

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНІКИ І РОБОТОТЕХНІКИ
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система
контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-3
напря Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Янішевський Андрій Вадимович

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф. кафедри

М та ІВТ Пількевич І.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент ст. викладач кафедри РЕА

ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Богдановський Мартін

(прізвище та ініціали)

Житомир 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

«5» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент Янішевський Андрій Вадимович

1. Тема роботи: Комп'ютеризована інформаційновимірювальна система контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві
- Затверджена Наказом по університету від «5» квітня 2024 р. № 140/с
2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру «20» червня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи вивід виміряних значень температури, вологості та якості повітря в теплиці, розрахунок надійності та точності вимірювання температури.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) технічне завдання, опис існуючих систем вимірювання мікроклімату, розробка структурної та принципової схеми, розробка алгоритму та програми, розробка друкованої плати
5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень)
Структурна схема, принципова схема, алгоритм, друкована плата

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 5 квітня 2024 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми та складання змісту	5.04.2024-10.04.2024	
2	Опис існуючих системами вимірювання параметрів мікроклімату	12.04.2024-14.04.2024	
3	Опис технічного завдання	15.04.2024-16.04.2024	
4	Обґрунтування елементів системи	17.04.2024-19.04.2024	
5	Розробка структурної та принципової схем системи	20.05.2024-28.06.2024	
6	Розрахунок надійності та точності системи	03.06.2024-04.06.2024	
7	Розробка алгоритму та програмування мікроконтролеру	07.06.2024-08.06.2027	
8	Оформлення пояснювальної записки та доповіді	09.06.2024-11.06.2024	

Студент _____ Янішевський А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Пількевіч І.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована інформаційновимірювальна система контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві» складається з 65 сторінок, містить 18 рисунки, 4 таблиці, 5 формул та 25 джерел.

У кваліфікаційній роботі бакалавра обґрунтовано актуальність створення системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві. Описані функції системи. На базі функцій обґрунтовані складові елементи системи. Розроблено структурну та принципову схеми системи. Розроблено друковану плату. Розроблено алгоритм роботи системи та написана програма для мікроконтролеру.

Прораховано точність і надійність системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

Ключові слова: температура, вологість, якість повітря, мікроконтролер.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work on the topic "Computerized information-measuring system for controlling microclimate parameters in a greenhouse" consists of 65 pages, contains 18 figures, 4 tables, 5 formulas and 25 sources.

The bachelor's qualification thesis substantiates the relevance of creating a system for controlling microclimate parameters in greenhouses. The functions of the system are described. The components of the system are justified on the basis of functions. The structural and principle scheme of the system has been developed. A printed circuit board has been developed. The system operation algorithm was developed and the program for the microcontroller was written.

The accuracy and reliability of the control system of microclimate parameters in the greenhouse were calculated.

Key words: temperature, humidity, air quality, microcontroller.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	9
1.3. Технічні параметри системи.....	9
1.4. Вимоги до конструктивного оформлення.....	10
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗИСНУЮЧИХ СИСТЕМ	11
2.1. Основні поняття про мікроклімат в тепличному господарстві	11
2.2. Існуючі системи вимірювання мікроклімату.....	13
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМ.....	20
3.1. Обґрунтування складових системи.....	20
3.2. Обґрунтування мікроконтролера.....	21
3.3. Обґрунтування датчика температури та вологості.....	22
3.4. Обґрунтування датчика освітленості.....	24
3.5. Обґрунтування датчика якості повітря.....	25
3.6. Обґрунтування дисплея.....	25
3.7. Обґрунтування кнопки.....	26
3.8. Обґрунтування звукового оповісника.....	27
3.9. Обґрунтування блока живлення.....	29
3.10. Структурна схема.....	30
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	32
4.1. Вибір мікроконтролера.....	32
4.2. Вибір датчика температури та вологості.....	34
4.3. Вибір датчика освітленості.....	35
4.4. Вибір датчика якості повітря.....	37
4.5. Вибір дисплея.....	38
4.6. Вибір кнопки	39
4.7. Вибір динаміка.....	39
4.8. Вибір блока живлення.....	41
4.9. Побудова принципової схеми.....	42
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ.....	44
5.1. Алгоритм програми	44
5.2. Розробка програми.....	46
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	50
6.1. Розробка друкованої плати.....	50
6.2. Розрахунок надійності системи.....	52
6.3. Розрахунок похибки вимірювання температури.....	56
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
7.1. Охорона праці в Україні.....	59
7.2. Умови охорони праці при роботі з теплицями.....	60
ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64

					МММТ 480.017.019- ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розробив		Янішевський			Комп'ютеризована інформаційновимірювальна система контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві	Літ.	Арк.	Аркшів
		Плькевич НІА.					5	65
Рецензент						ДУ «Житомирська політехніка» МТ-3		
Н. контр.								
Затверд.		Подчашинський						

ВСТУП

Актуальність розробки. Розробка системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві є надзвичайно актуальною. Ключові аспекти, що підкреслюють її важливість наступні:

1. Оптимізація росту рослин та підвищення врожайності;
2. Енергоефективність та економія ресурсів;
3. Захист від хвороб та зменшення використання пестицидів;
4. Автоматизація процесів та віддалений контроль;
5. Покращення якості продукції;
6. Можливість вирощування культур поза сезоном;
7. Адаптивність до різних кліматичних умов;
8. Збір та аналіз даних для оптимізації виробництва;
9. Економічна ефективність та конкурентоспроможність;
10. Екологічність виробництва.

Існуючи готові системи міні теплиць, кліматичні комплекси та регулятори температури та вологості. Всі вони мають ряд недоліків таких як: висока вартість, відсутність офіційного обслуговування, закордонний виробник, важкість налаштування, необхідність калібрування. Враховуючі всі недоліки постає мета в розробці системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

Розробка системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві дозволяє створити ідеальні умови для рослин, знизити витрати, підвищити якість продукції та ефективність виробництва в цілому.

Мета роботи є розробка комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

Для комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві необхідно виконати наступні **задачі**:

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1. Провести аналіз існуючих систем контролю параметрів мікроклімату;
2. Розробити структурну схему системи контролю параметрів мікроклімату;
3. Вибір елементну базу системи контролю параметрів мікроклімату;
4. Накреслити принципову схему контролю параметрів мікроклімату;
5. Накреслити друковану плату системи контролю параметрів мікроклімату;
6. Побудувати алгоритм роботи системи та написати програму для обраного мікроконтролера;
7. Зробити розрахунок точності та надійності системи контролю параметрів мікроклімату.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та область застосування

Комп'ютеризована система повинна а автоматичному або в автоматизованому режимі забезпечити: створення оптимальних умов для росту рослин, автоматизація контролю мікроклімату, підвищення ефективності виробництва.

Область застосування системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві: промислові теплиці; фермерські господарства; дослідницькі аграрні центри; ботанічні сади; вертикальні ферми.

Необхідно розробити структурну схему системи, обрати складові елементи для побудови системи, розробити принципову схему, розробити блок-схему алгоритму роботи системи, написати код програми для обраного мікроконтролера.

Початок розробки – 5 квітня 2024 р.

Кінець розробки – 20 червня 2024 р.

1.2 Умови експлуатації

- Температура навколишнього середовища: від 0°C до 45°C;
- Відносна вологість до 85% при температурі 25°C;
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.;
- Хімічно активні компоненти присутні добрива для рослин.
- Вібрація, тряска, удари: відсутні.
- Характер роботи: безперервної дії.
- Системна ремонтпридатна, відновлювальна;
- Живлення системи: 5 В;

Експлуатація системи здійснюється в теплиці без вибухонебезпечних речовин, але присутні пари від добрива; періодично проводити калібрування та налаштування за інструкцією; потрібно розташувати датчики поблизу ґрунту та деякій відстані від ґрунту; уникати сонячного світла на датчики.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Док.
						8
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		

1.3 Технічні параметри системи

На вхід системи подаються сигнали з датчиків мікроклімату: температури, вологості, якості повітря, освітленості. Також на вхід мікроконтролеру подається живлення системи через кнопку вмикання.

На вихід система подає сигнал вимірюваних та оброблених даних з двох датчиків температури та вологості, одного датчика якості повітря, одного датчика освітленості. Значення якості повітря, усереднене значення температури та вологості відображаються на дисплей. В випадку критичних значень мікроклімату, система подає на вихід сигнал звукового оповіщення через динамік.

Вхідними та вихідними сигналами керує мікроконтролер, який обраховує усереднене значення температури та вологості, робить перевірку умови на допустимі значення мікроклімату, виводить значення на дисплей, керує виводом звукового оповіщення на динамік.

Режими роботи системи: автоматичний.

Технічні характеристики системи та її складових частин:

- Тоність: похибка відносна 8 %, абсолютна похибку вимірювання 2,0°C;
- Діапазон вимірювання температури: від: 0°C до +55°C;
- Діапазон вимірювання вологості: від: 30-90% RH;
- Діапазон вимірювання вмісту вуглекислого газу: 10 - 1000 ppm;
- Діапазон вимірювання освітленості: 0-65535 люкс;
- Надійність системи повина бути від 13 500 годин напрацювання на відмову;
- Дисплей використовується з інтерфейсом I2C;

Система побудована з використанням уніфікованих компонентів. Зокрема, мікропроконтролер, датчики температури та вологості, датчик якості повітря, датчик освітленості, блок живлення, дисплей, динамік є стандартними елементами, що дозволить в випадку несправності будь-якого елемента швидко замінити на аналогічний без потреби внесення змін до всієї системи..

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Дрк.
						9
Зм.	Дрк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1.4 Вимоги до конструктивного оформлення

Конструктивно сиситема повина знаходитися в пластиковому герметичному корпусі з певними доробками під дисплей, данамік, кнопку, виводами під два датчика температури та вологості, виводами одного датчика якості повітря, виводами одного датчика освітленості та роз'єм під блок живлення.

Габарити системи: 80х62х25мм. (розмір плати 60х77 мм).

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1. Основні поняття про мікроклімат в тепличному господарстві

Мікроклімат у теплиці – це комплекс фізичних факторів навколишнього середовища в обмеженому просторі, що впливають на ріст, розвиток і продуктивність рослин. Основні параметри включають:

1. Температура повітря:
 - Оптимальний діапазон залежить від культури;
 - Зазвичай 18-30°C для більшості овочевих культур.
2. Вологість повітря:
 - Оптимальна відносна вологість 60-80%;
 - Важлива для транспірації та запобігання хворобам.
3. Освітленість:
 - Природне та штучне освітлення;
 - Важлива для фотосинтезу;
 - Вимірюється в люксах або мкмоль/(м²·с).
4. Концентрація CO₂:
 - Оптимальна концентрація 800-1200 ppm;
 - Критична для фотосинтезу.
5. Циркуляція повітря:
 - Забезпечує рівномірний розподіл температури і CO₂;
 - Запобігає застою повітря.
6. Температура ґрунту:
 - Впливає на розвиток кореневої системи;
 - Оптимум залежить від культури.
7. Вологість ґрунту:
 - Важлива для поглинання поживних речовин;
 - Оптимум залежить від стадії росту та виду рослин.

