

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

Пріяткін Остап Валерійович

Ostap Priiatkin

УДК 004:681.5

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр та назва спеціальності)

Дипломна робота

на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня магістр  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Автоматизована система керування мікрокліматом в домашніх  
оранжереях

Automated microclimate control system in home green houses

Науковий керівник:  
Доктор технічних наук,  
Професор Когут І.Т.

Рецензенти:  
Кандидат фіз.-мат. наук,  
проф. каф. фізики і хімії  
твердого тіла  
Прокопів В.В.

Івано-Франківськ

2021





## АНОТАЦІЯ

Обсяг пояснювальної записки магістерської роботи становить 53 сторінки, які включають в себе 4 розділи, 24 рисунка, 1 додаток і 16 бібліографічних найменувань за переліком джерел посилань.

Ключові слова: домашня оранжерея, мікроклімат, Arduino.

Метою дипломної роботи є – розробка автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях.

У ході виконання роботи було здійснено аналіз різних аналогів систем автоматичного керування мікрокліматом, розглянуто їх переваги та недоліки.

У результаті виконання роботи було розроблено систему, яка дозволить моніторити ситуацію мікроклімату в домашніх умовах, а також керувати освітленням в оранжереї.

Розглянуто питання охорони праці при користуванні спеціальним обладнанням, проаналізовано усі ризики при роботі з технічними приладами та вказано необхідні заходи безпеки.

					123.УДК:004:681.5			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Пріяткін О.В.			Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірив		Когут І.Т.					3	2
Н. Контр.		.						
Затвердив								

## ABSTRACT

The volume of the Master's Thesis Explanatory Note (MD) is 53 pages, which include 4 sections, 24 illustrations, 11 tables, 1 appendix and 16 bibliographic titles according to the list of reference sources.

Keywords: home greenhouse, microclimate, Arduino.

The objective of the thesis is automated microclimate control system in home greenhouses.

In the course of work was carried out analysis of various analogues of automatic microclimate control systems, their advantages and disadvantages were considered.

As a result of the bachelor's thesis was developed system that will monitor the situation of the microclimate at home, as well as control the lighting in the greenhouse.

The issues of labor protection when using special equipment are considered, all risks when working with technical devices are analyzed and the necessary safety measures are indicated.

					<i>123.УДК:004:681.5</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Пріяткін О.В.			Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
Перевірів		Когут І.Т.					3	2
Н. Контр.		.						
Затвердив								

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

на тему:

**«Автоматизована система керування мікрокліматом в  
домашніх оранжереях»**

					<i>123.УДК:004:681.5</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Пряткін О.В.			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
Перевірив		Когут І.Т.					4	53
Н. Контр.		.						
Затвердив								



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ СИСТЕМ .....	7
1.1 Системи автоматичного керування мікрокліматом .....	7
1.2 Аналіз існуючих аналогів систем.....	8
2 РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ .....	13
2.1 Розробка структурної схеми.....	13
2.2 Вибір технічних засобів.....	14
2.3 Розробка програмного забезпечення .....	26
3 ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РОЗРОБЛЕНОЇ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ .....	37
3.1 Підключення модулів .....	37
3.2 Підключення пристрою і його перевірка.....	38
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	42
4.1 Аналіз потенційно шкідливих впливів на користувачів ПК .....	43
4.2 Основні вимоги з охорони праці до користувачів ПК .....	45
4.3 Безпечна експлуатація електроустановок та пожежна безпека.....	47
4.4 Характеристика та розрахунок захисного заземлення електроустановок... ..	49
ВИСНОВКИ .....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	52
ДОДАТКИ .....	54

<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Автоматизована система керування мікрокліматом в домашніх оранжереях	<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Розроб.		Пріяткін О.В.					5	53
Перевір.		Козут І.Т.						
Н. Контр.								
Затверд.								



## ВСТУП

Домашні оранжереї призначені для забезпечення оптимального мікроклімату, росту та розвитку різноманітних рослин. Це можуть бути як і великі промислові споруди, так і невелике місце на підвіконні для вирощування квітки. Навіть за найменшими оранжереями потрібний догляд: здійснювати полив, підтримка потрібної температури, рівня вологості ґрунту. Пристроїв, які дозволять вирішувати подібні завдання в комплексі саме для домашніх умов не існує, а робити покупку дорогого приладу, який призначений для великої оранжереї на виробництві є нерентабельно.

Тому моїм завданням буде створити розумний пристрій, який буде робити все сам. Для початку моніторити і передавати нам потрібні дані, а в подальшому і самостійно здійснювати за нас всі функції поливу, зміни температури та освітленості.

Така система зможе дати відповідь на запитання коли востаннє поливали рослину і чи потрібно їй ще вологи, як в ґрунті так і зовні, чи можна, щоб прямий сонячний промінь попадав на неї (попередньо знайшовши стандартні умови освітлення), або ж чи не потрібно включити підігрів, тому, що температура на підвіконні є низькою.

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

# 1 СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ СИСТЕМ

## 1.1 Системи автоматизованого керування мікрокліматом

«Розумна» оранжерея – автоматизована система, яка здійснює моніторинг показників датчиків і на основі аналізу цієї інформації підбирає і управляє оптимальними умовами для росту, розвитку рослин, котрі потребують певної освітленості, температури, вологості повітря і ґрунту.

Основні параметри, які можуть контролювати «розумні» оранжереї:

- тепло – основний екологічний чинник, зміни параметру якого можуть сприяти перегріву або перемерзанню. Відповідно температурні показники визначають оптимальні межі для максимальної продуктивності рослин;

- світло – основний екологічний чинник, який визначає спроможність рослин до фотосинтезу і, відповідно, регуляція показників освітленості впливають на продуктивність рослин;

- вода – основний екологічний чинник, який визначає здійснення процесів фотосинтезу і є життєво-необхідним для інтенсивного росту і розвитку рослин у оранжереях, відповідно контроль і зміни показників вологості є критично важливими;

- повітря – газовий склад цього чинника визначає спроможність рослин до фотосинтезу протягом доби, оскільки вміст вуглекислого газу і збільшення його концентрації до одиниці стимулює роботу фотосинтетичних систем у рослин, отже збільшує їх продуктивність.

Переважно у вже існуючих систем здійснюється моніторинг і контроль за одним або двома показниками. Для контролю решта ключових факторів використовують сторонні допоміжні системи, які часто збільшують вартість оранжереї у декілька разів. Наразі, було поставлене завдання реалізувати

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

систему, яка дозволить моніторити і контролювати всі необхідні параметри для максимально-ефективного розвитку рослини.

Функції автоматизованих систем:

- вентиляція – за допомогою вмикання і вимикання вентиляторів та інших спеціалізованих приладів;
- затемнення – за допомогою темної тканин із термостатичним контролем автоматично затіняє рослини;
- освітлення – за допомогою додаткових джерел світла кожна рослина отримує необхідну його кількість;
- зрошення – полив води відбувається за регулярним графіком або коли вологість ґрунту нижче потрібної;
- температурний контроль – за допомогою різних опалювальних систем, котрі базуються на воді, парі, електриці та інших джерелах;
- оприскування – за допомогою цієї системи підвищується вологість, а при поєднанні з вентилятором з'являється новий ефект – охолодження шляхом випаровування.

При розробці власної системи керування мікрокліматом буде відбуватись моніторинг таких факторів: освітлення, вологість повітря, температура повітря, вологість ґрунту. Автоматизація системи буде відбуватись за допомогою вентиляції та додаткового освітлення.

## 1.2 Аналіз існуючих аналогів систем

На сьогоднішній день є можливість знайти велику кількість різноманітних за своїми характеристиками гігрометрів (приладів для вимірювання вологості повітря) та вимірювачів вологості ґрунту.

Гігрометрами користуються у фармацевтичній, хімічній, деревообробній промисловості, щоб правильно витримати весь технологічний процес необхідно мати точні показники вологості та

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

температури повітря. Вологомір ґрунту застосовують в гідрології, іригаційних системах, для визначення профілю ґрунтових вод.

Я буду застосовувати ці прилади в домашніх умовах для моніторингу і керуванням розроблюваної системи.

### 1.2.1 Термогірометр Voltcraft MS-10

Термогірометр Voltcraft MS-10 (рис. 1.1) призначений для вимірювання температури і вологості повітря.



**Рисунок 1.1 - Термогірометр Voltcraft MS-10**

Особливістю даної моделі показувати не тільки температуру й вологість повітря, а й вимірювати точку роси (температуру, при якій повітря досягає стану насиченості водяною парою при незмінному тиску і даному стані вологоутримання). Прилад оснащений звуковим сигналом при досягненні вологості більше 65%, також він подає і світловий сигнал за допомогою світлодіода на передній панелі.

Термогірометр Voltcraft MS-10 володіє таким діапазоном вимірювання: температура – від -10 до +60 градусів Цельсія, вологість – від 1 до 99%. Похибка може складати: температура –  $\pm 1$  градус Цельсія,

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

вологість –  $\pm 3,5\%$  [1].

Коштує такий вимірювач на українському ринку близько 1500 гривень.

### 1.2.2 Прилад НТС-2

НТС-2 - це багатофункціональний прилад (рис 1.2): гігрометр, термометр, годинник.

Цей прилад одночасно показує вимірювання температури й вологості, а також запам'ятовує їх максимальне й мінімальне значення. Також НТС-2 має зйомний датчик довжиною 1,5 м що дозволяє вимірювати температуру і вологість на вулиці. Прилад має можливість показувати температуру одразу в двох одиницях Цельсіях і Фаренгейтах. Індикація значень температури й вологості з вказанням комфортних умов. Прилад НТС-2 володіє таким діапазоном вимірювання: температура – від  $-10$  до  $+70$  градусів Цельсія, вологість – від 10 до 99%. Похибка може складати: температура –  $\pm 1$  градус Цельсія, вологість –  $\pm 4\%$  [2].

Ціна його складає близько 200 гривень в Україні.



