

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Обслуговування

комп'ютерних систем і мереж»

Група: 4КС-57

Дипломний проект

**здобувача освіти денної форми навчання
КС.57.23.000. ДП**

***ЧЕРНИША
АРТЕМА
ОЛЕГОВИЧА***

**м. Одеса
2024 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

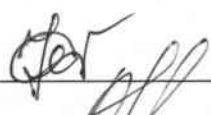
Група 4КС-57

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

***Проектування автоматизованої системи управління кліматичними
показниками для промислового об'єкту***

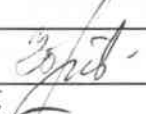
Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 13 сторінках та
графічного (презентаційного) матеріалу на 16 аркушах (слайдах).

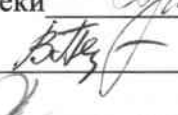
Дипломник  (Черниш А.О.)

Керівник  (Скорнякова О.В.)

Консультанти:

з економічного розділу  (Іванченко В.С.)

з розділу охорони праці та техніки безпеки  (Чорновол Н.І.)

з нормоконтролю  (Петрашова В.І.)

старший консультант  (Кривченко Ю.В.)

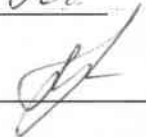
До захисту допущений

Голова циклової комісії  (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділенням  (Скорнякова О.В.)

Захист «18» 06 2024 р. Протокол ЕК № 2

Оцінка ЕК 5 (відмінно) 90%

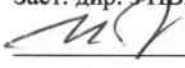
Секретар ЕК 

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ і ПІ
Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"
Освітньо-професійна програма «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НРП

 Беркань І.В.

“ 18 ” 01 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект

Здобувачеві освіти Чернишу Артему Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) _____

Проектування автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту

затверджена наказом по коледжу від “ 02 ” 11 2024 р. № 244-А2-08

2. Термін здачі здобувачем освіти закінченого проекту 10.06. 2024

3. Вихідні дані до проекту _____

Організація контролю за вимірюванням температури, вологості, за рівнем освітлення. Популярні готові рішення систем клімат-контролю. Програмовані плати Arduino. Структура плати Arduino Uno. Датчики систем клімат-контролю - датчики вологості та температури DHT11 та DHT22. Датчик реального часу DS1307. Дисплей LCD 2004. Модуль PCF8574. Датчик освітлення GL5528. Програма моделювання схем Proteus VSM. Інтегроване середовище Arduino IDE.

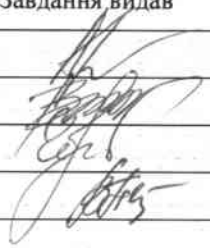
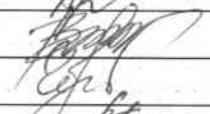
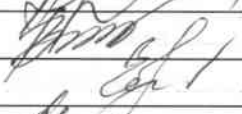
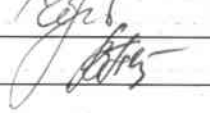
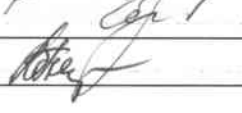
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1. Основний розділ. 2. Економічний розділ. 3. Розділ безпеки та охорони праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) _____

Слайд 1 – Титульний слайд (тема, розробник, керівник роботи). Слайд 2 – Вступ. Слайд 3 – Завдання до роботи. Слайд 4 - Вимоги до системи. Слайд 5 - Структурна схема автоматизованої системи управління кліматичними показниками. Слайд 6 – Призначення створюваної системи. Слайд 7,8,9 - Вибір елементної бази. Слайд 10,11 - Підключення датчиків до плати Arduino UNO. Слайд 12,13,14 - Алгоритми роботи системи схема підключення елементів в Proteus. Слайд 15 - Схема автоматизованої системи змодельованої у Proteus. Слайд 16 – Висновки. Слайд 17 – Дякую за увагу.

6. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що стосується їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основний розділ	Скорнякова О.В.		
Економічний розділ	Іванченко В.С.		
Розділ охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		
Старший консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник

Скорнякова О.В.

Завдання прийняв до виконання

Черниш А.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Огляд літератури. Огляд існуючих рішень	20.02.2024	
2.	Формування кінцевого завдання на розробку. Вступ.	01.03.2024	
3.	Основний розділ. Огляд існуючих рішень	20.03.2024	
4.	Вибір елементної бази. Вибір плати Arduino Uno	10.04.2024	
5.	Розробка алгоритму та управляючої програми	17.04.2024	
6.	Економічний розділ. Проведення розрахунків щодо економічної доцільності розробки	01.05.2024	
7.	Виконання розділу «Безпеки та охорони праці»	15.05.2024	
8.	Виконання графічної частини дипломного проекту	22.05.2024	
9.	Підготовка до попереднього захисту, підготовка до захисту	01.06.2024	
10.	Підготовка доповіді та презентації для захисту	10.06.2024	
11.	Отримання рецензії, відповіді на зауваження рецензента	до 19.06.2024	
12.	Захист роботи	до 30.06.2024	

Дипломник

(підпис)

Керівник проекту

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Огляд предметної області.....	8
1.2 Вибір платформи для проектування.....	13
1.3 Вибір датчиків та виконавчих пристроїв.....	21
1.4 Розробка структурної схеми системи та алгоритмів.....	33
1.5 Створення програмного забезпечення.....	46
2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	53
3 РОЗДІЛ З БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	59
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста при розробці даного програмного комплексу.....	59
3.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.....	60
3.3 Вимоги до організації робочого місця працівника.....	61
3.4 Електробезпека.....	62
3.5 Пожежна безпека.....	63
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
ДОДАТОК1. Функціональна схема автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту.....	68
ДОДАТОК 2. Текст програми.....	69
ДОДАТОК 3. Слайди презентації.....	77

ВСТУП

У сучасному світі автоматизація впливає майже на всі сфери нашого життя. Людей оточують пристрої з автоматичними функціями, такі як ліфти, автоматичні двері, світлофори та побутова техніка. Більшість людей сприймають роботу такого обладнання як природну частину повсякденного життя і не замислюються про те, наскільки складні процеси лежать в основі виробництва та функціонування цього обладнання. Автоматизація ж стала першорядною на підприємствах. Зі збільшенням виробничих потужностей і ускладнення технології управління виробництвом створюються і застосовуються спеціальні засоби автоматизації, здатні управляти технологічними процесами без участі людини.

Складність створення ефективних систем управління технічним процесом призвела до поділу автоматизації на більш вузькі профілі. Автоматизація виробництва харчових продуктів, автоматизація хімічного виробництва, автоматизація сільського господарства, транспортування тощо. Останнім часом з'явилися системи автоматизації на основі обчислювальних пристроїв – мікроконтролерів та мікропроцесорів.

Метою даного дипломного проекту є проектування автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту.

Об'єктом дослідження дипломної роботи є автоматичний контроль та управління за станом кліматичних показників в приміщенні, а предметом дослідження – автоматизована система управління кліматичними показниками для промислового об'єкту.

В ході написання роботи потрібно вирішити такі задачі:

- проаналізувати існуючі аналоги створюваної системи, визначити особливості їх функціонування, з'ясувати їх переваги та недоліки; провести огляд технологій, що можуть бути використані для проектування таких систем та на основі отриманих даних визначити інструменти, які доцільно використати у подальшій розробці;

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДІП ІІЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		6

- визначити вимоги, що пред’являються до системи та оптимальні кліматичні показники для обраного промислового об’єкту;
- розробити та описати структурну та функціональну схеми системи управління кліматичними показниками для промислового об’єкту;
- представити та описати схему з’єднання компонентів автоматизованої системи;
- представити програмний код та алгоритми роботи автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об’єкту;
- представити економічні розрахунки, що демонструють доцільність створення системи;
- розглянути питання безпеки та охорони праці.

Дипломний проект складається з трьох розділів. В основному розділі дипломного проекту проаналізовано існуючі аналоги та технічні рішення системи, визначено особливості їх функціонування; проведено огляд технологій, що можуть бути використані для проектування таких систем і визначено інструменти, які доцільно використати у подальшій розробці. На основі такого аналітичного огляду було визначено вимоги, що пред’являються до системи та оптимальні кліматичні показники для обраного промислового об’єкту, яким обрали теплицю. Вибрано елементну базу, розроблено структурну та функціональну схеми системи управління кліматичними показниками для теплиці, представлено схему з’єднання компонентів автоматизованої системи. За допомогою програми PROTEUS VSM було змодельовану схему програми та виконана симуляція роботи системи, яка довела працездатність створеної системи. Розроблено програмний код та алгоритми роботи автоматизованої системи управління кліматичними показниками. У другому розділі проведені необхідні економічні розрахунки, які доводять економічну доцільність розробки. Третій розділ присвячено питанням безпеки та охорони праці.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДІП ІІЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		7

1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд предметної області

В останні роки набули популярності автоматизовані системи контролю споживання енергії та мікроклімату будівлі, включаючи функції опалення, вентиляції та кондиціювання повітря.

У багатьох розроблених комерційних зразках таких систем здійснюється продовження контролю та компенсації параметрів внутрішньої та зовнішньої температури, температури холодоагенту, вологості повітря та швидкості руху повітря, освітленості, запиленості та смогливості повітря та інших мікрокліматичних параметрів. Вони використовують технології, які збирають і обробляють великі потоки даних у реальному часі, а також реалізують прогнозне моделювання.

Мікроклімат замкнутого простору характеризується комплексом таких фізичних факторів, як температура, вологість, потік повітря, атмосферний тиск, освітлення, газовий склад повітря (кисень, вуглекислий газ, аміак, сірководень), механічні домішки (пил, мікроорганізми) [1].

Основними показниками клімату виробничого (промислового) приміщення є контрольовані параметри: температура, рівень вологості повітря, вуглекислий газ та освітлення. Ці показники можуть змінюватися протягом усього робочого дня або зміни.

Мікроклімат (погодні умови) виробничого середовища істотно впливає на фізичний стан працівників і зміну їх працездатності протягом робочого дня. Показники температури, відносної вологості, швидкості руху повітря і теплового випромінювання нагрітих поверхонь характеризують клімат внутрішнього середовища виробничих приміщень. Під час роботи люди термічно взаємодіють із виробничим середовищем.

За оптимальних мікрокліматичних умов терморегуляція підтримує постійну внутрішню температуру тіла працівника (36,6°C). Кількість теплоти, що

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		8

утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі — від мікрокліматичних умов виробничого середовища.

Повернення тепла відбувається через випромінювання та випаровування води з поверхні шкіри. Чим нижча температура і чим швидше рухається повітря, тим більше тепла виділяє ваше тіло. При високих температурах значна кількість тепла втрачається на випаровування. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни і мінеральні солі. Внаслідок дегідратації порушується обмін речовин [1,2].

Вологість має величезний вплив на здоров'я та продуктивність. Висока вологість знижує віддачу тепла через випаровування. Зменшення вологості покращує процес тепловіддачі. Однак при занадто низькій вологості відбувається пересихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Для забезпечення прийнятних параметрів мікроклімату на виробництві впроваджується механізація важкої праці, обов'язкові припливно-витяжна вентиляція з механічними приводами, додаткове кондиціювання повітря. Відповідно до ДСН 3.3.6042-99 «Гігієнічні норми мікроклімату промислових приміщень» фізіологічно оптимальна відносна вологість повітря становить від 40 до 60 %, допустима — не більше 75 % [1, 2].

Тепловіддача від поверхні шкіри залежить від швидкості руху повітря у виробничій камері. У жарких промислових приміщеннях з температурою повітря +35 ° С рух повітря сприяє підвищенню тепловіддачі через організм. Збільшення швидкості повітря при низьких температурах призводить до гіпотермії.

При різкій зміні температури в приміщенні, де тече холодне повітря (протяг), терморегуляція організму значно порушується, що може спричинити застуду.

Здатність організму адаптуватися до погодних умов важлива, але не нескінченна. Верхня межа терморегуляції для людини в стані спокою становить 30-31 °С при відносній вологості повітря 85%, або 40 °С при відносній вологості

					КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		9

повітря 30%. Для важких пологів ця межа значно нижча, і рівноважний стан (комфортний стан) підтримується, коли температура становить від 12 до 14 °С.

Завданням роботодавця є створення оптимальних або прийнятних мікрокліматичних умов на робочому місці для збереження здоров'я працівників [2].

Оптимальні показники - це комплекс мікрокліматичних факторів, який за умов тривалого і систематичного впливу на людину створює приємне теплове відчуття і підтримує нормальний тепловий стан організму, не напружуючи механізми терморегуляції.

Допустимі мікрокліматичні умови - це сукупність мікрокліматичних факторів, які можуть викликати дискомфорт і зміну теплового стану організму в умовах, яким людина піддається довгостроково і систематично, але швидко усуваються і нормалізуються при навантаженні. Дослідження механізмів терморегуляції в рамках фізіологічної адаптованості.

Комфортність здоров'я працівників забезпечується правильним співвідношенням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря.

Зараз доступно багато систем контролю мікроклімату. Велика кількість кліматичних комплексів різних типів і розмірів наповнює світовий ринок. Системи контролю мікроклімату використовуються не тільки в житлових і промислових будівлях, а й в автомобільних і сільськогосподарських будівлях. Системи контролю мікроклімату включають системи від термометрів, термогігрометрів і метеостанцій до систем розумного будинку [3].

Метеостанція являє собою універсальний настінний або настільний прилад, що визначає стан мікроклімату всередині приміщення та погодні умови зовні. Рисунок 1.1 ілюструє метеостанцію від компанії La Crosse WS6825 з виносним датчиком для дому [4].

Дана система не контролює мікроклімат приміщення, а лише виконує інформаційну функцію, тобто надає інформацію щодо стану навколишнього середовища. Метеостанції, котрі оснащені достатньою кількістю датчиків задля

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		10

виміру показників погоди, більш підходять та використовуються задля інформування людини про погодні умови зовні, а саме надання даних про температуру повітря, швидкість вітру, атмосферний тиск тощо.



Рисунок 1.1. Метеостанція La Crosse

Деякі з них оснащені більшою кількістю датчиків, щоб надавати інформацію про погодні умови як у приміщенні, так і на вулиці.

Термогігрометр - це вимірювальний прилад, який може з високою точністю вимірювати температуру в приміщенні та на вулиці, відносну вологість і визначати точку роси. Завдяки своїй простоті та функціональності цифрові термогігрометри можуть використовуватися як альтернатива аналоговим вологомірам, таким як психрометри.

В даний час цифрові гігрометри широко використовуються компаніями в різних галузях, таких як державні установи, навчальні заклади та медичні установи, для моніторингу умов праці.

Рисунок 1.2 ілюструє загальний вигляд термогігрометра Testo 608-H1 [5].



Рисунок 1.2. Термогігрометр Testo 608-H1

Термогігрометр складається з термометра, який вимірює температуру, і гігрометра, який вимірює вологість у приміщенні. Пристрій складається з основного корпусу з цифровим датчиком, вбудованим в електронну плату, який вимірює температуру та вологість навколишнього повітря. Ми також виготовляємо моделі, які поєднують в собі основний блок і зовнішній датчик. Цей прилад дуже поширений в медичних і фармацевтичних установах.

Термогігрометри використовуються для вимірювання та контролю температури і вологості в фармацевтичних закладах, лабораторіях і холодильниках. Внутрішні датчики розташовані на корпусі пристрою та вимірюють температуру та вологість навколишнього середовища навколо пристрою. Зовнішній датчик розташований в окремому корпусі і з'єднаний з основним корпусом за допомогою гнучкого кабелю.

Перераховані вище системи та пристрої відносяться до систем кондиціонування повітря. Проте будь-яка метеостанція чи термогігрометр не вимірюють і не контролюють усі параметри навколишнього середовища, а навіть надають лише інформацію про стан параметрів навколишнього середовища.

І такі системи не є вирішенням проблеми контролю та управління мікрокліматом на промислових об'єктах, де пред'являються різні вимоги до умов повітря та оптимальні значення кліматичних показників.

Наприклад, у теплицях, які відносяться до спеціальних промислових приміщень для найефективнішого вирощування сільськогосподарських культур та розсади, та представляють собою споруду захищеного ґрунту зі світлопроникним куполом і направлене на зменшення впливу погодних умов на рослини і збільшення врожаю. В таких промислових приміщеннях важливо забезпечувати можливості для провітрювання з метою збереження балансу температур та організації правильної циркуляції повітря. Це дозволить овочам правильно дихати та запобігатиме їх згоранню під палючим сонцем. Автоматизовані системи на таких об'єктах мають забезпечувати керування роботою підсистем вентиляції, нагріву або зволоження повітря, управління

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		12

підсистемою контролю освітленості робочої зони у відповідності з часом або порою року.

Схожі вимоги до виробничих складських приміщень, у яких, наприклад, зберігаються овочі. Автоматизовані системи також мають забезпечувати можливості для управління вентиляцією, температурою та вологістю.

Структура таких систем залежить від площі приміщення, параметрів, які контролюються та наявності спектру виконавчих пристроїв, їх типів, надійності та ресурсозатратності.

Автоматизовані системи реалізуються на базі мікроконтролерів або мікропроцесорів. Враховуючи сучасні тенденції, для реалізації моделі своєї буде обрано плату з сімейства Arduino.

1.2 Вибір платформи для проектування

Arduino - це апаратна обчислювальна платформа, основними компонентами якої є плата введення/виведення та середовище розробки мови обробки/проектування. Це інструмент для розробки електронних пристроїв (електронних конструкторів), які є більш взаємодіючими з навколишнім фізичним середовищем, ніж традиційні персональні комп'ютери, які фактично не виходять за межі віртуальності.

Ця платформа використовується для створення фізичних систем з використанням програмного та апаратного забезпечення, яке може сприймати та реагувати на зміни в навколишньому середовищі [6].

Плата Arduino складається з мікроконтролера Atmel AVR і елементів для програмування та інтеграції з іншими пристроями. Багато плат мають лінійні стабілізатори напруги +5 В або +3,3 В. Тактування здійснюється кристалічним резонатором на частоті 16 або 8 МГц. Мікроконтролер має вбудований завантажувач, тому зовнішній програматор не потрібен.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		13

Arduino використовується для створення електронних пристроїв, які отримують сигнали від різних цифрових і аналогових датчиків, які можна підключати для управління різними запущеними пристроями.

Проекти пристроїв на основі Arduino можуть працювати незалежно або взаємодіяти з програмним забезпеченням на вашому комп'ютері (таким як Flash, Processing, MaxMSP тощо).

Ви можете зібрати дошки самостійно або придбати їх комплектом.

Середовище розробки з відкритим кодом можна завантажити безкоштовно. Оригінальна плата Arduino виробляється Smart Projects. На даний момент доступно 20 різних версій плат, що відрізняються характеристиками мікроконтролера та кількістю аналогових і цифрових виходів. Материнські плати Arduino є відкритими і можуть бути модифіковані безкоштовно. Тому будь-який виробник плати може створювати аналоги плати Arduino або вносити модифікації в саму плату, не кажучи вже про свободу конфігурації набору [6,7].

Плати Arduino відрізняються не тільки розміром, але і кількістю виводів і можливістю підключення так званих «карт-щитів». «Shield» - це підтип плати розширення, яка підключається до Arduino. Ці карти розширення підключаються до Arduino через контактні роз'єми, приєднані до карти. Існує ряд інтегрованих плат, які забезпечують структурно надійне з'єднання плат процесора та плат розширення в стек за допомогою контактних проводів.

Сторонні виробники виробляють багато різних типів датчиків і виконавчих пристроїв, які сумісні один з одним і певною мірою з процесорними платами Arduino. Сторонні виробники також випускають комплекти електромеханічних елементів (двигуни, електромагніти тощо), які призначені для роботи з платами Arduino (зазвичай через спеціальні плати «драйвери»).