Контроль цих параметрів дозволяє створити ідеальні умови для росту рослин, підвищити врожайність та якість продукції. [1]

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

2.2. Існуючі системи вимірювання мікроклімату

Testo 440 – анемометр для параметрів мікроклімату представлений на рис.2.1.

Багатофункціональний анемометр testo 440 призначений для використання в секторі вентиляції та кондиціонування повітря. Цифровий анемометр має дві модифікації: стандартну - testo 440 і вбудованим сенсорним дифференціалом - testo 440 dP.

Портативний анемометр має інноваційну модульну структуру вимірювальних зондів, основу якої складає універсальна рукоятка, до якої можна підключати змінні зонди. Універсальна рукоятка може підключатися до приладу за допомогою кабелю або по Bluetooth.



Рис.2.1. Зовнішній вигляд анемометру Testo 440 для параметрів мікроклімату

Інноваційність промислового анемометра полягає в модульній структурі вимірювальних зондів. Завдяки цьому досягається значне зменшення вартості комплекту, шляхом використання універсальної рукоятки і декількох зондов-насадок. Рукоятка виконана в класичному виконанні з кабелем або з модулем Bluetooth. Використання Bluetooth-рукоятки економить простір і значно покращує роботу з приладом завдяки відсутності провідних з'єднань зондів і пристроїв.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Професійний анемометр має широкий вибір із понад 50 аналогових і цифрових зондів для вирішення різноманітних вимірювальних завдань. Значною перевагою анемометра testo 440 є можливість підключення до нього по Bluetooth Смарт зондов testo.

В ручному анемометрі testo 440 налаштовані і записані в пам'ять вимірювальні програми для найважливіших мікрокліматів: параметри об'ємного витрати в повітроводах і на вентиляційних решітках; К-фактор (відношення між тиском і об'ємним витратою); ступені турбулентності; швидкість з трубою Пито; поиск мест с риском возникновения плесени; ступені турбулентності відповідно до національного стандарту ДСТУ Б EN ISO 7730:2011; потужності охолодження / нагрівання; індикації вологи і режиму тривалої реєстрації даних.

Анемометр обмінюється даними по Bluetooth со всіма смарт зондами testo, зокрема з смарт термометром testo 915i.

Електронний анемометр testo 440 передає дані з пам'яті прямо на ПК в Excel через USB, без необхідності в додатковому ПО. Також до приладу можна додатково замовити портативний принтер для роздрукування вимірянних даних.

Характеристики:

- Тип: Багатофункціональний анемометр;
- Діапазон вимірювань залежить від підключеного зонда;
- Погрішність залежить від підключеного зонда;
- Вбудована пам'ять: 7 500 значень;
- Робота в режимі реєстратора даних: Да (до 8 годин);
- Bluetooth: Так;
- Обробка даних і створення цифрових звітів: Так;
- Відображення даних у вигляді списку, графіка або таблиці: Так;
- Магніт на корпусі для кріплення на металевих поверхнях: Так;
- Можливість підключення зовнішніх зондов: Так;

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Док.
						13
Зм.	Док.	№ док.м.	Підпис	Дат		

- Тип підключених зондів: CO, CO₂, температура, вологість, тиск, швидкість, освітленість, турбулентність;
- Обмен данных со Смарт зондами testo: Так;
- Підключення до ПК: Так;
- Портативний принтер для роздрукування даних: Опція;
- Робоча температура: -20...+50 °C;
- Тип батарейки: 3 шт. АА;
- Габарити: 154 x 65 x 32 мм;
- Вес; 250 г;
- Офіційна гарантія: 24 місяці на прилад.[2]

Термогігрометр з датчиком вимірювання CO₂ SBTR PTH-9c представлений на рис.2.2. Термогігрометр CO₂ PTH-9c з датчиком призначений для оцінки якості повітря в будинку, офісі та інших приміщеннях. Відбувається визначення рівня вуглекислого газу, вологості повітря, температури. Визначення вмісту вуглекислого газу здійснюється за допомогою інфрачервоного недисперсійного методу, на основі якого працює датчик.



Рис. 2.6 Зовнішній вигляд термогігрометр з датчиком вимірювання CO₂ SBTR PTH-9c

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		14

Переваги CO2 PTH-9с:

- Вимірює рівень вуглекислого газу в межах 400-5000 ppm;
- Показує температуру: 10 ~ 40 °C (± 1 °C)
- Показує вологість: 20%-80% (± 5% відносної вологості)
- Принцип визначення рівня CO2 заснований на технології NDIR, вимірювання відбувається за допомогою недисперсійного інфрачервоного датчика;
- Є портативним приладом;
- Працює на літієвій батареї 2400 мАг, що заряджається за допомогою Micro-USB кабелю, що входить до комплекту.

- Час заряджання 4-6 годин;
- Технічні характеристики:
- Зона вимірювання температури: аксиллярна, оральна, ректальна;
- Діапазон вимірювань температури: 32-43.9 °C;
- Точність вимірювання; 0.1 °C;
- Кількість збережених вимірювань; 1;
- Тривалість вимірювання температури від 60 сек;
- Тип елемента живлення: Батарейка: LR 41;
- Габарити упаковки (ВхШхГ): 19.5 x 12 x 1.7 см;
- Вага: 0.057 кг;
- Колір: Білий/синій;
- Гарантія: 24 місяці офіційної гарантії від виробника.

Оскільки CO2 не має запаху та кольору, то без спеціального технічного обладнання неможливо зрозуміти, що його рівень перевищує допустимі межі. У нормі рівень вуглекислого газу у приміщенні становить близько 600 ppm. За показником приблизно 1200 ppm відбувається розширення мозкових судин, зниження активності нейронів, зменшення рівня комунікації між різними ділянками мозку, можуть початися негативні зміни у крові. Показник CO2 відображається на дисплеї різними кольорами. Колірний індикатор показує рівень безпеки повітря.[3]

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Док.
						15
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		

Вимірювач параметрів мікроклімату МЕТЕОСКОП-М на рис.2.3. Вимірювач параметрів мікроклімату МЕТЕОСКОП-М призначений для вимірювання параметрів повітряного середовища (температури, відносної вологості, тиску, швидкості руху повітря) під час гігієнічної оцінки мікроклімату всіх типів виробничих і житлових приміщень.



Рис.2.3. Вимірювач параметрів мікроклімату МЕТЕОСКОП-М

Відмітні риси приладу МЕТЕОСКОП-М:

- Інтуїтивно зрозуміле меню приладу дає змогу легко встановити необхідні параметри вимірювань і здійснити індивідуальне налаштування індикаторного блока;
- У приладі забезпечена можливість одночасного вимірювання восьми параметрів мікроклімату (за наявності кульового термометра) без жодних перемикачів;
- Усі вимірювані величини зображаються на рідкокристалічному дисплеї з підсвіткою, що дає змогу легко зчитувати інформацію в будь-яку пору доби та в приміщеннях із будь-яким рівнем освітлення;
- Вбудований календар і годинник реального часу забезпечують можливість записування дати та часу проведення вимірювань в енергонезалежну пам'ять;

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат.		16

- Об'єм вбудованої енергонезалежної пам'яті дає змогу записувати понад 2000 результатів вимірювань;
- Наявність USB-інтерфейса забезпечує можливість обміну даними між приладом і новітніми моделями ПК, які не мають інтерфейсу RS-232;
- Укомплектований програмним забезпеченням «НТМ-ЕКМ», забезпечуючи можливість архівації результатів вимірювань, автоматизації аналізу отриманих результатів на відповідність чинним нормативам і оформленню всієї необхідної документації, зокрема протоколу інструментальних вимірювань із виведенням класу умов праці на робочому місці.

Технічні характеристики:

- Діапазони вимірювань: температури, оС... від мінус 40 до плюс 85; відносної вологості, %... від 3 до 97; швидкості повітряного потоку, м/с... від 0,1 до 20;
- Тиску повітря, кПа (мм.рт.ст.)... від 80 до 110 (від 600 до 825);
- Межі приладу, що допускається абсолютною похибкою: канал вимірювань температури, °С... $\pm 0,2$; канал вимірювань відносної вологості, %... $\pm 3,0$; канал вимірювань швидкості в діапазоні від 0,1 до 1 м/с, м/с... $\pm (0,05 + 0,05V)$; канал вимірювань швидкості в діапазоні від 1 до 20 м/с, м/с... $\pm (0,1 + 0,05V)$;
- Канал вимірювань тиску повітря, кПа (мм.рт.ст.)... $\pm 0,13 (\pm 1)$
- Габаритні розміри, мм: вимірювального блока, мм... 200x110x100; сенсометричного щупа, мм... 500x20;
- Маса приладу: 650 г.[4]

Люксметр + термометр (вимірювач рівня освітленості) Bluetooth BENETECH GT1050 на рис.2.4.

Люксметр + термометр (вимірювач рівня освітленості) Bluetooth BENETECH GT1050 Професійний вимірювач рівня освітленості (люксметр) і термометр оснащений функцією Bluetooth для зручного бездротового підключення.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Док.
						17
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		

Прилад дозволяє точно виміряти освітленість в діапазоні від 0 до 200 000 люксів, а також температуру від -20°C до 60°C. Завдяки компактному дизайну і простоті використання, GT1050 ідеально підходить для використання у фотостудіях, офісах, лабораторіях і на виробництві.

Переваги: Портативність: Легкий і компактний дизайн дозволяє легко носити пристрій з собою. Удобство використання: Інтуїтивно зрозуміле управління і великий дисплей забезпечують зручність розрахунку даних. Безпроводна передача даних: підключення Bluetooth дозволяє швидко передавати дані на мобільні пристрої для подальшого аналізу. Benetech GT1050 стане незамінним інструментом для професіоналів, які потребують точного вимірювання освітленості та температури у своїй роботі.



