

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Бакалавр

Освітній рівень

Програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі
«Розумний будинок»

Назва теми

КВРКІ 180111.18.01.10 ПЗ

Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Назва

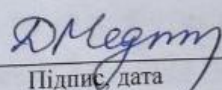
Виконав: студент IV курсу, група КІ-18-1


Підпис

Д.Р. Мельничук

Ініціали, прізвище

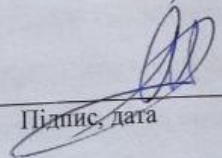
Керівник


Підпис, дата

Д.М. Медзатий

Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

С.М. Лисенко

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних систем


Підпис

Т.О. Говорушенко

Ініціали, прізвище

« 1 » червня 2022 р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. Кафедри Т.О.Говорущенко

“ _ ” _____ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Мельничуку Денису Руслановичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Програмно-технічні засоби догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок»

Керівник проекту (роботи) Медзятий Д.М., к.т.н

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2022 р. №18

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 02.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Аналіз сучасних систем управління кіберфізичною системою «Розумний будинок»

Вибір засобів реалізації для конструювання системи автоматизованого поливу

Програмно-апаратна реалізація системи автоматичного поливу

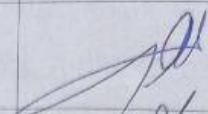

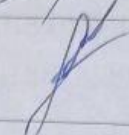
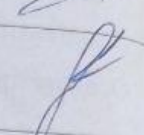
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Схема підключення Arduino Nano та компонентів системи

Схема функціонування пристрою

Інтерфейс дистанційного керування системою на базі Arduino

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

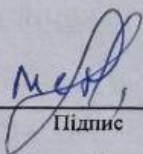
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІСП		
Антиплагиат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІСП		

7. Дата видачі завдання «11» 01 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2022	виконав
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2022	виконав
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2022	виконав
4	Робота над розділом 2 – вибір компонентів для реалізації системи	01.04.2022	виконав
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація системи	30.04.2022	виконав
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31.05.2022	виконав
7	Попередній захист ВКР	02.06.2022	виконав
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2022 року	

Студент


Підпис

Д.Р. Мельничук
Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)


Підпис

Д.М. Медзатий
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі "Розумний Будинок"».

Автор роботи: Мельничук Денис Русланович.

Керівник роботи: Медзатий Дмитро Миколайович

Пояснювальна записка: 57 с., 46 рис., 1 табл., 3 дод., 40 джерел.

Графічна частина:

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА, РОЗУМНИЙ БУДИНОК, ARDUINO, АВТОНОМНИЙ КОНТРОЛЕР ПОЛИВУ , ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ КОНТРОЛЕРОМ.

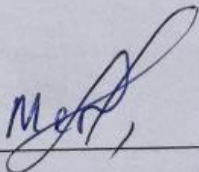
Метою роботи є підвищення ступеню ефективності догляду за садом з використанням засобів кіберфізичної системи «Розумний будинок».

Об'єктом дослідження є процес догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок»

Предметом дослідження є програмно-технічний засіб догляду за садом в кіберфізичній системі "Розумний будинок".

Для досягнення поставленої мети використовуються такі методи дослідження, як методи синтезу, аналізу та моделювання процесів, принципи системного аналізу, теоретико-множинні підходи.

Практичне значення роботи полягає в спроектованому та реалізованому програмно-технічному засобі (контролеру) догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок»



Підпис студента

01.06.2022

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК».....	7
1.1 Застосування та можливості системи «Розумний будинок».....	7
1.2 Огляд існуючих методів догляду за ділянкою та технології росту рослин ..	11
1.3 Огляд методів та складових компонентів для визначення параметрів навколишнього середовища.....	15
1.4 Огляд засобів керування системою автоматизованого поливу саду	17
1.5 Головні властивості системи автоматичного поливу саду	22
1.6 Висновки	22
2 ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ.....	24
2.1 Обґрунтування вибору платформи Arduino та її характеристика.....	24
2.2 Вибір необхідних компонентів для конструювання системи автоматизованого поливу	27
2.2.1 Огляд компонентів для виведення інформації та її редагування.....	27
2.2.2 Огляд датчиків для визначення параметрів навколишнього середовища ..	30
2.2.3 Огляд WI-FI модуля для дистанційного керування.....	33
2.2.4 Огляд модуля годин реального часу	34
2.2.5 Огляд модуля реле та електромагнітний клапан	35
2.3 Вибір програмних засобів для конструювання та конфігурації системи.....	37
2.4 Висновки	39
3 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ САДУ	40
3.1 Проектування системи за допомогою програмного забезпечення Fritzing ..	40
3.2 Налаштування та програмування компонентів системи за допомогою Arduino IDE	49

КвРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Мельничук Д.Р.	<i>[Signature]</i>		Програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок» Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Медзатий Д.М.	<i>[Signature]</i>				2	57
Н.контр.		Лисенко С.М.	<i>[Signature]</i>		ХНУ, КІ-18-1			
Затверд.		Говорушченко Т.О.	<i>[Signature]</i>					

3.3 Налаштування системи дистанційного керування Blynk IoT.....	53
3.4 Вартість компонентів проекту	57
3.5 Висновки	58
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	60
Додаток А Копія креслення «Схема підключення Arduino Nano та компонентів системи».....	65
Додаток Б Копія креслення «Схема функціонування пристрою».....	66
Додаток В Копія креслення «Інтерфейс дистанційного керування системою на базі Arduino».....	67
Додаток Г Лістинг-коду прошивки для Arduino Nano та ESP8266.....	68

ВСТУП

Спрощення або автоматизація повсякденних завдань – це невід’ємна частина на сьогоднішній день. Ми живемо в індустріальній епосі, в якій праця людини поступово замінюється на машинні механізми. Наразі автоматизація застосовується майже до любої діяльності людини.

У побуті людини існує велика кількість електроніки та технологій віддаленого управління. Популярність автоматизованої системи «Розумний дім» обумовлена прагненням людини до комфорту та зручності. Основна мета системи - це покращення якості життя та зручності у домі, підвищення ступеню безпеки та ефективне використання енергії завдяки підключеним пристроям з дистанційним керуванням.

Система «Розумний будинок» - сучасний інструмент підвищення комфорту і життя, так як частина процесів відбувається автоматично, а в інших випадках – може керуватись віддалено.

У сільськогосподарській сфері для якісного вирощування рослин потрібно їх вчасно поливати та доглядати за ними. Робити це людині на постійній основі – трішки складно, адже це потрібно робити періодично. Тому на заміну такій ручній праці прийшла автоматизована система поливу. Система дозволяє повноцінно виконувати процес поливу рослин та ґрунту без участі людини.

Системи, що вже були створені певними компаніями, використовуються на таких територіях як поля, сади, городи, але такі системи керуються та відстежуються людиною. В автоматизованих системах поливу майже повністю пропадає потреба в нагляді людиною, система дозволяє відстежувати те, наскільки ідеально полита зони, чи потрібно полити ту чи іншу зону, контролювати кількість витрати води на полив цих зон.

Автоматизована систему поливу – це сучасне ефективне використання природних ресурсів та програмно-технічний засіб, що забезпечує автономне полиття та зрошення. Ефективне функціонування системи автоматизованого поливу саду буде забезпечувати автономний розроблений контролер на основі плати Arduino Nano.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						4
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Цей пристрій буде зберігати в собі нормовані норми вологості землі, перевіряти температуру повітря, зрівнювати вологість землі з тою, що записана в алгоритмі, перевіряти наявність дощу та керувати подачею води в ту чи іншу зону. Працювати контролер може як автоматично сам згідно написаного алгоритму, так і в ручному режимі за допомогою інкодера або мобільного додатку.

Актуальність дослідження. Платформа Arduino на сьогодні – це один із найзручніших та найпростіших способів вивчити основи програмування пристрою, що буде діяти згідно написаному алгоритму та завантажений в мікроконтролер. Платформа набирає велику популярність, а враховуючи її можливості – їх застосовують в різноманітних сферах діяльності для створення різноманітних пристроїв.

Системи, що базуються на мікроконтролерах, розташовані повсюди. Холодильники, телевізори, телефони та інші речі, з якими стикаються люди кожен день – все це створено на основі мікроконтролера.

Також, існують певні системи, що дозволяють керувати певними пристроями на великій відстані. Якщо поєднати систему на Arduino з пристроєм, що дозволяє дистанційно керувати ним – можна спростити використання приладів та створити таку систему, в якій людина майже не буде брати участь.

