V3	50 мА
Флеш-пам'ять	32 КБ (2 КБ призначені для завантажувача)
SRAM	2 КБ
EEPROM	1КБ
Тактова частота	16 МГц
Інтерфейси зв'язку	I2C, SPI, USART

Таблиця 3.2

Параметри датчика MH-Z19C [16]

Робоча напруга	5.0 ±0.1 В
Струм живлення	40 мА
Піковий струм	125 мА
Напруга вихідного сигналу	3.3/5 В
Діапазон вимірювань	400-5000 ppm
Тип зв'язку	PWM/UART
Час розігріву	1 хв
Час затримки	120 с
Діапазон робочих температур	-10-+50 0С
Діапазон робочої вологості	0-95%

Таблиця основних параметрів мікросхеми ВМЕ280 [17]

Напруга живлення Vdd	1.71-3.6 В
Напруга живлення	Vddio 1.2- 3.6 В
Максимальний струм живлення	3.6 мА
Діапазон вимірювання температур	-40...+85 °С
Діапазон вимірювання вологості	0...100 %
Діапазон вимірювання тиску	300...1100 ГПа

Номінали резисторів R3 і R4 та конденсаторів C1 і C3 взято з документації до мікросхеми ВМЕ280 і вони рівні:

$$R_3=R_4=4.7 \text{ кОм}$$

$$C_2=C_3=100 \text{ нФ}$$

Робоча напруга яка прикладена до даних елементів рівна напрузі живлення приладу $U_{ж}=5 \text{ В}$. Отже, струм який протікає через резистори визначається за законом Ома і рівний:

$$I = \frac{U}{R} \quad (3.1)$$

$$I_3 = I_4 = \frac{U}{R} = \frac{5}{4700} = 0,001 \text{ А}$$

А потужність розсіяна на резисторах рівна:

$$P = U * I \quad (3.2)$$

$$P_3 = P_4 = 5 * 0.001 = 0.005 \text{ Вт}$$

Оберемо опір R3, R4 візьмемо 4,7 кОм – 0,125Вт

Параметри модуля M1 мікросхеми DD1 DS3231 взяті з документації до даної мікросхеми [22]. У таблиці 3.4. приведені параметри модуля M1 датчик рельного часу DS3231.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Параметрів мікросхеми DD1 (DS3231) [22]

Напруга живлення Vcc	2.3-5.5 В
Напруга живлення Vbat	2.3-5.5 В
Струм живлення Vcc	300 мА
Струм живлення Vbat	70 мА
Тактова частота	32 МГц

Номінали підтягуючих резисторів R1 та R2 вказано в документації і вони рівні $R_1=R_2=4.7$ кОм. [19]

Струм який протікає через дані резистори визначається за законом Ома при прикладеній напрузі $U_{ж}=5$ В і рівний (за 3.1.):

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{R} = \frac{5}{4700} = 0,001A$$

Потужність розсіяна на них рівна (за 3.2.):

$$P_1 = P_2 = 5 * 0.001 = 0.005Wm$$

Конденсатор C1 має ємність 100 нФ та до нього прикладено напругу 5 В.

Напруга резервного джерела живлення мікросхеми DS3231 вибрана 3 В, як рекомендована виробником, а струм споживання при такій напрузі рівний 70 мА [22]. Отже потужність яку повинне забезпечувати резервне джерело живлення рівна (за 3.2.):

$$P_{bat} = 3 * 0.07 = 0.21Wm$$

Параметри модуля M5 мікросхеми DD5 PCF8574A взяті з документації до даної мікросхеми [23]. У таблиці 3.5. приведені параметри DD5 плати розширення шини I²C інтерфейсу на базі мікроконтролера PCF8574A.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Параметрів мікросхеми DD5 (PCF8574A):

Напруга живлення	-0.5 – 7 В
Струм живлення	100 мА
Вхідна напруга	0.5 В
Вхідний струм	20 мА
Вихідний струм	25 мА
Загальна потужність	400 мВт
Потужність на виході	100 мВт