Рисунок 1.2 – Прилад НТС-2

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

### 1.2.3 Вимірювач вологості МГ-44

Принцип виміру даного пристрою заснований на здатності молекул води поглинати частину енергії високочастотної електромагнітної хвилі. Частково електромагнітна хвиля відбивається від вимірюваного об'єкта і реєструється прийомним пристроєм. Порівнюючи амплітуди падаючої і відбитої хвилі мікропроцесор обчислює коефіцієнт відбиття і визначає на його основі вміст вологи. Прилад має відмінну стабільність при зміні температури матеріалу і його солоності. Довжина вимірювальних нержавіючих електродів складає або 60 мм, або 0,5 м. Пристрій показує значення вологості ґрунту або інших вимірювальних матеріалів на рідкокристалічному дисплеї з підсвіткою, що значно збільшує його вартість. Діапазон вимірювальної вологи складає від 0 до 99 % з похибкою 1% [3].

Ціна такого пристрою в межах України складає близько 4000 гривень.



**Рисунок 1.3 – вимірювач вологості МГ-44**

					Арк.
					11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

## Висновки до розділу

Ринок термогігрометрів і вимірювачів вологості ґрунту досить широкий і різноманітний, професійні прилади для вимірювання на підприємствах складають більшу його частину. Найдешевші представники гігрометрів вартують близько 300 гривень, така ціна обумовлена обмеженим функціоналом і китайським виробництвом. Тому метою дипломної роботи буде розробка автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

## 2 РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ

### 2.1 Розробка структурної схеми

Для розробки автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях буде використовуватись плата Arduino UNO, датчик температури і вологості повітря DHT11, модуль вологості ґрунту, фоторезистор, дисплей Nokia 5110, 3 світлодіоди, 2 кнопки тактові, реле, вентилятор, світлодіодна лампа денного світла.

Датчик DHT11, модуль вологості ґрунту і фоторезистор аналоговими виходами підключаються до плати Arduino, після чого всі дані які вони збирають обробляються за допомогою коду і виводиться на монітор послідовного порту та підключений дисплей. Про зміну умов для нормального існування рослини будуть повідомляти світлодіоди, відповідно до яких буде здійснюватись автоматичне (можливо і ручне) увімкнення лампи й вентилятора.

Підключити на пряму до Arduino потужне навантаження, в даному випадку лампу освітлення і вентилятор, не вдасться. Мікроконтролер не забезпечує необхідну потужність, для роботи такого навантаження. Струм, який може протікати через виходи Arduino, не перевищує 10-15 мА. На допомогу приходять реле, за допомогою якого можна комутувати великий струм. До того ж, якщо навантаження живиться від змінного струму, а саме 220 V.

На рисунку 2.1 зображена структурна схема підключення елементів пристрою.

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		





**Рисунок 2.1 – Структура схема автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях**

## 2.2 Вибір технічних засобів

В основу пристрою лягли наступні елементи:

- плата Arduino UNO;
- датчик температури і вологості повітря DHT11;
- датчик вологості ґрунту;
- 3 світлодіоди;
- фоторезистор;
- дисплей від Nokia 5110;
- 3 резистори номіналом 220 Ом та 4 номіналом 10 кОм;
- 2 кнопки тактові;
- реле;
- вентилятор;

					Арк.
					14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

- світлодіодна лампа.

Загальна вартість елементів становить близько 400 грн, що на порядок дешевше, ніж уже існуючі аналоги на ринку. До прикладу, прилад НТС-2 має орієнтовну таку саму вартість, але значно поступається своїм функціоналом, оскільки має можливість лише моніторити параметри мікроклімату. Натомість розроблювана система буде мати можливість моніторингу і керування параметрами, що значно перевершує аналогічні системи за показниками ціна-якість.

### 2.2.1 Arduino UNO

Arduino Uno (рис. 2.2) – це прилад утворений на основі мікроконтролера, що носить назву ATmega328. Arduino Uno складається із: роз'єму USB, роз'єму живлення, роз'єму для схемного програмування (ICSP), 6 аналогових входів, 14 цифрових входів / виходів, кварцового резонатор на 16 МГц, кнопки скидання. Щоб запустити в роботу Arduino Uno необхідно підключити до джерела живлення або комп'ютера [4].



**Рисунок 2.2 – Arduino Uno**

На відміну від всіх попередніх плат Arduino, Uno в якості перетворювача інтерфейсів USB-UART використовує мікроконтролер ATmega16U2 (ATmega8U2 до версії R2) замість мікросхеми FTDI. На платі Arduino Uno версії R2 для спрощення процесу оновлення прошивки доданий

					Арк.
					15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

резистор, що підтягує до землі лінію HWB мікроконтролера 8U2 [4].

Arduino Uno здатний функціонувати при зовнішньому живленні від 6 В до 20 В. Якщо напруга живлення складає нижче 7 В, вивід 5V може видавати менше 5 В, при цьому платформа може працювати нестабільно. При використанні напруги вище 12 В регулятор напруги може перегрітися і пошкодити плату. Рекомендований діапазон від 7 В до 12 В. Як вхід або вихід можна налаштуовувати кожен з 14 цифрових виходів Arduino Uno. Для цього потрібно використовувати функції *pinMode()*, *digitalWrite()*, *digitalRead()*. Вони функціонуватимуть при напрузі 5 В. На кожному із виходів є навантажувальний резистор 20-50 кОм із пропускнуою здатністю до 40 мА. Також в Arduino Uno встановлені 6 аналогових входів, кожен діапазоном 10 біт. Стандартний діапазон вимірювання виходів складає до 5В щодо землі, але існує можливість змінити верхню межу за допомогою виведення AREF і функції *analogReference()* [4].

У Arduino Uno вмонтовано декілька пристроїв для здійснення зв'язку із комп'ютером, іншими пристроями Arduino або мікроконтролерами. ATmega328 здійснює підтримку послідовного інтерфейсу UART TTL (5 В), здійснюваний виходами 0 (RX) і 1 (TX). Встановлена на платі мікросхема ATmega8U2 направляє даний інтерфейс через USB, програми на стороні комп'ютера контактують із платою через віртуальний COM порт. Прошивка ATmega8U2 використовує декілька стандартних драйверів USB COM, для того щоб підключити потрібний файл ArduinoUNO.inf. Serial Monitor, або моніторинг послідовної шини, програми ArduinoIDE дозволяє відправляти й приймати дані при підключенні до Arduino UNO. Світлодіоди RX і TX на платформі надаватимуть сигнал, коли буде здійснюватись передача даних через мікросхему FTDI або USB [4].

ArduinoUno розроблена так, щоб перед тим, як записати новий код перезавантаження буде відбуватись за допомогою самої програми ArduinoIDE на персональному комп'ютері, не потрібно буде це робити

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

вручну, натискаючи кнопку на платі. Одна із ліній DTR мікросхеми ATmega8U2, яка відповідає за потік даних (DTR), підключена до виходу перезагрузки мікроконтролера ATmega328 через 100 нФ конденсатор. Після активації даної ліній, відбувається перезавантаження мікроконтролера. Програма ArduinoIDE, за допомогою описаної функції, завантажує код одним натисканням кнопки *Upload* в самій програмі [4].

Для функції доступне ще одне застосування. Перезагрузка Arduino Uno запускається кожен раз при підключенні до програми ArduinoIDE на ПК (через USB). Наступні 0.5 секунди після перезагрузки працюватиме завантажувач. Під час програмування здійснюється затримка декількох перших байтів коду, для того щоб уникати прийняття платформою невірних даних. Якщо проводиться разова карекція скетчу, записаного в платформу, або введення інших даних при першому запуску, варто переконатися, що програма ArduinoIDE очікує протягом однієї секунди перед тим як дані будуть передані [4].

На Arduino Uno є можливість відключити лінію автоматичної перезагрузки шляхом розриву відповідної лінії. Контакти мікросхем з обох кінців лінії можуть бути з'єднані з метою відновлення. Лінія позначена «RESET-EN». Вимкнення автоматичної перезагрузки також можливо під'єднавши резистор 110 Ом між джерелом 5 В і даною лінією [4].

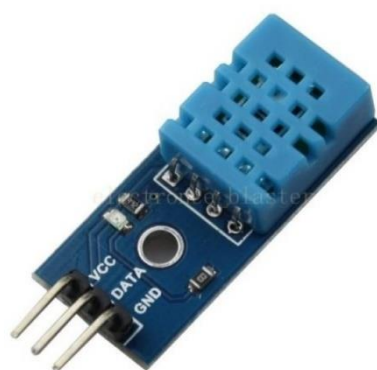
В Arduino Uno вбудований самовідновлюючийся запобіжник, який захищає порт USB комп'ютера від короткого замикання і надструмів. Запобіжник забезпечує додатковий бар'єр, навіть попри те що переважна більшість комп'ютерів є захищеною. Запобіжник спрацьовує при проходженні струму більше 500 мА через USB порт і розмикає ланцюг до тих поки нормальні значення струму напруги не будуть відновлені [4].

### 2.2.2 Датчик температури і вологості повітря DHT11

Датчик складається з двох частин – ємнісного датчика температури і

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

гігрометра. Перший використовується для вимірювання температури, другий – для вологості повітря. Чіп, що знаходиться всередині може виконувати аналого-цифрові перетворення і видавати цифровий сигнал, який зчитується за допомогою мікроконтролера. Живлення DHT11 відбувається або від контролера, або від іншого керуючого мікропроцесорного пристрою, або зовнішнього джерела живлення. Напруга живлення датчика 3 - 5,5 В, визначення температури – від 0 до 50 градусів Цельсія, визначення вологи – від 20% до 80% з похибкою 5%, частота вимірів – не більше 1 Гц [5]. Датчик DHT11 зображений на рисунку 2.3



**Рисунок 2.3– Датчик температури і вологості повітря DHT11**

DHT11 має один роз’єм для підключення до мікроконтролера. Він складається із: VCC – напруга живлення, GND – загальний контакт, DATA– контакт обміну даних між датчиком та мікроконтролером [5].

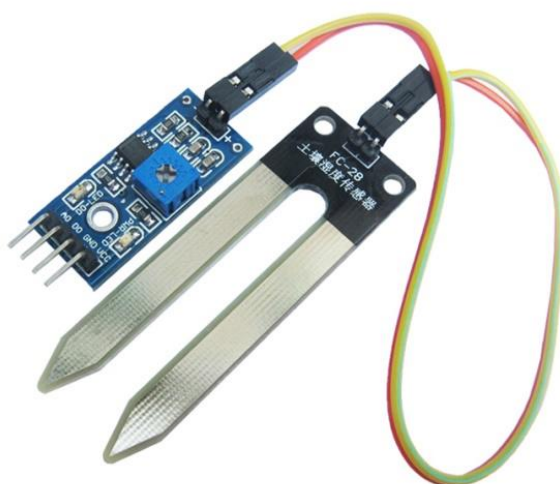
### 2.2.3 Датчик вологості ґрунту

Датчик вологості ґрунту (рис 2.4) – використовується для вимірювання вологості землі, в яку він занурений. Управління ним може здійснюватись за допомогою Arduino або іншого керуючого мікропроцесорного пристрою. Датчик спроектований на основі двох елементів, які дозволяють вимірювати

					Арк.
					18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

вологість ґрунту – модуля і щупу.