Автономний контролер поливу саду – це пристрій, який створений за допомогою Arduino та допоміжних компонентів, що постійно буде доглядати за садом, та в потрібний момент візьме на себе виконання процесу поливу без участі людини. Такий вид створення та застосування приладів зекономить чимало грошей, витрати на електроенергію, та час людини.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності догляду за садом з використанням кіберфізичної системи «Розумний будинок».

Об'єктом дослідження є процес догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок».

Предметом дослідження є програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок».

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						5
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Для досягнення поставленої мети використовуються такі методи дослідження, як методи синтезу, аналізу та моделювання процесів, принципи системного аналізу, теоретико-множинні підходи.

Практичне значення має спроектований та реалізований програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок».

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						6
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

1.1 Застосування та можливості системи «Розумний будинок»

«Розумний будинок» - це система управління освітленням, безпекою, мультимедіа, клімат-контроль та іншими електронними пристроями в межах квартири або будинку. Основна мета системи – це покращення якості життя та зручності у домі, підвищення ступеню безпеки.

Зі збільшенням обчислювальної здатності гаджетів концепція «розумний будинок» отримала «логічне» продовження – система «Інтернет речей», згідно якої було визначено основні правила до побудови готового продукту на рівні як системи загалом, так і окремих компонентів [38].

Система «Розумний будинок» повинна вміти розпізнавати всі ситуації, що відбуваються в будівлі й реагувати на них згідно закладеного алгоритму. Важлива особливість системи – це комфортний зв'язок між людиною та житловим простором. Людина однією командою може задати певну обстановку, а програма відстежує режими робіт електроприладів, що знаходяться в певній системі. Пристрої системи пов'язані між собою за допомогою локальної або персональної мережі та контролюються спеціальним програмним забезпеченням [28].

Приклад комунікації з системою «Розумний будинок» продемонстровано на рисунку 1.1.

Перевагами використання системи «Розумний будинок» саме такі:

1. Керувати всіма ресурсами будинку можна з одного сенсорного апарату, що має зручний та зрозумілий інтерфейс.
2. Усі види техніки та ресурси будинку працюють самостійно з заданим налаштуванням, самі контролюють робочий процес, при необхідності коректують його та усувають неполадки.
3. Проживання у домі можна організувати: вся автоматизована техніка буде працювати по вашому записаному алгоритму, у визначений час включаючись та виключаючись.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

4. Управління системою може відбуватись на відстані за допомогою телефону або за допомогою Інтернету.

5. Надійна система безпеки, при потраплянні зайвих людей або ще чогось система відправить повідомлення на ваш пристрій.