Резистори R5, R7 та R10 підтягують виходи мікросхеми DD5 до проводу живлення 5 В і мають номінал 4.7 кОм, взятий з документації до мікросхеми (за 3.1):

$$I_5 = I_7 = I_{10} = \frac{U}{R} = \frac{5}{4700} = 0,001 A$$

Потужність цих резисторів рівна (за 3.2):

$$P_5 = P_7 = P_{10} = 5 * 0.001 = 0.005 W$$

Опори резисторів R6, R8 і R9 рівні та становлять 10 кОм. Ці резистори підтягують контакти мікросхеми DD5 A0, A1, A2 до живлення 5 В.

Струм який проходить через дані резистори рівний (за 3.1):

$$I_6 = I_8 = I_9 = \frac{U}{R} = \frac{5}{10000} = 0,0005 A$$

А потужність дорівнює (за 3.2):

$$P_6 = P_8 = P_9 = 5 * 0.0005 = 0.0025 W$$

Параметри HG1 взяті з документації до рідкокристалічного дисплею WH2004A. У таблиці 3.6. приведені параметри HG1 [24]:

У таблиці 3.6

Параметри рідкокристалічного дисплею HG1 (WH2004A) [24]

Напруга живлення	5 В
Струм живлення	1 мА
Напруга живлення Led	4.2 В
Струм живлення Led	280 мА

Перемінний резистор R11 має номіналом 10 кОм згідно з рекомендацій виробника. До резистора прикладена напруга 5 В, а струм який проходить через його рівний:

Потужність розсіяна на даному резисторі дорівнює (за 3.2):

$$P_{11} = 5 * 0.0005 = 0.0025 \text{ Вт}$$

Схема живлення пристрою

Розрахунок трансформатора. Знаючи необхідну напругу на вторинній обмотці (U_2) і максимальний струм навантаження (I_D) трансформатор розраховують у такій послідовності.

1. Визначають значення струму, що тече через вторинну обмотку трансформатора:

$$I_2 = 1.5 I_n, I_2 \quad (3.3)$$

де: I_2 - струм через вторинну обмотку трансформатора, А;

I_n - максимальний струм навантаження, А.

$$I_2 = 1.5 I_n, I_2 = 1.5 * 0.2 = 0.3 \text{ А}$$

2. Визначають потужність, споживану випрямлячем від вторинної обмотки трансформатора:

$$P_2 = U_2 I_2, P_{TP} \quad (3.4)$$

де: P_2 - максимальна потужність, споживана від вторинної обмотки, Вт; U_2 - напруга на вторинній обмотці, В;

I_2 - максимальний струм через вторинну обмотку трансформатора, А.

$$P_2 = U_2 I_2, P_{TP} = 15 * 0,3 = 4,5 \text{ Вт}$$

3. Підраховують потужність трансформатора:

$$P_{TP} = 1,25 P_2, P_{TP} \quad (3.5)$$

де: P_{TP} - потужність трансформатора, Вт;

P_2 - максимальна потужність, споживана від вторинної обмотки трансформатора, Вт.

$$P_{TP} = 1,25 P_2, P_{TP} = 1,25 * 4,5 = 5,625 \text{ (Вт)}$$

Якщо трансформатор повинен мати кілька вторинних обмоток, то спочатку підраховують їхню сумарну потужність, а потім потужність самого трансформатора.

4. Визначають значення струму, що тече в первинній обмотці:

$$I_1 = P_{TP} / U_1, P_{TP} \quad (3.6)$$

де: I_1 - струм через первинну обмотку, А;

P_{TP} - підрахована потужність трансформатора, Вт;

U_1 - напруга на первинній обмотці трансформатора .