Рис.2.4. Люксметр + термометр BENETECH GT1050

Технічні характеристики:

- Вага: 0,23 кг;
- Висота: 35 мм;
- Длина: 150 мм;
- Максимальний діапазон вимірювань: 200000 люкс;
- Ширина: 65 мм.[5]

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		18

Існуючи готові системи міні теплиць, кліматичні комплекси та регулятори температури та вологості. Всі вони мають ряд недоліків таких як: висока вартість, відсутність офіційного обслуговування, закордонний виробник, важкість налаштування, необхідність калібрування. Враховуючі всі недоліки постає мета в розробці системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

3.1. Обґрунтування складових системи

Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві повинна функціонувати наступним чином:

- Системи повинна повинна живитися від мережі;
- Система повинна вмикатися та вимикатися;
- Вимірювати та відображати на дисплей температуру;
- Вимірювати та відображати на дисплей вологість;
- Вимірювати та відображати на дисплей освітленість;
- Вимірювати та відображати на дисплей якість повітря;
- Система повинна приймати сигнали з датчиків, обробляти їх та виводити сигнал на вивід на дисплей та динамік;
- В системі повинно здійснюватись звукове оповіщення в разі критичних значень кліматичних показників.

Відповідно описаним функціям потрібні такі складові комп'ютеризованої системи вимірювання освітленості:

1. Мікроконтролер керує системою в цілому: приймає вхідні сигнали з датчиків температури та вологості, датчика освітленості, датчика якості повітря та кнопки; обробляє значення з датчиків та виводить показники на дисплей; в разі критичних значень показників подає сигнал на вхід динаміка;
2. Два датчика температури та вологості для вимірювання показників температури та вологості в різних місцях теплиці;
3. Датчик освітленості для вимірювання показника освітленості в теплиці;
4. Датчик якості повітря для вимірювання вмісту вуглекислого газу в теплиці;
5. Кнопка для вмикання та вимикання системи;
6. Дисплей для відображення показників мікроклімату;

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

7. Динамік для звукового оповіщення в разі критичних значень показників мікроклімату теплиці;

8. Блок живлення для живлення системи від мережі.

3.2. Обґрунтування мікроконтролера

Мікроконтролер – це компактний комп'ютерний чіп для керування електронікою. Він поєднує процесор, пам'ять (оперативну та постійну) і периферійні пристрої на одному кристалі. МК енергоефективні та оптимізовані для завдань керування, що робить їх ідеальними для вбудованих систем та автоматизації.

Ключові риси мікроконтролерів:

1. Компактність: все-в-одному чіп (процесор, пам'ять, периферія).
2. Цільове призначення: для специфічних завдань вбудованих систем.
3. Економічність: низьке енергоспоживання.
4. Стійкість: для тривалої роботи в різних умовах.
5. Швидкодія: миттєва реакція на події.
6. Функціональність: багато вбудованих модулів.
7. Гнучкість: можливість перепрограмування.
8. Безпека: захист від несанкціонованого доступу.
9. Варіативність: широкий вибір моделей.
10. Зручність розробки: розвинуті інструменти програмування.

Ці особливості роблять мікроконтролери ідеальними для різноманітних застосувань у електроніці та автоматизації.[6]

Для вибору мікроконтролера були враховані такі фактори:

1. Достатня кількість виводів для підключення всіх компонентів
2. Оптимальна швидкодія;
3. Висока надійність.
4. Сумісність з необхідними датчиками:

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- температури та вологості;
- освітленості;
- якості повітря.

5. Можливість підключення дисплея та динаміка;

6. Зручна мова програмування.

Зважаючи на ці вимоги, було вирішено використати мікроконтролер ATmega328. Цей МК забезпечує необхідний баланс функціональності, продуктивності та сумісності для даного проекту.

3.3. Обґрунтування датчика температури та вологості

Вимірювання температури в телиці виконується датчиком температури, а для вологості датчиком вологості. Але в елементній базі існують комплексні датчики температури та вологості рис.3.1.

Датчик температури та вологості – це комбінований пристрій, який вимірює одночасно два параметри навколишнього середовища: температуру і відносну вологість повітря. Такі датчики часто використовуються в різних сферах, де важливо контролювати обидва ці показники.

Популярні моделі таких датчиків включають DHT11, DHT22, SHT21, BME280.

Типові види датчики температури та вологості зображені на рис.3.1.

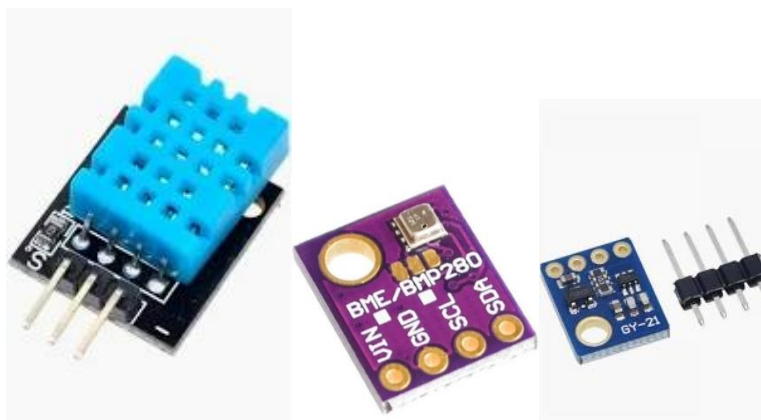


Рис. 3.1. Типові датчики температури

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		22

Основні характеристики:

1. Вимірює температуру (зазвичай у градусах Цельсія або Фаренгейта);
2. Вимірює відносну вологість повітря (у відсотках);
3. Зазвичай має цифровий вихід, що дозволяє легко інтегрувати його з мікроконтролерами та іншими електронними системами.

Для теплиці важливо обрати надійний і точний датчик температури та вологості. Ось кілька рекомендацій:

1. DHT22 (AM2302):

- Діапазон вимірювання: -40°C до 80°C , 0-100% вологості;
- Точність: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, $\pm 2-5\%$ вологості;
- Переваги: хороша точність, широкий діапазон, доступна ціна.

2. SHT31:

- Діапазон вимірювання: -40°C до 125°C , 0-100% вологості;
- Точність: $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, $\pm 2\%$ вологості;
- Переваги: висока точність, стабільність, довговічність.

3. BME280:

- Вимірює температуру, вологість і атмосферний тиск;
- Діапазон: -40°C до 85°C , 0-100% вологості;
- Точність: $\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\pm 3\%$ вологості;
- Переваги: додаткове вимірювання тиску, компактність.

4. AM2315:

- Захищений корпус для зовнішнього використання;
- Діапазон: -20°C до 80°C , 0-100% вологості;
- Точність: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, $\pm 2\%$ вологості;
- Переваги: захист від вологи, підходить для теплиць.

Для теплиці для базового використання можна обрати DHT22 або SHT31, або AM2315, якщо потрібен захищений датчик. BME280 буде корисним, якщо потрібно вимірювати атмосферний тиск. Враховуючі сумісність з мікроконтролером, мовою програмування, межі вимірювання температури, обираємо датчик температури та вологості DHT22.[7]

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Дрк.
						23
Зм.	Дрк.	№ док.м.	Підпис	Дат.		

3.4. Обґрунтування датчика освітленості

Для росту рослин потрібен фотосинтез. Фотосинтез відбувається завдяки світла. Тому наявність гарного освітлення є прямим показником гарного зросту рослин.

Для вимірювання якості світла запропоновано використати датчик освітленості.

Датчик освітленості – це пристрій, який вимірює інтенсивність світла в навколишньому середовищі. Ось основна інформація про такі датчики:

1. Принцип роботи:

- Зазвичай базуються на фоторезисторах, фотодіодах або фото транзисторах;
- Перетворюють світлову енергію в електричний сигнал.

2. Типи датчиків:

- Фоторезистори (LDR – Light Dependent Resistor);
- Фотодіоди;
- Фототранзистори;
- Цифрові датчики освітленості (наприклад, BH1750).

4. Одиниці вимірювання:

- Люкси (lx) – найпоширеніша одиниця;
- Фут-кандели (fc) – використовуються в деяких країнах.

5. Популярні моделі:

- BH1750 – цифровий датчик з I2C інтерфейсом;
- TSL2561 – цифровий датчик з високою точністю;
- ТЕМТ6000 – аналоговий датчик на основі фото транзистора [8].

Враховуючі виводи підключення, сумісність з мікроконтролером, обираємо для системи цифровий датчик з I2C інтерфейсом BH1750.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

3.5. Обґрунтування датчика якості повітря

Для визначення якості повітря в теплиці, а саме вмісту вуглекислого газу пропонується використати датчик якості повітря.

Датчик якості повітря – це пристрій, який вимірює різні параметри повітря для оцінки його чистоти та безпечності. Ось ключова інформація про такі датчики:

1. Типи вимірювань:

- Рівень CO₂ (вуглекислого газу);
- Концентрація летких органічних сполук (VOC);
- Наявність твердих частинок (PM_{2.5}, PM₁₀);
- Рівень CO (чадного газу);
- Вміст формальдегіду;
- Концентрація озону.

2. Популярні моделі:

- MQ-135 (для загальної якості повітря);
- CCS811 (вимірює CO₂ та VOC);
- SGP30 (мультигазовий сенсор).

4. Особливості:

- Можуть потребувати калібрування;
- Часто комбінуються з датчиками температури та вологості;
- Деякі моделі мають цифровий вихід для легкої інтеграції [9].

Враховуючі сумісність з мікроконтролером, популярність, простоту підключення обираємо датчик якості повітря MQ-135.

3.6. Обґрунтування дисплею

Для відображення виміряних показників мікроклімату пропонується використати дисплей.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Рідкокристалічні дисплеї (LCD – Liquid Crystal Display) – це поширений тип дисплеїв, що використовуються в багатьох електронних пристроях. Ось основна інформація про них:

1. Принцип роботи:

Використовують властивості рідких кристалів змінювати свою орієнтацію під впливом електричного поля;

Це дозволяє контролювати проходження світла через кристали.

2. Типи LCD:

- Символьні (відображають фіксовану кількість символів);
- Графічні (можуть відображати довільні зображення);
- Кольорові та монохромні.

3. Популярні моделі для мікроконтролерів:

- HD44780 (стандартний 16x2 або 20x4 символьний дисплей);
- ST7920 (графічний 128x64 пікселі);
- ILI9341 (кольоровий TFT дисплей).

5. Особливості підключення:

- Паралельний інтерфейс (4 або 8 біт);
- I2C або SPI для деяких моделей;
- Часто потребують додаткового контролера.[10]

Пропонується обрати дисплей LED 2004, враховуючі сумісність з мікроконтролером, кількість показників відображення, кількість виводів підключення 4, наявність інтерфейсу I2C.

3.7. Обґрунтування кнопки

Для вмикання та вимикання системи контролю мікроклімату в теплиці пропонується використати кнопку.

Кнопка в електроніці для включення та виключення – це перемикач, який контролює подачу електроенергії до пристрою.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Функція: Замикає або розмикає електричний ланцюг, вмикаючи або вимикаючи пристрій.