Arduino — це корисний інструмент для створення власних дизайнів. Мова програмування для пристроїв Arduino заснована на C/C++ і скомпільована з бібліотекою AVR-Libc, що дозволяє використовувати всі її функції. На даний момент це найзручніший спосіб програмування пристроїв на мікроконтролері.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		14

Передача програм здійснюється через USB (програміст не потрібен), який також є відкритим кодом і зручний, оскільки ви можете писати власні програми замість тих, які надає сама Arduino [6].

Суть технології полягає в тому, що вона дозволяє звичайному комп'ютеру в реальному часі почати «відчувати» простір. Досягається це датчиками, які за допомогою різних шляхів передають інформацію про навколишнє середовище, на основі якої комп'ютер може приймати самостійні рішення про управління контролюючими пристроями. Arduino може взаємодіяти з великою кількістю систем, як на РС, так і на мобільних пристроях, що робить її універсальною. Всі роз'єми у плат максимально стандартизовані, програмне забезпечення доступне для безкоштовного скачування. Arduino, допомагає заощадити гроші, адже не доведеться купувати дорогі рідкісні комплектуючі у відомих брендів.

У концепцію Ардуіно не входить корпусних або монтажних деталей. Розробник вибирає метод установки і механічного захисту процесорних плат та компонентів розширення самостійно.

Arduino може приймати цифрові і аналогові сигнали з різних пристроїв і має можливість керування різними виконуваними модулями. Спрощує процес роботи з мікроконтролерами і має ряд незаперечних переваг перед іншими пристроями [8,9]:

- низька вартість. Плати Arduino відносно дешеві в порівнянні з іншими платформами. Деякі готові модулі мають вартість менше 50 доларів. Найдешевшу версію можна зібрати вручну.
- кросплатформеність. З Arduino можна працювати на системах під управлінням ОС Windows, Mac OS і Linux.
- просте і зрозуміле середовище програмування. Середовище розробки спроектоване для новачків, не знайомих з розробкою програмного забезпечення. Однак це не заважає досвідченим користувачам створювати і досить складні проекти. Середовище являє собою додаток, що включає в себе редактор коду, компілятор і спеціальний модуль для прошивки плати. Мова програмування, що

використовується в Arduino, є реалізацією Wiring, тобто це C / C ++, доповнений деякими бібліотеками.

– можливість апаратного розширення. Можливості плат Arduino можна розширити за допомогою особливих мікросхем - shields.

Переваги сімейства контролерів Arduino полягають у наступному [9]:

1. Arduino є платформою прототипування електроніки з відкритим вихідним кодом, заснована на гнучких, легких у використанні апаратних засобах і програмному забезпеченні. Він призначений для художників, дизайнерів, любителів і всіх, хто зацікавлений у створенні інтерактивних об'єктів або середовищ.

2. Arduino може відчувати навколишнє середовище отримуючи вхідні дані від різних датчиків і може вплинути на своє оточення, контролюючи лампи, двигуни та інші пристрої. Мікроконтролер на платі програмується з використанням мов програмування Arduino (на підключення) і розвитку навколишнього середовища Arduino (для основи обробки). Arduino-проекти можуть бути автономними або спілкуватися з програмним забезпеченням, яке працює на комп'ютері.

3. Плати можуть бути побудовані самостійно або придбані попередньо зібраними; програмне забезпечення можна завантажити безкоштовно. Апаратні еталонні конструкції (CAD-файли) доступні під відкритою ліцензією і Ви можете адаптувати їх для власних потреб.

4. Arduino побудований навколо ідеї, що студенти будуть використовувати його як уже готовий ППЗ: є отримані дані з датчиків, є код, а треба зробити щонебудь з цим. Може бути, вони навіть не писатимуть код, а вирізатимуть і вставлятимуть його, щоб почати. Плати розширення, що встановлюються на платформи, урізноманітнюють функціональність Arduino для управління різними пристроями та отримання даних тощо.

Серед найбільш поширених плат - Arduino UNO, Arduino Mega 2560, Arduino Nano [6-13].

Arduino UNO — плата, створена на базі мікроконтролера ATmega328.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		16

Платформа включає в себе 14 цифрових входів і виходів, 6 аналогових входів, кварцевий генератор 16 МГц, порт USB (дозволяє завантажувати код безпосередньо з комп'ютера без програматора), порт живлення і кнопку скидання. Щоб платформа працювала, живлення постійного струму має подаватись через порт USB або адаптер живлення. Його зображення наведено на рисунку 1.3, характеристика у таблиці 1.1.



Рисунок 1.3. Arduino UNO – вигляд зверху та знизу

Таблиця 1.1. Характеристика плати Arduino UNO

Параметр	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Вхідна напруга (рекомендований)	7-12В
Вхідна напруга (граничне)	6-20В
Цифрові Входи / Виходи	14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ виходів)
Аналогові входи	40 mA
Постійний струм через вхід / вихід	50 mA
Флеш-пам'ят	32 КБ з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем
ОЗУ	8 КБ
Незалежна пам'ять	4 КБ
Тактова частота	16 MHz

Arduino Mega 2560 — плата, створена на базі мікроконтролера ATmega2560. Платформа має 54 цифрових входу та виходу, 16 аналогових входів, кварцевий генератор 16 МГц, порт USB (дозволяє завантажувати код безпосередньо з комп'ютера без використання програматора), порт живлення та кнопку скидання. Для роботи платформи потрібне живлення постійного струму через порт USB або адаптер живлення. Зображення наведено на рисунку 1.4, характеристика у таблиці 1.2.



Рисунок 1.4. Arduino Mega – вигляд зверху та знизу

Стандартними та найпопулярнішими стандартними моделями Arduino є Uno та Leonardo. Він має 20 входів і виходів і повністю сумісний з усіма існуючими екранами. Мікроконтролер – ATmega. Наступна серія ArduinoMega включає моделі Mega, Mega2560 і Arduino ADK. Ці плати мають великий розмір і кількість функцій, мають 70 входів і виходів і мікроконтролер AVR.

Таблиця 1.2. Характеристика плати Arduino Mega

Параметр	Значення
Мікроконтролер	ATmega2560
Робоча напруга	5В
Вхідна напруга (рекомендований)	7-12В
Вхідна напруга (граничне)	6-20В
Цифрові Входи / Виходи	54 (14 з яких можуть працювати також як виходи ШІМ)
Аналогові входи	16
Постійний струм через вхід / вихід	50 mA
Флеш-пам'ят	256 КВ (з яких 8 КВ використовуються для завантажувача)
ОЗУ	8 КВ
Незалежна пам'ять	4 КВ
Тактова частота	16 MHz

Дві інші серії, ArduinoNano і ArduinoMini, містять по 20 входів і виходів, причому старішою версією мікроконтролера є ATmega168, а новішою версією є ATmega328. ArduinoNano є меншою версією стандартної плати Arduino з міні-USB, тоді як ArduinoMini ще менший і не має USB взагалі.

Це моделі офіційного виробника, також на даний час існує багато сумісних з Arduino плат інших виробників.

Створена на основі мікроконтролера Arduino, але з більш продуктивним мікропроцесором, за рахунок якого покращується продуктивність системи.

Наприклад, ChipKit Uno32. До складу набору входить плата на базі мікроконтролера PIC32MX320F128H з робочою частотою 80 МГц. Плата виконана у форм-факторі Arduino UNO і підтримує підключення різних дочірніх плат і плат розширення Arduino з напругою живлення 3.3 В.

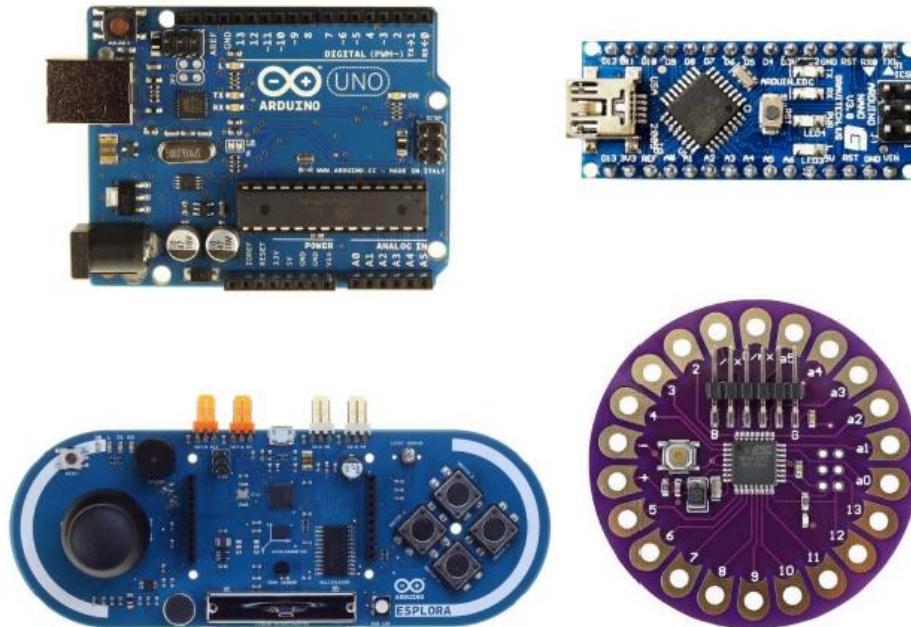


Рисунок 1.5. Різні версії платформи Arduino

Для розробки ПО використовується модифікована версія середовища програмування Arduino зі стандартними програмними бібліотеками, які також були перероблені з метою підтримки chipKIT. На платі встановлені всі необхідні зовнішні компоненти і роз'єм інтерфейсу USB, від якого також можливе живлення плати. Зображення наведено на рисунку 1.6, характеристика у таблиці 1.3.

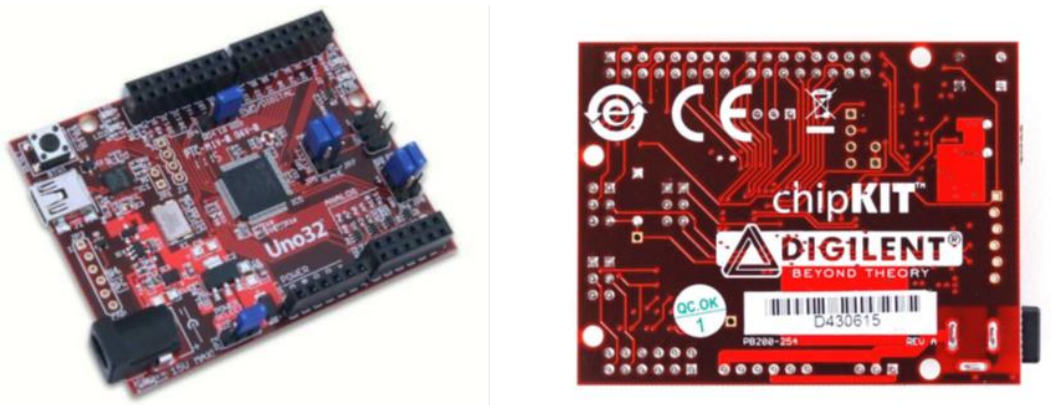


Рисунок 1.6. ChipKIT Uno32– вигляд зверху та знизу

Raspberry PI – однопалатний комп'ютер малих розмірів, створений як бюджетна система, але в майбутньому отримав широке використання і популярність.

Розроблений англійською компанією Raspberry Pi Foundation. Велика частина моделей Raspberry Pi поширюється повністю зібраними на чотиришаровій друкованій платі розміром приблизно з банківську карту (моделі A і A +, Zero і ZeroW виконані в інших форм-факторах).

Таблиця 1.3. Характеристика плати ChipKIT Uno32

Параметр	Значення
Мікроконтролер	PIC32MX320F128H
Робоча напруга	3.3В
Вхідна напруга (рекомендований)	7-15В
Вхідна напруга (граничне)	20В
Цифрові Входи / Виходи	42
Аналогові входи	12
Постійний струм через вхід / вихід	75 mA
Флеш-пам'ят	128 KB
ОЗУ	16 KB
Тактова частота	80 MHz

У стандартний комплект поставки входить тільки сам міні-комп'ютер. Корпус, блок живлення і карту пам'яті необхідно замовляти окремо.

Наприклад, Raspberry PI Model B+ - Має 40 пінів, 4 USB порта, microSD пам'ять, низький рівень споживання енергії. Розробникам вдалося знизити енергоспоживання до 0,5-1Вт. Покращений форм-фактор: розроблена плата більш раціональна і зручна для роботи. Зображення наведено на рисунку 1.7, характеристика у таблиці 1.4.

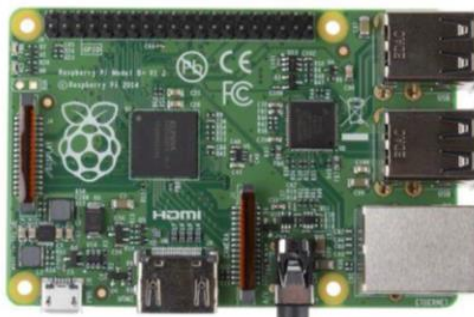


Рисунок 1.7. Raspberry PI Model B+ вигляд зверху та знизу

Отже, було розглянуто деякі мікроконтролери та мікрокомп'ютери 3-х виробників. Аналоги від ChipKit коштують на рівні мікрокомп'ютерів, до того ж у них відсутній Ethernet роз'єм, що робить їх використання економічно не вигідним.

Мікрокомп'ютери від Raspberry, мають високу продуктивність та можливості, але найдешевша з них майже у 2.5 рази дорожчий за Arduino Mega 2560 і не має Ethernet роз'єму. Версії ж з вбудованим Ethernet роз'ємом коштують приблизно у 3.3 рази дорожче.

Таблиця 1.5. Характеристика плати Raspberry PI Model B+

Параметр	Значення
Чіп	Broadcom BCM2835 SoC
Архітектура ядра	ARM11
ЦПУ	700 MHz Low Power ARM1176JZFS Applications Processor
ОЗУ	512MB SDRAM
Локальна мережа	10/100 BaseT Ethernet socket
GPIO	40-pin
Живлення	Micro USB socket 5V, 2A

Arduino Uno найдешевший з представлених варіантів, на цій платі і зупинимо свій вибір.

1.3 Вибір датчиків та виконавчих пристроїв

Наступний крок – вибір датчиків. Датчик (або сенсор, рецептор) – це пристрій, що сприймає кількісні зміни певної характеристики об'єкта, його властивість або якість, переводить їх у сигнали (аналогові або цифрові) та передає ці сигнали для подальшої обробки у мікроконтролер.

Переважна більшість об'єктів керування характеризується неперервними фізичними величинами, які поступають на вхід датчиків. Однак існують і цифрові датчики. В залежності від принципу роботи їх можна поділити на термоелектричні, напівпровідникові, терморезистивні, пірометричні, акустичні, п'єзоелектричні.

Вихідним сигналом аналогового датчика є неперервна фізична величина. В системах, що здійснюють управління кліматичними показниками в різних типах

виробничих приміщень, можуть використовуватися датчики температури та вологості, освітленості, датчики контролю рівня CO₂ та інших газів, датчики тиску, датчики вимірювання рівня сонячної радіації, датчики руху, хімічні і біохімічні датчики. Їх кількість та тип залежить від характеристик та призначення самого промислового приміщення.

Перейдемо до вибору архітектури створюваної в проекті автоматизованої системи управління кліматичними показниками. В якості промислового об'єкту буде обрано теплицю для вирощування квітів. Значить для нашої системи будуть використані датчики температури та вологості повітря.

Розглянемо особливості використання датчиків температури. Оптимальний варіант типу датчика обирається для кожної конкретної задачі в залежності від сфери застосування, вхідних параметрів, необхідної точності та вірогідної цінової категорії. І в інтернеті є у доступі достатньо інформації щодо особливостей використання та підключення таких температурних датчиків до плат типу Arduino.

Датчики температури працюють на основі різних фізичних та електронних принципів, щоб виміряти температуру навколишнього середовища чи об'єкта [22]. Існує кілька типів датчиків температури, включаючи термістори, термопари, інфрачервоні датчики та напівпровідникові датчики. Давайте розглянемо основні принципи роботи деяких із них:

- Термістори - це напівпровідникові пристрої, опір яких сильно залежить від температури. Існують два типи термісторів: NTC (негативний температурний коефіцієнт) та PTC (позитивний температурний коефіцієнт). У NTC-термісторів опір зменшується зі збільшенням температури, а PTC-термісторів - збільшується. Датчики температури на основі термісторів вимірюють опір і, знаючи залежність між опором та температурою, визначають поточну температуру;
- Термопари складаються з двох різних металевих дротів, з'єднаних в одному кінці. Коли температура одного кінця термопари відрізняється від іншого, виникає різниця в електричному потенціалі між проводами, яка називається

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		22

термоелектричною ЕРС. Ця ЕРС пропорційна різниці в температурі між кінцями термопари та може бути виміряна за допомогою вольтметра. Калібрування таблицями або рівняннями дозволяє визначити температуру виміряної ЕРС;

– інфрачервоні датчики: Інфрачервоні датчики температури (наприклад, датчики MLX90614) вимірюють інфрачервоне випромінювання об'єкта та використовують закон Стефана-Больцмана для визначення його температури. Вони мають вбудований інфрачервоний датчик та мікроконтролер для обробки даних;

– напівпровідникові датчики: Напівпровідникові датчики температури (наприклад, LM35 або DS18B20) використовують зміну електричних характеристик напівпровідника зі зміною температури. Зазвичай вони видають напругу або цифровий сигнал, який перетворюється на температурне значення відомих калібруванням.

Принцип роботи датчиків температури заснований на вимірі зміни будь-яких фізичних властивостей, які залежать від температури, та їх перетворення на електричний сигнал. Результат виміру може бути виведений у вигляді напруги, опору, цифрових даних або іншого електричного параметра, який може бути інтерпретований для отримання поточної температури [22].

Датчики вологості (або гігродатчики) призначені для вимірювання вологості у навколишньому середовищі. Існує кілька різних принципів роботи гігродатчиків, і деякі з них:

– гігродатчики на основі полімерних матеріалів: Ці датчики виготовляються з полімерних матеріалів, які змінюють свої властивості (наприклад, провідність або постійну діелектричну) залежно від вологості. Коли вологість навколишнього середовища змінюється, матеріал у датчику розширюється або стискається, що призводить до зміни його електричних характеристик. Ці зміни потім вимірюються і перетворюються на значення вологості;

– капаситивні гігродатчики: Капаситивні гігродатчики вимірюють вологість, вимірюючи зміну ємності конденсатора, що знаходиться всередині датчика.

Вологість повітря впливає на постійну діелектричну між пластинами конденсатора, що змінює його ємність. Ці зміни ємності вимірюються та інтерпретуються як рівень вологості;

– терморезистори: Гігродатчики на основі терморезисторів змінюють свій опір залежно від вологості. Вологість повітря впливає тепловідведення від 98 нагрівального елемента до навколишнього середовища, що змінює опір терморезистора. Зміни опору визначають зміни рівня вологості;

– вимірювання ваги: Деякі гігродатчики використовують метод зважування для вимірювання вологості. Вони порівнюють вагу об'єкта (наприклад, вологої та сухої землі) та визначають різницю у вазі, що дозволяє визначити вологість;

– п'єзоелектричні гігродатчики: ці датчики вимірюють зміну п'єзоелектричного сигналу при дії вологості. Вологість змінює механічну напругу всередині датчика, що впливає на його п'єзоелектричні властивості.

– оптичні гігродатчики: ці датчики вимірюють зміну оптичних властивостей матеріалу (наприклад, заломлення світла) залежно від вологості. Ефект може вимірюватися за допомогою світлового джерела та фотодетектора [22].