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$I_2 = P_{TP} / U_1, P_{TP} = 5,625 / 220 = 0,025 \text{ A}$$

5. Розраховують необхідну площу перетину сердечника магнітопроводу:

$$S = 1,3P_{TP}, S \quad (3.7)$$

де: S - перетин сердечника магнітопроводу:

P_{TP} - потужність трансформатора, Вт.

$$S = 1,3P_{TP}, S = 1,3 * 5,625 = 7,31 \text{ мм}$$

6. Визначають число витків первинної (мережної) обмотки:

$$W_1 = 50 U_1 / S, W_1 \quad (3.8)$$

де: W_1 , - число витків обмотки;

U_1 - напруга на первинній обмотці, В;

$$W_1 = 50 U_1 / S, W_1 = 50 * 220 / 7,31 = 1504,79 \approx 1505$$

S - перетин сердечника магніто проводу - мм.

7. Підраховують число витків вторинної обмотки:

$$W_2 = 55 U_2 / S, W_2 \quad (3.9)$$

де: W_2 - число витків вторинної обмотки;

U_2 - напруга на вторинній обмотці. В;

S -перетин сердечника магнітопроводу.

$$W_2 = 55 U_2 / S, W_2 = 55 * 5 / 7,31 = 37,62 \approx 38$$

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

8. Визначають діаметри обмоток трансформатора по табл. 3.7.

Таблиці 3.7

Діаметри обмоток трансформатора

	≤25	25	60	100	160	250	400	700
		60	100	160	250	400	700	1000
	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6

Враховуючи попередні розрахунки, виберемо трансформатор який задовільняє нашим потребам.

Блок живлення побудований із стандартного трансформатора ТПП248-172 АФО.470.080 ТУ, а в якості випрямляча використано діодний мостик типу КЦ402А, робочі вихідні струми якого $I_{pMAX} = 1$ А достатні для забезпечення живлення каналів живлення +5 В. Для згладження пульсацій випрямленої напруги використано фільтруючий конденсатор $C1$. Його ємність вибрана із умови, щоб постійна часу RC фільтру була набагато більша $\frac{1}{f}$, де $f=50$ Гц частота мережі змінного струму. В якості R вибрано мінімальний опір навантаження для блоку живлення, рівне 1 КОм. Тоді:

$$C1 = \frac{10}{Rf2\pi} \quad (3.10)$$

$$C1 = \frac{10}{Rf2\pi} = \frac{10}{1000 \cdot 5 \cdot 06} \approx 30_{\text{мкФ}}$$

Для стабілізації випрямленої напруги +5В використано мікросхему стабілізатора LM1086-5.0. Відповідно із типовою схемою включення на її виході теж розміщений фільтруючий конденсатор. Вихідні робочі струми цієї мікросхеми до 100 мА є достатніми для живлення всіх блоків пристрою стабілізованою напругою [25].

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленого технічного завдання в даній кваліфікаційній бакалаврській роботі було проведено огляд та аналіз аналогів об'єкту проектування, розроблено структурну та синтезовано принципову електричну схему пристрою. Проведено базові розрахунки електричних параметрів елементів схеми. Пристрій контролю оснащений 3 датчиками, побудований на базі мікроконтролера типу AVR, живиться напругою 5В, і забезпечений розрахованим блоком живлення від 220 В.

Пристрій забезпечує контроль мікроклімату виробничих приміщень в наступних межах:

Діапазон вимірювання рівня CO ₂	0-5000 ppm;
Діапазон вимірювання температур	-40 - +85 °С;
Діапазон вимірювання вологості	0 - 90 %;
Діапазон вимірювання тиску	300-1100hPa;

Із допустимими похибками:

Похибка вимірювання рівня CO ₂ не більше	50ppm+5%;
Похибка вимірювання температур не більше	0.01° С;
Похибка вимірювання вологості не більше	3%;
Похибка вимірювання тиску не більше	0.01 hPa;