Типи:

- Тактові (миттєві);
- Фіксуючі (з фіксацією положення).

При натисканні з'єднує контакти, замикаючи ланцюг. При відпусканні (для тактових) або повторному натисканні (для фіксуючих) розмикає ланцюг.

Використовуються в різноманітних електронних пристроях - від побутової техніки до комп'ютерів та смартфонів.

Зазвичай складається з корпусу, контактів та пружинного механізму.

Враховуючі розміри системи контролю мікроклімату в теплиці пропонується обрати невелику тактову кнопку, що буде вмикати та вимикати роботу системи.[11]

3.8.Обґрунтування звукового оповіщення

Для звукового оповіщення системи в критичних значень показників системи мікроклімату теплиці пропонується використати динамік.

Динамік – це електроакустичний пристрій, який перетворює електричний сигнал у звукові хвилі.

Принцип роботи: Електричний сигнал проходить через котушку, створюючи магнітне поле, яке взаємодіє з постійним магнітом. Це спричиняє рух діафрагми, що створює звукові хвилі.

Основні компоненти:

- Діафрагма (конус);
- Звукова котушка;
- Постійний магніт;
- Підвіска;
- Корпус.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Типи:

- Низькочастотні (вуфери);
- Середньочастотні;
- Високочастотні (твітери);
- Широкосмугові.

Зовнішній вигляд динаміку зображений на рис.3.2.



Рис.3.2.Динамік

Принцип дії динаміка:

1. Електричний сигнал подається на звукову котушку.
2. Котушка створює змінне магнітне поле, яке взаємодіє з полем постійного магніту.
3. Ця взаємодія викликає рух котушки і приєднаної до неї діафрагми.
4. Рух діафрагми створює коливання повітря, що сприймаються як звук.
5. Частота електричного сигналу визначає висоту звуку, а амплітуда - його гучність.

Таким чином, динамік перетворює електричні коливання на механічні, які, в свою чергу, перетворюються на звукові хвилі.

Динаміки в мікроконтролерних системах:

1. Часто потребують підсилювача потужності.
2. Придатні для простих звуків і мелодій.
3. Іноді можуть працювати як примітивні мікрофони.

Вибір динаміка залежить від завдання:

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- Для простої сигналізації: малі п'єзовипромінювачі.
- Для мови/музики: якісніші динаміки з підсилювачем.

Важливо: узгодження електричних характеристик з мікроконтролером/підсилювачем.[12]

Для системи контролю мікрокліматом теплиці обраємо динамік враховуючи сумісність з мікроконтролером, враховуючі живлення системи, типу звукового сигналу. Пропонується обрати невеликий п'єзоелектричного випромінювач з напругою живлення в межах 5В.

3.9. Обґрунтування блока живлення

Блок живлення – це пристрій для забезпечення електроживлення інших пристроїв. Ось коротка інформація про нього:

Блок живлення перетворює вхідну напругу на потрібну вихідну напругу і струм.

Типи:

- Лінійні;
- Імпульсні;
- Акумуляторні.

Основні характеристики:

- Вхідна/вихідна напруга;
- Максимальний струм;
- Потужність;
- Стабільність вихідної напруги.

Так, як система повинна живитися від мережі живлення, тому застосуємо імпульсний блок живлення.

Імпульсні блоки живлення – це сучасний тип блоків живлення, що використовують високочастотне перетворення напруги.

Вхідна напруга спочатку випрямляється, потім перетворюється на високочастотні імпульси, які трансформуються і знову випрямляються.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Переваги:

- Високий ККД (до 90-95%);
- Менші розміри і вага;
- Можливість роботи в широкому діапазоні вхідних напруг.

Недоліки:

- Можуть створювати електромагнітні завади;
- Складніша схемотехніка;
- Потенційно коротший термін служби.

Для блока живлення системи мікроклімату теплиці обираємо мережевий адаптер, врахувавши живлення всіх складових системи.

3.10. Структурна схема

Обґрунтувавши складові елементи системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві побудуємо структурну схему рис.3.3.

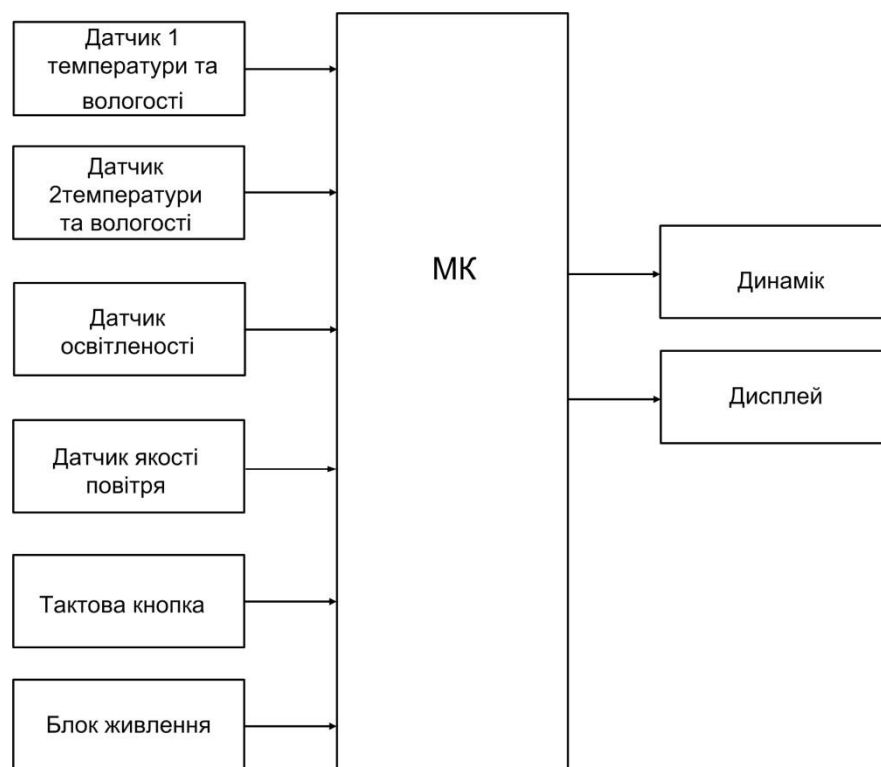


Рис. 3.3. Структурна схема системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Складові системи наступні:

- 1) Датчики температури та вологості вимірює температуру та вологість. Мікроконтролер усереднює значення з двох датчиків та посилає дані на дисплея.
- 2) Датчик освітлення вимірює освітлення в теплиці. Мікроконтролер знімає значення з датчика освітлення та посилає дані на дисплея
- 3) Датчик якості повітря вимірює вміст вуглекислого газу в теплиці. Мікроконтролер знімає значення з датчика якості та посилає дані на дисплея
- 4) Блоком живлення системи слугує мережевий адаптер, що під'єднаний до мікроконтролера.
- 5) Мікроконтролер виступає ключовим елементом системи, що виконує роль центрального вузла. До нього під'єднуються всі інші складові частини, а сам він забезпечує обробку та керування вхідними сигналами. Візуалізація даних, отриманих мікроконтролером від тензодатчика та оброблених ним, реалізується за допомогою приєднаного дисплея.
- 6) Динамік виконує звукове оповіщення, коли показники мікроклімату критичні.
- 7) Тактова кнопка здійснює включення та виключення роботи системи.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Вибір мікроконтролера

Для мікроконтролера пропонується обрати мікроконтролер Atmega328, що на рис.4.1. На ринку електроніки Atmega328 пропонується в різних корпусах, але найпопулярніший є корпус PDIP з 28 виводами. Розташування виводів представлено на рис.4.2.



Рис. 4.1 Зовнішній вигляд Atmega328

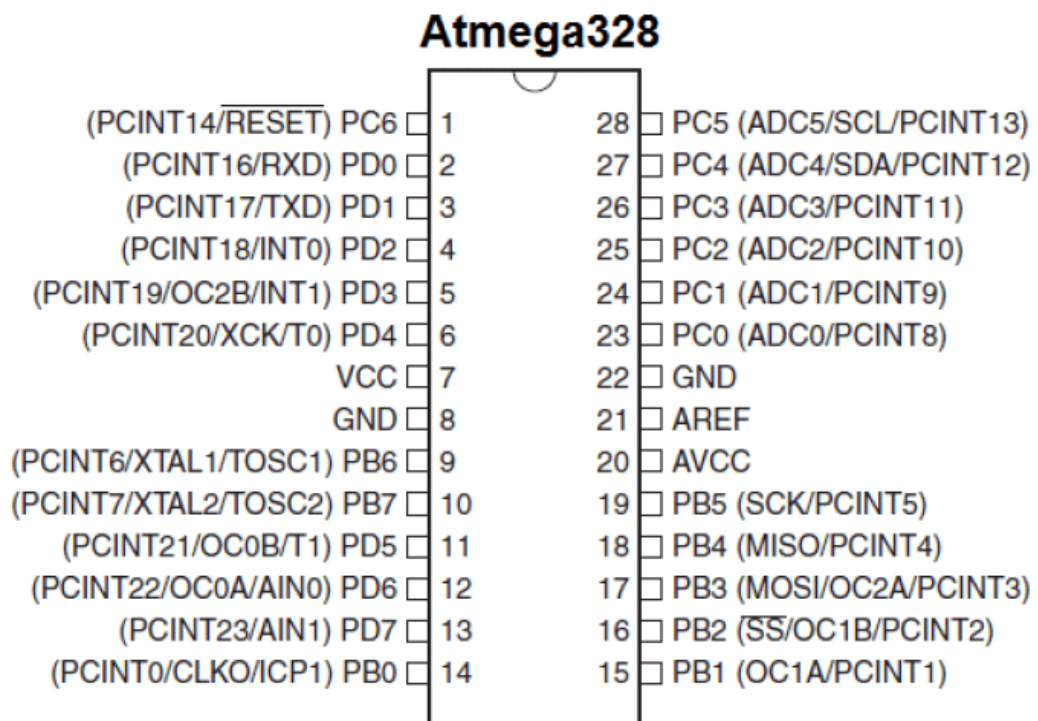


Рис. 4.2.Розташування виводів Atmega328

АТmega328 – це популярний мікроконтролер, розроблений компанією Atmel (зараз належить Microchip Technology).

Технічні характеристики АТmega328:

- Корпус DIP-28-600;
- Ядро AVR;
- Максимальна частота ядра 20 МГц;
- Об'єм пам'яті програм 32 кБайт;
- Тип пам'яті програм FLASH;
- Об'єм EEPROM пам'яті 1кБайт;
- Об'єм оперативної пам'яті 2 кБайт;
- Кількість входів/виходів 23;
- Інтерфейси I2C, SPI, UART/USART;
- Периферія Brown-out Detect/Reset, POR, PWM, WDT;
- АЦП/ЦАП A/D 6x10b;
- Напруга живлення 1.8...5.5 В;
- Робоча температура -40 ... 85 С.