Але існують датчики, які поєднують функції датчика температури і датчика вологості повітря. Їх зручно використовувати у системах, які повинні містити обидва типи датчиків – дане рішення може бути легшим у застосуванні, а також економить час та кошти. Для вимірювання температури найчастіше використовуються терморезистори, опір яких змінюється відповідно до температури зовнішнього середовища. Інколи такі сенсори виконані на інтегральних мікросхемах, що значно підвищує точність вимірювань. Для вимірювання вологості найчастіше використовуються резистивні сенсори, які складаються з двох електродів на спеціальній підкладці, поверх яких нанесений шар матеріалу, опір якого залежить від вологості зовнішнього середовища.

Найбільш поширеними є DHT11 і DHT22, які є цифровими датчиками температури і вологості, що складаються з термістора (термістора) і ємнісного датчика вологості [14]. Вони легко програмуються, має високий рівень точності і

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		24

може використовуватися для широкого кола завдань. Перевагою також є низьке енергоспоживання та тривалий термін служби. Датчики DHT22 пропонують кращу швидкість і точність, тоді як DHT11 є простішим і дешевшим. Для використання в проекті візьмемо датчик типу DHT22.

Модуль датчика вологості та температури DHT22 (AM2302) призначений для вимірювання показань вологості та температури навколишнього середовища.



Рисунок 1.8. Датчики DHT11 (зліва) та DHT22 (справа) та в розрізі

Даний модуль дозволяє отримати більш точні значення і має ширший діапазон вимірюваних параметрів, ніж його молодший побратим - датчик DHT11.

Плата модуля розроблена на основі датчика AM2302. Цей модуль побудований на основі високочутливого ємнісного датчика вологості, термістора NTC і 8-розрядного АЦП. Для перетворення аналогового сигналу датчика в цифровий потрібен АЦП. Датчик відрізняється низьким енергоспоживанням і малими розмірами. Затримка передачі отриманих значень становить 2 секунди. Датчик вимірює відносну вологість навколишнього середовища від 0 до 100% і температуру від -40 до +80 °C.

Таблиця 1.6. Технічні характеристики модуля DHT22

Модель	DHT22
Напруга живлення, В	3,3...5,5
Діапазон вимірювання вологості, %	0 ... 100
Точність вимірювання вологості, %	± 2
Діапазон вимірювання температури, °C	-40...+80
Точність вимірювання температури, °C	±0.5
Час затримки, з	2
Розміри модуля, мм	38 x 16 x 10

Підключається датчик до платформи Arduino Uno або інших мікроконтролерних пристроїв за допомогою 3 виводів (VCC, GND і OUT). Через

контакт OUT на цифровий порт мікроконтролерного пристрою передаються отримані від датчика значення параметрів. Отримані від датчика дані можна переглянути у вікні монітора порту до якого він підключений (рисунок 1.9).

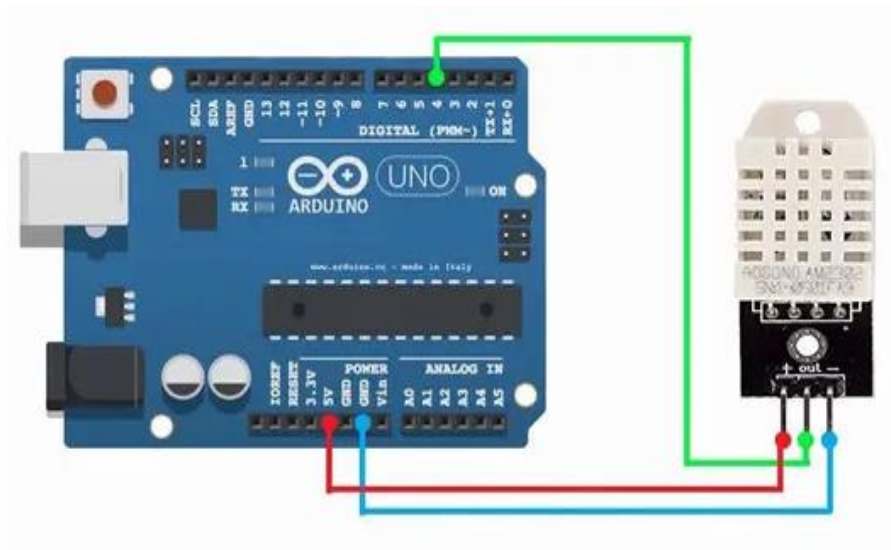


Рисунок 1.9. Схема підключення датчика DHT22 до Arduino Uno [14]

Подавати живлення на плату датчика можна від зовнішнього джерела живлення напругою 5, плати Arduino або іншого мікроконтролерного пристрою. Живлення підключається за допомогою контактів VCC (+5 В) та GND («земля») [14].

Також в системі буде використовуватися рідкокристалічний індикатор (РКІ), на який будуть виводитися показання температури та для коректної роботи підсистеми управління освітленням ще й показання поточної дати і часу.

Для збільшення кількості цифрових входів / виходів для шини I²S у даній схемі використовується модуль PCF8574. Це дозволяє управляти 8 портами введення / виведення, використовуючи при цьому лише два порти Arduino.



Рисунок 1.10. Зовнішній вигляд модуля PCF8574 [15]

Може використовуватися як інтерфейсна плата для підключення РКІ 1602, 1601, 0802 і подібних до них на контролері HD44780 так і як самостійний пристрій. Для налаштування контрастності дисплея на модулі встановлено змінний резистор. Для нормальної роботи дисплея необхідно налаштувати його контрастність [15].

При використанні модуля як розширювача портів введення/виводу слід враховувати те, що вивід P3 має інверсний вихід з відкритим колектором.

Таблиця 1.7. Технічні характеристики модуля PCF8574

Напруга живлення, В	5
Мікросхема	PCF8574T
Інтерфейс	I2C
Кількість модулів, що підключаються	8
Адреса I2C	0x3F
Розміри модуля, мм	52 x 18 x 14

Схема підключення модуля PCF8574 та РКІ до плати представлено на рисунку 1.11.

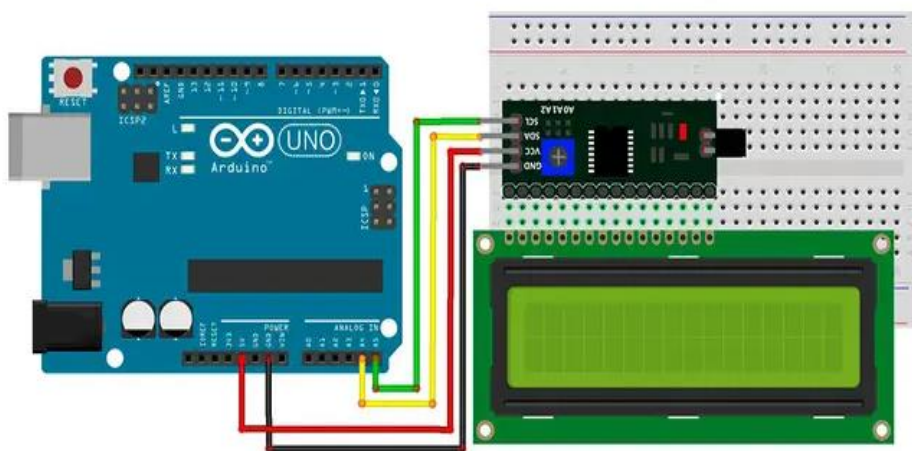


Рисунок 1.11. Схема підключення модуля PCF8574 та РКІ до Arduino Uno [15]

РКІ буде обрано дисплей LCD 2004 (рисунок 1.12), який підключається через плату розширення шини I²C інтерфейсу, побудовану на мікросхемі PCF8574. LCD 2004 являється символьним дисплеєм з розмірністю 4*20 символів. Для його живлення необхідна напруга 5 В, є можливість регулювання його яскравості та контрастності.

Для виведення поточної дати і часу в нашій розробці буде використано датчик реального часу (модель DS1307). Не обов'язково використовувати саме дану модель – датчиків реального часу існує велика різноманітність. Альтернативні найбільш популярні моделі – DS3231, DS1302. Використання такого датчика є доцільним у даній схемі, оскільки від часових інтервалів та показників часу залежатиме робота підсистеми освітлення.



Рисунок 1.12. Символьний рідкокристалічний дисплей LCD 2004 з платою розширення шини I²C [16]

Датчики реального часу (RTC) являють собою пристрої або інтегральні схеми спеціально розроблені для точного вимірювання часу і дати незалежно від зовнішніх умов [22]. Вони відіграють важливу роль у багатьох програмах, таких як комп'ютери, мережі, системи моніторингу та управління, мобільні пристрої та навіть побутова техніка. Принцип роботи RTC заснований на кількох ключових компонентах та технологіях:

- кварцовий резонатор: Основою RTC є кварцовий кристал, який має стабільну частоту коливань при змінних температурних умовах. Кварцовий резонатор використовують як точне джерело часу;
- дільник та лічильник: Вихідні сигнали від кварцового кристала спочатку піддаються поділу, щоб отримати точні часові інтервали. Потім лічильники відстежують кількість тактових імпульсів, щоб розрахувати час;

- батарейне живлення: RTC зазвичай обладнані батареєю, яка підтримує їхню роботу навіть при відключенні основного джерела живлення. Це гарантує збереження часу та дати при збоях електроживлення;
- керування та комунікація: RTC можуть мати інтерфейси для налаштування та синхронізації часу. Вони можуть бути підключені до мікроконтролерів, комп'ютерів або інших пристроїв для читання та встановлення часу;
- компенсація температурних впливів: Деякі RTC мають функції автоматичної корекції часу, враховуючи зміни температури, щоб підтримувати високу точність;
- сигнали будильника: RTC можуть бути налаштовані на генерацію сигналів будильника у певний час або дату, що робить їх корисними для будильників та систем подвійного керування.

Загальний принцип роботи RTC полягає в тому, що вони підтримують постійне відстеження часу та дати, навіть коли пристрій вимкнено або перебуває в режимі очікування. Завдяки кварцовому резонатору та батарейному живленню вони забезпечують високу точність та надійність у вимірі часу, що є критично важливим для багатьох додатків [22].

Модель, яку ми обрали, модуль DS1307, є годинником реального часу з календарем і додатковою пам'яттю NW SRAM (56 байт). Підходить для Arduino, Raspberry Pi, AVR, PIC, STM та інших мікроконтролерів із шиною I2C. Мікросхема підключається до мікроконтролера через шину I2C. Кількість днів у місяці розраховується з урахуванням високосних років до 2100 [17].

Мікросхема DS1307 містить інтегральну схему, яка визначає аварійне відключення і автоматично підключає резервний акумулятор. У той же час відлік часу продовжуватиметься, а годинник відображатиме точний час після відновлення живлення. За допомогою літієвої батареї (CR2032) модуль може працювати не менше 9 років без додаткового живлення 5 В.

Чіп також оснащений програмованим генератором прямокутних імпульсів, який може генерувати одну з чотирьох частот (1 Гц, 4096 Гц, 8192 Гц або 32768 Гц) [17].

Наступний вибір – це датчик, який буде датчик освітлення. Ріст рослин у теплиці напряму залежить від кількості світла, що отримує рослина. Для нормального повноцінного розвитку їм потрібно не менше 10-12 годин освітлення на добу. У ті дні, коли природного освітлення недостатньо, з'являється необхідність у використанні додаткових джерел світла.

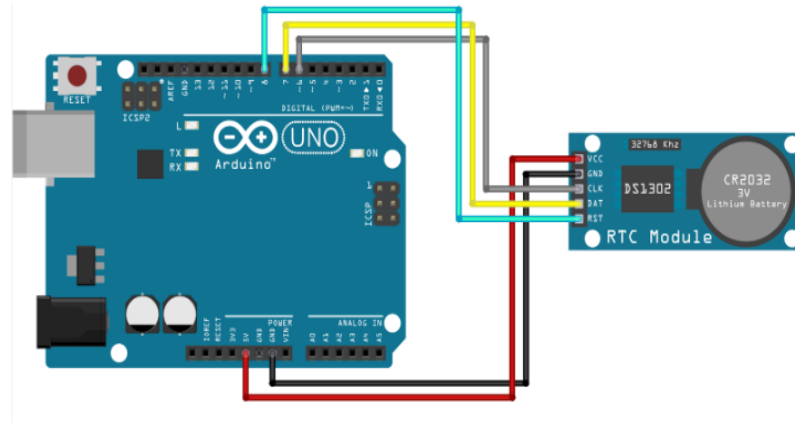


Рисунок 1.13. Схема підключення модуля DS1307 до Arduino Uno [17, 18]

Але їх цілодобове використання не є раціональним і може зашкодити рослинам, тому рекомендується його використання лише за відсутності природного світла і не більше 16 годин на добу. Датчики освітленості містять фототранзистор або фоторезистор, які відслідковують та реєструють рівень світлового випромінювання та при досягненні заданих параметрів можна налаштувати увімкнення / вимкнення додаткового освітлення.

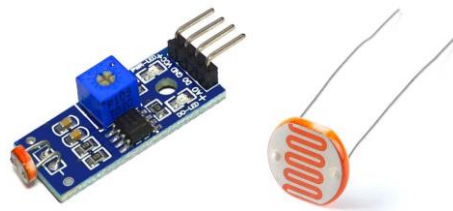


Рисунок 1.14. Модуль датчика освітлення (зліва) та фоторезистор (справа) [19]

Фоторезистори, як випливає з їх назви, безпосередньо пов'язані з резисторами, які зазвичай зустрічаються майже в усіх електронних схемах. Основною характеристикою звичайного резистора є його величина опору. Від цього залежать напруга і струм і за допомогою резисторів задають потрібний режим роботи інших компонентів.

Як правило, опір резистора суттєво не змінюється за однакових умов експлуатації. На відміну від звичайних резисторів, фоторезистори можуть змінювати свій опір залежно від рівня навколишнього освітлення. Це означає, що параметри електронної схеми постійно змінюються. Нас особливо цікавить падіння напруги на фоторезисторі. Регулюючи ці зміни напруги на аналогових виводах Arduino, ви можете змінити логіку вашої схеми та створити пристрій, який адаптується до зовнішніх умов.

Для нашої системи можна використати фоторезисторний датчик типу GL5528. Датчик GL5528 чутливий до інтенсивності світла та змінює свій опір залежно від рівня освітленості. Найбільш поширене застосування – вуличне освітлення. З фоторезистора можна зробити економну лампочку для будинку, яка світиться не за графіком, а за світлом. На основі світлових датчиків також можна створити охоронну систему, яка спрацює одразу після відкриття та підсвічування закритої шафи чи сейфа. Або, як у нашому випадку, створити систему, яка вмикатиме освітлення у теплиці, в потрібний час. Як завжди, сфера застосування будь-яких датчиків Arduino обмежена лише нашою фантазією [19,20].

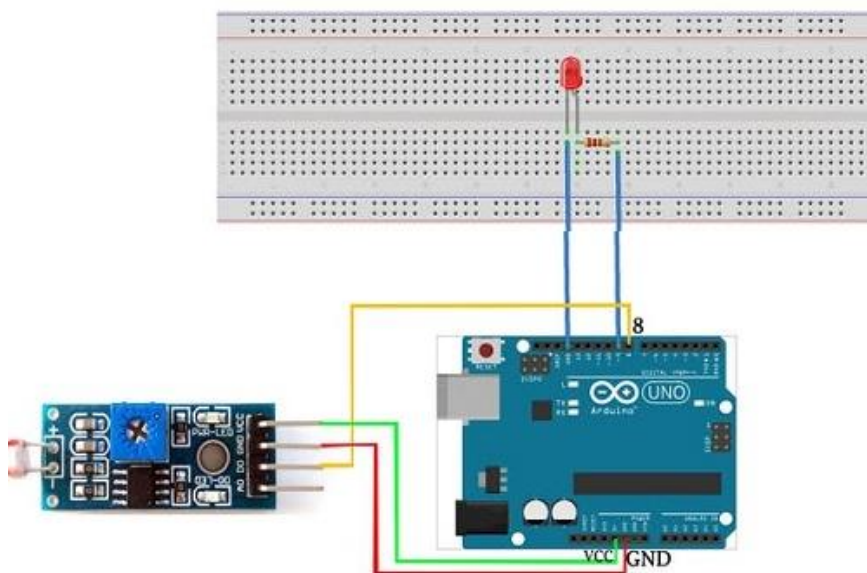


Рисунок 1.15. Схема підключення модуля датчика освітлення та фоторезистор до Arduino Uno [20]

Для друкованих плат Arduino існують спеціальні релейні модулі, призначені для управління силовим навантаженням за допомогою Arduino або інших контролерів [21]. Наприклад, в системах автоматизованого освітлення більшість світлодіодних ламп потребують напруги 220В, в той час як вихідна напруга будь-якого піну плати складає 5В.

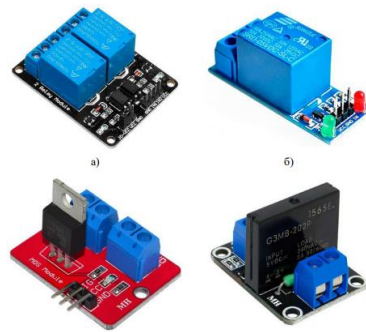


Рисунок 1.16. Модуль реле: а) Модуль 2 реле 12V з опторозв'язкою; б) Модуль 1 реле 5V; в) Модуль IRF520; г) Модуль 1 реле твердотільне [22].

Модулі реле являють собою пристрої, що використовуються для керування електричними ланцюгами, перемикання високої потужності та ізоляції сигналу керуючого від вихідного навантаження. Вони широко застосовуються у різних галузях, включаючи автоматизацію, електроніку, робототехніку та домашні проекти. Ось як вони працюють:

- конструкція реле: реле складається з електромагніту, контактів та пружини. Електромагніт надає руху контакти, перемикаючи їх між двома станами. Контакти зазвичай виготовлені з матеріалів, які добре проводять електрику, таких як мідь;
- вихідний стан (нормально відкрито або нормально закрито): залежно від конструкції реле, воно може мати вихідний стан, коли контакти знаходяться у відкритому (NO - Normally Open) або закритому (NC - Normally Closed) положенні без електромагнітного впливу;
- подача сигналу: щоб переключити стан реле, подається сигнал його електромагніт. Цей сигнал може бути постійним або змінним струмом. При

активації електромагніта створюється магнітне поле, яке притягує контакти та переводить їх у протилежний стан щодо вихідного;

– перемикання контактів: коли електромагніт активний, контакти перемикаються з вихідного стану до альтернативного.

Для нашої розробки, зокрема для організації роботи підсистеми керування освітленням можна використати модуль 1 реле 5V.

1.4 Розробка структурної схеми системи та алгоритмів

Отже, структурна схема створюваної в даному проєкті автоматизованої системи управління кліматичними показниками для теплиці матиме такий вигляд – рисунок 1.17.