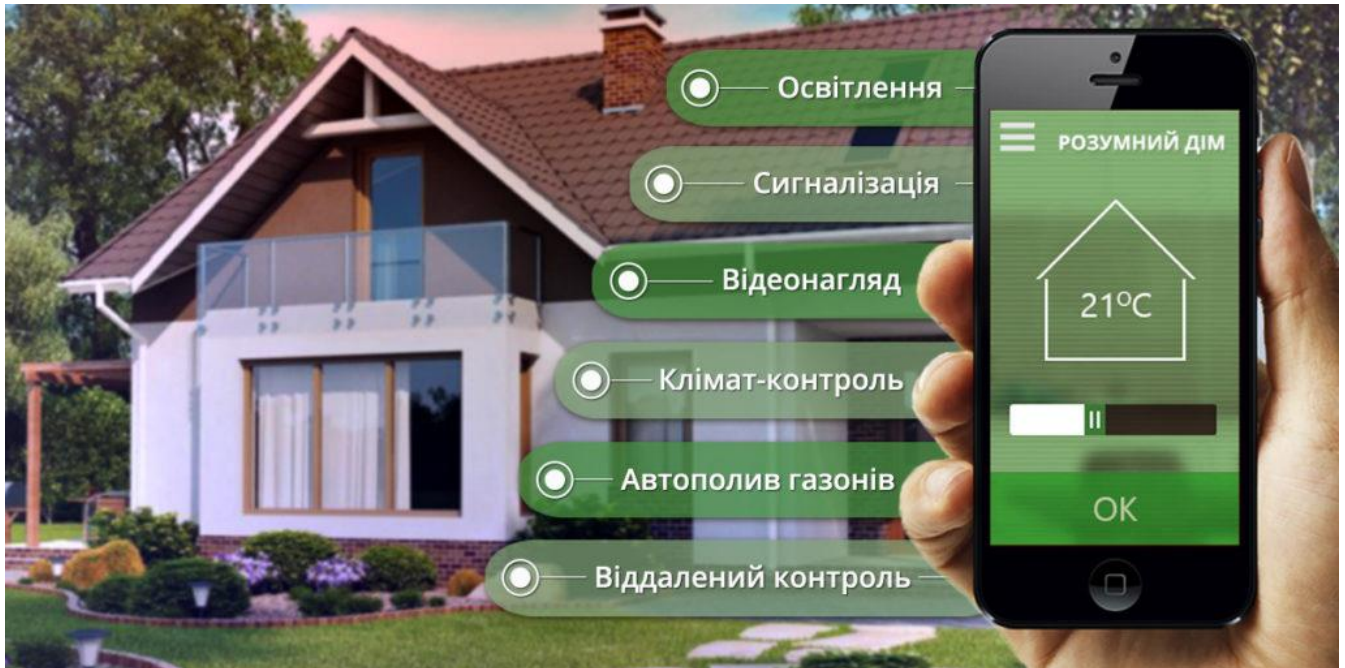


Рисунок 1.1 – Приклад функцій, якими наділена система

Загальна схема системи управління виглядає наступним чином:

- 1) центральний процесор управління або головний блок управління;
- 2) датчики (Руху, освітленості, температури, вологості);
- 3) керуючі пристрої;
- 4) інтерфейси управління (кнопкові вимикачі, пульти, сенсорні панелі, web-інтерфейс);
- 5) власна інтернет мережа, що буде об'єднувати всі вищесказані елементи;
- 6) програмне забезпечення, в якому це все буде контролюватись.

Основна функція центрального процесора – це управління всіма підпорядкованими пристроями за допомогою інтернету або підключеними до нього пристроями через аналогові і цифрові входи\виходи. Центральний процесор містить в собі багатозадачну операційну систему.

Датчики, за допомогою яких буде контролюватись стан будинку, розташовуються в певних місцях та пов'язуються певною мережею. Алгоритм роботи системи простий: інформація з датчиків зчитується та по власній інтернет-мережі надходить до центрального процесора, в той час програмне забезпечення процесора обробляє отриману інформацію та генерує команду для певного пристрою [29].

Однією з функцій, що властива системі «Розумний будинок» - це контроль над автоматизованим поливом ділянок. В основні системи поливу знаходиться контролер, за допомогою якого вся система працює автоматично. В ньому можна як встановити час початку та завершення поливу, так і налаштувати його так, щоб він працював автономно згідно параметрів виміру ґрунту.

Типова система автоматичного поливу саду, яка встановлюється компанією, зображена на рисунку 1.2 [1].