Програмування АТmega328 можна здійснювати різними способами. Ось основні підходи:

Використання Arduino IDE:

- Найпростіший спосіб для початківців;
- Використовує мову програмування, засновану на C++;
- Має багато готових бібліотек та прикладів.

Програмування на чистому C/C++:

- Використання AVR-GCC компілятора;
- Дає більше контролю над кодом та ресурсами мікроконтролера;
- Вимагає глибшого розуміння архітектури.

Програмування на асемблері:

- Забезпечує максимальний контроль та ефективність;
- Складніше у написанні та відлагодженні.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Використання Atmel Studio:

- Інтегроване середовище розробки від виробника;
- Підтримує C/C++ та асемблер.

Програмування через ISP (In-System Programming): Дозволяє програмувати мікроконтролер безпосередньо в системі

ATmega328 здобув визнання завдяки своїй багатофункціональності, вражаючій ємності пам'яті (як для 8-бітного мікроконтролера) та розмаїттю вбудованих периферійних пристроїв. Цей мікроконтролер став фаворитом серед ентузіастів DIY-проектів та аматорів електроніки, головним чином через його інтеграцію в плати Arduino. Ці плати створили доступне середовище для навчання та експериментів з мікроконтролерами, що значно сприяло популяризації ATmega328 у відповідних колах.[13]

4.2. Вибір датчика температури та вологості

Для вимірювання температури та вологості запропоновано використати DHT22 (рис.4.3).



Рис.4.3.Зовнішній вигляд датчика температури та вологості DHT22

DHT22 – це популярний цифровий датчик температури і вологості. Ось його основний опис:

Функціональність:

- Вимірює температуру та відносну вологість повітря;

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

- Цифровий вихідний сигнал.

Характеристики:

- Діапазон вимірювання вологості: 0-100% RH;
- Діапазон вимірювання температури: -40 до +80°C;
- Точність вимірювання вологості: $\pm 2\%$ RH;
- Точність вимірювання температури: $\pm 0.5^\circ\text{C}$;
- Роздільна здатність: 0.1% RH, 0.1°C.

Електричні параметри:

- Напруга живлення: 3.3-5.5V DC;
- Струм споживання: 1-1.5mA під час вимірювання.

Інтерфейс:

- Однопровідний цифровий інтерфейс;
- Легко підключається до мікроконтролерів.

Фізичні характеристики:

- Розміри: зазвичай близько 15 x 25 x 8 мм;
- 4 виводи: VCC, GND, DATA, NC (не підключений).

DHT22 часто використовується в домашній автоматизації, метеостанціях, системах контролю клімату та інших проектах, де потрібне точне вимірювання температури та вологості.[14]

4.3. Вибір датчика освітленості

Для вимірювання освітленості в тепличного господарстві був обраний датчик освітленості BH1750 рис.4.4.



Рис.4.4. Датчик освітленості BH1750

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Датчик освітленості BH1750, який часто позначається як GY-302, є компактним і високочутливим датчиком, призначеним для вимірювання рівня освітленості в навколишньому середовищі. Завдяки своїм характеристикам та можливостям, він став популярним вибором для різноманітних проєктів, пов'язаних з IoT та автоматизацією.

Особливості датчика BH1750:

- Точність вимірювань: Датчик BH1750 забезпечує високу точність вимірювання рівня освітленості, що дозволяє отримувати достовірні дані про навколишнє середовище.
- Швидка реакція: BH1750 швидко реагує на зміни рівня освітлення, що робить його ідеальним для застосувань, де потрібен постійний моніторинг освітленості в режимі реального часу.
- Простота використання: Завдяки інтерфейсу I2C, датчик BH1750 легко інтегрується з різними мікроконтролерами та одноплатними комп'ютерами, що спрощує процес розробки та програмування.
- Енергоефективність: Датчик має низьке енергоспоживання, що дозволяє використовувати його в проєктах з автономним живленням або обмеженими енергетичними ресурсами.
- Компактність: Невеликі розміри датчика BH1750 дозволяють легко інтегрувати його в різні системи та пристрої без суттєвого збільшення їх габаритів.
- Принцип роботи: Датчик BH1750 використовує принцип роботи, що ґрунтується на вимірюванні інтенсивності світла, яка падає на його поверхню. Він використовує фоторезистори, які реагують на світло і змінюють свій опір, що дозволяє вимірювати рівень освітленості в люксах.
- Діапазон вимірювань: Датчик BH1750 здатен вимірювати рівень освітленості в широкому діапазоні значень, який може становити від дуже слабкого освітлення до дуже яскравого.

Технічні характеристики:

- Вхідна напруга: 3 - 5 В;

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Дрк.
						36
Зм.	Дрк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

- Інтерфейс: I2C;
- Вимірювальний діапазон: 0 - 65535 люкс;
- Розміри: 14 x 18.5 мм.[15]

4.4.Вибар датчика якості повітря

Для визначення вмісту вуглекислого газу пропонується використати датчик якості повітря MQ-135 на рис.4.5.

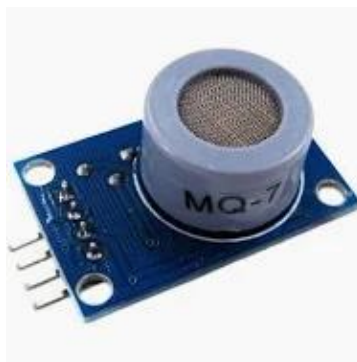


Рис.4.5. Датчик якості повітря MQ-135

Датчик-модуль MQ-135 призначений для контролю аміаку, вуглекислого газу, бензину, маючи висока чутливість. MQ-135 модуль видає концентрацію газів у формі аналогової напруги, еквівалентної концентрації газів, що робить його сумісним із використанням та отримання даних для мікроконтролера Arduino.

Модуль датчика MQ-135 має широке застосування, як у побудові простих схем у домашніх умовах, так і для пристроїв контролю на фабриках і виробництвах.

Основні параметри:

- Повна сумісність із контролерами сімейства Arduino.
- Аналоговий вихід.
- Живлення датчика - 5V.
- Тип модуля - MQ-135.
- Тривалий термін експлуатації.
- Стабільність роботи.[16]

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

4.5. Вибір дисплея

Для виводу показників мікроклімату теплиці пропонується використати дисплей LED 2004.

Рідкокристалічний символьний дисплей LCD 2004A синього кольору. Відображає текст, числа та символи в 4 рядки по 20 символів на рядок. Дуже простий у використанні. Підключається через плату arduino до комп'ютера. Для роботи з дисплеєм використовують бібліотеку LiquidCrystal.h яка входить в Arduino IDE. Не підтримує кирилицю, тільки через власноруч створені символи. Зовнішній вигляд дисплею LCD 2004A представлений на рисунку 4.6.



Рис. 4.6. Зовнішній вигляд дисплею LCD 2004

Підключення дисплею LCD 2004 до мікроконтролеру по інтерфейсу I2C рис.4.7.

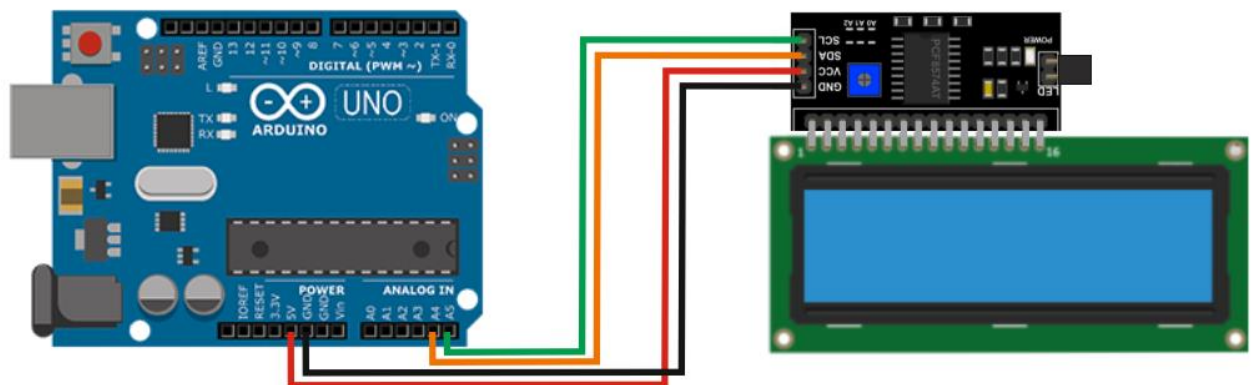


Рис.4.7. Підключення дисплею LCD 2004 по I2C до мікроконтролеру

Характеристики:

- Живлення: 5 В
- Розмір: 4 рядки по 20 символів
- Колір підсвітки: синій

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		38

- Колір символів: білий
- Контролер: сумісний з HD44780.[17]

4.6.Вибір динаміка

Для звукового оповіщення критичних показників мікроклімату в теплиці пропонується використати модуль пасивного звукового сигналу 5 В. П'єзодинамік модуль відтворення мелодії пісні для Arduino рис.4.8.

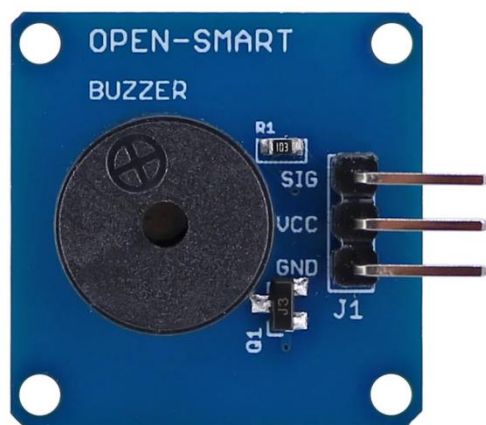


Рис.4.8. Динамік

Це пасивний модуль зумера 5 В, і це п'єзоелектричний динамік.