Вологість за допомогою двох зондів, які дозволяють струму проходити крізь ґрунт. При проходженні струму, датчик робить замір опору і в результаті вимірює вологість ґрунту. Якщо земля суха, то опір буде великим й струм буде меншим. Якщо земля волога – опір менший і струм трохи більший. По підсумковому аналоговому сигналу можна робити висновки про міру вологості. Датчик підключається до плати управління через 4 з'єднання: VCC – напруга живлення, GND – загальний контакт, D0 – цифровий вихід, A0 – аналоговий вихід. Напруга датчика складає від 3,3 В до 5 В.



**Рисунок 2.4 – Датчик вологості ґрунту**

#### 2.2.4 Світлодіод

Світлодіод являє собою прилад, в основі якого лежить штучний напівпровідниковий кристалик. При пропущенні через нього електричного струму створюється явище випускання фотонів, що призводить до світіння. Дане світіння має дуже вузький діапазон спектра, і колір його залежить від матеріалу напівпровідника. Існує два типи світлодіодів: для індикації та для освітлення. Перший тип використовуються для індикації підключених до

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	19

мережі приладів. Другий тип – як джерела декоративного підсвічування. Переважно вони являють собою кольорові діоди. В області освітлення використовують світлодіоди, що випромінюють біле світло [6].

Світлодіод, що зображений на рисунку 2.5, має два виводи: анод (довший) і катод (коротший). Анод підключається через резистор до цифрового входу, а катод до заземлення.



**Рисунок 2.5 – Світлодіод**

#### 2.2.5 Фоторезистор

Фоторезистор (рис. 2.6) – резистор, опір якого залежить від яскравості світла, яке направлене на нього. В робототехніці їх використовують як датчики освітленості. Підключений фоторезистор дозволяє визначити степінь освітленості, білі або чорні участки на поверхності. У фоторезистора є два виходи: один вихід підключається до GND, а інший до АЦП плати. Головний принцип роботи фоторезистора – це різке збільшення його провідності синхронно із зменшенням опору на ділянці між парою електродів [7].

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



**Рис 2.6 – Фоторезистор**

### 2.2.6 Дисплей Nokia 5110

Графічний дисплей використовується для перетворення сигналів з контролера в графічну інформацію. Дисплей є чорно-білим, з розширенням 84x48 пікселів. Вони є досить простими у використанні, а головною його перевагою є мала ціна.

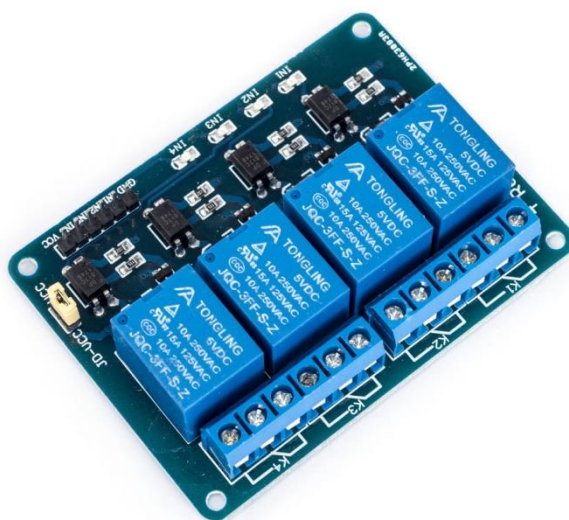
Для підключення дисплею та передачі даних використовують 8 виводів: VCC, GND, Light, RST, CE, DC, DIN, CLK. Виводи VCC, GND, Light відповідають за живлення, VCC – напруга живлення 3,3V, GND – заземлення, Light – підсвітка, підключається до входу GND на платі Arduino. Інші п'ять виводів є інформаційними і відповідають за перезавантаження, вибір пристрою, вибір режиму, ввід даних та вибір тактового сигналу. Підключення дисплею до плати Arduino зображено на рисунку 2.7.

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		





механізмів будемо через чотирьох-канальний електромагнітний RelayShield (рис. 2.8).



**Рисунок 2.8 – чотирьох-канальне реле**

### 2.2.8 Вентилятор

Вентилятор DC BRUSHLESS DW (рис. 2.9) – осьовий (аксіальний) малогабаритний вентилятор постійного струму на 12В 0,14А з розмірами 80x80 мм і товщиною 25 мм, потужність - 1,68 Вт, швидкість обертання - 3000 об / хв. Робоча температура становить від -20 °С до +60 °С при відносній вологості до 95%. Ступінь захисту - IP20. Допустиме відхилення напруга живлення:  $\pm 10\%$  від номінального. Призначений для охолодження окремих електронних компонентів і готових пристроїв з підвищеною тепловіддачею: для інвертора, зварювального апарату, для електричних шаф та іншого електрообладнання.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



**Рисунок 2.9 – вентилятор**

#### 2.2.9 Світлодіодна лампа

В якості основного освітлювального елемента в таких лампах використовуються яскраві світло випромінюючі діоди – Light-Emitting Diode (LED), тому дуже часто діодні лампочки ще називають LED-лампами.

Для ефективного вирощування рослин штучне світло повинен забезпечувати спектр електромагнітного випромінювання аналогічний тому, який отримують рослини в природі. Якщо повної аналогії досягти складно, то освітлення повинно задовольняти мінімальні потреби для ефективного росту рослин. Для забезпечення найбільш комфортних умов для розвитку потрібно підібрати спеціальну лампу, що відповідає встановленим нормам. В моєму випадку була вибрана LED-лампа денного світла (рис. 2.10).

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



**Рисунок 2.10 – світлодіодна лампа**

#### 2.2.10 Підключення елементів пристрою

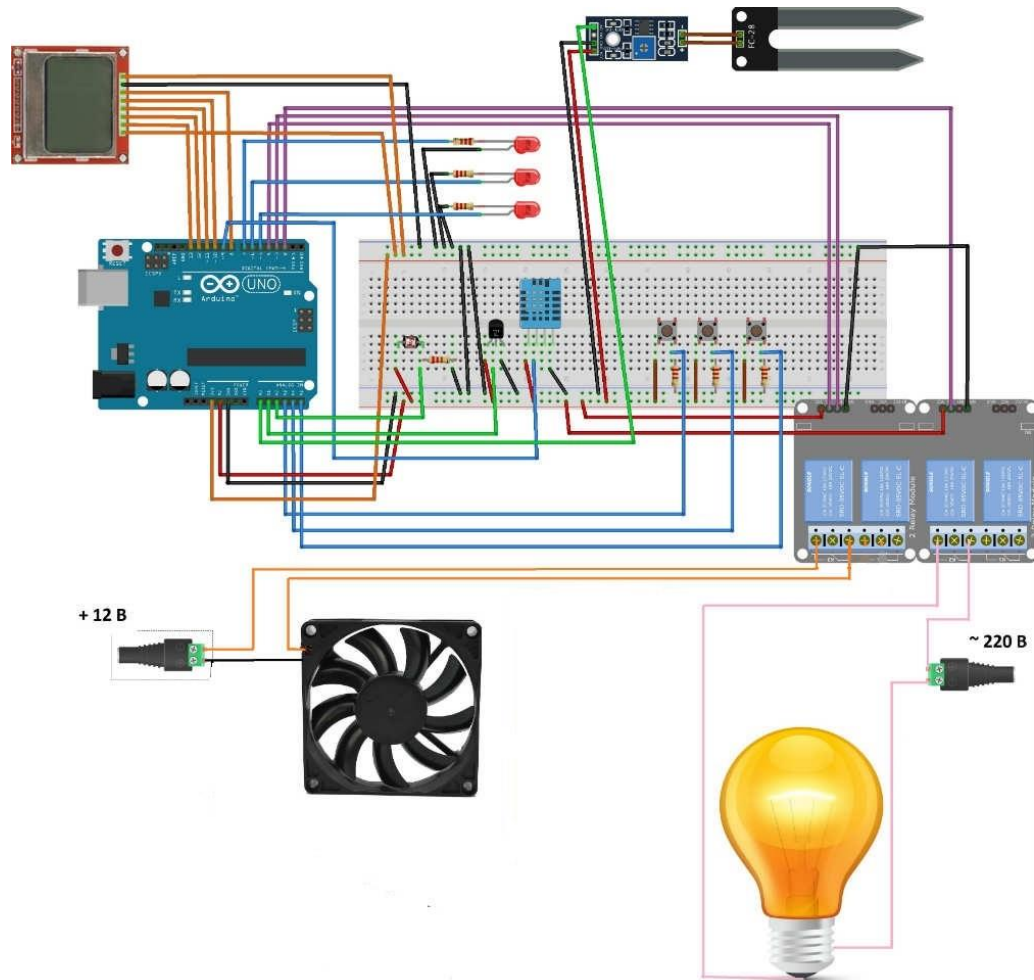
Датчик DHT11, модуль вологості ґрунту і фоторезистор аналоговими виходами підключаються до плати Arduino, після чого всі дані які вони збирають обробляються за допомогою коду і виводяться на монітор послідовного порту та підключений дисплей. Про зміну умов для нормального існування рослини будуть повідомляти світлодіоди, відповідно до яких буде здійснюватись автоматичне (можливо і ручне) увімкнення лампи й вентилятора.

Підключити на пряму до Arduino потужне навантаження, в нашому випадку лампу освітлення і вентилятор, не вдасться. Мікроконтролер не забезпечує необхідну потужність, для роботи такого навантаження. Струм, який може протікати через виходи Arduino, не перевищує 10-15 мА. На допомогу приходять реле, за допомогою якого можна комутувати великий струм. До того ж, якщо навантаження живиться від змінного струму, а саме 220v.

Підключення елементів автоматизованої системи керування

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

мікрокліматом в домашніх оранжереях зображено на рисунку 2.11.