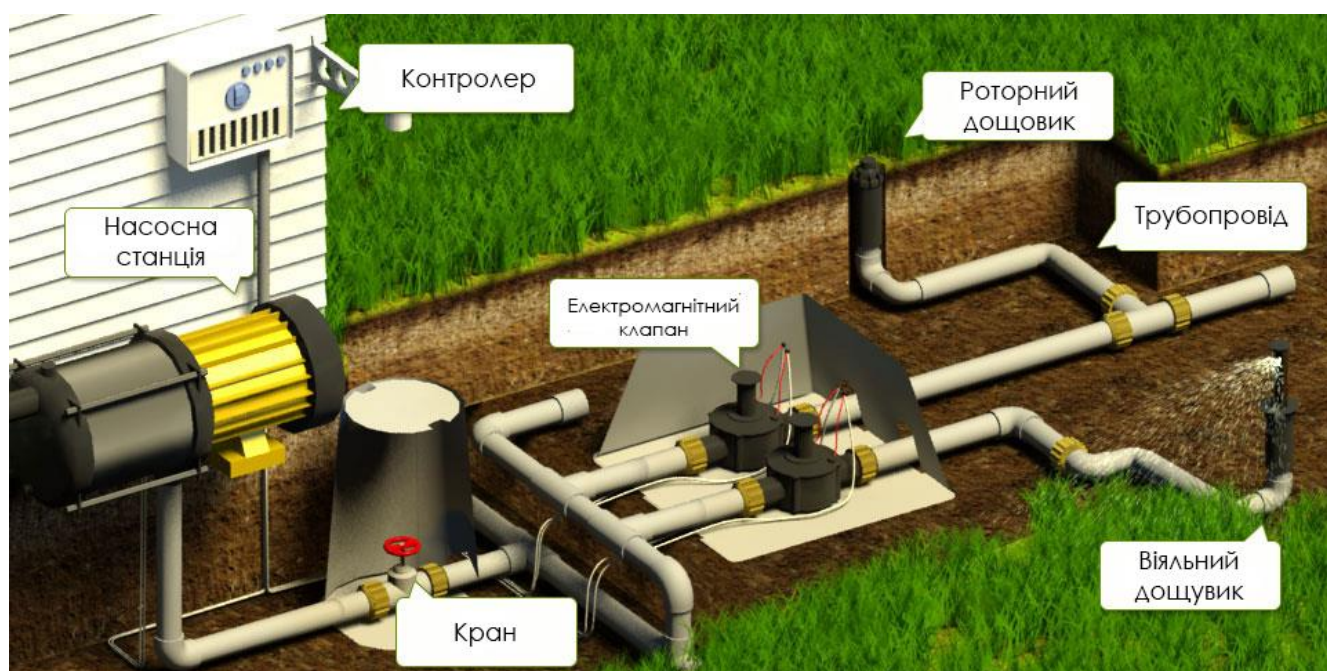


Рисунок 1.2 - Типова схема автоматизованого поливу [1]

Система автоматизованого поливу, що зображена вище, налічує в собі наступні компоненти:

- 1) насосна станція;
- 2) контролер;

- 3) кран;
- 4) електромагнітний клапан;
- 5) дощовики;
- 6) трубопровід.

Контролер, як пристрій для керування всією системою, розташовують в зручному, захищеному від навколишнього середовища факторів, місці. Наприклад, в будівлі. Його підключають до електроживлення, наявних електроклапанів, насосної станції та датчиків.

Насосна станція на вході системи необхідна для створення достатньої кількості тиску для якісного поливу газону, адже центральний трубопровід не завжди може забезпечити певний тиск. Вибір насосу потрібно здійснювати після реалізації проекту та розрахунку необхідної кількості споживання води.

Електромагнітні клапани служать для того, щоб система могла по черзі поливати ділянки землі, які цього потребують. Наприклад, якщо територія ділянки доволі велика та продуктивності станції не вистачить на всю ділянку, то можна здійснити полив ділянки по секціям, поетапно включаючи певні дощовики та задаючи їм час початку та закінчення поливу.

Дощовики в цій системі – це «виконавчі органи» системи поливу. Це пристрої, які можуть знаходитись в ґрунті і висовуватись вгору під час поливу, або можуть знаходитись на поверхні ґрунту [15].

Існують різні варіанти дощовиків. Оскільки існують різні варіанти дощовиків, то для них можуть використовувати регулятори тиску. Кожний дощовик працює при певному робочому тиску, що задається за допомогою цього регулятора.

Також до трубопроводів монтують зливний кран. Так як зимою під низькою температурою вода має здібність перетворюватись в лід, а видалити це з магістралей буде складно навесні, за допомогою цього крану зливають всю воду з системи.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						10
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1.2 Огляд існуючих методів догляду за ділянкою та технології росту рослин

Догляд за ділянкою біля вашого будинку – садом, теплицею, городом – займає багато часу, а саме більше займає час його полив. Полив – це необхідний етап, штучне внесення води у ділянки, де рослини не отримують достатньої кількості вологи природним способом. Полив ділянки може забезпечити збільшення родючості ґрунту та організувати сприятливі умови для розвитку та рослу рослин.

Зволожувати ґрунт можна різними способами: вручну – з використанням шлангу або лійки, так і за допомогою автоматизованих систем поливу, що заощадять час [2]. Наразі, найпопулярніші способи поливу ґрунту можна поділити на певні секції:

- 1) поверхневе зрошення;
- 2) крапельне зрошення;
- 3) дощування;
- 4) підґрунтове зрошення.

Найбільш розповсюдженим варіантом поверхневого зрошення є полив по борознах. На рисунку 1.3 представлено схему поливу по борознах із закритих трубопроводів.

Вода з магістрального каналу (1) помповою станцією подається в транспортуючий трубопровід (2), до якого приєднані ще декілька трубопроводів (3) за допомогою випускних механізмів (4). З поливних труб вода через водовипускаючі елементи (5) подається в борозни, прокладені в міжряддях.