Характеристики:

- Сумісність: сумісний з Arduino;
- Робоча напруга: 3.3 – 5.2В;
- Робочий струм: 25 мА (макс.). [18]

4.7.Вибір кнопки

Для включення та виключення системи в якості елемента управління живленням рекомендується застосувати перемикач із фіксацією стану. Було обрано кнопку PB22E07. Перемикач PB22E07 здатен утримувати обране положення. Кнопка з фіксованим положенням PB22E07 представлена на рис.4.9.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

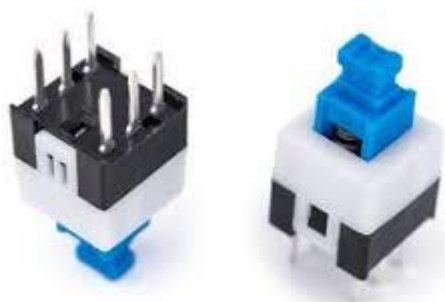


Рис. 4.9. Кнопка з фіксованим положенням PB22E07

– .[19]

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

4.8.Вибір джерела живлення

Для того щоб обрати блок живлення, потрібно врахувати живлення всіх складових елементів системи. Представимо напругу живлення всіх елементів системи в табл.4.1. З табл.4.1. робимо висновок, що живлення становитиме 5В від мережі (220В).

Таблиця 4.1. Споживання напруги

Елемент	Напруга
Мікроконтролер Atmega328	4.5-5.5 В
Датчик температури та вологості DHT22	3- 5.5 В
Датчик освітленості BH175	3-5 В
Датчик якості повітря MQ-135	3-5 В
Дисплей LCD 2004	5 В
Динамік	3.3-5.2 В
Кнопка PB22E07	5-30 В

Так як всі елементи живляться в межах 5В, тому застосуємо адаптер живлення 5В 2А рис.4.10.



Рис.4.6. Адаптер живлення на 5В 2А

Технічні характеристики:

- Блок живлення (зарядний пристрій) для камер і інших гаджетів з відповідним роз'ємом і робочою напругою;
- Вхід: 100-240 В, 50/60 Гц;
- Вихід: 5 В, 2 А;
- Роз'єм живлення 5.5 x 2.1 мм / 5.5x2.5мм;
- Довжина кабелю: 90 см;
- Наявність індикатора живлення;
- Вага: 60 г.[20]

4.9. Розробка принципової схеми

Принципова схема – це графічне подання, що детально показує всі електричні та електронні складові пристрою та їх взаємозв'язки. Це ключовий технічний документ, який застосовується на різних етапах життєвого циклу електронних пристроїв: від проектування та виготовлення до налаштування та обслуговування.

Згідно обраних елементів системи, функціонального призначення блоків, розробленої структурної схеми, побудуємо принципову схему системи контролю мікроклімата в тепличному господарстві рис.4.7.

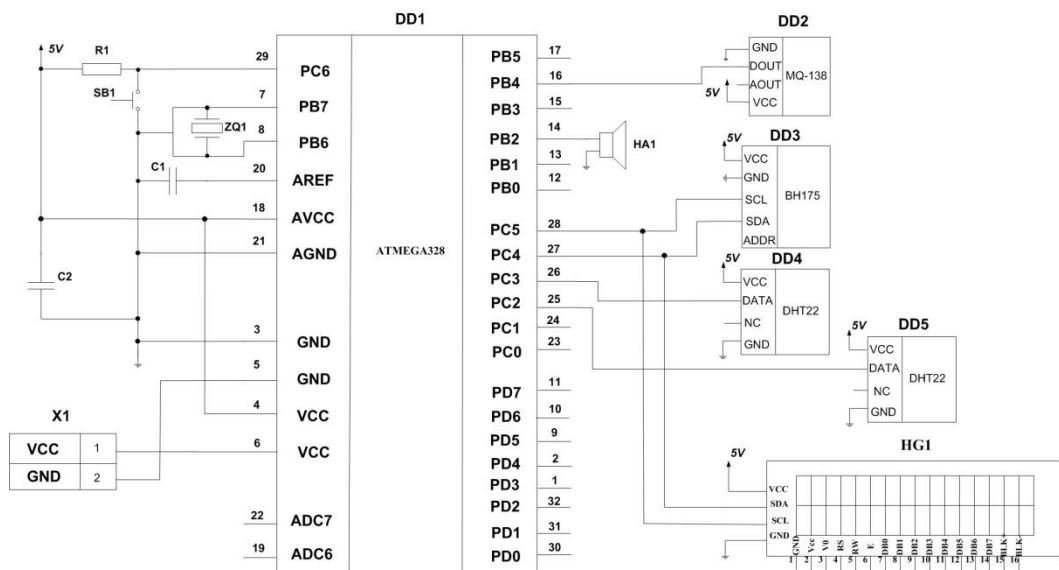


Рис. 4.7. Принципова схема системи

					МММТ 480.017.019 - ПЗ Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	

Складові системи на схемі наступні:

1. DD1 – мікроконтролер Atmega328;
2. DD2 – датчик якості повітря MQ-135;
3. DD3 – датчик освітленості BH175;
4. DD4,DD5 – датчик температури та вологості DHT22;
5. HG1 – дисплей LCD 2004;
6. HA1 – пасивний модуль зумера 5;
7. X1 – роз'єм для акумулятора;
8. R1, R2 – 10 кОм;
9. SB1 – кнопка PB22E07;
10. ZQ1 – кварцовий резонатор 20 МГц.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1 Алгоритм програми

Алгоритм роботи системи зображений на рисунку 5.1.

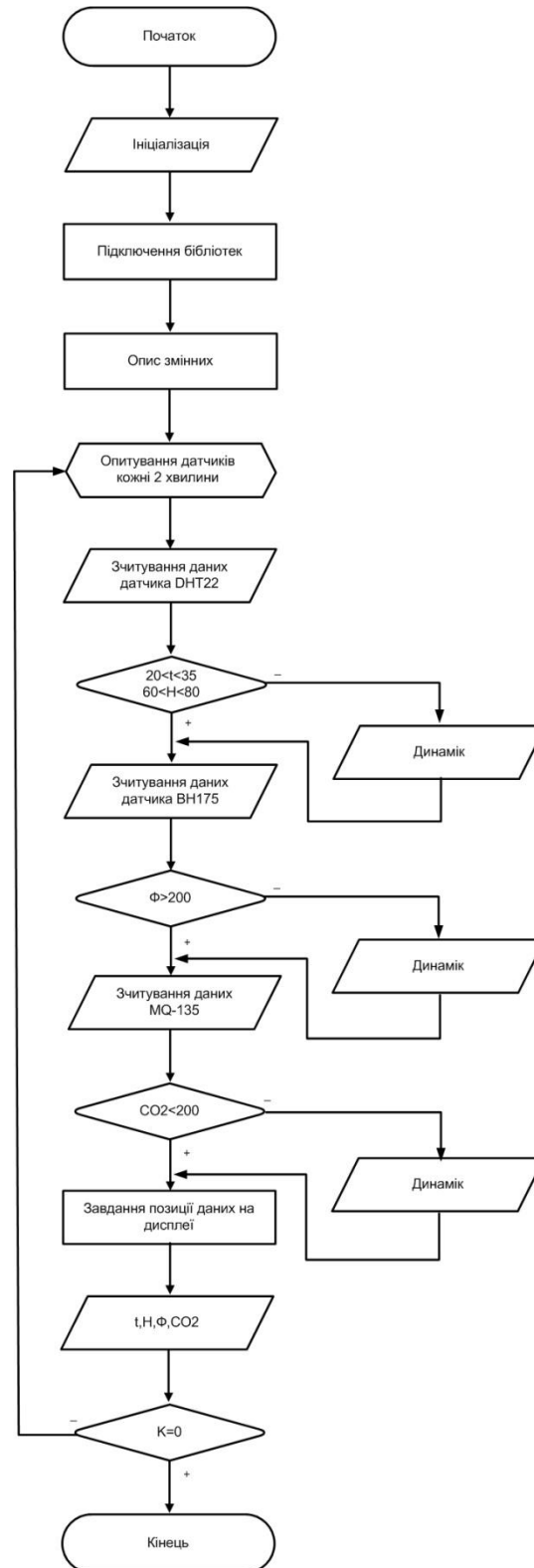


Рис. 5.1 Блок-схема алгоритму роботи програми

Розширений опис алгоритму представлений нижче:

1. Початок: Запускається програма для роботи системи.
2. Підключення бібліотек: Підключаються необхідні бібліотеки для використання в програмі: для роботи з датчиками температури та вологості, датчика освітленості, датчика якості повітря, дисплея.
3. Ініціалізація даних: Прописуються вхідні та вихідні пори для підключення датчика температури та вологості, датчика освітленості, датчика якості повітря, кнопки, динаміка та дисплея.
4. Опис змінних: Визначаються константи та змінні, які будуть далі використовуватись в програмі для вимірюваних даних з датчиків та проміжних для обрахунку.
5. Опитування датчиків температури та вологості: Спочатку опитується один датчик, потім другий, значення усереднюються (в алгоритмі це не відображено).
7. Перевірка значень температури та вологості на критичні значення: Температури в теплиці повина бути в межах 20-35 °С, вологість в межах 60-80%. Якщо показники виходять за ці межі, то спрацьовує звукове оповіщення.
8. Опитування датчика освітленості.
9. Якщо освітлення буде менше 200, то програма здійснює звукове оповіщення.
10. Опитування датчика якості повітря.
11. Якщо показник CO2 буде більше 200, то програма здійснює звукове оповіщення.
12. Блок визначення місця на дисплеї під кожен показник.
13. Вивід значень показників на дисплей.
14. Блок опитування чи натиснута кнопка роботи системи від живлення. Якщо натиснута, система вимикається та закінчує свою роботу. Якщо ні, то замикається на опитування датчиків.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

5.2.Розробка програми

Для програмування мікроконтролера ATmega328 можна використовувати декілька різних середовищ розробки та мов програмування.

Програмування мікроконтролера ATmega328:

- Мова програмування: Зазвичай використовується C або C++.
- Середовище розробки: Arduino IDE - популярний вибір, але можна використовувати й інші, як Atmel Studio.
- Програматор: Потрібен для завантаження коду в мікроконтролер.

Ось перефразована версія:

Існує кілька варіантів завантаження коду в ATmega328. Популярні програматори включають USBasp, AVRISP mkII, а також Arduino в режимі ISP.

Платформа Arduino надає широкий вибір бібліотек, які значно полегшують взаємодію з різноманітними модулями та реалізацію протоколів зв'язку.

ATmega328 можна програмувати двома способами: напряму або через завантажувач. Другий метод характерний для платформи Arduino.

Коректне налаштування запобіжників (fuses) є критичним для забезпечення належного функціонування мікроконтролера.

Для відладки можна використовувати послідовний порт (UART). Також доступні апаратні відладчики, такі як AVR Dragon або JTAGICE3. [21]

Обираємо програмувати Arduino IDE, тому що присутній досвід роботи з Arduino. Також дане середовище має велику технічну підтримку та багато документації.

Частина коду по датчикам та виводу інформації приведена нижче, повний код наведений в Додатку А.