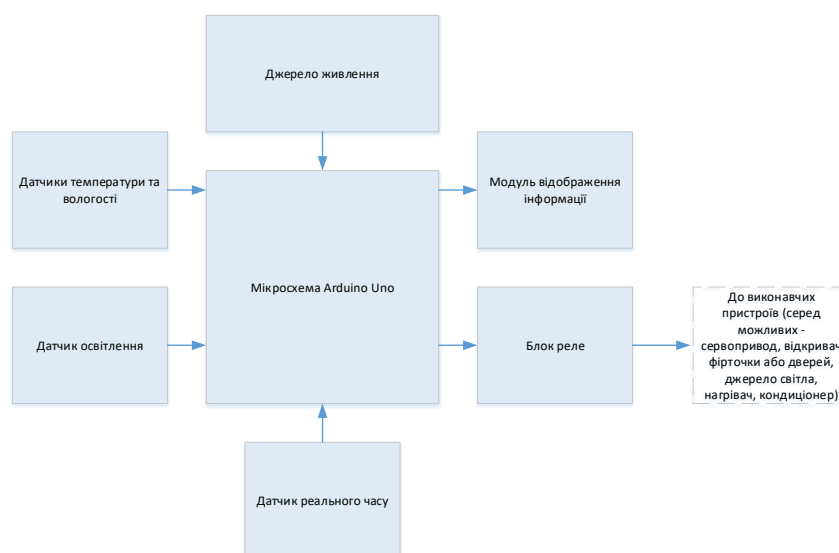


Рисунок 1.17. Структурна схема автоматизованої системи управління кліматичними показниками

Повнорозмірні плати Arduino (Duemilanove, Uno, Mega, Leonardo та ін.) мають лінійні стабілізатори напруги та роз'єми живлення. Можна підключити джерело живлення постійного струму напругою від 9 до 12 В. Енергоспоживання плати залежить від того, яка частина мікроконтролера в даний момент працює і які навантаження підключені до плати. Чим більший струм може забезпечити обраний блок живлення, тим краще, це означає що при великому навантаженні на нього він не буде перегріватися. Мінімальна вимога -250 мА, що дозволять

запустити тільки лише одну плату Arduino без підключених до неї датчиків. Краще - джерело живлення на струм від 0,5 А до 2 А.

Для живлення блоків будемо використовувати модуль автономного живлення 2А на 18650 з USB-виходом. Один блок живлення в змозі забезпечувати живлення всіх блоків системи. Модуль автономного живлення є комбінацією двох пристроїв – зарядного пристрою літієвого акумулятора і підвищувача напруги з 3В в 9В, котрий підходить для живлення 5В та 9В пристроїв: контролери Arduino, міні-комп'ютери Raspberry Pi та інших.



Рисунок 1.18. Модуль автономного живлення 2А на 18650 з USB-виходом

Модуль зберігає живлення підключеного пристрою, при відключенні самого модуля від зовнішнього живлення, виступаючи в якості автономного джерела живлення.

Характеристики:

- Тип акумулятора: 18650 Li-Ion
- Напруга, зарядного пристрою: 9 В
- Вихідна напруга: 5 В та 9 В
- Максимальна вихідний струм: 2 А
- Максимальний струм зарядки: 2 А
- Тип вхідного роз'єму: micro-USB
- Тип вхідного роз'єму: USB-A
- Захист від перевантаження і короткого замикання

Зовнішнє живлення плати здійснюємо з використанням блоку живлення з вихідною напругою 5В та струмом 2А. Вихідний роз'єм - microUSB. Може використовуватися як блок живлення для Raspberry Pi або іншої електроніки, що споживає великий струм, а також як зарядний пристрій для різних гаджетів.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		34

Характеристики:

- Вхідна напруга (змінна) 100...240 В
- Вихідна напруга (постійна) 5 В
- Вихідний струм 2 А
- Комплектація: 1х Блок живлення 5В 2А micro USB



Рисунок 1.19. Зовнішній блок живлення

Перейдемо до обговорення логіки роботи майбутньої системи, створення алгоритмів роботи та написання програмного коду.

Автоматизована система буде складатися з підсистем. Кожна виконуватиме свою функцію. Так, управління відкриванням/закриванням фірток (квартирок) або дверей, увімкненням обігріву буде здійснювати підсистема контролю за температурою в приміщенні, відповідальною за увімкнення/вимкнення поливу буде підсистема контролю за вологістю повітря, а рішення про необхідність вмикання світла буде здійснювати підсистема контролю за рівнем освітлення.

Основні функції розроблюваної системи:

- автоматичне провітрювання приміщення теплиці в залежності від температури повітря ззовні та всередині
- автоматичний обігрів теплиці.
- автоматичний полив в залежності від рівня вологості повітря.
- автоматичне вмикання / вимикання джерела світла в залежності від рівня природнього освітлення.

Змоделюємо роботу підсистем та автоматизованої системи в цілому. Для цього будемо використовувати систему PROTEUS VSM, розробником якої є компанія Labcenter Electronics.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		35

Proteus — це комерційний пакет програм класу САПР, який поєднує дві основні програми: ISIS — інструмент для проектування та налагодження електронних схем у реальному часі та ARES — інструмент для проектування друкованих плат. Починаючи з версії 7.4 програма автомаршрутизатора ELECTRA використовується як автоматичний вбудований трасувальник для ARES.

Відмінності від аналогічних спеціально розроблених програмних пакетів (наприклад, Electronics Workbench Multisim, MicroCap, Tina тощо) - у системах моделювання (інтерактивне налагодження в режимі реального часу та покрокове налагодження), розроблених для різних сімейств мікроконтролерів - 8051, PIC (Microchip) , AVR (Atmel) тощо.

Proteus включає світлодіодні та РК-дисплеї, датчики температури, годинники реального часу - RTC, кнопки, перемикачі, віртуальні порти та лічильники, а також інтерактивну графіку. Ця система дозволяє не тільки створювати електронні схеми, але й дозволяє перевіряти їх працездатність шляхом моделювання [23]. Це дає можливість побудувати повномасштабну електронну схему для розробленої в даній роботі системи.

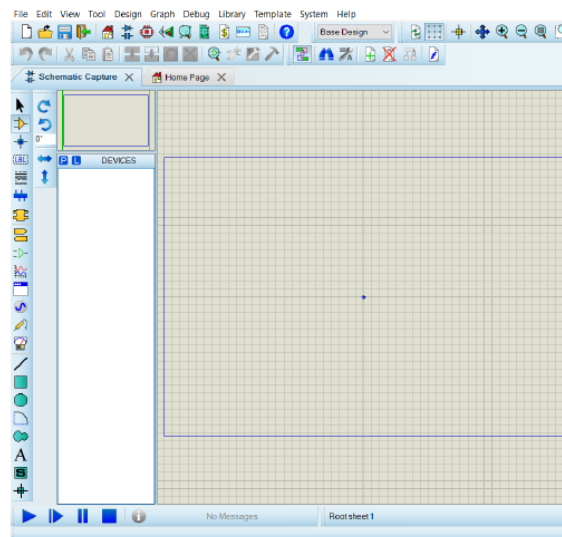


Рисунок 1.20. Головне вікно Proteus VSM

Arduino IDE є ідеальним інтегрованим середовищем розробки для написання та компіляції програмного коду. Він був створений розробниками

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		36

друкованих плат Arduino і спеціально призначений для програмування ескізів на цих платах. Це дозволяє легко писати програмний код, компілювати його та негайно завантажувати на обрану плату Arduino.

Якщо у вашій схемі використовуються пристрої, які для роботи потрібно підключити до певних бібліотек, IDE спрощує це. Середовище розробки містить безліч зразків, тож навіть новачки можуть легко розпочати роботу з Arduino.

Розглянемо особливості функціонування кожної підсистеми.

Принцип роботи підсистеми регулювання температури повітря полягає в наступному. Датчики температури розташовані зовні та всередині теплиці. Вимірювання проводять кожні 5 хвилин. Коли температура на вулиці вища, ніж усередині теплиці, сервопривод повертається на 180 градусів, і сітка всередині теплиці відкривається для вентиляції. Коли зовнішня температура падає і стає нижчою за температуру всередині теплиці, сервопривід повертається у вихідне положення і обертається в протилежному напрямку, одночасно закриваючи штору.

Кут повороту, тобто кут, під яким відкривається заслінка для провітрювання, можна налаштувати індивідуально відповідно до конкретної теплиці. Підсистема також може використовуватися для управління опаленням в закритих теплицях.

Якщо в результаті вимірювання, температура в теплиці падає до певної заданої позначки, реле включає нагрівач, а коли температура підвищиться достатньо (тобто до заданої точки), нагрівач вимикається. Це допоможе уникнути наслідків заморозків, які часто бувають навесні.

Алгоритм роботи підсистеми представлено на рисунку 1.21.

Розроблена у програмному комплексі Proteus схема представлена на рисунку 1.22. Червоні дроти підключають плату, датчики, реле та сервопривод до джерела живлення 5V, чорні – до землі, а зелені відповідають за підключення компонентів (датчиків, реле та сервопривода) до плати. Два датчики DHT22

підключаються до цифрових контактів 2 та 3 друкованої плати Arduino Uno, сервопривод – до цифрового контакту 4, реле – до цифрового контакту 7.

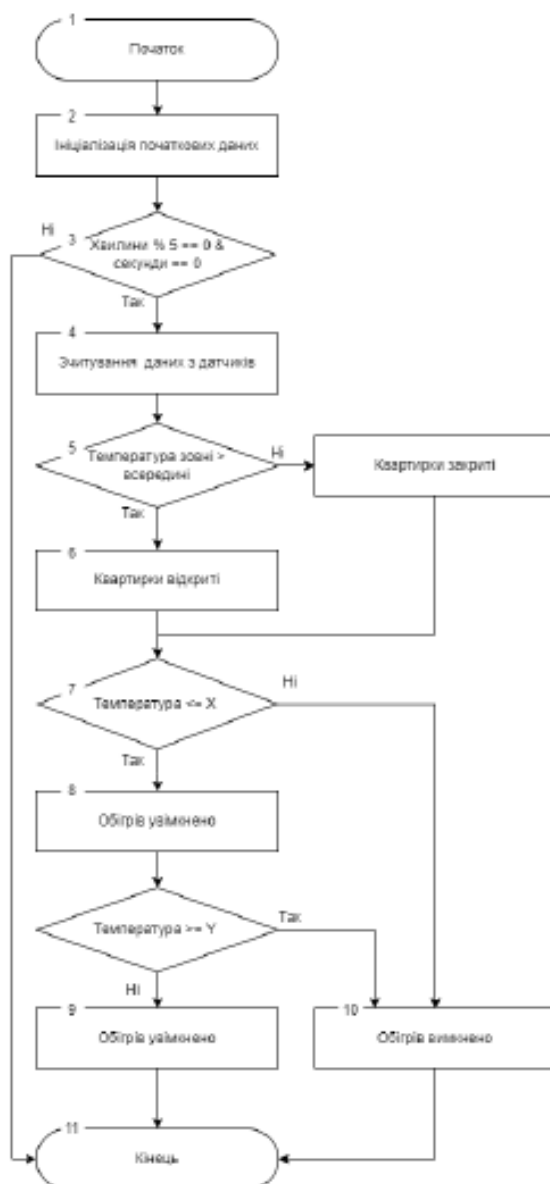


Рисунок 1.21. Алгоритм роботи підсистеми контролю за температурою повітря

Також у схемі використовується датчик реального часу (модель DS1307). Застосування таких датчиків є обов'язковим у підсистемі контролю рівня освітлення. Також рекомендується для використання в підсистемах контролю температури. Як вже було сказано, частота вимірювань датчика DHT22 становить 2 вимірювання в секунду. Щоб зменшити навантаження на плату, ми зчитуємо значення температури з датчика кожні 5 хвилин. Це в 120 разів менше, ніж

читання двічі на секунду. Цей час можна регулювати індивідуально, скорочуючи або збільшуючи інтервал вимірювання.

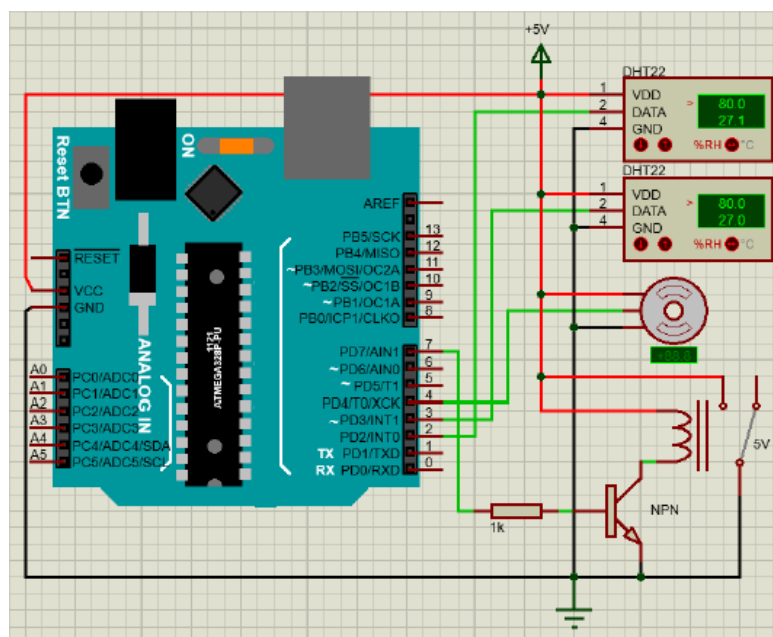


Рисунок 1.22. Схема підсистеми контролю за температурою повітря в Proteus

Контакт SDA датчика підключається до аналогового контакту A4 на платі, а контакт SCL підключається до контакту A5. Контакти VCC і GND підключені до живлення і землі відповідно.

Логіка підсистеми контролю вологості дуже проста. Датчик DHT22 вимірює як температуру, так і вологість, тому немає необхідності підключати додаткові датчики до цієї підсистеми. Використовуйте DHT22, знайдений у теплиці в попередній підсистемі.

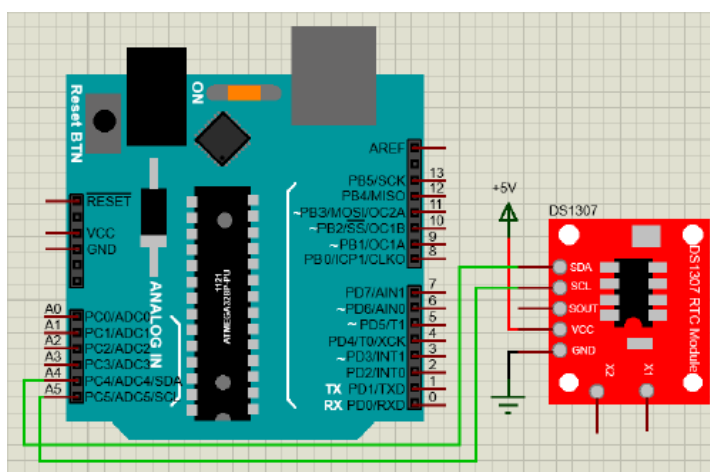


Рисунок 1.23. Схема підключення датчика DS1307 в Proteus

Кожні 5 хвилин вимірюємо вологість повітря і порівнюємо із попередньо заданими граничними значеннями. Якщо вологість всередині теплиці зменшується до 60% – реле запускає роботу помпи, а при досягненні значення 80% – зупиняє її. Алгоритм роботи підсистеми контролю за вологістю повітря представлено на рисунку 1.24.

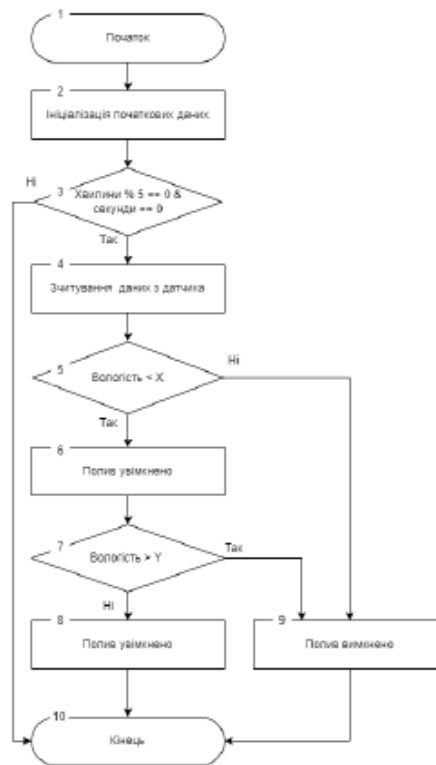


Рисунок 1.24. Алгоритм роботи підсистеми контролю за вологістю повітря

Схема цієї підсистеми контролю вологості показана на рисунку 1.25. Для зручності використовуються дроти різних кольорів. Червоний підключає плату, датчик і насос до джерела живлення 5В, чорний підключає до землі, а зелений служить для підключення компонентів (датчика і насоса) до плати. Два датчики DHT22 підключені до цифрових контактів 2 і 3 друкованої плати Arduino Uno, а насос підключено до цифрового контакту 5.

Підсистема керування освітленням включає датчики освітлення, реле та додаткові джерела світла. Плата Arduino Uno отримує та аналізує дані від датчика, а реле вмикає або вимикає додаткові індикатори на основі отриманих результатів. Програма встановлює певний поріг освітлення, нижче якого потрібно додаткове освітлення. Значення цього порогу можна регулювати відповідно до конкретних

потреб користувача (різні рослини на різних стадіях росту матимуть різну швидкість освітлення).

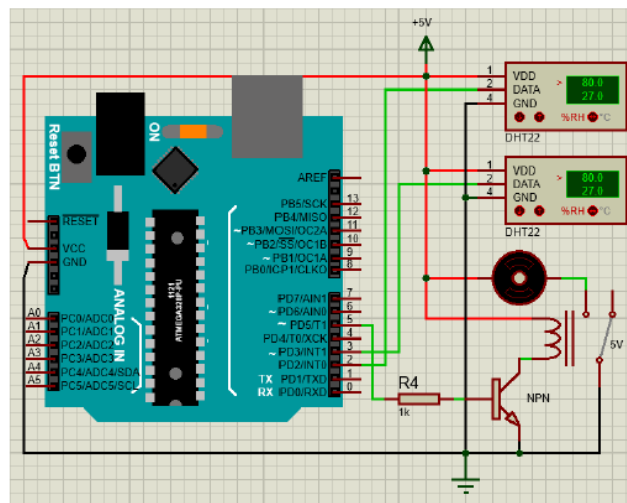


Рисунок 1.25. Схема підсистеми контролю за вологістю повітря Proteus

Вимірювання проводяться лише кожні 5 хвилин з 6 ранку до 23 вечора, оскільки рослинам для належного функціонування потрібно щонайменше шість годин темряви.

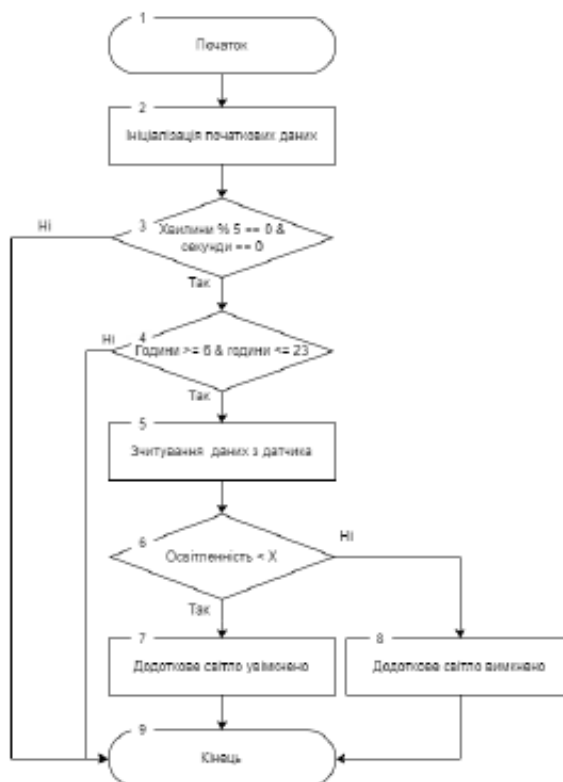


Рисунок 1.26. Алгоритм роботи підсистеми контролю за рівнем освітлення

Алгоритм роботи підсистеми контролю за рівнем освітлення представлено на рисунку 1.26. Схема цієї підсистеми наведена на рисунку 1.27. Датчик світла підключається зеленим дротом до аналогового контакту A0 друкованої плати, а реле, яке керує додатковим джерелом світла, підключається до цифрового контакту 6. Провід, що відповідає за підключення до блоку живлення 5В червоний, заземлення - чорний.