Значення виміряних величин виводяться на дисплей.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Постанова N 42 від 01.12.99 м. Київ. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 – <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>
2. Мікроклімат. Чи потрібно контролювати його параметри на робочих місцях – <https://labcenter.kh.ua/?p=10671>
3. Принципы работы датчиков в газоанализаторе – <https://www.rikenkeiki.ru/for-clients/useful/printsip-raboty-datchikov-v-gazoanalizatore/>
4. Монітор мікроклімату Walcom HT-2008 – <https://simvolt.ua/monitor-mkroklmatu-walcom-ht-2008.html>
5. Монитор-дatalogгер CO2 - AZ-7798 – <https://brom.ua/uk/so2-monitor-termogigrometr-kontroller-az-7798-ukr>
6. Монітор мікроклімату TENMARS ST-502 – <https://simvolt.ua/monitor-mkroklmatu-co2-temp.-rh-ten>
7. AZ 7722 CO2 & Temp. & RH – <https://www.az-instrument.com.tw/en/product-616373/CO2-Temp-RH-with-Relay-7722-AZ.html>
8. Humidity sensor using 8051 – <https://www.circuitstoday.com/humidity-sensor-using-8051>
9. Temperature and/or Humidity Controlled Fan with a Picaxe 08M2 Microcontroller – <https://www.allaboutcircuits.com/projects/build-temperature-humidity-controlled-fan-Picaxe-08M2-microcontroller>
10. Arduino Based Air Quality Monitoring IOT Project – <https://www.engineersgarage.com/electronic-projects/arduino-based-air-quality-monitoring-iot-project/>
11. Абрамов С.М. Автоматический регулятор температуры, Радиоаматор, 2002, №8, с.20
12. Тушнов В.Е. Цыфровой термометр-терморегулятор, Радиоаматор, 2001, №9, с.27-28
13. <http://cxem.net/mc/mc72.php>
14. Arduino Nano – <https://store.arduino.cc/arduino-nano>

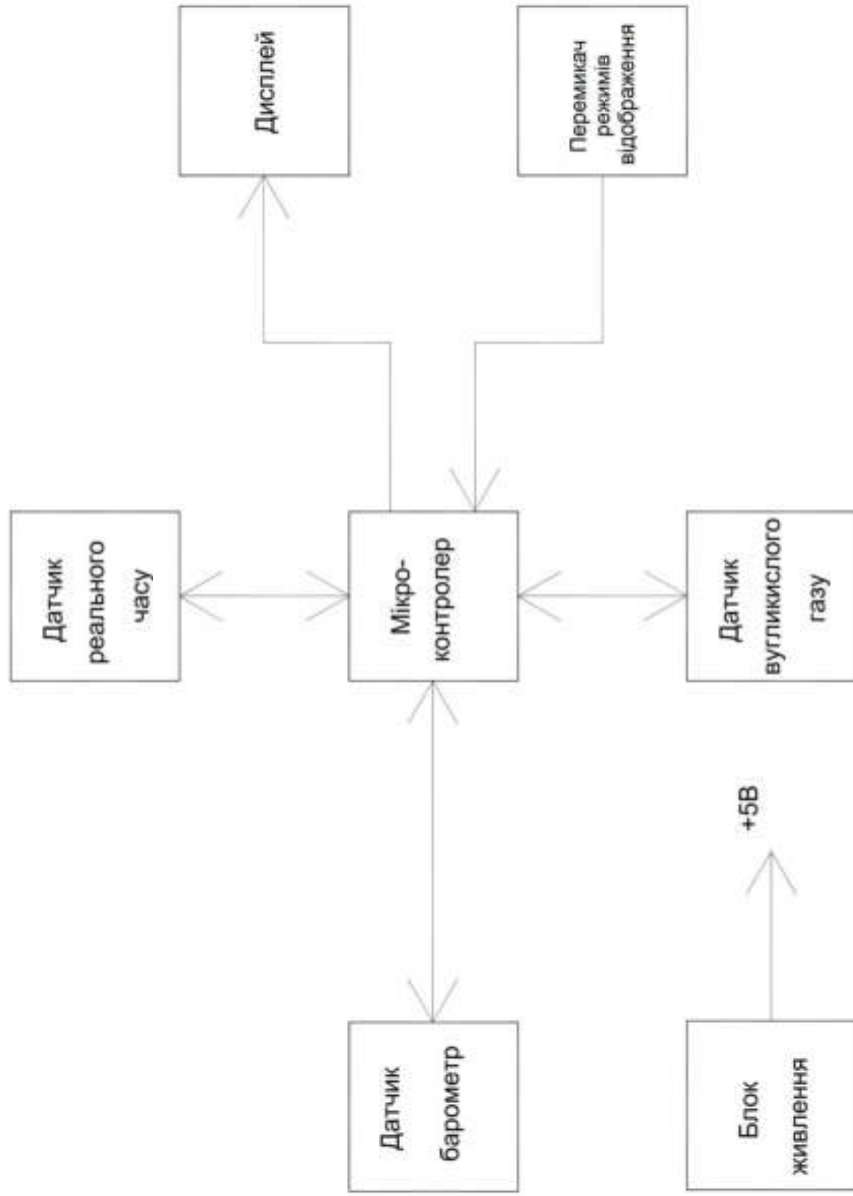
					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