При краплинному зрошенні вода під невеликим тиском подається по пластмасових трубах невеликого діаметру, що проходять під землею або над нею і подають воду дозованими порціями за допомогою спеціальних крапельниць. Цей спосіб зображено на рисунку 1.4.

Краплинне зрошення дозволяє ефективно використовувати воду, знижуючи непродуктивні втрати при випаровуванні, та економити не лише на водних ресурсах, але й на добривах та електроенергії.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						11
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

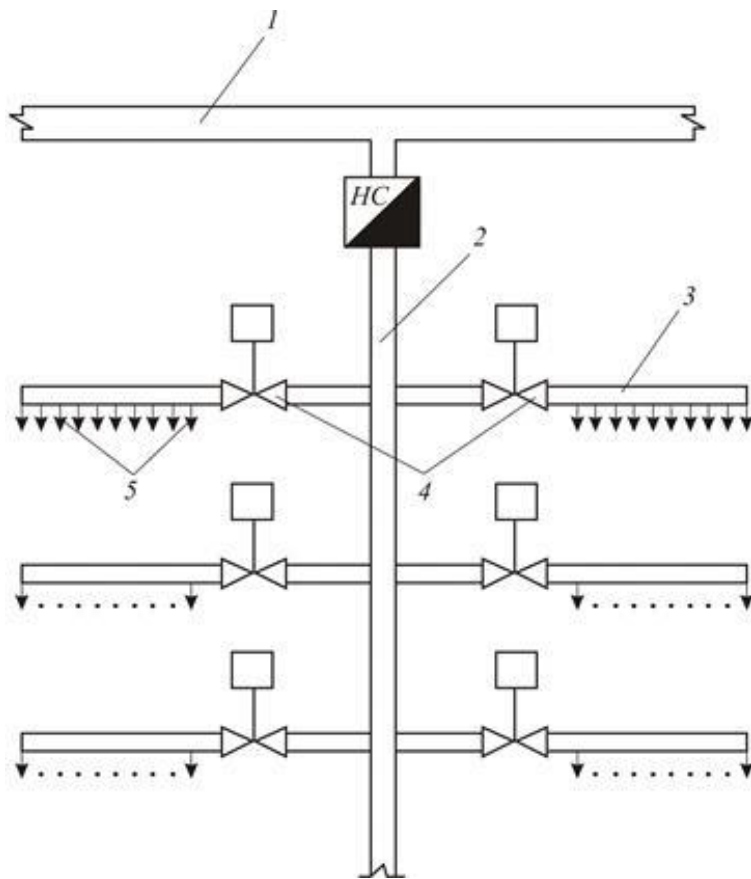


Рисунок 1.3 – Схема поливу по борознах [2]



Рисунок 1.4 - Краплинний прикорневий полив [3]

Дошування – це найбільш розповсюджений спосіб зрошення на сьогоднішній день. Його застосовують на всіх типах ґрунтів і при будь-якому рельєфі. Полив ділянки здійснюється за допомогою спеціальних розбризкувальних пристроїв –

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

дощовики (спринклери), що забезпечують поширення води на поверхні у вигляді штучного дощу.

Дощовики поділяються на три види: статичні, роторні та імпульсні [3].

Імпульсні дощовики, що зображені на рисунку 1.5, широко застосовуються для зрошення великих площ. Їхньою відмінністю є розбризкування води імпульсами. Процес відбувається у два етапи: на першому – вода поширюється на дальню відстань, на другому – зрошується довколишня ділянка.

Полив відбувається по секціям, за імпульс краплі накривають один сектор, сопло повертається і відбувається полив іншого сектора.



Рисунок 1.5 – Імпульсний дощовик (спринклер) [3]

Роторні дощовики, що зображені на рисунку 1.6, забезпечують полив струменем води, що повільно обертається по колу. Роторні дощовики складаються з нерухомої основи і води, що обертається під натиском води, робочої частини з розбризкуючими соплами. Змінюючи спеціальні сопла можна легко регулювати радіус струменя, його висоту та рівень витрат води.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Статичний дощовик, що зображений на рисунку 1.7, не мають обертових сопел і найчастіше застосовуються в автоматичних системах. Дальність розбризкування води у них невелика (3-6 метрів), тому на ділянці їх ставлять по декілька штук, поєднуючи їх загальним водопроводом. Також ці зрошувачі використовують на складних ландшафтах, де робота струменевих установок неефективна.