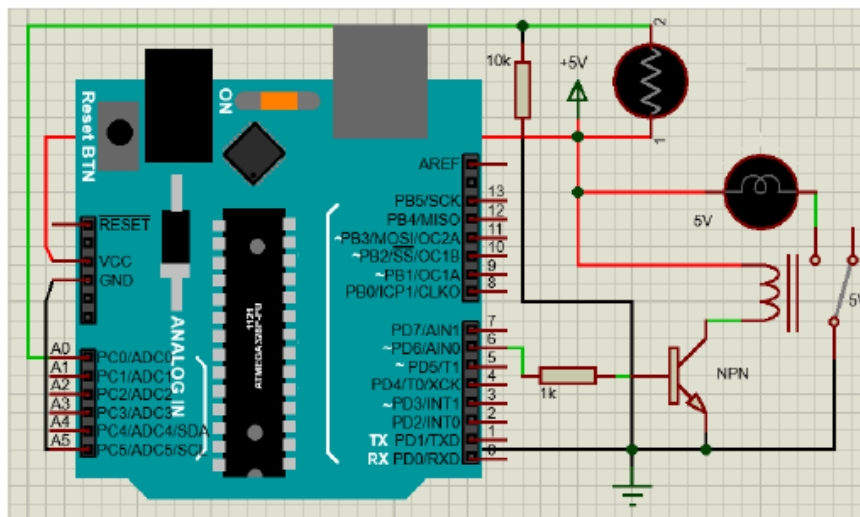


Рисунок 1.27. Схема підсистеми контролю за рівнем освітлення в Proteus

Для відображення даних підключіть рідкокристалічний дисплей (LCD) до плати Arduino. Ця схема також використовує модуль PCF8574. Вивід SDA модуля PCF8574 підключений до аналогового виводу A4 на друкованій платі, а вивід SCL підключений до виводу A5. Контакти модуля A0, A1, A2 підключені до землі, контакти P0, P1, P2, P4, P5, P6, P7 підключені до контактів модуля RS, RW, E, D4, D5, D6, D7 відповідно. Схема підключення LCD показана нижче. Червоний провід з'єднує плату та РК-дисплей із джерелом живлення 5 В, чорний провід — із заземленням, а зелений провід — з'єднує РК-дисплей, плату та модуль PCF8574.

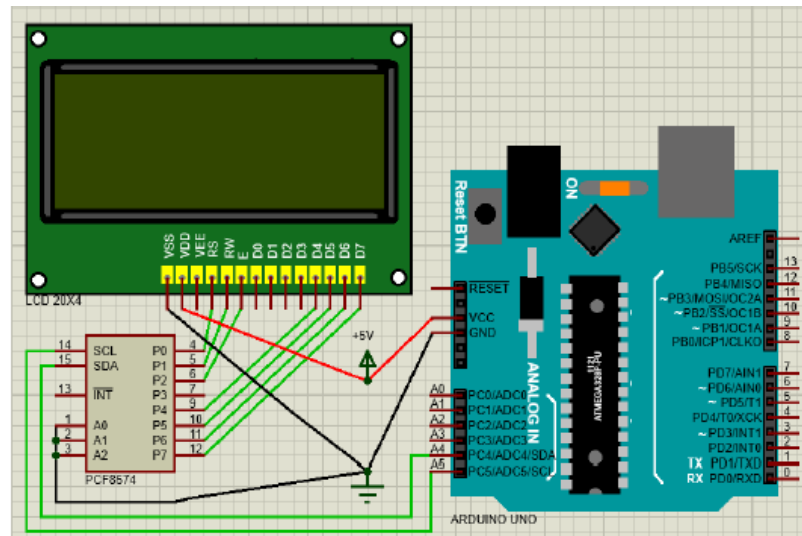


Рисунок 1.28. Підключення LCD до Arduino

При запусненому моделюванні повна схема має такий вигляд – рисунок 1.29.

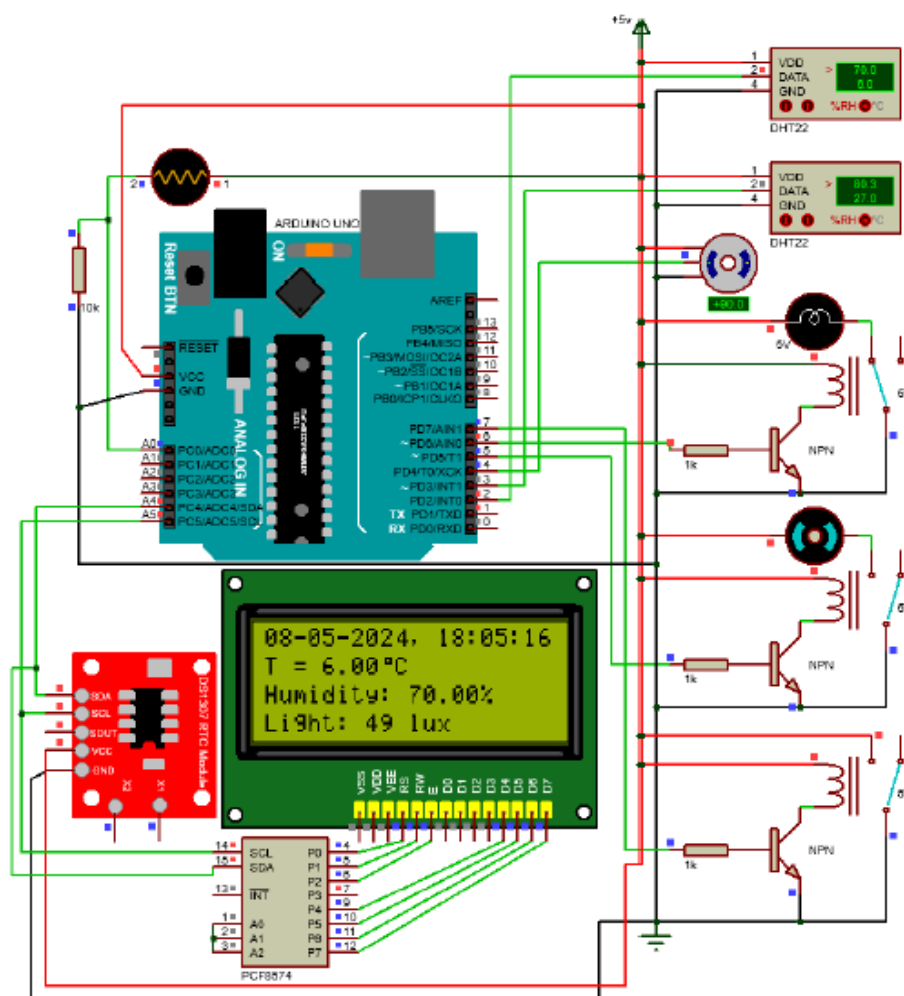


Рисунок 1.29. Схема автоматизованої системи змодельованої у Proteus

Перевіримо працездатність системи в режимі симуляції у Proteus. Почнемо з функції провітрювання. При початкових умовах, коли температура повітря в теплиці 28°C, а зовні 27°C, сервопривод знаходиться у положенні – 90.0°, а коли температура у теплиці опускається до 26°C сервопривод повертається на 180°, і фіксується у положенні 90.0°.

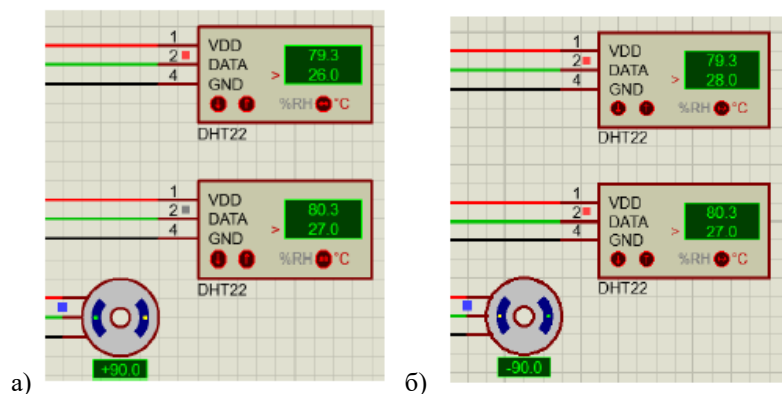


Рисунок 1.30. Початкове положення сервопривода (а) та поворот сервопривод на 180° (б)

Наступна опція – обігрів теплиці. За заданим значенням обігрів вмикається, якщо температура повітря падає нижче 5°C. На рисунку 1.31 видно, що при 6°C реле розімкнено. Коли температура повітря стає 4°C, то реле замикається і до обігрівача подається струм.

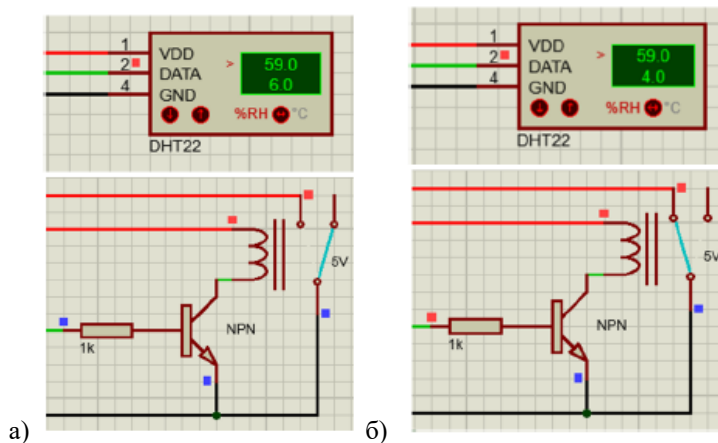


Рисунок 1.31. Обігрівач «вимкнено» (а) та положення «увімкнено» (б)

У програмі встановлено рамки, в залежності від яких вмикається та вимикається pompa (тобто здійснюється полив) – 60% та 80% відповідно (рисунок 1.32). Як можна побачити, коли pompa вимкнена і вологість повітря 70% ланцюг

розімкнений. Як тільки значення вологості опускається до 59% ланцюг замикається і помпа запускається і працює поки вологість повітря не досягне 80%.

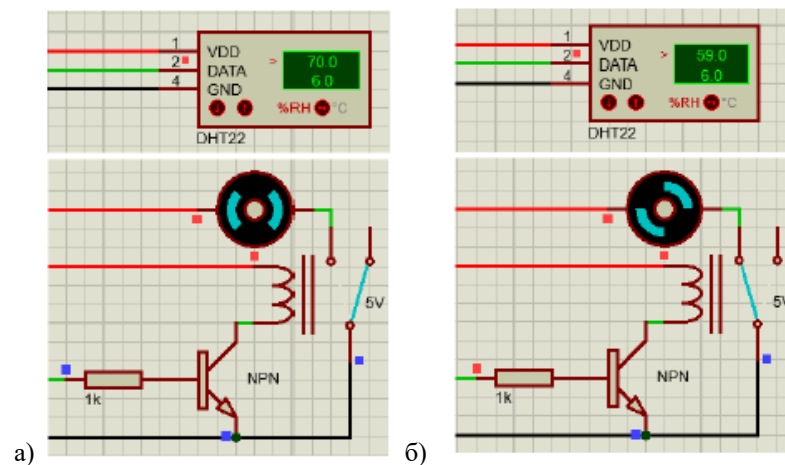


Рисунок 1.32. Полив «вимкнено» (а) та полив «увімкнено» (б)

Щодо функції освітлення. Встановлений поріг – 500 люксів. На рисунку 1.33а видно, що при освітленні 512 люксів додаткове джерело світла вимкнено. Якщо ж освітленість падає (наприклад до 93 люксів як на рисунку 1.34), реле вмикає лампу. Також на рисунку 1.33б можна побачити роботу РК-дисплею 20×4. У першому рядку розміщено дату у форматі день-місяць-рік та час у форматі години-хвилини-секунди. Наступні два рядки надають інформацію про температуру (у градусах Цельсія) та вологість (у відсотках) повітря всередині теплиці, а останній – про її освітленість (у люксах).

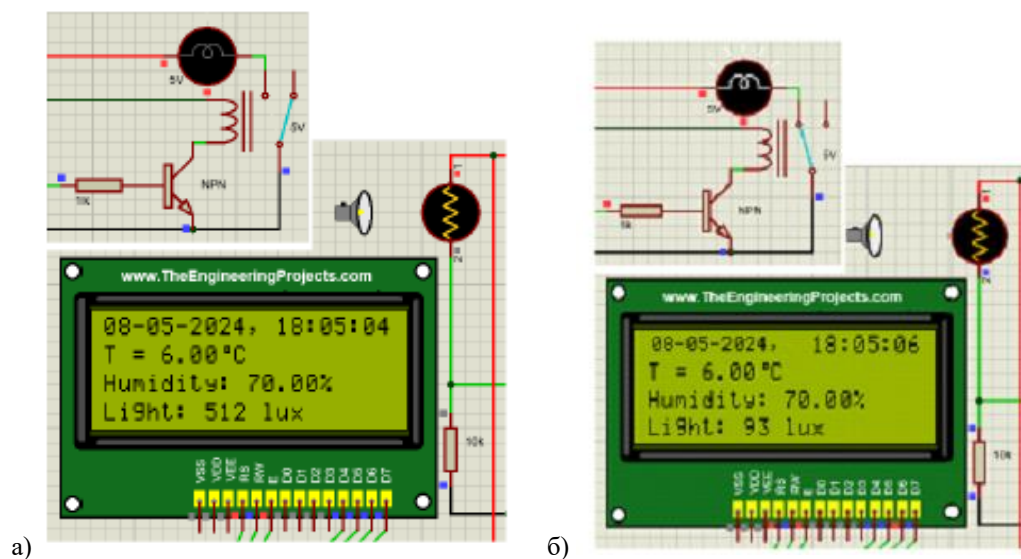


Рисунок 1.33. Додаткове джерело світла вимкнено (а) та увімкнено (б)

Симуляція доводить, що схема працює. Функціональна схема автоматизованої системи наведена у додатку 1.

1.5 Створення програмного забезпечення

Arduino IDE — це інтегроване середовище для розробки програмного забезпечення. Він містить вбудований редактор коду та спеціалізовані інструменти для програмного забезпечення робототехніки та автоматизації, зокрема: графічну оболонку для управління ресурсами проекту; текстовий редактор вихідного модуля програми; крос-компілятор; відладчик, програматор; автоматичний генератор програмного коду; термінал для роботи з послідовним інтерфейсом RS232C (USART).

Програми, що створюються в середовищі розробки Arduino, іноді ще називають скетчами. Скетчі пишуться в текстовому редакторі і зберігаються в файлах з розширенням .ino [25]. Вбудований текстовий редактор має стандартні інструменти копіювання, вставки, пошуку і заміни тексту. Область повідомлень у вікні програми є, свого роду, зворотним зв'язком для користувача і інформує його про події (в тому числі і про помилки), що виникають в процесі запису або експорту написаного коду [26]. Консоль відображає у вигляді тексту потік вихідних даних середовища Arduino, включаючи всі повідомлення про помилки та ін.

Завантажувач активізується на кілька секунд після перезавантаження пристрою, після чого він запускає на виконання останній завантажений в контролер скетч. Можливості Arduino IDE:

- сумісність з будь-платою Arduino;
- використовує мову програмування C ++;
- можливість працювати з декількома документами;
- функції збереження, експорту, пошуку і заміни текстового коду;
- багато довідкової інформації на офіційному сайті розробника;
- містить необхідні параметри для управління зовнішніми пристроями;

— наявність текстового редактора, компілятора і модуля для установки нових прошивок плати.

Переваги:

- зручні елементи управління;
- середовище розробки написана на Java;
- невисокі системні вимоги;
- швидке завантаження скетчу в Arduino;
- володіє відкритим вихідним кодом;
- можливість створювати прошивки для мікроконтролерів;
- велика кількість готових прикладів для початківців програмістів;
- сумісність середовища розробки Arduino IDE з ОС Windows, Linux та ін.

Бібліотеки Arduino — це програмний код у зовнішніх файлах, які ви можете встановити та включити у свої ескізи. Ця бібліотека зберігає різні методи та структури даних, необхідні для спрощення роботи датчиків, індикаторів, модулів та інших компонентів. Бібліотеки значно полегшують роботу над проектом, оскільки ви можете зосередитися на основній логіці програми, не витрачаючи час на безліч дрібниць [26].

Сьогодні величезна кількість бібліотек викладено в інтернеті, де їх можна легко завантажити, причому абсолютно безкоштовно. З точки зору файлової системи бібліотека являє собою каталог, який містить певні папки. Під час компіляції і збірки проекту Arduino IDE автоматично включає в код ті класи, структури даних і методи з бібліотек, які включені і використовуються в скетчі. Таким чином, єдине, що нам потрібно зробити - це виставити в свій код відповідні інструкції, попередньо переконавшись, що потрібна бібліотека встановлена.

Встановити бібліотеку можна двома способами — за допомогою засобів Arduino IDE і вручну. Щоб встановити бібліотеку за допомогою засобів Arduino IDE потрібно зайти в меню Скетч — Підключити бібліотеку — Додати .Zip бібліотеку [26]. Для того щоб підключити бібліотеку, потрібно написати всього один рядок на початку скетчу: `"#include<файл.h>"`.

Розроблюване програмне забезпечення для Arduino складається з декількох блоків: блок початкової установки змінних; обов'язкова функція `setup()`; обов'язкова функція, що виконує основну роботу, `loop()`; додаткові функції.

Програмний код для нашої розробки було розроблено в програмі Arduino IDE.

Для кожного із зазначених завдань до дипломного проектування, а саме провітрювання, обігрів, полив, освітлення, була написана відповідна однойменна функція, кожна з яких забезпечує правильне функціонування системи.

```
void ventilation(float temp1, float temp2) {  
    // якщо температура зовні вище, ніж всередині теплиці, відкриваємо квартирки  
    if (temp2 > temp1) {  
        engine.write(180);  
    }  
    else {  
        engine.write(0);  
    }  
}
```

Функції *ventilation* передається два параметри типу *float*. Оператор *if-else* перевіряє задану умову (температура зовні > температура всередині) і на основі результатів перевірки встановлюється кут повороту сервоприводу функцією *write()*. Значення, що передається функції – кут повороту у градусах.

```
void heating(float temp) {  
    // якщо температура менше вказаного значення - вмикаємо обігрів  
    if (temp <= 5) {  
        digitalWrite(HEATER_RELAY, HIGH);  
    }  
    if (temp >= 10) {  
        digitalWrite(HEATER_RELAY, LOW);  
    }  
}
```

}

Функції *heating* передається параметр типу *float*. Двома операторами *if* перевіряються вказані умови, за умови виконання яких функцією *digitalWrite()* на пін реле подається напруга *HIGH (5V)* або *LOW (0)*. Перший параметр функції – пін друкованої плати Arduino, до якого підключене реле, другий – значення напруги.

```
void irrigation(float humidity) {
```

```
// якщо вологість повітря зменшується до 60% - запускаємо роботу помпи
```

```
// при досягненні вологості повітря значення 80% - зупиняємо роботу помпи
```

```
if (humidity < 60) {
```

```
digitalWrite(PUMP_RELAY, HIGH);
```

```
}
```

```
if (humidity > 80) {
```

```
digitalWrite(PUMP_RELAY, LOW);
```

```
}
```

```
}
```

Функції *irrigation* та *lighting* побудовані аналогічно функції *heating*. Але у функції *lighting* присутня перевірка реального часу оператором *if* і наступна частина функції виконується лише якщо задана умова виконується. Змінній *illumination* присвоюється значення, зчитане функцією *analogRead()* з вказаного аналогового піна.

```
void lighting() {
```

```
// якщо освітлення менше вказаного значення - вмикаємо додаткове джерело світла
```

```
// (лише з 6 години ранку до 23 години вечора)
```

```
if (time.Hours >= 6 & time.Hours <= 23) {
```

```
illumination = analogRead(photoresistor);
```

```
if (illumination < 500) {
```

```
digitalWrite(LED_RELAY, HIGH);
```

					КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		49

```

    }
    else {
        digitalWrite(LED_RELAY, LOW);
    }
}

```

За відображення даних на РК-дисплеї відповідає функція *data_display*. Їй передається три параметри – два типу *float* і один типу *int*.

```
void data_display(float temperature, float humidity, int light) {
```

```

    LCD.setCursor(0, 0);
    LCD.print(time.gettime("d-m-Y, H:i:s"));
    LCD.setCursor(0, 1);
    LCD.print("T = ");
    LCD.print(temperature);
    LCD.write(0);
    LCD.print("C");
    LCD.setCursor(0, 2);
    LCD.print("Humidity: ");
    LCD.print(humidity);
    LCD.print("%");
    LCD.setCursor(0, 3);
    LCD.print("Light: ");
    LCD.print(light);
    LCD.print(" lux");
}

```

Функцією *setCursor()* задається позиція курсора на РК-дисплеї (параметри – номери стовпця та рядку). Далі функцією *print()* на екран виводиться дата – результат функції *time.gettime()*.