Код для датчика температури та вологості DHT22^

```
#include <Arduino.h>
#include "DHT.h"
#include <Adafruit_Sensor.h>

#define DHTPIN 2 // Пін даних датчика
```

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

```

// #define DHTTYPE DHT22          // DHT 22

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    dht.begin();
}

void loop()
{
    float humidity = dht.readHumidity();          // Зчитуєм значення вологості

    float temperature = dht.readTemperature(); // Зчитуєм значення температури

    // Перевірка чи дісні дані від датчика, якщо вони NaN (не число), значить
    щось пішло не так.
    if (isnan(humidity) || isnan(temperature))
    {
        Serial.println("Failed to read from DHT");
    }
    else
    {
        Serial.print("Humidity: ");
        Serial.print(humidity);
        Serial.println(" %");
        Serial.print("Temperature: ");
        Serial.print(temperature);
        Serial.println(" *C");
    }
    delay(2000);
}

```

Код для датчика освітленості BH175:

Connection:

VCC-5v

GND-GND

SCL-SCL(analog pin 5)

SDA-SDA(analog pin 4)

ADD-NC or GND

*/

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <BH1750.h>
```

```
BH1750 lightMeter;
```

```

void setup(){
    Serial.begin(9600);
    lightMeter.begin();
    Serial.println("Running...");
}

```

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

```

void loop() {
    uint16_t lux = lightMeter.readLightLevel();
    Serial.print("Light: ");
    Serial.print(lux);
    Serial.println(" lx");
    delay(1000);
}

```

Код для датчика якості повітря MQ-135:

```

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
    float sensorVoltage;
    float sensorValue;

    sensorValue = analogRead(A0);
    sensorVoltage = sensorValue/1024*5.0;

    Serial.print("sensor voltage = ");
    Serial.print(sensorVoltage);
    Serial.println(" V");
    delay(1000);
}

```

Код для виводу на дисплей LCD 2004:

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>          // Бібліотека для роботи з LCD по I2C.

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);    // I2c адреса дисплея, колонки, рядки.
//LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Для дисплея LCD 2004

void setup()
{
    lcd.init();                        // Ініціалізуємо дисплей.
    lcd.backlight();                  // Вмикаємо підсвітку.
}

```

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

```

void loop()
{
  lcd.setCursor(0, 0);           // Курсор на першу колонку, перший рядок.
  lcd.print(count);             // Виводимо лічильник.
  lcd.print("Humidity: ");
  lcd.print(humidity);
  lcd.println(" %");
  lcd.setCursor(0, 1);         // Курсор на першу колонку, другий рядок.
  delay(2000);                 // Затримка 2 секунди.
  lcd.print("Temperature: ");
  lcd.print(temperature);
  lcd.println(" *C");
  delay(2000);                 // Затримка 2 секунди
  lcd.setCursor(0, 2);         // Курсор на першу колонку, третій рядок
  lcd.print("Light: ");
  lcd.print(lux);
  lcd.println(" lx");
  delay(2000);                 // Затримка 2 секунди
  lcd.setCursor(0, 3);         // Курсор на першу колонку, четвертий рядок
  lcd.print("sensor voltage = ");
  lcd.print(sensorVoltage);
  lcd.println(" V");
  delay(2000);
}

```

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

6.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАТИНА

6.1 Розробка друкованої плати

Друкована плата – це ключовий компонент електронних пристроїв. Ось коротке визначення:

Друкована плата – це пластина з діелектричного матеріалу з нанесеними на неї провідними доріжками, які забезпечують електричне з'єднання компонентів схеми.

Основні характеристики:

1. Матеріал: Зазвичай склотекстоліт або інші діелектрики.
2. Провідники: Мідні доріжки для з'єднання компонентів.
3. Монтажні отвори: Для кріплення компонентів.
4. Можуть бути одно- або багат шаровими.

Друковані плати служать механічною основою для електронних компонентів і забезпечують електричні з'єднання між ними..[22]

Враховуючі складові системи: датчик температури 2 шт, мікроконтролер, динамік, кнопка, дисплей, була побудована друкована плата розміром 46x70 мм. Друкована плата системи моніторингу температури тіла пацієнта спроектована в системі EasyEDA.

EasyEDA представляє собою веб-базовану платформу без оплати, призначену для розробки електричних схем і проектування друкованих плат (PCB - Printed Circuit Board). Цей сервіс пропонує інтуїтивно зрозумілий онлайн-інтерфейс, що дозволяє генерувати, модифікувати та колаборативно працювати над проектами в галузі електроніки.[20]

На рисунку 6.1 зображена друкована плата системи мікроклімату тепличного господарства розроблена в середовищі EasyEDA.[23]

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

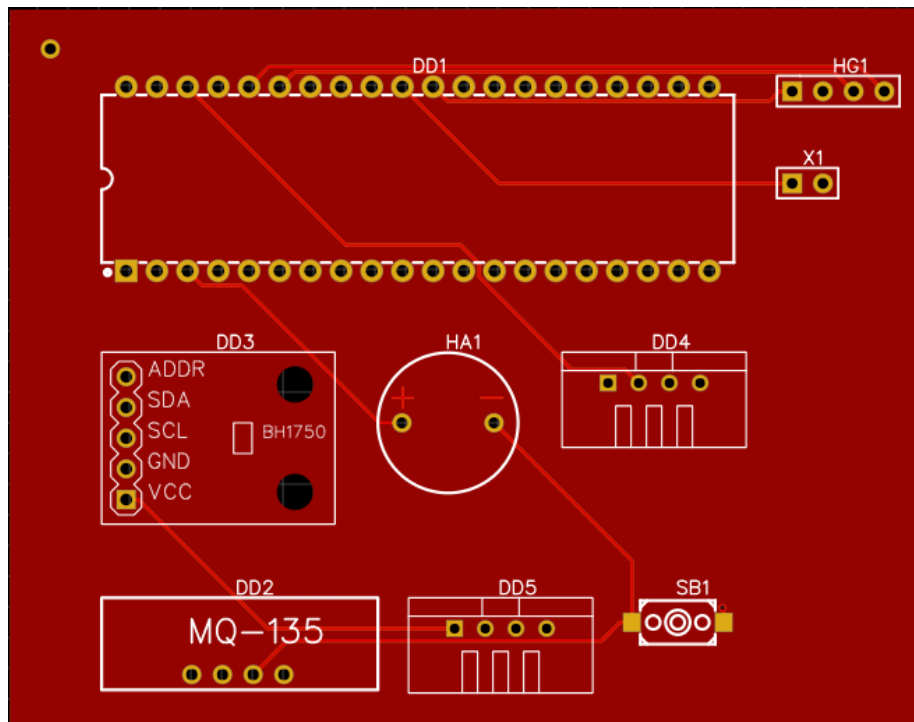


Рис. 6.1 Вигляд нижньої частини друкованої плати

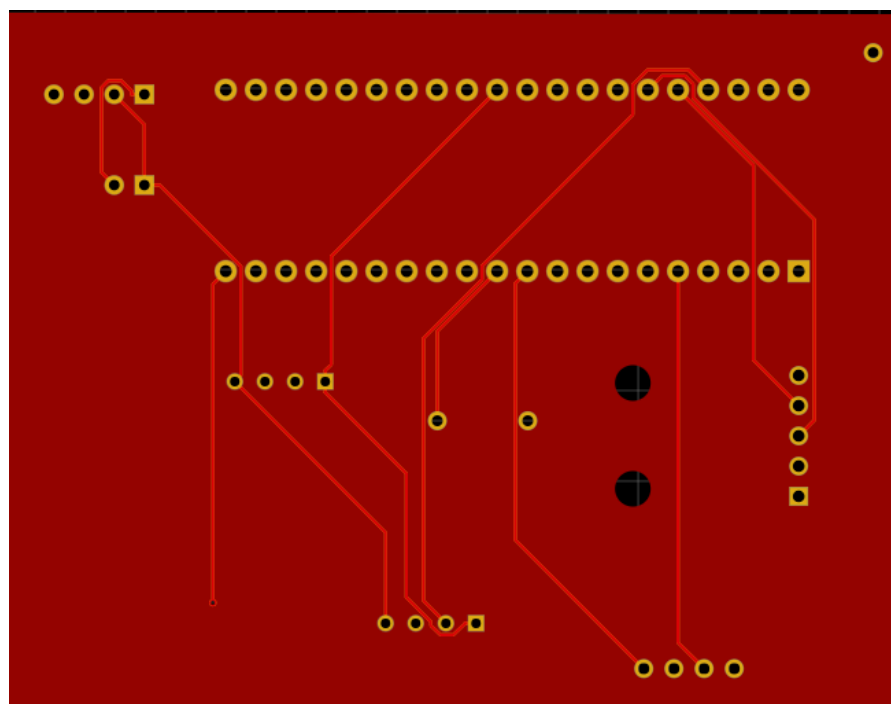


Рис. 6.2. Вигляд верхньої частини друкованої плати

Розмір плати отримали 60x77 мм. Плата має нацепні елементи: дисплей LCD 1602, для підключення живлення обрано адаптер живлення на 5В 2А.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Корпус для системи контролю мікроклімата теплиці має форму паралелепіпеда.

Враховавши, що плата управління з націпними елементами буде міститися в пластиковому корпусі, тому доцільно розмір корпус взяти розміром 80х62х25мм.

6.2.Розрахунок надійності

По формулі (6.1) визначаємо потік відмовлень виробу (сума величин в графі 10 таблиці 6.2):

$$\lambda = 69,07 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (6.3)$$

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год) [24].

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,98	0,98	0,96	0,95	0,93	0,86	0,69	0,56

Таблиця 6.2 – Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Atmega328	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
2	Датчики				a_1	a_2	a_4	a_6	
	DHT22	2	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	1,638
	ВН175	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
	MQ-135	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
3	Динамік	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
4	Дисплей LED 1602	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
5	Резистор 10 коМ	2	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,0269
6	Кнопка	1	0,2	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1		0,7	1	0,294
7	Кварцевий резонатор	1	1,8		2,1				3,78
8	Пайки	90	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,0189
9	Адаптер живлення 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								72,85

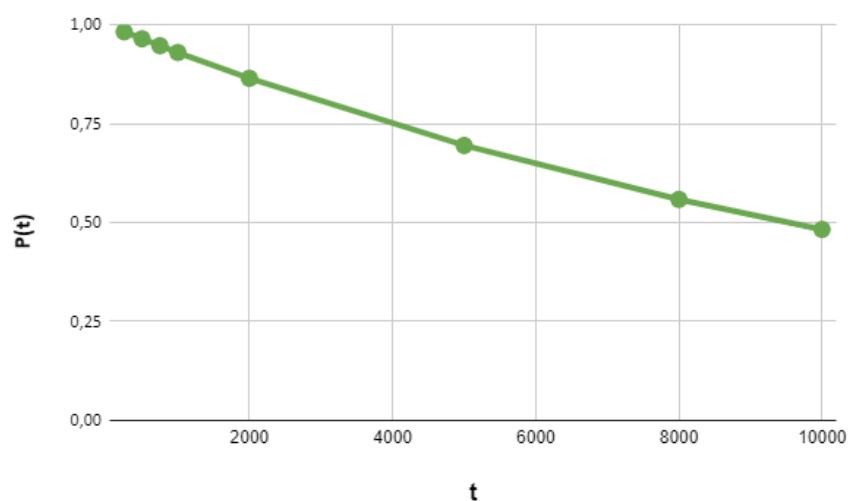


Рис.6.6 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

Підставляючи дані в формулу (6.4) одержимо

$$T = (72,85 \cdot 10^{-6})^{-1} = 13726 \text{ годин.}$$

6.3.Розрахунок похибки вимірювання температури

Було проведено 10 повторних вимірювань температури та вологості теплиці датчиками температури та вологості DHT22, в діапазоні вимірювання від 0 °С до 50 °С.