15. SPI/I2C 2004 LCD blue, ЖКИ-дисплей 20 х 4 с последовательным интерфейсом для Arduino проектов (синяя подсветка) – <https://www.chipdip.ru/product/iic-i2c-twi-2004-lcd-blue>
16. Датчик углекислого газа CO₂ MH-Z19C модуль – <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-co2-mh-z19c>
17. BME280 Датчик абсолютного давления, температуры и влажности – <https://duino.ru/bme280-datchik-absoljutnogo-davlenija-temperatury-i-vlazhnosti.html>
18. Годи́нник реального часу для Raspberry Pi та Arduino – <https://arduino.ua/prod1626-chasi-realnogo-vremeni-dlya-raspberry-pi-i-arduino>
19. Arduino Nano – <https://components101.com/microcontrollers/arduino-nano>
20. MH-Z19C NDIR CO2 Module – https://www.winsensor.com/d/files/infrared-gas-sensor/mh-z19c-pins-type-co2-manualver1_0.pdf
21. BME280 DIGITAL HUMIDITY, PRESSURE AND TEMPERATURE SENSOR – https://ru.findic.com/doc/browser/NexdxNDoe?doc_id=66319115#locale=ru
22. DS3231 Datasheet(PDF) 1 Page - Maxim Integrated Products – <https://html.alldatasheet.com/htmlpdf/254832/MAXIM/DS3231/149/1/DS3231.html>
23. PCF8574; PCF8574A Remote 8-bit I/O expander for I2C-bus with interrupt – https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/PCF8574_PCF8574A.pdf
24. WH2004A Datasheet(PDF) 1 Page - List of Unclassified Manufacturers – https://www.findchips.com/?utm_source=sfmedia&utm_medium=ipo&utm_campaign=growfindchipsusers&utm_content=ipob_beigefindparts002_ADS
25. Практична схемотехніка в електроприводі [текст]: навчальний посібник (лабораторний практикум) / В.А. Бородай, Савченко С.Б., Р.О. Боровик – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2014. – 183 с.