Для того, щоб відобразити на дисплеї температуру було створено користувацький символ градуса (°). Для цього спочатку було оголошено змінну *degree* типу *byte*:

```
byte degree[8] = {B00111, B00101, B00111, B00000,  
B00000, B00000, B00000, B00000}; // символ градуса
```

Далі всередині функції *setup* було використано функцію *createChar()*. Її перший параметр – номер створюваного символу (можна створити від 0 до 7 користувацьких символів).

```
LCD.createChar(0, degree); // створення користувацького символу
```

Для того, щоб вивести створений символ використовується функція *write()*, у яку передається номер символу.

Перед виконанням програми необхідно імпортувати потрібні бібліотеки, а саме:

- DHT.h – для керування датчиком DHT22;
- Servo.h – для керування сервоприводом;
- iarduino_RTC.h – для керування датчиком реального часу DS1307;
- LiquidCrystal_I2C – для керування LCD.

Для цього використовується директива *#include*, а назва бібліотеки зазначається у кутових дужках.

```
// підключення бібліотек
```

```
#include <DHT.h>
```

```
#include <Servo.h>
```

```
#include <iarduino_RTC.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

У програмному коді використовується директива *#define*, за допомогою якої задаються імена номерам пінів, через які до друкованої плати підключаються компоненти (реле, датчики).

Функція *setup* містить ініціалізацію датчиків температури повітря та вологості, RTC-модуля, LCD, початкове положення реле та сервопривода, а також

встановлення за допомогою функції *pinMode()* режима роботи піна як входу (*INPUT*) або як виходу (*OUTPUT*). Також при першому запуску тут треба зазначити поточні дату і час, при подальших компіляціях цей рядок можна закоментувати.

```
// встановлюємо поточні дату та час при першому запуску  
// (секунди, хвилини, години, число, місяць, рік, день тижня)  
time.settime(55, 4, 18, 8, 5, 23, 1);
```

Для отримання даних з датчиків DHT22 використовуємо функції *readHumidity()* та *readTemperature()*.

```
// показники температури та вологості повітря всередині теплиці
```

```
humidity1 = dht1.readHumidity();  
temperature1 = dht1.readTemperature();  
if (isnan(humidity1) || isnan(temperature1)) {  
  Serial.println("Failed to read indicators.");  
  return;  
}
```

Повний текст програми представлено у Додатку 2.

2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Тема даного проекту є проектування автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту, який представляє собою теплицю.

У даному розділі визначається вартісна оцінка розробленої системи управління кліматичними показниками. Спочатку визначаємо калькуляцію розробленої системи укрупненим методом через вартість покупних комплектуючих елементів і виробів, для визначення якої складаємо перерахування елементів і виробів на основі відомості специфікацій по формі, приведених в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Розрахунок відомості покупних комплектуючих елементів

Найменування, тип, модель	Один. виміру	Норма витрат на виріб	Ціна, грн.	Вартість комплектуючих
Arduino Uno	шт..	1	196	196
Датчик температури та вологості DHT22	шт..	2	124	248
Модуль I ² C типу PCF8574AT	шт..	1	35	35
Дисплей Arduino LCD 2004	шт..	1	180	180
Датчик реального часу модель DS1307	шт..	1	29	29
Датчик освітлення модель GL5528	шт..	1	64	64
Модуль реле SRD-05VDC-SL-C (5V)	шт..	1	29	29
Блок живлення 5В 2А micro USB	шт..	1	80	80

Модуль автономного живлення 2А на 18650	шт..	1	114	114
Загальна вартість покупних комплектуючих елементів				975
Транспортні витрати (10%)				97,5
Всього (Впк)				1072,5

Калькуляцію планової собівартості розробленої системи розраховуємо з використанням методу питомих ваг і структури собівартості аналогічної продукції. Тому що, проєктований виріб відноситься до обчислювальних пристроїв, то:

Питома вага матеріалу $\rightarrow \alpha_m = 20\%$;

Питома вага покупних виробів $\rightarrow \alpha_{пк} = 62\%$

Питома вага основної заробітної плати $\rightarrow \alpha_{озп} = 18\%$

Таблиця 2.2. Калькуляція планової собівартості

Найменування статті витрат	Значення статті, грн.	Розрахунок
1. Сировина і матеріал	345,9	$V_m = \alpha_m * V_{пк} / \alpha_{пк}$ $V_m = 20 * 1072,5 / 62$
2. Комплектуючі вироби і покупні напівфабрикати	1072,5	$V_{пк} = \text{див.табл.2.1}$
3. Основна заробітна плата	311,4	$V_{оз} = \alpha_{озп} * V_{пк} / \alpha_{пк}$ $V_{оз} = 18 * 1072,5 / 62$
4. Додаткова заробітна плата	124,6	$V_{дз} = 0,4 * V_{оз}$ $V_{дз} = 0,4 * 311,4$
5. Відрахування єдиного соціального внеску	95,9	$V_{ес} = (V_{оз} + V_{дз}) * 0,22$ $V_{ес} = (311,4 + 124,6) * 0,22$
6. Загально-виробничі витрати	404,8	$V_{заг.вир} = (1,2 \dots 1,5) * V_{оз}$ $V_{заг.вир} = 1,3 * 311,4$

7. Виробнича собівартість	2355,1	$\text{Свир} = \text{Вм} + \text{Впк} + \text{Воз} + \text{Вдз} + \text{Вес} + \text{Взаг.вир} = 345,9 + 1072,5 + 311,4 + 124,6 + 95,9 + 404,8$
8. Адміністративні витрати	93,4	$\text{Ва} = \text{Воз} * 0,3$ $\text{Ва} = 311,4 * 0,3$
9. Витрати на збут	47,1	$\text{Взб} = \text{Свир} * 0,02$ $\text{Взб} = 2355,1 * 0,02$
10. Інші операційні витрати	23,5	$\text{Воп} = \text{Свир} * 0,01$ $\text{Воп} = 2355,1 * 0,01$
Повна собівартість	2519,1	$\text{Спов.} = \text{Свир} + \text{Ва} + \text{Взб} + \text{Воп}$ $\text{Спов} = 2355,1 + 93,4 + 47,1 + 23,5$

Розмір планового прибутку, що включається в ціну, визначаємо по формулі, де р-планова рентабельність продукції (10%...30%):

$$\text{П} = (\text{Спов} * \text{р}) / 100\% = (2519,1 * 10\%) / 100\% = 251,9 \text{ грн.}$$

Оптову ціну виробу визначаємо по формулі:

$$\text{Ц}_o = \text{Спов} + \text{П} = 2519,1 + 251,9 \text{ грн} = 2771 \text{ грн.}$$

Ціну реалізації системи встановлюємо з урахуванням ПДВ, де Пз - податкове зобов'язання з ПДВ:

$$\text{Ц}_p = \text{Ц}_o + \text{Пз} = 2771 + 2771 * 0,2 = 3325,2 \text{ грн}$$

Прогноз обсягів продаж даної системи

Отримана в таблиці 2.2 повна собівартість являє собою витрати виготовлення (Спк) одиниці виробу для даного року виробництва. Запропонуємо прогноз обсягів продажів даного виробу на другій стадії життєвого циклу виробу «Виробництво» з розподілом по роках (прогноз продажів передбачаємо на 4

роки). Характерні зони промислового випуску виробу представлені на рисунку 2.1.

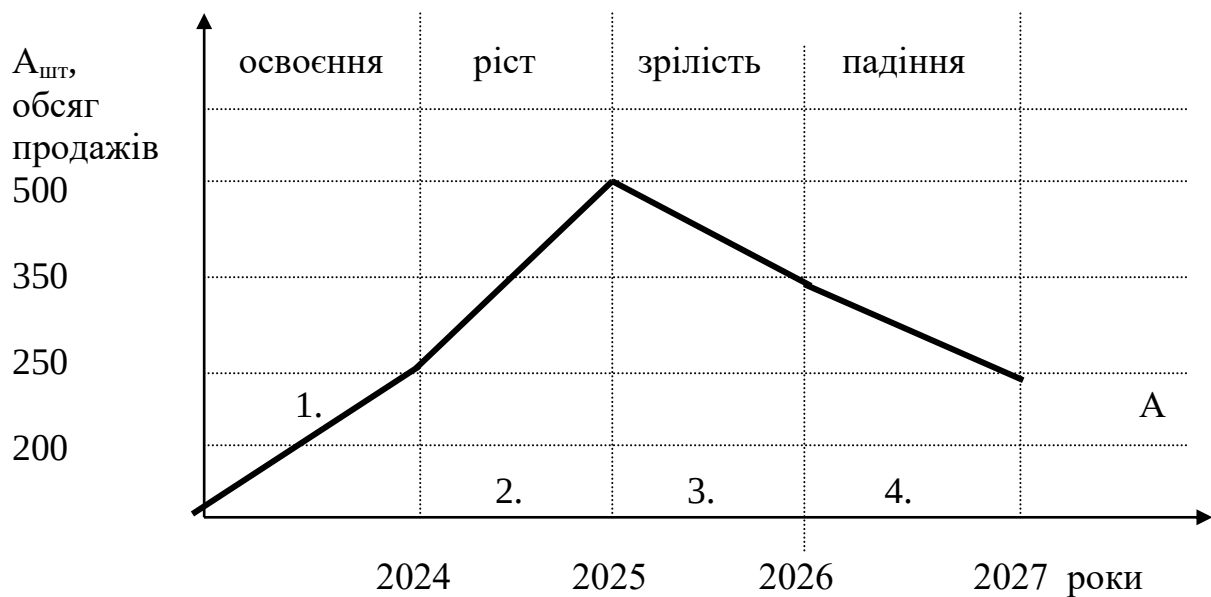


Рисунок 2.1. Прогноз обсягів продажу

В 2024 році обсяг продажів передбачається в розмірі 250 штук під замовлення.

В наступному році прогнозується збільшення обсягу продажів, тому витрати виробництва визначаємо по формулі:

$$C_{\text{пов } i+1} = C_{\text{пов } i} \left(\frac{A_i}{A_{i-1}} \right)^{0.23},$$

де A_i – обсяг продажів (виробництва) у 1 рік розрахункового періоду, шт.;

A_{i+1} – обсяг продажів в наступному році, шт.;

0,23 – показник ступеня, що характеризує вплив росту обсягів виробництва на собівартість продукції.

Звідси випливає, що

$$C_{\text{пов } 2025} = 2519,1 \cdot (250/500)^{0.23} = 2141,2 \text{ грн.}$$

При відсутності росту обсягів виробництва, тобто якщо обсяг продажів або не змінюється або зменшується в наступному році, витрати виробництва приймаються на рівні попереднього року.

Плановий прибуток, що включається в оптову ціну підприємства, для наступного року при збільшенні обсягу продажів, визначаємо по формулі:

$$П_{i+1} = C_{ni+1} * \frac{\rho}{100}, \quad П_{2025} = 2141,2 * 20/100 = 428,2 \text{ грн.}$$

Оптову ціну підприємства в наступні роки розрахункового періоду визначаємо по формулі:

$$Ц_{O_{i+1}} = C_{ni+1} + П_{i+1}, \quad Ц_{2025} = 2141,2 + 428,2 = 2569,4 \text{ грн.}$$

Податкове зобов'язання визначається по формулі:

$$ПЗ_{i+1} = Ц_{O_{i+1}} * 0.2, \quad ПЗ_{2025} = 2569,4 * 0.2 = 513,9 \text{ грн.}$$

Ціну реалізації одиниці продукції в наступні роки визначаємо по формулі:

$$Ц_{P_{i+1}} = Ц_{O_{i+1}} + ПЗ_{i+1}, \quad Ц_{P_{2025}} = 2569,4 + 513,9 = 3083,3 \text{ грн.}$$

Вартісну оцінку результатів за розрахунковий період (P_T) визначаємо по формулі:

$$P_T = \sum_{i=t_p}^{t_k} A_i * Ц_{P_i} * \alpha_i$$

де t_p, t_k – відповідно розрахунковий і кінцевий рік розрахункового періоду;

$Ц_{P_i}$ – ціна реалізації в i -тім році, грн.;

A_i – обсяг продажів у i -тім році, грн.;

α_i – коефіцієнт, що включає фактор часу, тобто коефіцієнт приведення різночасних витрат і результатів до розрахункового року.

Коефіцієнт α_i визначаємо по формулі:

$$\alpha_i = |1 + E_H|^{t_p - t_i}$$

де E_H – норматив ефективності капітальних вкладень, $E_H = 0,1$;

t_p – розрахунковий рік розрахункового періоду;

t_i – i -й рік розрахункового періоду, витрати і результати якого приводяться до розрахункового року.

Вартісну оцінку за розрахунковий період визначаємо по формі, приведеної в таблиці 2.3.

					КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		57

Таблиця 2.3. Розрахунок вартісної оцінки результатів

Найменування показника	Позначення	Розрахунок виробничого періоду				всього
		1-й	2-й	3-й	4-й	
Обсяг продажів, шт	A_i	250	500	350	250	
Ціна реалізації, грн.	C_{pi}	3325,2	3083,3	3083,3	3083,3	
Вартісна оцінка результатів, тис. грн.	$A_i * C_{pi}$	831,3	1541,6	1079,1	770,8	
Коефіцієнт, що враховує фактор часу	α_i	0.91	0.83	0.75	0.68	
Вартісна оцінка результатів з урахуванням фактора часу, тис. грн.	$A_i * C_{pi} * \alpha_i$	756,3	1279,5	809,3	524,1	3369,2

Виробництво дає змогу одержати дохід за 4 роки 336,2 тис. грн.

3 РОЗДІЛ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

Умови праці та економічні чинники безпосередньо впливають на продуктивність і якість праці. Охорону праці можна охарактеризувати як економічну категорію.

Соціально та юридично захищена особа зацікавлена у своїй праці та цінує її, що дозволяє їй гідно заробляти, годувати сім'ю, годувати та виховувати дітей.

Спільні дії роботодавців і підпорядкованих служб спрямовані на виконання вимог законодавства України в галузі охорони праці та створення безпечних і здорових умов праці.

У цьому розділі статті розглядається проблема створення безпечних і здорових умов праці при проектуванні систем управління кліматичними показниками промислових виробів.

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста при розробці даного програмного комплексу

У цьому розділі роботи йдеться про створення безпечних і здорових умов праці для програмістів (користувачів ПК). На робочому місці користувачів ПК виникають небезпечні та шкідливі фактори.

Це підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, недостатнє освітлення, шкідливі речовини, підвищене електромагнітне випромінювання високої частоти, висока напруга в електромережі, статична електрика.

Робота за ПК також пов'язана з підвищеною напругою в робочому процесі.

Систематичний вплив виробничих факторів, що не відповідають нормативним показникам, може призвести до підвищення професійної захворюваності працівників, виникнення професійних захворювань органів зору, рухової та нервової систем.

Тому дослідження умов праці на робочому місці користувачів ПК є необхідною умовою запобігання негативним наслідкам впливу небезпечних і шкідливих факторів.

Аналізуємо санітарно-гігієнічні характеристики відведених приміщень на відповідність показникам на нормативному рівні.

3.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

Приміщення, в якому розташоване робоче місце програміста, має робочу площу не менше 6 квадратних метрів і об'єм не менше 20 квадратних метрів. Ці показники відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

Освітлення майстерень і робочих місць. Як відомо, вимоги до освітлення дуже важливі, тому що робота з документами на комп'ютері протягом тривалого часу при поганому освітленні може значно навантажити зір.

Вимоги до освітлення встановлені ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення», затвердженими наказом Мінрегіону від 15.05.2006 р. № 168.

Як джерела штучного освітлення використовуються люмінесцентні лампи. Згідно з п. 3.2.5 ДСанПіН 3.3.2.007-98 система загального освітлення має бути у вигляді суцільних або переривчатих ліній світильників, що розташовані збоку від робочих місць (зазвичай ліворуч) паралельно лінії зору працівників.

Лампи розжарювання допускаються для місцевого освітлення, а металогалогенні лампи вихідною потужністю 250 Вт - для епілюмінаційних установок у виробничих, адміністративних і громадських приміщеннях.

Робоча зона, де встановлено ПК, має бути розташована так, щоб не потрапляло пряме сонячне світло. Штучне освітлення приміщення повинно бути обладнане системою загального і рівномірного освітлення. Забороняється використовувати лампи без розсіювачів або екрануючих сіток. Рівень освітленості столу, де розміщуються документи, має бути від 300 до 500 лк. Вказана вимога виконується.

					КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		60

Виробничий шум. В приміщеннях нормуються еквівалентні рівні звуку (для програмістів – 50 дБА, а для операторів обробки інформації та ПК та операторів комп'ютерного набору – 65 дБА). Вимоги щодо рівня неіонізуючих електромагнітних випромінювань, електростатичних і магнітних полів, а також інтенсивність потоків інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювань встановлюються відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98 і ДСанПіН 3.3.6.096-2002.

Як міри по зниженню шуму, можна запропонувати:

- облицювання стелі і стін звукопоглинаючим матеріалом (знижують шум на 6-8 дБ);
- екранування робочого місця (постановкою перегородок, діафрагм);
- установка в комп'ютерних приміщеннях устаткування, що робить мінімальний шум;
- раціональне планування приміщення.

Мікроклімат. У приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температура повітря повинна становити 22–25°C, відносна вологість повітря - 40–60%, швидкість руху повітря - не більше 0,1 м/с. Тому приміщення для роботи з персональними комп'ютерами обладнані системами опалення, кондиціювання повітря та припливно-витяжною вентиляцією.

3.3 Вимоги до організації робочого місця працівника

Організація робочого місця, яке передбачає використання ПК передбачає:

- достатній простір для оператора комп'ютерного набору;
- вільну досяжність органів ручного управління в зоні моторного поля: відстань по висоті – 900-1330 мм, по глибині – 400-500 мм;
- розташування екрану ПК в робочій зоні, яке забезпечувало б зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом $\pm 30^0$ від лінії зору оператора, а також зручність використання ПК під час коригування керуючих програм одночасно з використання основних виробничих операцій;

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		61

- можливість повороту екрана ПК навколо горизонтальної та вертикальної осі.

Організація робочого місця користувача ПК повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним вимогам ГОСТ 12.2.032 “Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования”; характеру та особливостями трудової діяльності.

При розміщенні робочих місць з ПК необхідно дотримуватись таких вимог:

- відстань між бічними поверхнями ПК має бути не меншою за 1,2 м;
- відстань між тильною поверхнею однієї ПК та екраном іншої не повинна бути меншою 2,5 м;
- прохід між рядами робочих місць має бути не менш 1 м.



Рисунок 3.1. Організація робочого місця

3.4 Електробезпека

Персональні комп'ютери, периферійне обладнання, інше обладнання (контрольна апаратура, контрольно-вимірювальна апаратура, світильники), лінії електропередач і кабелі залежно від конструкції та типу захисту відповідають класу зони та оснащені пристроями захисту від струму короткого замикання

При прокладанні та експлуатації ліній енергосистеми повністю запобігайте виникненню джерел електричного займання через короткі замикання та перевантаження ліній, обмежте використання ліній із легкозаймистою ізоляцією та використовуйте якомога більше негорючих.

Використовуйте ізоляцію. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) приймача. Застосовувати нульові робочі провідники як нульові захисні провідники не дозволяється.

Провід нульового захисту прокладений від стійки групового розподільника, від розподільного пункту до розетки. Не допускається приєднувати нульові робочі провідники та нульові захисні провідники до контактних затискачів на щитку.

У кімнатах, де одночасно працюють п'ять або більше комп'ютерів і периферійних пристроїв, установіть видимий і доступний аварійний вимикач живлення, який може повністю вимкнути живлення в кімнаті, за винятком світла.

3.5 Пожежна безпека

Під протипожежним захистом розуміють комплекс заходів, спрямованих на запобігання пожежам і створення умов, що сприяють швидкому їх гасінню.

Пожежна безпека приміщень забезпечується застосуванням систем автоматичної пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, використанням основних конструкцій будівель з регламентованими межами вогнестійкості та організацією своєчасної евакуації людей.

Для гасіння пожежі використовуються первинні засоби пожежогасіння, які призначені для гасіння пожежі на ранніх стадіях. Вони встановлені на всіх виробництвах і в цехах. На території встановлені вуглекислотні або порошкові вогнегасники.

У разі виникнення пожежі необхідно вимкнути електроживлення, викликати пожежну охорону за номером 101, евакуювати людей з приміщень згідно з планом евакуації та приступити до гасіння пожежі.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		63

ВИСНОВКИ

Дипломний проект присвячено проектуванню автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту.

Об'єктом дослідження дипломної роботи є автоматичний контроль та управління за станом кліматичних показників в приміщенні, а предметом дослідження – автоматизована система управління кліматичними показниками для промислового об'єкту, у якості якого обрано теплицю.

Були виконані наступні завдання дипломного проекту, а саме: проаналізовано існуючі аналоги та технічні рішення системи, визначено особливості їх функціонування; проведено огляд технологій, що можуть бути використані для проектування таких систем і визначено інструменти, які доцільно використати у подальшій розробці.

На основі такого аналітичного огляду було визначено вимоги, що пред'являються до системи та оптимальні кліматичні показники для обраного промислового об'єкту, яким обрали теплицю. Вибрано елементну базу, розроблено структурну та функціональну схеми системи управління кліматичними показниками для теплиці, представлено схему з'єднання компонентів автоматизованої системи. За допомогою програми PROTEUS VSM було змодельовану схему програми та виконана симуляція роботи системи, яка довела працездатність створеної системи. Розроблено програмний код та алгоритми роботи автоматизованої системи управління кліматичними показниками.

Проведені економічні розрахунки, які доводять доцільність створення таких систем. А в останньому розділі розглядаються питання безпеки та охорони праці.

Завдання, поставлені перед початком написання дипломного проекту, виконані в повному обсязі.

					<i>КС 57. 23 000. 00 ДІП ІІЗ</i>	
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		64

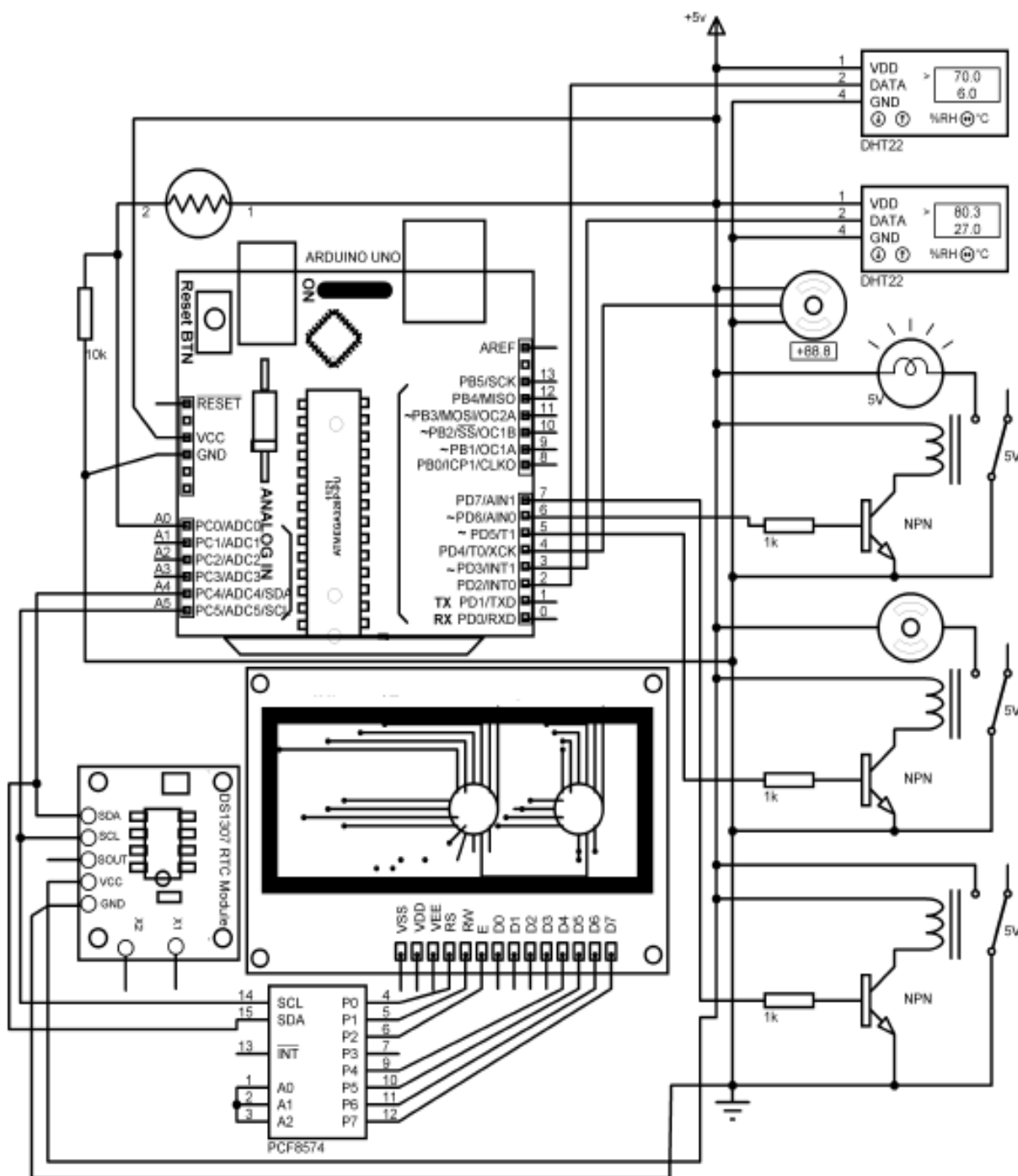
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мікроклімат. Чи потрібно контролювати його параметри на робочих місцях. URL: <https://labcenter.kh.ua/info-rabota/%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%BE%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82-%D1%87%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B1%D0%D%D0%BE%D0%BA%D0%BE%0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%8E%D0%BD1%82/>
2. Мікроклімат виробничих приміщень та його вплив на працездатність. URL: <https://oppb.com.ua/news/mikroklimat-vyrobnychyh-prymishchen-ta-yogo-vplyv-na-pracezdatnist>
3. Букієвський С.О. Інтелектуальна система клімат-контролю виробничого приміщення. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/26181>
4. Офіційна документація метеостанції La Crosse WS6825. URL: <https://www.manualslib.com/products/Lacrosse-Ws6825-10653338.html>
5. Офіційна документація термогігрометра Testo 608-H1. URL: <https://www.testo.kiev.ua/docs/testo%20608%20H1.pdf>
6. Характеристики контролерів Arduino URL: <https://www.arduino.cc/en/Products.Compare>
7. Ярнольд С. Arduino для начинающих: самый простой пошаговый самоучитель/Стюарт Ярнольд; [пер. с англ. М. Райтман]. Эксмо, 2017. - 256 с.
8. Arduino Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>.
9. Arduino Uno. URL: <https://cdn.shoplightspeed.com/shops/642375/files/29464252/800x800x3/arduino-uno-r3-development-board.jpg>.
10. Arduino Uno Rev3/R3. Характеристики, опис плати. URL: <https://micro-pi.ru/arduino-uno-rev3r3%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-D0BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%8B/>
11. Налаштування мікроконтролера ATmega328 - опис, характеристики. URL: <https://robolive.ru/mikrokontroller-atmega328-opisanie-xarakteristiki/>

12. Ардуіно для починаючих. URL: <https://all-arduino.ru/arduino-dlya-nachinayushhih/>
13. Raspberry Pi Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi.
14. Модуль датчика вологості і температури dht22. URL: <https://electronica.in.ua/ua/p1530391894-modul-datchika-vlazhnosti.html>
15. PCF8574 перетворювач інтерфейсу I²C в LCD1602. URL: <https://electronica.in.ua/ua/p1530387516-pcf8574-preobrazovatel-i2c.html>
16. SPI/I2C 2004 LCD blue, ЖКИ-дисплей 20 х 4 с последовательным интерфейсом для Arduino проектов (синяя подсветка). URL: <https://www.chipdip.ru/product/iic-i2c-twi-2004-lcd-blue>
17. Модуль годинника реального часу DS1307 URL: <https://diylab.com.ua/p65008894-modul-godinnika-realnogo.html>
18. Електронний посібник з прикладами проєктів на Arduino. URL: <https://arduino.ptngu.com/gallery/index.html>
19. Датчик освітлення для Arduino. URL: <https://diylab.com.ua/p63574377-datchik-osvitlennya-dlya.html>
20. Подключение фоторезистора к Ардуино и работа с датчиком освещенности. URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/photorezistor-arduino-datchik-sveta/>
21. Модуль реле 5В 10А низького рівня (low level). URL: <https://radiok.com.ua/ua/p1072545945-modul-rele-kanalnyj.html>
22. Невлюдов І.Ш., Євсєєв В.В., Максимова С.С. ВЕАМ робототехніка: Навчальний посібник. – Oktan Print – Prague.: 2024. - 276 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/76a5ad09-c5d3-43e3-9e52-711e253436d0/content>
23. Проектування та аналіз електричних схем в програмному середовищі Proteus VSM. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів курсу "Проектування мікропроцесорних систем керування технологічними процесами". Медвідь В.Р., Пісьціо В.П., Тернопіль: ТНТУ, 2018 - 26 с.

24. Сіделєв М. І. Програмування спеціалізованих мікроконтролерних та вбудованих комп'ютерних систем для засобів автоматизації: навчальний посібник / М. І. Сіделєв, В. М. Запальський, О. Є. Беліков. – Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2023. – 96 с.
25. Среда разработки Arduino. URL: http://arduino.ru/Arduino_environment.
26. Arduino Uno. URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>
27. Обзор контроллеров (аппаратной платформы) Arduino URL: https://supereyes.ru/articles/other/obzor_kontrollerov_apparatnoy_platformy_arduino/
28. Положення про дипломне проектування за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія» (освітньо-професійного ступеню «фаховий молодший бакалавр»). Розробник - Ю.В.Кривченко. – Одеса, ВСП ОТФК ОНТУ, 2024. – 35 с.
29. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
30. Основи охорони праці. навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів педагогічного напрямку / [Укладачі: В.І. Кошель, Г.П. Сав'юк, Б.С. Дзундза] – Івано-Франківськ: НАІР, 2020. – 182 с.
31. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник / В. В. Сокурєнко, О. М. Бандурка, С. М. Бортник та ін. ; за заг. ред. В. В. Сокурєнка ; Харків. нац. ун-т внутр. справ. – Харків : ХНУВС, 2021. – 308 с.

Додаток 1. Функціональна схема автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту



Додаток 2. Текст програми