**Рисунок 2.11 – Схема підключення автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях**

### **2.3 Розробка програмного забезпечення**

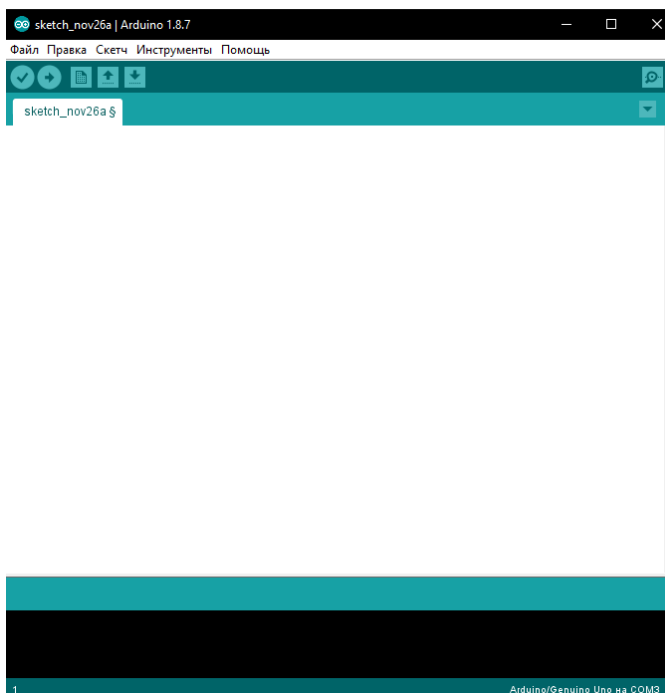
В якості середовища програмування використовується програмне забезпечення ArduinoIDE, так як воно спеціально створене для програмування плат Arduino.

					Арк.
					26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

### 2.3.1 ArduinoIDE

Середовище розробки Arduino IDE складається з внутрішнього текстового редактора програмного коду, області сповіщень, вікна виводу тексту, панелі інструментів з кнопками частих команд.

Вікно середовища розробки зображено на рисунку 2.12



**Рисунок 2.12 – Середовище розробки ArduinoIDE**

Для завантаження програм і зв'язку середовище розробки підключається до апаратної частини Arduino.

Програма, написана в середовищі Arduino, називається скетч. Скетч пишеться в текстовому редакторі, що має інструменти вирізки / вставки, пошуку / заміни тексту. Під час збереження та експорту проекту в області повідомлень з'являються пояснення, також можуть відобразитися виникли помилки. Вікно виводу тексту (консоль) показує повідомлення Arduino, що включають повні звіти про помилки та іншу інформацію. Кнопки панелі інструментів дозволяють перевірити і записати програму, створити, відкрити і зберегти скетч, відкрити моніторинг послідовної шини [8].

						Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Розроблена скетчам додаткова функціональність може бути добавлена за допомогою бібліотек, що представляють собою спеціальним чином оформлений програмний код, який реалізовує деякий функціонал, який можна підключити до створюваного проекту. Спеціалізованих бібліотек існує безліч. Зазвичай бібліотеки пишуться так, щоб спростити вирішення того чи іншого завдання і приховати від розробника деталі програмно-апаратної реалізації. Оболонка Arduino IDE поставляється з набором стандартних бібліотек: Serial, EEPROM, SPI, Wire і ін. Вони знаходяться в підкаталозі `libraries` каталогу установки Arduino. Необхідні бібліотеки можуть бути також завантажені з різних ресурсів [8].

Перед завантаженням скетчу потрібно задати необхідні параметри в меню `Tools > Board` і `Tools > Serial Port`. Платформи описуються далі за текстом. В ОС Mac послідовний порт може позначатися як `dev / tty.usbserial-1B1` (для плати USB) або `/dev/tty.USA19QW1b1P1.1` (для плати послідовної шини, підключеної через адаптер Keyspan USB-to-Serial) [8].

В ОС Windows порти можуть позначатися як COM1 або COM2 (для плати послідовної шини) або COM4, COM5, COM7 і вище (для плати USB). Визначення порту USB проводиться в поле Послідовною шини USB Диспетчера пристроїв Windows. В ОС Linux порти можуть позначатися як `/dev / ttyUSB0`, `/dev / ttyUSB1`. 33 Після вибору порту і платформи необхідно натиснути кнопку завантаження на панелі інструментів або вибрати пункт меню `File > Upload to I / O Board` [8].

Сучасні платформи Arduino перезавантажуються автоматично перед завантаженням. На старих платформах необхідно натиснути кнопку перезавантаження. На більшості плат під час процесу будуть мигати світлодіоди RX і TX. Середовище розробки Arduino виведе повідомлення про закінчення завантаження або про помилки [8].

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

### 2.3.2 Програмування на Arduino

Arduino програмується на мові Wiring, якої насправді не існує, як не існує і компілятора Wiring - написані на Wiring програми перетворюються в програму на мові C / C ++ і потім компілюються компілятором AVR-GCC. Фактично використовується спеціалізований для мікроконтролерів AVR варіант C / C ++.

Базова структура програми для Arduino складається, що найменше, з двох обов'язково частин: функцій setup () і loop (). Перед функцією setup () йде оголошення змінних, підключення бібліотек.

Функція setup () запускається один раз після кожного включення живлення або скидання плати Arduino.

Вона використовується для ініціалізації змінних, установки режиму роботи портів та інших під значення для основного циклу програми дій.

Вона обов'язково повинна бути включена в програму, навіть якщо не виконує ніяких дій.

Функція loop () в нескінченному циклі послідовно виконує команди, які є описані в її тілі. Ця функція виконується циклічно, вона виконує основну роботу. Приклад найпростішої програми:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  Serial.println(millis() ) ;
  delay(1000);
}
```

Оператор if використовується в поєднанні з операторами порівняння, він перевіряє, чи досягнута істинність умови - наприклад, чи перевищує

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		29



вхідне значення задане число. Формат оператора if наступний:

```
if (someVariable > 50)
{
// виконувати дії
}
```

Програма перевіряє, значення someVariable більше ніж 50 чи ні. Якщо так, то виконуються певні дії. Інакше кажучи, якщо вираз в круглих дужках істинний, то виконуються оператори всередині фігурних дужок. Якщо не істинний, то програмне виконує код. Вирази, які обчислюються всередині круглих дужок, можуть складатися з одного або декількох операторів.

Оператори порівняння:

1.  $x == y$  (x рівне y);
2.  $x != y$  (x не дорівнює y);
3.  $x < y$  (x менше ніж y);
4.  $x > y$  (x більше ніж y);
5.  $x <= y$  (x менше ніж або дорівнює y);
6.  $x >= y$  (x більше ніж або дорівнює y).

Конструкція if...else надає більший контроль над процесом виконання коду, ніж базовий оператор if, дозволяє зробити вибір " або, або ".

Else дозволяє робити відмінну від зазначення в if перевірку, щоб можна було здійснювати відразу кілька взаємовиключних перевірок. кожна перевірка дозволяє переходити до наступного за нею оператору не раніше, ніж отримає логічний результат істина. Коли перевірка з результатом істина знайдена, запускається вкладений в неї блок операторів, і потім програма ігнорує всі наступні рядки в конструкції if...else.

Якщо жодна з перевірок не отримала результат істина, за замовчуванням виконується блок операторів в else, якщо останній присутній, і встановлюється дія за замовчуванням.

Конструкція else if може бути використана з або без заключного else і

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

навпаки:

```
if (pinAnalogInput < 100)
  {doFun1();}
else if (pinAnalogInput >= 150)
  {doFun2();}else
  {doFun3();}
```

Конструкція for використовується для повторення блоку операторів, укладених в фігурні дужки. Лічильник збільшень зазвичай використовується для збільшення і завершення циклу. Оператор for підходить для будь-яких дій, що повторюються і часто використовується в поєднанні з масивами колекцій даних / виходів. Тема циклу for складається з трьох частин: for (initialization; ondition; increment) {оператори, що виконуються в циклі} [9].

Ініціалізація (initialization) виконується один раз. Кожен раз в циклі перевіряється умова (condition), якщо значення вірне, виконується блок операторів і приріст (increment), потім умова перевіряється знову. коли логічне значення умови стає хибним, цикл завершується.

### 2.3.3 Розробка скетчу

Щоб пристрій працював його необхідно правильно запрограмувати. Для цього був написаний скетч, який, потрібно вивантажити в плату Arduino, після чого система буде працювати правильно.

Повністю оформлений скетч зображено на рисунках 2.13 – 2.17.

Отже в першій частині коду (рис 2.13) я підключаю бібліотеки для датчика ДНТта дисплею, після чого задаю значення входів і виходів датчиків, кнопок, реле, а також умови, потрібні для подальшого їх використання і запускаю їх в роботу.

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

```

// підключення бібліотек для nokia 5110
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_PCD8544.h>

// підключення бібліотеки DHT
#include "DHT.h"

// тип датчика DHT
#define DHTTYPE DHT11

// контакт підключення входу даних модуля DHT11
int pinDHT11 = 13;

// контакт підключення аналогового виходу модуля вологості ґрунту
int pinSoilMoisture = A0;

// контакт підключення аналогового виходу фоторезистора
int pinPhotoresistor = A2;

// контакти світлодіодів для індикації
#define LED_TEMP 5
#define LED_MOISTURE 6
#define LED_LIGHT 7

// значення для умов
#define TEMP_DETECT 20
#define MOISTURE_DETECT 1000
#define LIGHT_DETECT 250

int buttonPinL = A4; // номер входу, підключений до кнопки лампи
int relayPinL = 2; // номер виходу реле лампи
int buttonPinV = A3; // номер входу, підключений до кнопки вентилятора
int relayPinV = 3; // номер виходу реле вентилятора

/* змінні */
boolean currentButtenL = 0; // поточний стан кнопки лампи
boolean currentButtenV = 0; // поточний стан кнопки вентилятора
boolean lastButtenL = 0; // попередній стан кнопки лампи
boolean lastButtenV = 0; // попередній стан кнопки вентилятора
boolean relayOnL = 0; // поточний стан реле
boolean relayOnV = 0; // поточний стан реле

// створення екземпляру об'єкта DHT
DHT dht(pinDHT11, DHTTYPE);