					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

ДОДАТКИ

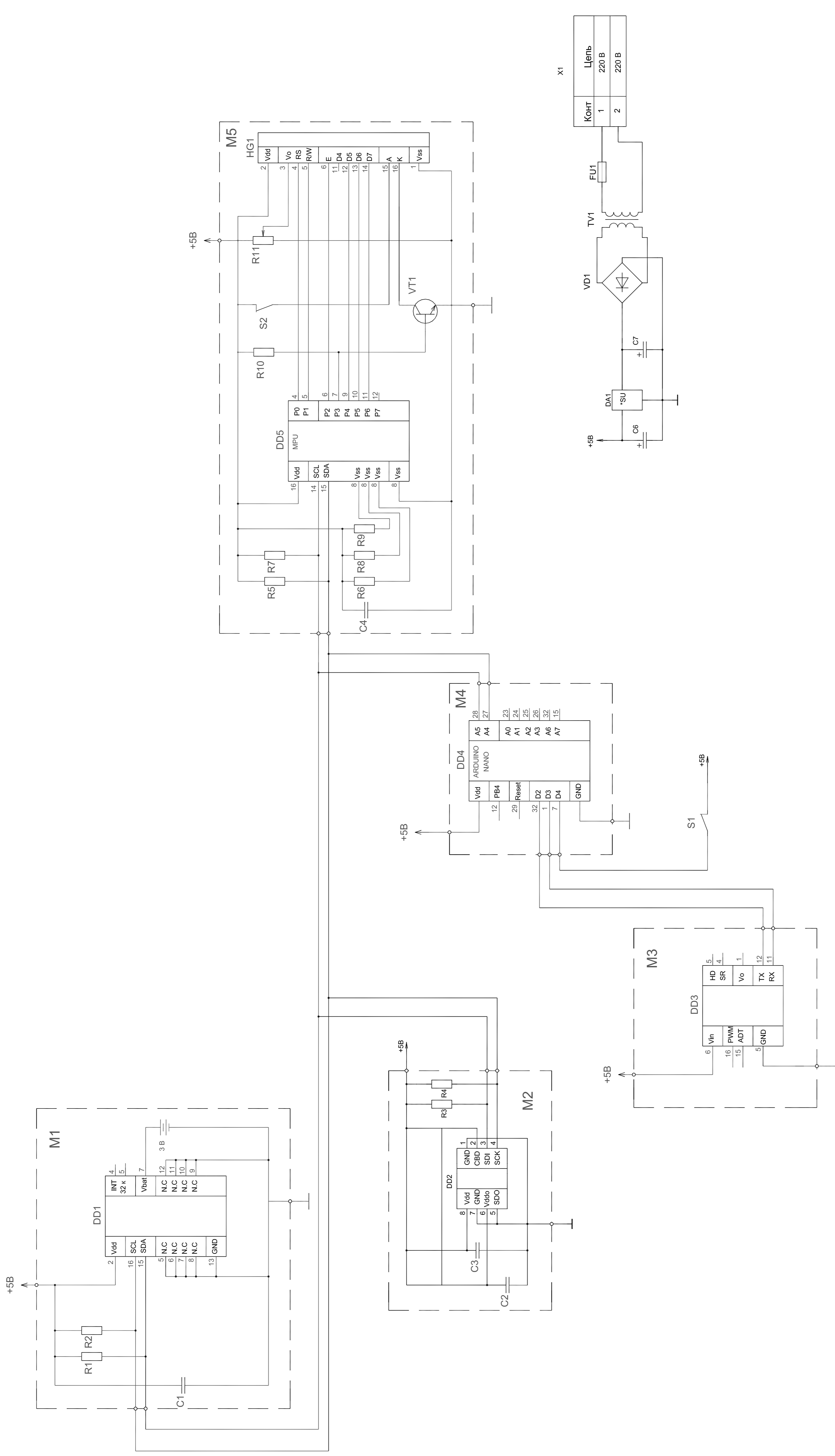
					КБР.ЕС.17050016.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



КЕР ЕС.17050016.01.000 E1			
№ п/п	С. Змісту	Стор.	Всього стор.
1	Перелік матеріалів матеріально-технічного забезпечення	1	40
2	Схема електричної структури	2	4
3	Додатки	3	1
4	Усього	4	45

КЕР ЕС.17050016.01.000 E1

По групі ЕС. 4 стор.