Рисунок 1.6 - Роторний дощовик (спринклер) [3]



Рисунок 1.7 – Статичний дощовик [3]

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ

Арк.

14

Підґрунтове зрошування, продемонстроване на рисунку 1.8, реалізують шляхом подачі води до кореневої системи рослин за допомогою зволожувачів. Підґрунтове подання води організовано за крапельною технологією.

Відрізняються шланги – вони повинні бути більш міцними, встановлюються на невеликій глибині під шаром ґрунту. Така система є зручною, оскільки не заважає виконувати різні роботи на ділянці з рослинністю та не змінює структуру землі.



Рисунок 1.8 – Підґрунтове подання води [2]

1.3 Огляд методів та складових компонентів для визначення параметрів навколишнього середовища

Оптимальна вологість ґрунту – це важлива умова для забезпечення правильного росту культур та підвищення врожайності [4]. Волога потрібна рослинам не тільки для відновлення водного балансу, но й для регуляції температури. Вода виконує додаткові функції для рослин:

- 1) вологість впливає на аерацію, ступінь санілізації і концентрації токсичних речовин;
- 2) обумовлює структуру, пластичність і щільність ґрунту;

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

- 3) регулює температуру та теплоємність;
- 4) запобігає вивітрюванню;
- 5) визначає час проведення польових робіт.

Найпростіший і найбільший точний метод для визначення вологості ґрунту є ваговий, при якому вміст води визначається за різницею ваги вологої землі та землі, що була під дією нагрівання. Суть вагового методу – сушіння проби ґрунту при температурі 105 градусів до постійного значення маси протягом 8 годин.

Тензиометричний метод визначення вологості ґрунту заснований на здатності ґрунту поглинати вологу до повного насичення. Сам прилад зображено на рисунку 1.9. Це замкнута посудина у вигляді трубки з певним обсягом води, сполучення з ємністю, де розташовується проба ґрунту. Недоліком такого методу є те, що є необхідність заливати прилад рідиною та низька міцність самої конструкції [5].

Відносно дешевими є прилади, що засновані на вимірюванні зміни електрорушійної сили постійного струму при знаходженні ділянки ґрунту між двома металевими електродами. Як відомо, вода проводить електричний струм, а тому в залежності від вмісту води буде змінюватися і його електропровідність.



Рисунок 1.9 – Вигляд тензиометру для ґрунту [5]

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						16
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Датчики – це необхідні елементи для утворення системи автоматичного поливу саду. Це об’єкти, що здатні вловлювати різні зовнішні подразники, перетворювати їх в електричну імпульс та відправляти її до центрального процесору.

За допомогою цих датчиків, контролюється вся система поливу: якщо на вулиці йде дощ – датчик вологості це зрозуміє, обробить та відправить інформацію до процесору, а той в свою чергу дасть команду відключити систему автополиву [21].

Датчик температури повітря передає інформацію про температуру за допомогою електричних імпульсів. Такі датчики насправді є резисторами, значення яких збільшується з температурою або зменшується разом з нею.

Датчики вологості захоплюють сигнали навколишнього середовища для виявлення цих параметрів. Похибка в таких датчиках, як правило, дуже мала. Такий датчик дає змогу проінформувати параметри ґрунту та зупинити систему поливу, коли вологість буде перевищувати. Датчик працює тільки в тому випадку, коли на нього приходить живлення.

Мінусом деяких датчиків є те, що датчики, які знаходяться в землі та під постійною напругою – дуже швидко виходять з ладу, так як їх мідні ніжки піддаються корозії. Саме кращий варіант для довшого його використання – подавати живлення на датчик з певною періодичністю та на короткий час.

Датчик світла – також корисний компонент для нашої автоматизованого саду. Датчик дозволяє визначити наявність певної кількості світла. При перевищенні кількості світла в певній зоні, він надсилає сигнал про те, що потрібно якось з цим справитись (закрити кришу/віконечко).

1.4 Огляд засобів керування системою автоматизованого поливу саду

Контролери призначені для керування системою автоматизованого поливу. До одного контролера можуть одночасно бути підключені декілька клапанів та реле насоса.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						17
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

У контролері закладаються алгоритми, за допомогою яких буде проходити керування поливом. Контролер по цьому алгоритму буде визначати час включення самого поливу, час закінчення поливу, кількість затраченої води на одну ділянку. Згідно написаному алгоритму, мікропроцесор буде давати сигнал на кожний модуль реле, а той в свою чергу буде закривати чи відкривати клапан, в залежності від сигналу [11].