```
// підключення бібліотек
#include <DHT.h>
#include <Servo.h>
#include <iarduino_RTC.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define DHTPIN1 2 // пін датчика
DHT dht1(DHTPIN1, DHT22); // створення об'єкта класу DHT22
#define DHTPIN2 3 // пін датчика
DHT dht2(DHTPIN2, DHT22); // створення об'єкта класу DHT22
// піни реле для управління помпою, додатковим джерелом світла, обігрівачем
#define PUMP_RELAY 5
#define LED_RELAY 6
#define HEATER_RELAY 7
const int photoresistor = 0; // пін фоторезистора
Servo engine; // створення об'єкта класу Servo
iarduino_RTC time(RTC_DS1307); // створення об'єкта класу iarduino_RTC
LiquidCrystal_I2C LCD(0x20, 20, 4); // створення об'єкта класу
LiquidCrystal_I2C
byte degree[8] = {B00111, B00101, B00111, B00000,
B00000, B00000, B00000, B00000}; // символ градуса
// змінні для зберігання значень
int illumination; // значення освітлення
float humidity1; // вологість всередині теплиці
float temperature1; // температура всередині теплиці
float temperature2; // температура ззовні теплиці
void setup() {
// ініціалізація датчиків температури та вологості повітря
```

```
dht1.begin();
dht2.begin();
engine.attach(4); // пін сервопривода
engine.write(0);
pinMode(PUMP_RELAY, OUTPUT); // встановлюємо пін реле як вихід
digitalWrite(PUMP_RELAY, LOW); // задаємо початкове положення реле
pinMode(LED_RELAY, OUTPUT); // встановлюємо пін реле як вихід
digitalWrite(LED_RELAY, LOW); // задаємо початкове положення реле
pinMode(HEATER_RELAY, OUTPUT); // встановлюємо пін реле як вихід
digitalWrite(HEATER_RELAY, LOW); // задаємо початкове положення реле
time.begin(); // ініціалізація роботи RTC модуля
// встановлюємо поточні дату та час при першому запуску
// (секунди, хвилини, години, число, місяць, рік, день тижня)
time.settime(55, 4, 18, 8, 5, 23, 1);
LCD.init(); // ініціалізація LCD
LCD.backlight(); // увімкнення підсвітки
LCD.createChar(0, degree); // створення користувацького символу
    }
void loop() {
    // виклик функції, що відповідає за відображення даних
    data_display(temperature1, humidity1, illumination);
    // кожні 5 хвилин робимо вимір температури та вологості повітря
    if (time.minutes % 5 == 0 & time.seconds == 0) {
        // показники температури та вологості повітря всередині теплиці
        humidity1 = dht1.readHumidity();
        temperature1 = dht1.readTemperature();
        if (isnan(humidity1) || isnan(temperature1)) {
            Serial.println("Failed to read indicators.");
        }
        return;
    }
}
```

```

    }

    // показники температури та вологості повітря ззовні теплиці
    temperature2 = dht2.readTemperature();
    if (isnan(temperature2)) {
        Serial.println("Failed to read indicators.");
        return;
    }

    // виклик функції, що відповідає за провітрювання
    ventilation(temperature1, temperature2);
    // виклик функції, що відповідає за обігрів
    heating(temperature1);
    // виклик функції, що відповідає за полив
    irrigation(humidity1);
    // виклик функції, що відповідає за освітлення
    lighting();
}

}

void ventilation(float temp1, float temp2) {
    // якщо температура зовні вище, ніж всередині теплиці, відкриваємо  квартирки
    if (temp2 > temp1) {
        engine.write(180);
    }
    else {
        engine.write(0);
    }
}

void heating(float temp) {
    // якщо температура менше вказаного значення - вмикаємо обігрів
    if (temp <= 5) {

```



```
digitalWrite(HEATER_RELAY, HIGH);
}
if (temp >= 10) {
digitalWrite(HEATER_RELAY, LOW);
}
}

void irrigation(float humidity) {
// якщо вологість повітря зменшується до 60% - запускаємо роботу помпи
// при досягненні вологості повітря значення 80% - зупиняємо роботу помпи
if (humidity < 60) {
digitalWrite(PUMP_RELAY, HIGH);
}
if (humidity > 80) {
digitalWrite(PUMP_RELAY, LOW);
}
}

void lighting() {
// якщо освітлення менше вказаного значення - вмикаємо додаткове джерело
світла
// (лише з 6 години ранку до 23 години вечора)
if (time.Hours >= 6 & time.Hours <= 23) {
illumination = analogRead(photoresistor);
if (illumination < 500) {
digitalWrite(LED_RELAY, HIGH);
}
else {
digitalWrite(LED_RELAY, LOW);
}
}
}
```