Було отримано таку вибірку в грамах:

$$T_v = (28,3; 28,2; 28,4; 28,3; 28,5; 28,4; 28,3; 28,2; 28,4; 28,5).$$

Знаходимо середнє значення вибірки:

Таблиця 6.3

№ з. п.	M _v , грам	ΔM _v , грам	ΔM _v ² грам^2
1	28,3	0,05	0,0025
2	28,2	0,15	0,0225
3	28,4	0,05	0,0025
4	28,3	0,05	0,0025
5	28,5	0,15	0,0225
6	28,4	0,05	0,0025
7	28,3	0,05	0,0025
8	28,2	0,15	0,0225
9	28,4	0,05	0,0025
10	28,5	0,15	0,0225
сер	28,35	0,09	0,0105

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\overline{T_v} - T_{vi})^2} \approx 0,0108$$

Та знаходимо випадкову похибку:

$$\Delta_B T_v = 2,26 * 0,0108 = 0,024 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta_{\text{пр}} T_v = \frac{1}{300} * 2,0 * 50 * 1 \approx 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta_{M_{v3}} = 0,95 * \frac{0,5}{2} \approx 0,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

6.загальна абсолютна похибка (6.9):

$$\Delta T_v = \sqrt{(\Delta_B T)^2 + (\Delta_{\text{п}} T)^2 + (\Delta_3 T)^2} = \sqrt{0.024^2 + 2^2 + 0,2^2} \approx \quad (6.9)$$

$$\approx 2.0101 \approx 2.00 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

$$\delta L = \frac{\Delta T}{\bar{T}} \times 100\% = \frac{2,0}{28,35} \times 100\% \approx 7,05\%$$

Отже, отримаємо абсолютну похибку вимірювання 2,0 °С, відносну похибку вимірювання відсотках 7,05%.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

7.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Охорона праці

Охорона праці в Україні – це важлива система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів. Ось короткий огляд основних аспектів:

1. Законодавча база:

- Закон України "Про охорону праці";
- Кодекс законів про працю України;
- Галузеві та міжгалузеві нормативні акти.

2. Основні принципи:

- Пріоритет життя і здоров'я працівників;
- Повна відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці;
- Соціальний захист працівників.

3. Ключові напрямки:

- Забезпечення безпечних умов праці;
- Запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням;
- Навчання працівників з питань охорони праці.

4. Органи нагляду:

- Державна служба України з питань праці;
- Профспілки та їх об'єднання.

5. Відповідальність:

- Адміністративна;
- Кримінальна (у випадках грубих порушень).

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

7.2. Умови охорони праці при роботі в теплиці

Умови охорони праці при роботі в теплиці включають низку важливих аспектів:

Мікроклімат:

- Контроль температури та вологості;
- Забезпечення належної вентиляції;
- Захист від надмірної сонячної радіації.

Безпека роботи з обладнанням:

- Правильна експлуатація систем поливу та опалення;
- Безпечне використання електроприладів;
- Навчання роботі з спеціалізованим обладнанням.

Хімічна безпека:

- Правильне зберігання та використання добрив і пестицидів;
- Забезпечення засобами індивідуального захисту;
- Навчання безпечному поводженню з хімікатами.

Ергономіка:

- Забезпечення зручних робочих поз;
- Використання відповідного інструменту;
- Організація перерв для відпочинку.

Санітарно-гігієнічні умови:

- Наявність питної води;
- Забезпечення санітарно-побутових приміщень;
- Дотримання особистої гігієни.

Навчання та інструктаж:

- Регулярне проведення інструктажів з охорони праці;
- Навчання правилам надання першої допомоги.

Протипожежна безпека:

- Наявність засобів пожежогасіння;
- Розробка плану евакуації.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Звичайно, давайте детальніше розглянемо питання мікроклімату в теплиці:

Температурний режим:

– Оптимальна температура зазвичай 18-25°C, але може варіюватися залежно від культури;

– Важливо контролювати добові коливання температури;

– Використання автоматизованих систем контролю температури.

Вологість повітря:

– Оптимальна відносна вологість 60-80%;

– Надмірна вологість може сприяти розвитку грибкових захворювань;

– Використання систем туманоутворення для підвищення вологості.

Вентиляція:

– Забезпечення постійного повітрообміну;

– Використання природної та механічної вентиляції;

– Контроль швидкості руху повітря (не більше 0,5 м/с).

Освітлення:

– Забезпечення достатньої кількості природного світла;

– Використання додаткового штучного освітлення при необхідності;

– Контроль інтенсивності та тривалості освітлення.

5. Концентрація CO₂: оптимальний рівень 800-1000 ppm; використання систем збагачення повітря вуглекислим газом.

6. Захист від перегріву:

– Використання систем затінення (штори, сітки);

– Застосування спеціальних покриттів для теплиць.

Моніторинг та контроль:

– Використання датчиків для постійного моніторингу параметрів мікроклімату;

– Застосування автоматизованих систем управління кліматом.

Захист працівників:

– Забезпечення спецодягом відповідно до сезону;

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Дрк.
						58
Зм.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– Організація режиму праці та відпочинку з урахуванням мікрокліматичних умов;

– Забезпечення питною водою для запобігання зневодненню.

Правильне управління мікрокліматом не лише забезпечує оптимальні умови для росту рослин, але й створює комфортні та безпечні умови праці для працівників теплиці.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційної роботи бакалавра було розроблено комп'ютеризована інформаційно-вимірювальну систему контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві. Ця система є актуальною і використовується в даний час в тепличному господарстві.

Контроль параметрів мікроклімату в тепличному господарстві здійснюється завдяки двох датчиків температури та вологості, датчика освітленості, датчика якості повітря. Розроблена комп'ютеризована система контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві працює в автоматичному режимі. Виміряні значення температури та вологості, датчика освітленості та датчика якості повітря відображаються на дисплей. В випадку критичних значень показників мікроклімату спрацьовує звуковий сигнал з динаміка. В системі існує кнопка для вмикання вимикання системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

В кваліфікаційної роботи бакалавра було зроблено:

1. Зроблений аналіз існуючих систем контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

2. Описані функції системи та обґрунтовані елементи.

3. Розроблено структурну схему системи контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

4. На основі структурної схеми та технічних характеристик елементів побудовано принципову схему.

5. Розроблений алгоритм та код програми.

6. Розроблена друкована плата контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві.

7. Прорахована надійність та точність системи. Надійність склала 13726 годин на відмову, абсолютна похибка вимірювання 2 °С, відносна похибка вимірювання 7,05%.

Впровадження комп'ютеризованої контролю параметрів мікроклімату в тепличному господарстві може мати низку позитивних садівницьких наслідків для вирощування рослин.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат.		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Система Carbominer MMS – технологія контролю мікроклімату в теплиці [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://aggeek.net/ru-blog/sistema-carbominer-mms--tehnologiya-kontrolyu-mikroklimatu-v-teplitsi>.

2. Анемометр для параметрів мікроклімату testo-440 [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://www.testo.kiev.ua/ru/testo-440.html>.

3. Термогігрометр з датчиком вимірювання CO2 SBTR PTH-9c [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://sbtr.com.ua/ua/p1536046093-termogigrometr-datchikom-izmereniya.html>.

4. МЕТЕОСКОП-М [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tenzor.ua/products/mikroklimat/meteoskop-m>.

5. Люксметр + термометр BENETECH GT1050 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://toptulshop.com.ua/p2235134246-lyuksmetr-termometr-izmeritel.html>.

6. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.

7. Види датчиків температури та вологості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elektrologistik.com.ua/ua/p1322157228-datchiki-vlazhnosti-temperatury.html>.

8. Датчики освітленості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://secur.ua/signalizatsii/datchiki/datchiki-osveschennosti>.

9. Датчик якості повітря [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prom.ua/ua/Datchiki-kachestva-vozduha>.

10. Засоби відображення інформації. Частина 1 : навчальний посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька, І. В. Сухоцька. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 82 с.

11. Види кнопок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://001.com.ua/uk/knopky-keruvannya>.

12. Динаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://4club.com.ua/uk/sound/akusticheskie-sistemy/dinamiki>.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		61

13. Мікроконтролер ATmega328 DataSheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.digipart.com/part/atmega328p>.

14. DataSheet DHT22 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://evse.com.ua/ua/datchik-temperatury-vlazhnosti-dht11-dlya-arduino>.

15. Датчик освітленості BH1750 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://myproject.com.ua/datchik-osvitlenosti-bh1750-gy-302-ua.html>.

16. MQ-136 DataSheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduinoakit.com.ua/ua/p1373169561-datchik-modul-135.html>.

17. Пієзодинамік модуль відтворення мелодії пісні для Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eduengteam.com/2023/10/passive-buzzer-module-5v-piezo-speaker-play-song-melody-module-for-arduino.html>.

18. Дисплей LCD 2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ardushop.in.ua/arduino/lcd-display-2004-hd44780-with-green-backlight>.

19. Кнопка PB22E07 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://radiostore.com.ua/ua/p1632791749-knopka-pb22e07-fiksatsiej.html>.

20. Адаптер живлення на 5 В 2А [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fd24.com.ua/ua/p1044871633-blok-pitaniya-setevoj.html>.

21. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.

22. Стаття «Методи виготовлення друкованих плат» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studopedia.org/6-116440.html>.

23. EasyEDA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://EasyEDA.com>.

24. Методи розрахунку надійності [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5199824/page:5>.

25. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» // Розробники: Подчашинський Юрій, Чепюк Ларіна, Петросян Руслан, 2021. – 60с.

					МММТ 480.017.019 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		62