// Nokia 5110
Adafruit_PCD8544 display = Adafruit_PCD8544(8, 9, 10, 11, 12);

unsigned long millisupdate = 0;

void setup() {

// запуск послідовного порта
Serial.begin(9600);

```

## Рисунок 2.13 – Перша частина скетчу

Далі, в другій частині, вказую необхідні піни для правильної роботи світлодіодів, відбувається ініціалізація дисплею та встановлюю необхідні параметри для відображення даних на ньому. Також розпочинається процес зчитування даних і присвоєння станів підключених кнопок (рис 2.14).

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

```

// запуск послідовного порта
Serial.begin(9600);

// ініціалізація піну, підключеного до реле, як вихід
pinMode(relayPinV, OUTPUT);
// ініціалізація піну, підключеного до кнопки, як вхід
pinMode(buttonPinV, INPUT);
// ініціалізація піну, підключеного до реле, як вхід
pinMode(relayPinL, OUTPUT);
// ініціалізація піну, підключеного до кнопки, як вихід
pinMode(buttonPinL, INPUT);

//
pinMode(LED_TEMP, OUTPUT); digitalWrite(LED_TEMP, LOW);
pinMode(LED_MOISTURE, OUTPUT); digitalWrite(LED_MOISTURE, LOW);
pinMode(LED_LIGHT, OUTPUT); digitalWrite(LED_LIGHT, LOW);

//
dht.begin();

// ініціалізація дисплея
display.begin();
//
display.setContrast(60);
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(BLACK);
// заставка
display.setCursor(15, 15);
display.print("Home Flower");
display.display();
delay(2000);
}

boolean debvance (boolean last) //усунення дребізгу
{
  boolean current = digitalRead (buttonPinV); // зчитування даних з кнопки вентилятора
  if (last != current) // якщо поточний стан відрізняється від попереднього
  {
    delay (5); // очікування 5 мілісекунд
    current = digitalRead (buttonPinV); // присвоєння поточного стану кнопки вентилятора
    return current;
  }
}

boolean debvancel (boolean lastl) //усунення дребізгу
{
  boolean currentl = digitalRead (buttonPinL); // зчитування даних з кнопки лампи
  if (lastl != currentl) // якщо поточний стан відрізняється від попереднього
  {
    delay (5); // очікування 5 мілісекунд
    currentl = digitalRead (buttonPinL); // присвоєння поточного стану кнопки лампи
    return currentl;
  }
}

```

**Рисунок 2.14 – Друга частина скетчу**

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Третьою частиною скетчу є отримання даних з усіх наших датчиків і їх передача на монітор послідовного порту і підключений дисплей (рис 2.15).

```
void loop()
{
  if (millis() - millisupdate > 5000)
  {
    millisupdate = millis();
    display.clearDisplay();
    display.setCursor(5, 0);
    display.print("Home Flower");
    // отримання даних з DHT11
    float h = dht.readHumidity(); //вимірювання вологості
    float t = dht.readTemperature(); //вимірювання температуру
    display.setCursor(5, 10);
    if (isnan(h) || isnan(t))
    {
      Serial.println("Помилка");
      display.print("airH= error");
    }
    else
    {
      Serial.print("Вологість повітря: "); Serial.print(h); Serial.print(" %\t");
      Serial.print("Температура: "); Serial.print(t); Serial.println(" °C ");
      display.print("airH="); display.print(h); display.print("%");
      display.setCursor(5, 20);
      display.print("airT="); display.print(t); display.print("C");
    }

    // отримання значення з аналогового виходу модуля вологості ґрунту
    display.setCursor(5, 30);
    int val0 = analogRead(pinSoilMoisture);
    Serial.print("Вологість ґрунту= ");
    Serial.println(val0);
    display.print("soilM=");
    display.print(val0);
    // отримання значення з фоторезистора
    display.setCursor(5, 40);
    int val2 = analogRead(pinPhotoresistor);
    Serial.print("Освітлення= ");
    Serial.println(val2);
    display.print("Light=");
    display.print(val2);

    // оновлення
    display.display();
  }
}
```

Рисунок 2.15 – Третя частина скетчу

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Четвертим розділом програмної частини є порівняння вищевказаних умов з поточними й перевірка інформації за допомогою світлодіодів, які вказують на ті чи інші зміни (рис. 2.16).

```
// оновити
display.display();
//// перевірка умов
// вологість ґрунту
if(val0 > MOISTURE_DETECT)
digitalWrite(LED_MOISTURE,HIGH);
else
digitalWrite(LED_MOISTURE,LOW);
// температура повітря
if(t < TEMP_DETECT)
digitalWrite(LED_TEMP,HIGH);
else
digitalWrite(LED_TEMP,LOW);
// освітленність
if(val2 < LIGHT_DETECT)
digitalWrite(LED_LIGHT,HIGH);
else
digitalWrite(LED_LIGHT,LOW);
// пауза 5 секунд
Serial.println();
delay(5000);
}
```

**Рисунок 2.16 – Четверта частина скетчу**

Останнім кроком є присвоєння та зміна станів реле відповідно до даних, які надходять (рис. 2.17).

						Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

```

{
  currentButtenV = debvance (lastButtenV); // передавання функції дребезгу значення по замовчуванню LOW
  if (lastButtenV == LOW && currentButtenV == HIGH) // перевірка стану кнопки вентилятора
  {
    relayOnV = !relayOnV; // інвертування значення реле вентилятора
  }
  lastButtenV = currentButtenV; // переприсвоєння минулого стану кнопки вентилятора
  digitalWrite(relayPinV, relayOnV); // включення або виключення реле вентилятора