```
    }  
    void data_display(float temperature, float humidity, int light) {  
        LCD.setCursor(0, 0);  
        LCD.print(time.gettime("d-m-Y, H:i:s"));  
        LCD.setCursor(0, 1);  
        LCD.print("T = ");  
        LCD.print(temperature);  
        LCD.write(0);  
        LCD.print("C");  
        LCD.setCursor(0, 2);  
        LCD.print("Humidity: ");  
        LCD.print(humidity);  
        LCD.print("%");  
        LCD.setCursor(0, 3);  
        LCD.print("Light: ");  
        LCD.print(light);  
        LCD.print(" lux");  
    }
```



ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ НА ТЕМУ:
«Проектування автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту»

Дипломник: Черниш А.О.
Керівник: Скорнякова О.В.

1

ВСТУП

В останні роки широкого поширення набувають автоматизовані та автоматичні системи управління енергоспоживанням та мікрокліматом будівель, включаючи функції опалення, вентиляції, кондиціювання повітря.



Об'єктом дослідження дипломної роботи є автоматичний контроль та управління за станом кліматичних показників в приміщенні, а предметом дослідження – автоматизована система управління кліматичними показниками для промислового об'єкту.

2

ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

Завдання до роботи:

- проаналізувати існуючі аналоги створюваної системи, визначити особливості їх функціонування, з'ясувати їх переваги та недоліки; провести огляд технологій, що можуть бути використані для проектування таких систем та на основі отриманих даних визначити інструменти, які доцільно використати у подальшій розробці;
- визначити вимоги, що пред'являються до системи та оптимальні кліматичні показники для обраного промислового об'єкту;
- розробити та описати структурну та функціональну схеми системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту;
- представити та описати схему з'єднання компонентів автоматизованої системи;
- представити програмний код та алгоритми роботи автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту;
- представити економічні розрахунки, що демонструють доцільність створення системи;
- розглянути питання безпеки та охорони праці.

3

ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ

У якості промислового об'єкту ми обрали таблицю. В таких промислових приміщеннях важливо забезпечувати можливості для провітрювання з метою збереження балансу температур та організації правильної циркуляції повітря. Це дозволить овочам чи квітам правильно дихати та запобігатиме їх згоранню під палючим сонцем. Автоматизовані системи на таких об'єктах мають забезпечувати керування роботою підсистем вентиляції, нагріву або зволоження повітря, управління підсистемою контролю освітленості робочої зони у відповідності з часом або порою року.

В нашій системі центральний управляючий блок буде створено на платформі Arduino.



4

СТРУКТУРНА СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КЛІМАТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ



5

ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ СИСТЕМИ



Плата Arduino UNO

Характеристика плати Arduino UNO

Параметр	Значення
Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга	5В
Вхідна напруга (рекомендованій)	7-12В
Вхідна напруга (граничне)	6-20В
Цифрові Входи / Виходи	14 (з яких 6 можуть використовуватися в якості PWM виходів)
Аналогові входи	40 мА
Постійний струм через вхід / вихід	50 мА
Флеш пам'яті	32 КБ з яких 0.5 КБ використовуються завантажувачем
ОЗУ	8 КБ
Незалежна пам'ять	4 КБ
Тактова частота	16 MHz

6

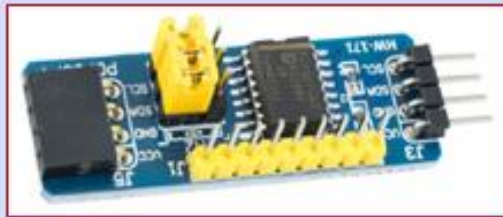
ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ СИСТЕМИ



Датчики DHT11 (зліва) та DHT22 (справа)
та в розрізі

Технічні характеристики модуля DHT22

Модель	DHT22
Напруга живлення, В	3.3 - 5.5
Діапазон вимірювання вологості, %	0 - 100
Точність вимірювання вологості, %	± 2
Діапазон вимірювання температури, °C	-40 - +60
Точність вимірювання температури, °C	±0.5
Час вимірювання, с	2
Розміри модуля, мм	38 x 16 x 10



Зовнішній вигляд модуля PCF8574

Технічні характеристики модуля PCF8574

Напруга живлення, В	5
Мікросхема	PCF8574T
Інтерфейс	I2C
Кількість модулів, що підключаються	8
Адреса I2C	0x4F
Розміри модуля, мм	52 x 18 x 14

7

ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЛЯ СИСТЕМИ



Рідкокристалічний дисплей LCD 2004
з платою розширення шини I2C



Модуль датчика освітлення (зліва)
та фоторезистор (справа)



Типи модуля реле



Зовнішній блок живлення

8

ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ ДО ПЛАТИ ARDUINO UNO

Схема підключення датчика DHT22 до Arduino Uno

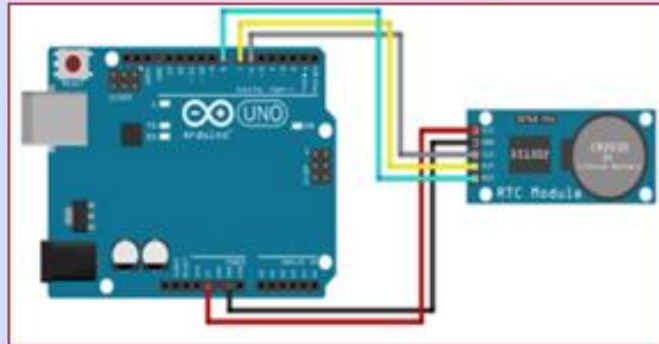
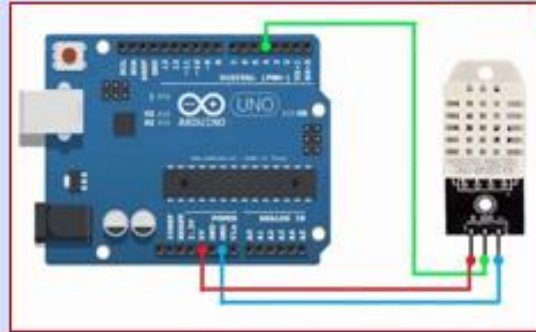


Схема підключення модуля DS1307 до Arduino Uno

ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ ДО ПЛАТИ ARDUINO UNO

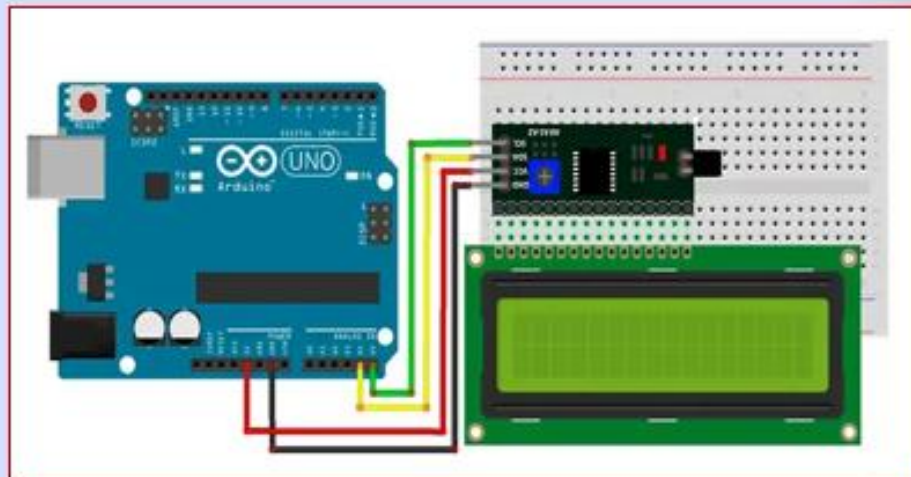


Схема підключення модуля PCF8574 та РКІ до Arduino Uno

ПІДКЛЮЧЕННЯ ДАТЧИКІВ ДО ПЛАТИ ARDUINO UNO

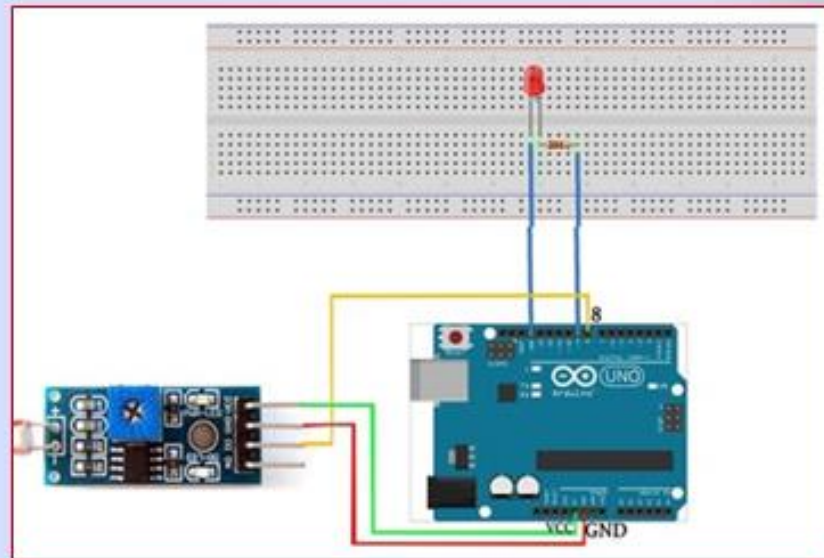
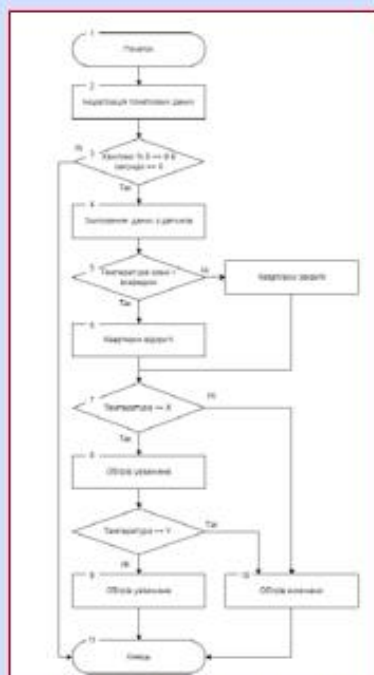


Схема підключення модуля датчика освітлення та фоторезистор до Arduino Uno

11



Алгоритм роботи підсистеми контролю за температурою повітря

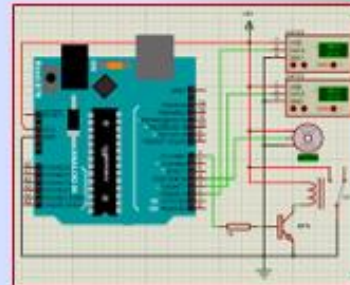


Схема підсистеми контролю за температурою повітря в Proteus

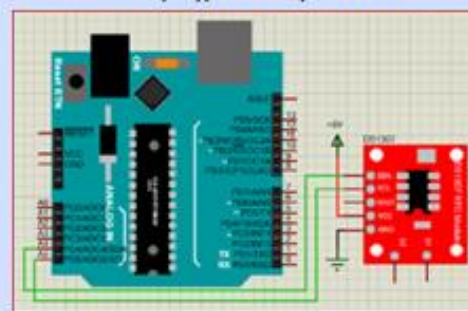


Схема підключення датчика DS1307 в Proteus

12



Алгоритм роботи підсистеми контролю за вологістю повітря

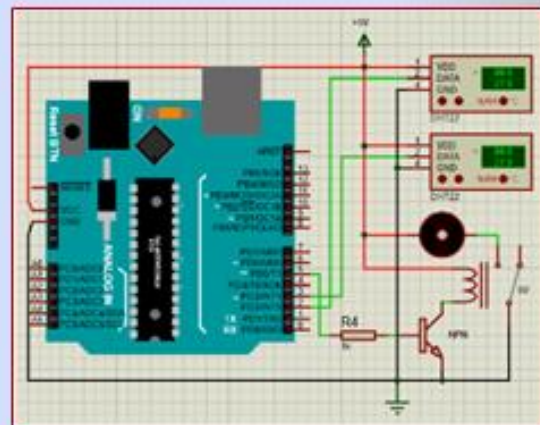
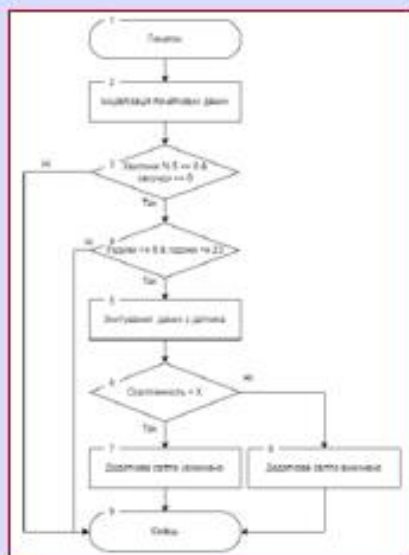


Схема підсистеми контролю за вологістю повітря Proteus

13



Алгоритм роботи підсистеми контролю за рівнем освітлення

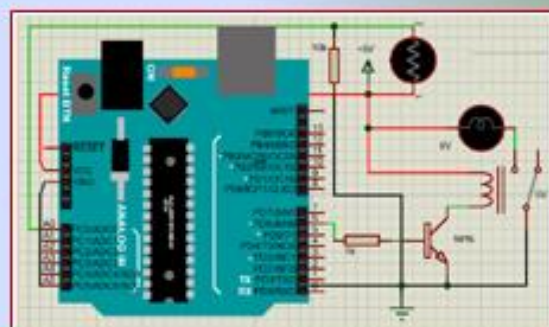
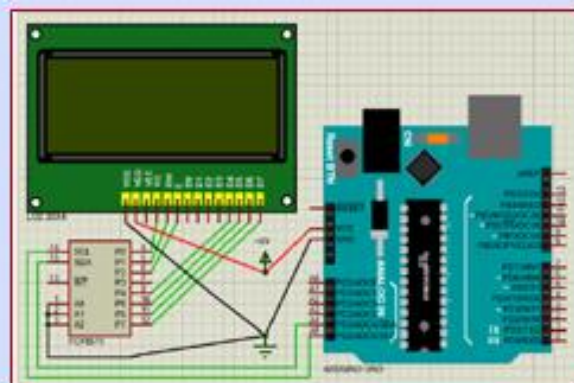


Схема підсистеми контролю за рівнем освітлення в Proteus



Підключення LCD до Arduino

14

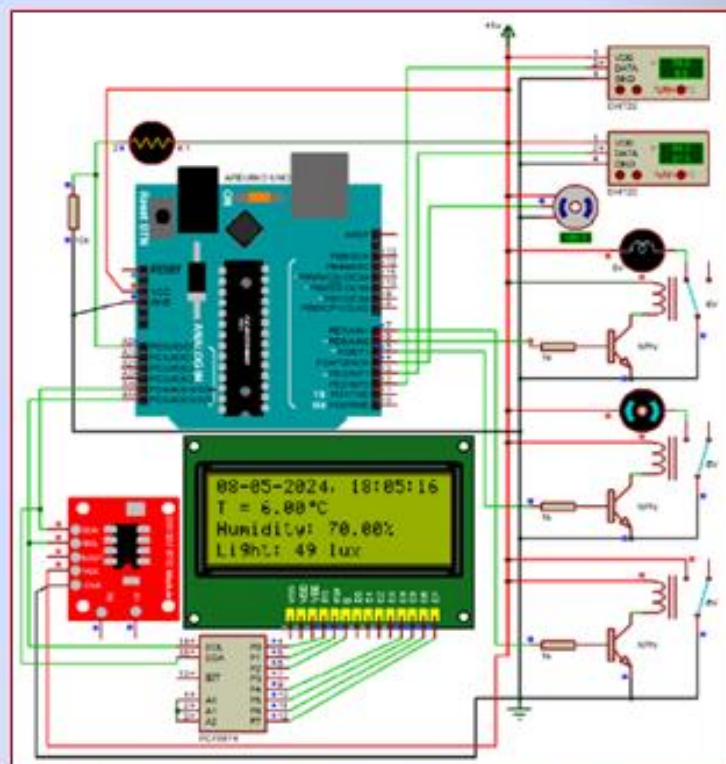


Схема автоматизованої системи змодельованої у Proteus

15

ВИСНОВКИ

Об'єктом дослідження дипломної роботи є автоматичний контроль та управління за станом кліматичних показників в приміщенні, а предметом дослідження – автоматизована система управління кліматичними показниками для промислового об'єкту, у якості якого обрано теплицю.

Було визначено вимоги, що пред'являються до системи та оптимальні кліматичні показники для обраного промислового об'єкту - теплиці. Вибрано елементну базу, розроблено структурну та функціональну схеми системи управління кліматичними показниками для теплиці, представлено схему з'єднання компонентів автоматизованої системи. За допомогою програми PROTEUS VSM було змодельовано схему програми та виконана симуляція роботи системи, яка довела працездатність створеної системи. Розроблено програмний код та алгоритми роботи автоматизованої системи управління кліматичними показниками.

Проведені економічні розрахунки, які доводять доцільність створення таких систем. А в останньому розділі розглядаються питання безпеки та охорони праці.

Завдання, поставлені перед початком написання дипломного проекту, виконані в повному обсязі.

16



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

[illegible]

					КС 57. 23 000. 00 ДП ПЕ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Черниш А.О.			Перелік елементів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Керівник		Скорнякова О.В.					1	2
						ВСП «ОТФК ОНТУ»		
Н. Контр.		Петрашова В.І.				зр.4КС-57		
Затвердив		Кривченко Ю.В.						

ВІДГУК

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Черниша Артема Олеговича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: *123 «Комп'ютерна інженерія»*

Освітня програма: *«Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»*

Тема дипломного проекту: *Проектування автоматизованої системи
управління кліматичними показниками для промислового об'єкту*

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) *Дипломний проект виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка дипломного проекту виконана якісно, у повному обсязі. В дипломному проекті здобувачем проаналізовано існуючі аналоги, проведено аналіз їх недоліків, переваг. Конкретизовано на основі проведеного аналізу вимоги до пристрою, підібрано елементну базу для реалізації системи. В дипломному проекті в останніх розділах проаналізовано економічні показники та питання охорони праці. Графічна частина складається з слайдів, оформлених у вигляді презентації, передбачених технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та слайдів добра.*

б) самостійність роботи над проектом: *Протягом виконання дипломного проекту здобувач освіти поступово та послідовно виконував всі етапи, проявив ініціативу в створенні загальної концепції та реалізації роботи. Всі роботи здобувач освіти виконував самостійно, з урахуванням рекомендацій керівника.*

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): *Здобувач освіти під час роботи над дипломним проектом вивчив багато літературних та інтернет-джерел за даною тематикою. Вважаю, що теоретична підготовка дипломника достатня та в цілому відповідає державним вимогам до фахівців відповідного рівня кваліфікації. Здобувач готовий до захисту проекту.*

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання Під час виконання дипломного проекту здобувач освіти показав вміння організовано працювати над поставленим завданням, використовувати останні досягнення науки та техніки в предметній галузі, здійснювати пошук технічного рішення на підставі відповідної навчальної та науково-технічної літератури, використовувати спеціалізоване програмне забезпечення, оформлювати слайди та складати презентації, користуючись сучасними комп'ютерними програмними засобами.

Оцінка розрахункової частини Відмінно

Оцінка графічної частини Відмінно

Загальна оцінка Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту _____

к.пед.н. Скорнякова Олена Володимирівна

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ», зав.відділенням комп'ютерних систем, викладач спецдисциплін циклової комісії комп'ютерної техніки та програмної інженерії

Підпис _____



«13» 06 2024 р.

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Черниша Артема Олеговича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність **123 "Комп'ютерна інженерія"**

Освітня програма **Обслуговування комп'ютерних систем та мереж**

Керівник дипломного проекту (роботи) **к.пед.н. Скорнякова Олена Володимирівна**

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи):

**Проектування автоматизованої системи управління кліматичними показниками для
промислового об'єкту**

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки **83** сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини **16** аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню

Дипломний проект відповідає завданню до дипломного проектування

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи)

Пояснювальна записка дипломного проекту виконана у повному обсязі. В дипломному проекті здобувачем проведено детальний аналіз існуючих рішень. Конкретизовано на основі проведеного аналізу вимоги до дипломного проекту, визначено завдання та технології, технічні рішення, що дозволяють реалізувати завдання дипломного проекту, здійснено вибір елементної бази

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи)

Графічний матеріал відповідають вмісту теоретичного матеріалу але якість виконання не дуже висока

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

Тематика дипломного проекту є достатньо актуальною. Серед позитивних якостей – детальний аналітичний огляд існуючих рішень, виважений підхід до реалізації завдань до дипломного проекту, вибір сучасної елементної бази для реалізації пристрою

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____

1. Незрозуміло про який промисловий об'єкт йдеться у темі роботи.
2. В програмному коді присутні коментарі про температуру всередині теплиці, а не в промисловому об'єкті.
3. Робота містить помилки оформлення, на деяких рисунках неможливо розібрати вміст.

Оцінка розрахункової частини _____ Добре

Оцінка графічної частини _____ Добре

Загальна оцінка _____ Добре

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента _____ к.т.н. Кіресв Ігор Анатолійович

Місце роботи і посада рецензента _____ Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, доцент каф. інформаційної безпеки та передачі даних

Підпис: _____

« 14 » _____ 2024 р.

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

Дата перевірки:
28.04.2024 14:58:58 EEST

Дата звіту:
28.04.2024 15:00:10 EEST

ID перевірки:
1016214684

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4КС-57 Черниш

Кількість сторінок: 59 Кількість слів: 11053 Кількість символів: 81606 Розмір файлу: 2.21 MB ID файлу: 1015988596

32.1% Схожість

Найбільша схожість: 11.9% з Інтернет-джерелом (https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/59509/1/Orlova_bakalavr.pdf)

32.1% Джерела з Інтернету

610

Сторінка 61

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

31

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Черниш Артем Олегович,
здобувач освіти гр. 4КС-57, та

Скорнякова Олена Володимирівна,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Проектування автоматизованої системи управління кліматичними показниками для промислового об'єкту» (автор роботи – Черниш А.О., керівник роботи – Скорнякова О.В.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



Черниш А.О.

Керівник



Скорнякова О.В.

5 червня 2024 р.