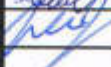


Конт	Цепь
1	220 В
2	220 В

КБР.ЕС.17050016.01.000.E3	
Вид	№ документа
Вироб	Місяць П.М.
Кілібек	Курні І.М.
Т.Контр.	Т.Контр.
Н.Контр.	Мешко Р.О.
Затвердив	Завальє Т.М.
Дата	Лист
Місяць	У
Аркуш 1	Аркушів 1
Масштаб	1:1
Пристрій контролю мікроклімату виробничих приміщень	
Схема електрична принципна	
ІТФ група ЕС	
4 крес	

Поз. Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
C6, C7	<u>Конденсатори</u> ESR 0.1 мкФ ×25 В	2	SAMWHA
DA1	<u>Мікросхема</u> LM1086-5.0	1	Fairchild tec.
F1	<u>Запобіжник</u> ВП1-1 1А АГО.481.303 ТУ	1	
<u>Модулі</u>			
M1	DS3231	1	Arduino
M2	BME 280	1	Arduino
M3	MH-Z19C	1	Arduino
M4	Arduino Nano	1	Arduino
M5	LCD 2004	1	Arduino
S1	<u>Кнопка</u> TS-A3PV-130	1	SWITRONIC
TV1	<u>Трансформатор</u> ТПП248-172 АФО.470.080 ТУ	1	
VD1	<u>Діод</u> КЦ402А	1	
X1	<u>Роз'єм</u> KLEMA2, 2-pin БРО.364.025 ТУ	1	

КБР.ЕС.17050016.000.01 ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Миськів П.М.		16.06.21			
Перевірив		Юркін І.М.		16.06.21	Пристрій контролю мікроклімату виробничих приміщень Перелік елементів		
Т.Контр.							
Н.Контр.		Мешко Р.О		16.06.21			
Затвердив		Заяць Т.М.		16.06.21	УжНУ, ІТФ 4 курс група ЕС		

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Заяць Тарасу Михайловичу

Студента (-ки) 4 курсу
спеціальності Електроніка
Миськів П.М,
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

**щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти**

Я, Миськів Павло Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) денної форми навчання, інженерно-технічного факультету, 4 курсу
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Пристрій контролю мікроклімату
виробничих приміщень
виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмовив допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

16.06.21

Дата


Підпис

ДОВІДКА

про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

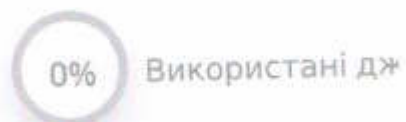
Автор роботи	Миськів Павло Михайлович
Назва роботи	Пристрій контролю мікроклімату виробничих приміщень
Спеціальність	Електроніка
Курс	4
Факультет	Інженерно-технічний
Кафедра	Електронний систем
Керівник роботи	Юркін Ігор Михайлович
Роботу перевірено в програмі	Unichack
Додано до бази даних	16.06.2021
Ідентифікаційний номер роботи	5647-DB53-E57B
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	90.74%

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

16.06.21
Дата

Юркін І.М.
(прізвище, ініціали)


Підпис



Matches

Веб джерела

1	ua.nauchebe.net http://ua.nauchebe.net/2010/07/rozrachunok-transformatora.html/	6.52%
2	bukvar.su http://bukvar.su/ostalnye-referaty/106398-Faschet-transformatorov.html	3.82%
3	psnk.kpi.ua https://psnk.kpi.ua/docs/anotations/bachelor/ZhyvkovyehA_ua.pdf	0.73%
4	kivra.kpi.ua https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2016/Sharai/Sharai_PZ.pdf	0.73%
5	ela.kpi.ua https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/34577/1/Zhyvkovyeh_bakalavr.pdf	0.73%
6	cxemu.te.ua http://cxemu.te.ua/cxemu/givlenya/print.page.1.93-dvopolarnie_givlenya_vid_odnoi_obmotki.html	0.59%
7	learn.ztu.edu.ua https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/62258/mod_folder/content/0/%D0%98%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F...	0.59%
8	kivra.kpi.ua https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2018/Lysun/Lysun_magistr.pdf	0.59%
9	ep3.nuwm.edu.ua http://ep3.nuwm.edu.ua/714/1/061-97.pdf	0.59%