  currentButtenL = debvancel (lastButtenL); // передавання функції дребезгу значення по замовчуванню LOW
  if (lastButtenL == LOW && currentButtenL == HIGH) // перевірка стану кнопки лампи
  {
    relayOnL = !relayOnL; // інвертування значення реле лампи
  }
  lastButtenL = currentButtenL; // переприсвоєння минулого стану кнопки лампи
  digitalWrite(relayPinL, relayOnL); // включення або виключення реле лампи
  delay (2); // чекаємо 2 мілісекунди
}
}

```

**Рисунок 2.17 – П'ята частина скетчу**

### **Висновки до розділу**

Проведено вибір компонентів і датчиків для розроблюваної автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях. Під час здійснення вибору технічних засобів особлива увага була зосереджена на їх якості, точності та вартості, оскільки завдання роботи полягає саме в тому, щоб досягти максимального ефекту при мінімальних затратах. Для написання скетчу використано програмне забезпечення ArduinoIDE, яке було розроблено спеціально для програмування плат Arduino. Розроблено програмне забезпечення, яке необхідне для роботи автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

## 3 ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РОЗРОБЛЕНОЇ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ

### 3.1 Підключення модулів

Для того, щоб правильно підключити кожен з датчиків, користуюсь довідковою інформацією (datasheet) по кожному з них. В datasheet від виробників вказується технічний опис об'єктів, їх параметри, режими експлуатації та схеми підключення.

Світлодіоди підключаються до макетної плати до “плюса” та “мінуса” відповідно до входів. Резистори підключаються паралельно до діодів, паралельно до них будуть підключені з'єднувачі, які, у свою чергу, під'єднуються до плати Arduino.

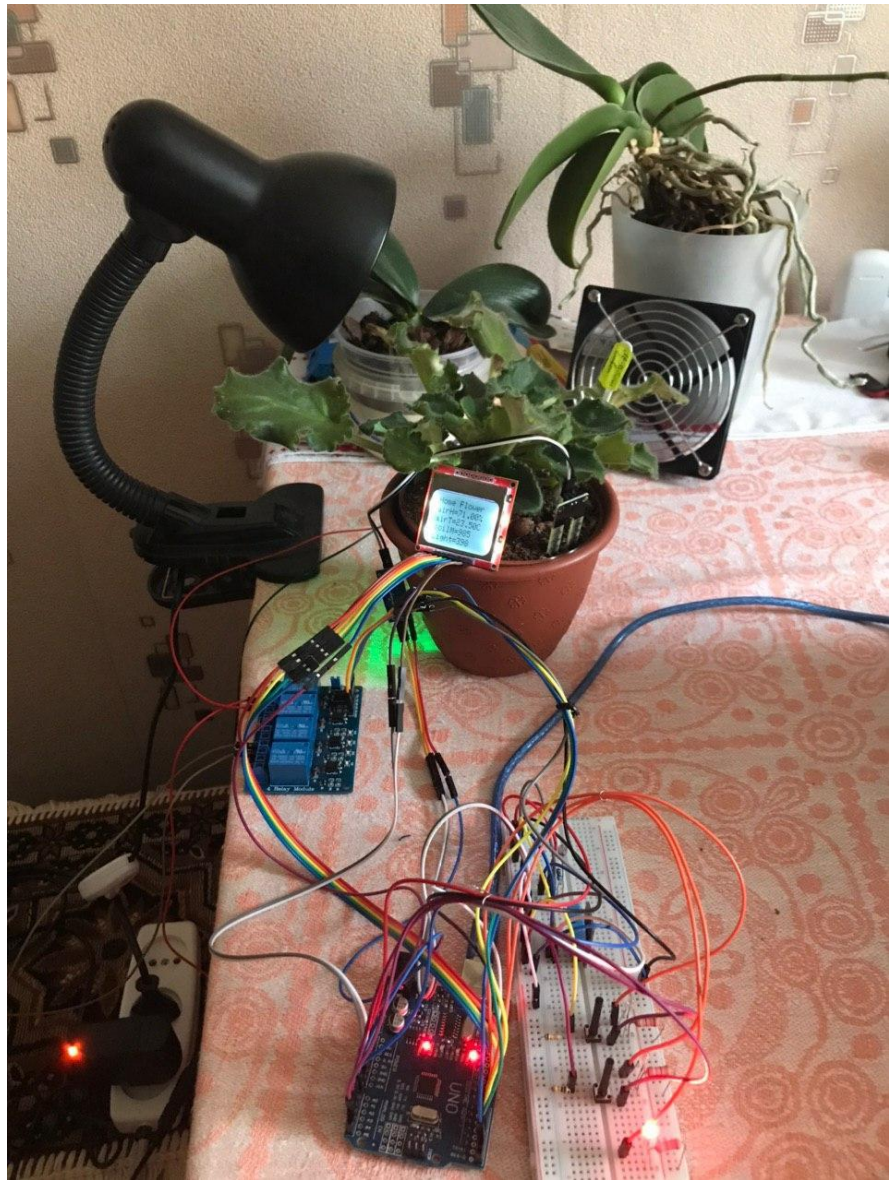
Щоб правильно підключити навантаження, один провід йде від джерела живлення безпосередньо до Arduino, інший - до контакту COM на реле. На навантаження другий провід виходить або з NO-, або з NC-контакту в залежності від завдання.

Також підключається заземлення до макетної плати.

Повністю підключена автоматизована система керування мікрокліматом в домашніх оранжереях зображена на рисунку 3.1

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		





**Рисунок 3.1 – Розроблена система**

### **3.2 Підключення пристрою і його перевірка**

Після завантаження скетчу в пам'ять пристрою потрібно подати на нього живлення, а далі слідкувати за монітором послідовного порту або дисплеєм, на яких будуть відображені показники датчиків (рис. 3.2).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата



**Рисунок 3.2 – Відображення даних на дисплеї**

Автоматизована системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях надає всю зібрану інформацію з датчиків, а саме температура(airT) та вологість повітря (airH), вологість ґрунту (soilM) та освітлення (light). Світлодіоди будуть сигналізувати про виявлення несприятливих умов: лівий про те, що освітлення рослини є недостатнім, середній про те, що температура навколишнього середовища є низькою, а правий про те, що вологість ґрунту має бути більшою і відповідно необхідно здійснити полив.

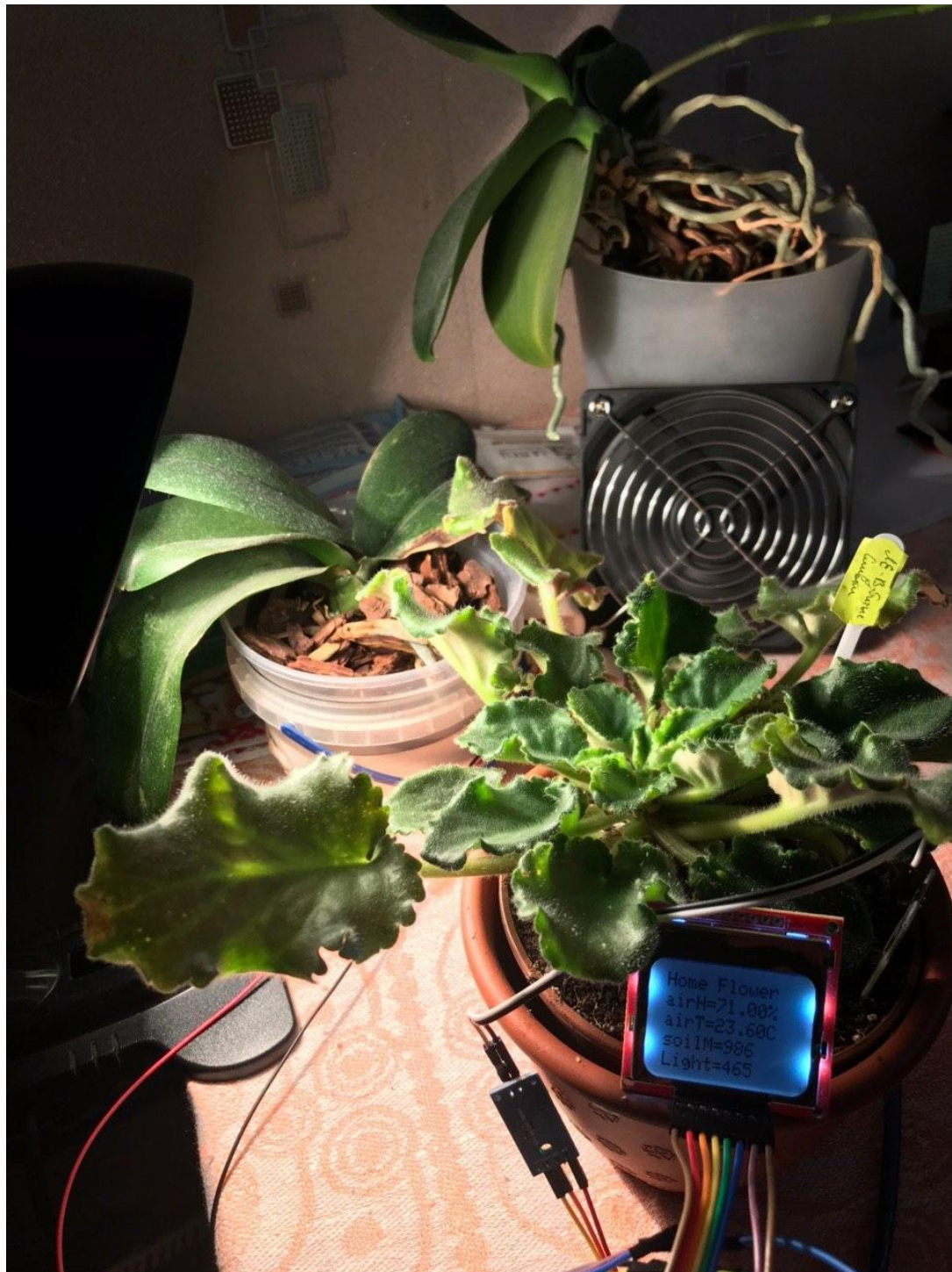
Якщо настають несприятливі умови для рослини, то відповідно до

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39



увімкнення світлодіодів буде автоматично спрацьовувати реле і загоратись світлодіодна лампа або включатись вентилятор.

На рисунку 3.3 зображено увімкнену лампу в результаті недостатнього освітлення.



**Рисунок 3.3 – Підключена та працююча система**

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

### Висновки до розділу

Після підключення всіх модулів, завантаження скетчу, система моніторить дані, передає їх на дисплей, а також дозволяє бачити, які з факторів є несприятливими та автоматично усувати їх, за допомогою увімкнення світлодіодної лампи та вентилятора. Дисплей, датчики та світлодіоди є досить недорогими та простими пристроями, але це ніяк не впливає на їх працездатність та коректність виконання поставленої перед ними задачі.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Завдання охорони праці — звести до мінімуму імовірність ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Відповідно до закону України — «Про охорону праці» на все нове обладнання необхідно розробляти безпечні умови для обслуговуючого персоналу. Тому питання безпеки та покращення умов праці разом з підвищенням продуктивності машини та розробленої продукції є визначальним для конструктора [10].

В даному проекті проводиться розробка автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях. Насамперед, варто визначити основні потенційно шкідливі і небезпечні виробничі чинники, що виникають при розробці, виробництві та експлуатації системи. Необхідно розробити заходи щодо зменшення шкідливості впливів цих факторів на людину, як в процесі експлуатації виробу, так і при його виробництві. Потрібно зрозуміти, які найбільш небезпечні та шкідливі фактори що виникають в процесі конструювання, виробництва та використання приладу, будуть запропоновані відповідні комплексні заходи щодо запобігання впливу цих факторів на людину і навколишнє середовище. Також необхідно вказати основні заходи з пожежної безпеки та профілактики.

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

#### 4.1 Аналіз потенційних шкідливих впливів на користувачів ПК

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, які спричинені дією електричного струму є незначною і складає близько 1 %, однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм вже складає 20-40 % і займає одне з перших місць. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі із смертельними наслідками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві [11].

Основними причинами електротравматизму на виробництві є: випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування; використання несправних ручних електроінструментів; робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань; доторкання до незаземлених корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції; недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок, ЕОМ та інших електричних пристроїв [11].

Електроустаткування, з яким доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві, становить значну потенційну небезпеку ще й тому, що органи чуття людини не здатні на відстані виявляти наявність електричної напруги. В зв'язку з цим захисна реакція організму проявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричної напруги. Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію [11].

Електромагнітне випромінювання може викликати біологічні та функціональні несприятливі ефекти в організмі людини. Функціональні

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43

ефекти проявляються у передчасній втомлюваності, частих болях голови, погіршенні сну, порушеннях центральної нервової та серцево-судинної систем. При систематичному опроміненні ЕМП спостерігаються зміни кров'яного тиску, сповільнення пульсу, нервово-психічні захворювання, деякі трофічні явища (випадання волосся, ламкість нігтів та ін.). Сучасні дослідження вказують на те, що радіочастотне випромінювання, впливаючи на центральну нервову систему, є вагомим стрес-чинником [12].

Біологічні несприятливі ефекти впливу електромагнітного випромінювання проявляються у тепловій та нетепловій дії. Нині достатньо вивченою можна вважати лише теплову дію ЕМП, яка призводить до підвищення температури тіла та місцевого вибіркового нагрівання органів та тканин організму внаслідок переходу електромагнітної енергії у теплову. Таке нагрівання особливо небезпечне для органів із слабкою терморегуляцією (головний мозок, око, нирки, шлунок, кишківник, сім'яники). Наприклад, випромінювання сантиметрового діапазону призводять до появи катаракти, тобто до поступової втрати зору [12].

Механізм та особливості нетеплової дії ЕМП радіочастотного діапазону ще до кінця не з'ясовані. Частково таку дію пояснюють специфічним впливом радіочастотного випромінювання на деякі біофізичні явища: біоелектричну активність, що може призвести до порушення усталеного протікання хімічних та ферментативних реакцій, вібрацію субмікроскопічних структур, енергетичне збудження (часто резонансне) на молекулярному рівні, особливо на конкретних частотах [12].

Не варто забувати про шум. Потрібно звертати особливу увагу на старі модифіковані комп'ютери, де досить високий рівень шуму. Це викликано використанням великої кількості вентиляторів (кулерів) охолодження та недосконалими електричними компонентами комп'ютера. Тому, на думку лікарів, вплив шуму може викликати нервові, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обміну речовин, функції

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

органів слуху.

Важливим фактором є освітлення. Якщо його недостатньо, або навпаки, передозування – це може викликати серйозні проблеми із зором. Відомо що, майже 90% всієї інформації про навколишнє середовище людина отримує через очі. Під час виконання будь-якої трудової діяльності втома очей переважно залежить від інтенсивності процесу, що супроводжує зорове сприйняття. При недостатньому освітленні людина швидко втомиться, буде працювати неефективно, збільшиться ймовірність неправильних операцій і нещасних випадків. Основні причини поганого освітлення: погане планування вікон, погане планування штучного освітлення, використання неякісних дисплеїв, невідповідність

#### **4.2 Основні вимоги з охорони праці до користувачів ПК**

При експлуатації ПК необхідно пам'ятати, що первинні мережі електроспоживання під час роботи знаходяться під напругою, яка є небезпечною для життя людини, тому необхідно користуватися справними розетками, відгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електроприладами. До роботи з ПК допускаються працівники, з якими проведений вступний інструктаж та первинний інструктаж (на робочому місці) з питань охорони праці, техніки безпеки, пожежної безпеки та зроблений запис про їх проведення у спеціальному журналі інструктажів. Працівники при роботі з ПК повинні дотримуватися вимог техніки безпеки, пожежної безпеки. При виявленні в обладнанні ПК ознак несправності (іскріння, пробоїв, підвищення температури, запаху гару, ознак горіння) необхідно негайно припинити роботи, відключити усе обладнання від електромережі і терміново повідомити про це відповідних посадових осіб, спеціалістів. Потрібно знати місця розташування первинних засобів

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



пожежогасіння, план евакуації працівників, матеріальних цінностей з приміщення в разі виникнення пожежі [13].

Перед початком роботи на ПК користувач повинен:

- пересвідчитися у цілості корпусів і блоків (обладнання) ПК;
- перевірити наявність заземлення, справність і цілість кабелів живлення, місця їх підключення [13].

Забороняється вмикати ПК та починати роботу при виявлених несправностях. Під час роботи, пересвідчившись у справності обладнання, увімкнути електроживлення ПК, розпочати роботу, дотримуючись умов інструкції з її експлуатації [13].

Великий вплив на умови праці здійснює приміщення, в якому безпосередньо працюють люди з ЕОМ. До таких приміщень є ряд вимог:

- стіни приміщень для роботи з ПК мають бути пофарбовані чи обклеєні шпалерами пастельних кольорів з коефіцієнтом відбиття 40 - 60 %; у випадках, коли такі приміщення зорієнтовані на південь, вікна повинні обладнуватися сонцезахисними пристроями (жалюзі, штори і т. п.);

- для освітлення приміщень з ПК необхідно використовувати люмінесцентні світильники; освітленість робочих місць у горизонтальній площині на висоті 0,8 м від підлоги повинна бути не менше 400 лк; вертикальна освітленість у площині екрану не більше 300 лк;

- у приміщеннях для роботи з ПК необхідно проводити щоденне вологе прибирання та регулярне провітрювання протягом робочого дня [13].

Також висуваються окремі вимоги до робочого місця:

- робочі місця для працюючих з дисплеями необхідно розташовувати таким чином, щоб до поля зору працюючого не потрапляли вікна та освітлювальні прилади;

- до поля зору працюючого з дисплеєм не повинні потрапляти поверхні, які мають властивість віддзеркалювання; покриття столів повинне бути матовим з коефіцієнтом 0,25 - 0,4;

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- відстань між робочими місцями з ПК повинна бути не меншою 1,5 м у ряду та не меншою 1 м між рядами; ПК повинні розміщуватися не ближче 1 м від джерела тепла;

- відстань від очей користувача до екрану повинна становити 500 - 700 мм, кут зору - 10 - 20°, але не більше 40°, кут між верхнім краєм відео терміналу та рівнем очей користувача повинен бути меншим 10°; найбільш вигідне є розташування екрану перпендикулярно до лінії зору користувача;

- монітор обладнується захисною плівкою, що розсіює шкідливе електромагнітне випромінювання.

- оптимальні розміри робочої поверхні стільниці 1600×900 мм; під стільницею робочого столу повинно бути вільний простір для ніг із розмірами по висоті не менше 600 мм, по ширині 500 мм, по глибині 650 мм;

- всі ЕОМ повинні бути заземлені [13].

#### **4.3 Безпечна експлуатація електроустановок та пожежна безпека**

Робота щодо забезпечення безпечної експлуатації електроустановок здійснюється згідно з обов'язковими, для всіх споживачів електроенергії, незалежно від їх відомчої приналежності, правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів та правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів. Обслуговування діючих електроустановок, проведення в них оперативних переключень, організація та виконання ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт і випробувань здійснюються спеціально підготовленим електротехнічним персоналом [14].

Безпечна експлуатація електроустановок забезпечується: конструкцією електроустановок; технічними способами та засобами захисту; організаційними та технічними заходами. Конструкція електроустановок

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

повинна відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від можливого доторкання до рухомих та струмопровідних частин, а устаткування - від потрапляння всередину сторонніх предметів та води [15].

За способом захисту людини від ураження електричним струмом встановлено п'ять класів електротехнічних виробів: 0, 01, I, II, III. До класу 0 належать вироби, які мають робочу ізоляцію і у яких відсутні елементи для заземлення. До класу 01 належать вироби, які мають робочу ізоляцію, елемент для заземлення та провід без заземлювальної жили для приєднання до джерела живлення. До класу I належать вироби, які мають робочу ізоляцію та елемент для заземлення. Якщо виріб класу I має кабель до джерела живлення, то цей кабель повинен мати заземлювальну жилу та штепсельну вилку зі заземлювальним контактом. Цей контакт є дещо довшим за робочі контакти вилки для того, щоб забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час увімкнення та більш запізніле розмикання його під час вимикання. До класу II належать вироби, які мають подвійну чи посилену ізоляцію і не мають елементів для заземлення. До класу III належать вироби, які не мають внутрішніх та зовнішніх електричних кіл з напругою понад 42 В [15].

Технічні способи та засоби захисту (ТСЗЗ) поділяють на:

- 1) ТСЗЗ при нормальних режимах роботи електроустановок (ізоляція струмопровідних частин, забезпечення недоступності неізольованих струмопровідних частин, попереджувальні сигналізація, знаки та написи, застосування малих напруг, захисне розділення електромереж, вирівнювання потенціалів);
- 2) ТСЗЗ при переході напруги на металеві нормально неструмопровідні частини електроустановок (захисні заземлення, занулення, вимикання);
- 3) електрозахисні засоби та запобіжні пристосування [15].

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Забезпечення пожежної безпеки — це один із важливих напрямків щодо охорони життя та здоров'я людей.

Основною причиною пожеж у приміщеннях, де використовуються ЕОМ є в основному короткі замикання, які виникають внаслідок неправильного монтажу або експлуатації електроустановок, старіння або пошкодження ізоляції. Струм короткого замикання залежить від потужності джерела струму, відстані від джерела струму до місця замикання та виду замикання. Великі струми замикання викликають іскріння та нагрівання струмопровідних частин до високої температури, що може викликати займання ізоляції провідників та горючих будівельних конструкцій, які знаходяться поряд [14].

Ще однією причиною є струмові перевантаження, що виникають при ввімкненні до мережі додаткових споживачів струму або при зниженні напруги в мережі. Тривале перевантаження призводить до нагрівання провідників, що може викликати займання ізоляції [14].

Дим являє собою велику кількість видимих найдрібніших твердих та (або) рідинних часточок незгорівших речовин, що знаходяться в газах у завислому стані. Він викликає інтенсивне подразнення органів дихання та слизових оболонок (сильний кашель, сльозотечу тощо). Крім того, у задимлених приміщеннях внаслідок погіршення видимості сповільнюється евакуація людей, а часом провести її зовсім неможливо [14].

#### **4.4 Характеристика та розрахунок захисного заземлення електроустановок**

Захисне заземлення – допоміжне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, що можуть виявитися під напругою. Мета захисного заземлення – знизити напругу дотику між корпусом електроустановки і землею до 42В, і менше що там виникає в

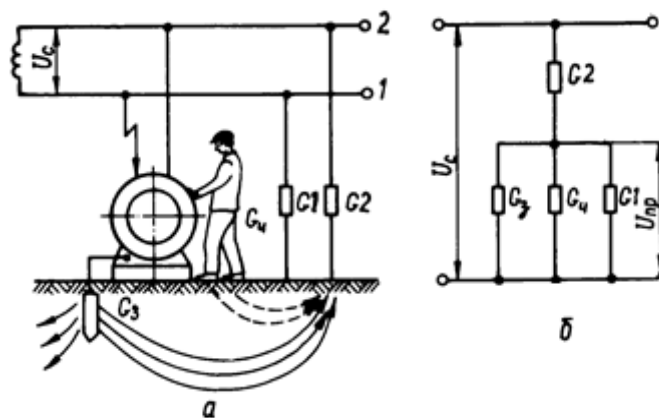
						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

результаті ушкодження чи пробою ізоляції струмоведучих частин. Захисне заземлення варто відокремити від робітника і заземлення для захисту від розрядів статичної та атмосферної електрики [16].

Робоче заземлення – допоміжне з'єднання з землею нейтральних точок обмоток генераторів, силових і вимірювальних трансформаторів, дугогасних апаратів та інших ланцюгів з метою забезпечення нормальної роботи електроустановок. Заземлення для захисту від розрядів статичної й атмосферної електрики здійснюється для відводу цих зарядів у землю [16].

Розглядається принцип роботи захисного заземлення. На рисунку 4.1,а показано ситуація дотику людини до заземленого корпусу електроустановки, на якому з'явилася напруга, а на рисунку 4.1,б – її еквівалентна електрична схема [16].

Спочатку визначається значення напруги дотику  $U_{\text{дот}}$ , що прикладається до людини при дотику її до заземленого корпусу, з одного боку, і до ніг, з іншого, а потім значення струму  $I$ , що протікає через людину в цьому ланцюзі [16].



*a* – схема дотику; *б* – еквівалентна електрична схема заземленої електроустановки

**Рисунок 4.1 – Дотик людини до заземленого корпусу електроустановки**

					Арк.
					50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

## ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи було проведено розробку автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях й програмного забезпечення для неї.

Подібні системи широко використовуються у великих оранжереях та на виробництві, але саме для використання у невеликих домашніх оранжереях подібних систем небагато і вони досить дорогі. Розроблена система повністю виконує поставлені перед нею завдання – здійснює моніторинг основних параметрів мікроклімату (температури повітря, вологості повітря, вологості ґрунту, освітленості), автоматизовано керує освітленістю та температурою повітря.

Функціональні можливості спроектованої системи дозволяють застосовувати її в домашніх умовах для вирощування різноманітних рослин, в тому числі екзотичних, для яких будь-яке відхилення від нормальних умов може стати критичним.

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Термогірометр Volcraft MS-10 [електронний ресурс] – Режим доступу [www. URL: https://bt.rozetka.com.ua/ua/196587525/p196587525/](https://bt.rozetka.com.ua/ua/196587525/p196587525/)
2. Прилад НТС-2 [електронний ресурс] – Режим доступу [www. URL: https://bt.rozetka.com.ua/ua/82249317/p82249317/](https://bt.rozetka.com.ua/ua/82249317/p82249317/)
3. Вологомір ґрунту МГ-44 [електронний ресурс] – Режим доступу [www. URL: http://standart-m.com.ua/izmeritelnye-pribory/vlagomery/vlagomer-grunta-pochvy-mg-44?mova=uk](http://standart-m.com.ua/izmeritelnye-pribory/vlagomery/vlagomer-grunta-pochvy-mg-44?mova=uk)
4. Розробка функціональної схеми Arduino Uno і елементна база [електронний ресурс] – Режим доступу [www. URL: https://andriy1024.github.io/home-protector/menu/elementbase.html](https://andriy1024.github.io/home-protector/menu/elementbase.html)
5. Модуль датчика вологості і температури DHT-11 [електронний ресурс] – Режим доступу [www. URL: https://wiki.tntu.edu.ua/Модуль\\_датчика\\_вологості\\_і\\_температури\\_DHT-11](https://wiki.tntu.edu.ua/Модуль_датчика_вологості_і_температури_DHT-11)
6. Основи світлотехіки [електронний посібник] – Режим доступу [www. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/ЕНП%20Основи%20світлотехіки/Основи%20світлотехіки\\_елпосібник/page12.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/ЕНП%20Основи%20світлотехіки/Основи%20світлотехіки_елпосібник/page12.html)
7. Підключення фоторезистора до Arduino [електронний ресурс] – Режим доступу [www. URL: https://androidas.ru/shema-podklyucheniya-fotorezistora-k-arduino-kak-primenyat-fotorezistory-fotodiody-i-fototranzistory/](https://androidas.ru/shema-podklyucheniya-fotorezistora-k-arduino-kak-primenyat-fotorezistory-fotodiody-i-fototranzistory/)

						Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

8. Структура і використання мікроконтролерів [електронний посібник] – Режим доступу www. URL: [http://www.8ref.com/18/referat\\_186555.html](http://www.8ref.com/18/referat_186555.html)
9. Команди в програмуванні Arduino [електронний ресурс] – Режим доступу www. URL: <https://arduinovadym.neocities.org/commands.html>
10. Закон України «Про охорону праці» [Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669] – Режим доступу www. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>
11. Електротравматизм та дія електричного струму на організм людини [електронний ресурс] – Режим доступу www. URL: <https://infopedia.su/4x32fe.html>
12. Дія електромагнітного поля радіочастот на організм людини, рівні допустимого опромінення [електронний ресурс] – Режим доступу www. URL: [https://studopedia.su/13\\_34176\\_dIya-elektromagnItnih-polIv-radIochastot-na-organIzm-lyudini-rIvnI-dopustimogo-opromInennya.html](https://studopedia.su/13_34176_dIya-elektromagnItnih-polIv-radIochastot-na-organIzm-lyudini-rIvnI-dopustimogo-opromInennya.html)
13. Інструкція з охорони праці, техніки безпеки, пожежної безпеки при роботі з персональним комп'ютером [Наказ №62, 11.03.1997 про «Охорону праці»] – Режим доступу www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062206-97#Text>
14. Організація безпечної експлуатації електрустановок [електронний ресурс] – Режим доступу www. URL: <http://um.co.ua/7/7-15/7-156637.html>
15. Електрозахисні засоби і організаційно-захисні міри на підприємстві [електронний ресурс] – Режим доступу www. URL: <https://studfile.net/preview/5740635/page:4/>
16. Захисне заземлення електрустановок [електронний ресурс] – Режим доступу www. URL: <http://studies.in.ua/ru/ohrana-truda-zaporozhec-ai/1248-126-zahisne-zazemlennya-elektroustanovok.html>

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		





## ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломної роботи було проведено розробку автоматизованої системи керування мікрокліматом в домашніх оранжереях й програмного забезпечення для неї.

Подібні системи широко використовуються у великих оранжереях та на виробництві, але саме для використання у домашніх умовах та в маленьких теплицях подібних систем небагато і вони досить дорогі. Розроблена система повністю виконує поставлені на неї завдання, є відносно дешевою.

Функціональні можливості спроектованої системи дозволяють застосовувати її в домашніх умовах для вирощування різноманітних екзотичних рослин, для яких будь-яке відхилення від нормальних умов може стати критичним.

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

# Додатки

## ДОДАТОК А

### **Програмне забезпечення для системи моніторингу мікроклімату в теплиці та керування освітленням на основі мікроконтролера Atmega328PU**

```
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_PCD8544.h>
#include "DHT.h"

#define DHTTYPE DHT11

int pinDHT11 = 13;
int pinSoilMoisture = A0;
int pinPhotoresistor = A2;

#define LED_TEMP 5
#define LED_MOISTURE 6
#define LED_LIGHT 7

#define TEMP_DETECT 20
#define MOISTURE_DETECT 1000
#define LIGHT_DETECT 250

int buttonPinL = A4; // номер входу, підключений до кнопки лампи
int relayPinL = 2; // номер виходу реле лампи
int buttonPinV = A3; // номер входу, підключений до кнопки вентилятора
int relayPinV = 3; // номер виходу реле вентилятора
boolean currentButtenL = 0; // поточний стан кнопки лампи
```

```

boolean currentButtenV = 0; // поточний стан кнопки вентилятора
boolean lastButtenL = 0; // попередній стан кнопки лампи
boolean lastButtenV = 0; // попередній стан кнопки вентилятора
boolean relayOnL = 0; // поточний стан реле
boolean relayOnV = 0; // поточний стан реле

DHT dht(pinDHT11, DHTTYPE);

Adafruit_PCD8544 display = Adafruit_PCD8544(8, 9, 10, 11, 12);

unsigned long millisupdate = 0;

void setup() {

    Serial.begin(9600);

    pinMode(relayPinV, OUTPUT);
    pinMode(buttonPinV, INPUT);
    pinMode(relayPinL, OUTPUT);
    pinMode(buttonPinL, INPUT);

    pinMode(LED_TEMP, OUTPUT); digitalWrite(LED_TEMP, LOW);
    pinMode(LED_MOISTURE, OUTPUT); digitalWrite(LED_MOISTURE, LOW);
    pinMode(LED_LIGHT, OUTPUT); digitalWrite(LED_LIGHT, LOW);

    dht.begin();

    display.begin();

```

```

display.setContrast(60);
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(BLACK);

display.setCursor(15, 15);
display.print("Home Flower");
display.display();
delay(2000);
}

boolean debvance (boolean last) //усунення дребізгу
{
    boolean current = digitalRead (buttonPinV); // зчитування даних з
кнопки вентилятора

    if (last != current) // якщо поточний стан відрізняється від
попереднього

    {

        delay (5); // очікування 5 мілісекунд

        current = digitalRead (buttonPinV); // присвоювання поточного стану
кнопки вентилятора

        return current;

    }
}

boolean debvancel (boolean last1) //усунення дребізгу
{

    boolean current1 = digitalRead (buttonPinL); // зчитування даних з
кнопки лампи

    if (last1 != current1) // якщо поточний стан відрізняється від
попереднього

    {

```

```

    delay (5);    // очікування 5 мілісекунд

    current1 = digitalRead (buttonPinL); // присвоєння поточного стану
кнопки лампи

    return current1;

}

}

void loop()

{

    if (millis() - millisupdate > 5000)

    {

        millisupdate = millis();

        display.clearDisplay();

        display.setCursor(5, 0);

        display.print("Home Flower");

        // отримання даних з DHT11

        float h = dht.readHumidity(); //вимірювання вологість

        float t = dht.readTemperature(); //вимірювання температуру

        display.setCursor(5, 10);

        if (isnan(h) || isnan(t))

        {

            Serial.println("Помилка");

            display.print("airH= error");

        }

        else

        {

            Serial.print("Вологість повітря: "); Serial.print(h);

Serial.print(" %\t");

            Serial.print("Температура: "); Serial.print(t); Serial.println(" *C

");

```

```

    display.print("airH="); display.print(h); display.print("%");
    display.setCursor(5, 20);
    display.print("airT="); display.print(t); display.print("C");
}

    display.setCursor(5, 30);
int val0 = analogRead(pinSoilMoisture);
Serial.print("Вологість ґрунту= ");
Serial.println(val0);
display.print("soilM=");
display.print(val0);
display.setCursor(5, 40);
int val2 = analogRead(pinPhotoresistor);
Serial.print("Освітлення= ");
Serial.println(val2);
display.print("Light=");
display.print(val2);

display.display();
if (val0 > MOISTURE_DETECT)
    digitalWrite(LED_MOISTURE, HIGH);
else
    digitalWrite(LED_MOISTURE, LOW);
if (t > TEMP_DETECT)
    digitalWrite(LED_TEMP, HIGH);
else
    digitalWrite(LED_TEMP, LOW);
if (val2 < LIGHT_DETECT)
    digitalWrite(LED_LIGHT, HIGH);

```



```

else

    digitalWrite(LED_LIGHT, LOW);

}

{

    currentButtenV = debvance (lastButtenV); // передавання функції
дребезгу значення по замовчуванню LOW

    if (lastButtenV == LOW && currentButtenV == HIGH) // перевірка стану
кноки вентилятора

    {

        relayOnV = !relayOnV; // інвертування значення реле вентилятора

    }

    lastButtenV = currentButtenV; // переприсвоєння минулого стану
кнопки вентилятора

    digitalWrite(relayPinV, relayOnV); // включення або виключення реле
вентилятора

    currentButtenL = debvancel (lastButtenL); // передавання функції
дребезгу значення по замовчуванню LOW

    if (lastButtenL == LOW && currentButtenL == HIGH) // перевірка стану
кноки лампи

    {

        relayOnL = !relayOnL; // інвертування значення реле лампи

    }

    lastButtenL = currentButtenL; // переприсвоєння минулого стану
кнопки лампи

    digitalWrite(relayPinL, relayOnL); // включення або виключення реле
лампи

    delay (2); // чекаємо 2 мілісекунди

}

}

```