Контролери для автоматичного поливу можуть бути як простими для невеликих територій, так і професійними для обслуговування масштабних запроектованих ділянок. Моделі таких контролерів поділяються на дві категорії:

1. Механічні контролери – це запірні арматури ручного управління. Весь процес поливу не буде здійснюватися без користувача. Користувачу потрібно вручну встановлювати період поливу (час, з яким періодом система буде працювати та час, скільки помпа буде працювати при включенні системи), адже система не запускається автоматично.

2. Електронні контролери – це універсальні модулі автоматичного поливу. Контролер працює від вбудованого джерела живлення (наприклад, акумуляторів), може бути встановлений де завгодно та не вимагає підключення його до електромережі.

На сьогоднішній день на ринку України найбільш популярними виробниками контролерів є дві фірми – Hunter та Rain Bird. Розглянемо представлені види, а саме:

Контролери X2, зображені на рисунку 1.10 – це оптимальні рішення для невеликих за розміром ділянок. Завдяки професійному програмуванню забезпечується економна витрата води без перезволоження ґрунту.

Контролер автоматично може регулювати параметри зрошення за допомогою показників про стан погоди, що постійно оновлюється через мережу Інтернет.

Також підтримує модуль Wi-Fi, що дає змогу дистанційно керувати системою автополиву.

Контролер ELC, зображений на рисунку 1.11 – це функціональний, бюджетний модуль, що автономно працює за встановленою програмою, що включає систему в визначений час та відстежує стан датчиків.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Так як такий контролер – це бюджетний сегмент, то він не підтримує розширення модулями, тим самим має тільки ручне управління.

Контролер NODE, зображений на рисунку 1.12 – це пультовий пристрій, за допомогою Bluetooth налаштовується запуск та зупинка процесу поливу на одній площі.



Рисунок 1.10 - Вигляд контролера Hunter X2-401



Рисунок 1.11 - Вигляд контролера Hunter ELC 401i-e

Переваги керуванням такого контролера:

1. Система буде контролюватись за допомогою мобільного додатка, в якому є декілька варіантів мов.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк. 19
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2. У програмі присутня геолокація контролерів, які відображаються на карті згідно з їх місцем розташування на площі.

3. Так як контролер налаштовується автоматично, процес зміни його параметрів прискориться.



Рисунок 1.12 - Вигляд контролера Hunter NODE 100 BT valve-B

Контролер Hunter XCH 1200, що зображений на рисунку 1.13 – це пристрій, що управляє клапанами в системі автоматизованого поливу саду.

Його слід розміщувати в місцях, де немає доступна напруга 220 В. Забезпечує зрошення до 12 зон, живиться від мережі, також може запускатись від 6 батарейок АА, підтримуючи роботи в разі відключення електроспоживання.

Переваги контролера:

- 1) можливість запрограмувати датчик на кожен зону окремо;
- 2) вбудований трансформатор для живлення від електромережі;
- 3) захист системи від короткого замикання;
- 4) підключення метеостанції та датчиків погоди.

Контролер Rain Bird ESP-TM2-12, що зображений на рисунку 1.14 – пристрій, створений за сучасними технологічними стандартами, що дозволяє налаштувати полив ділянок, відповідно до умов програми. Так як цей пристрій універсальний, його можна застосовувати як в теплиці, так і на дачі, так і на великих ділянках землі.

Немало важливим компонентом для керування потоку води до певних ділянок служать електромагнітні клапани, рисунок 1.15. Це пристрої, що встановлюються на певні ділянки, що мають здатність закриватись/відкриватись по команді та відправляти потік води до зрошувачів.



Рисунок 1.13 - Вигляд контролера Hunter XCH 1200



Рисунок 1.14 - Зовнішній вигляд контролера Rain Bird ESP-TM-12

Клапани виконують команди, які надсилаються від контролера. Напруга живлення клапанів буває 12Вольт, 24Вольт та 220 Вольт. Максимальний диференціал тиску такого клапану – 13 бар.

Корпус клапану виготовлений з латуні, внутрішні деталі клапану – нержавіюча сталь, що дозволяє працювати клапану при високих температурах.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						21
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1.5 Головні властивості системи автоматичного поливу саду

Розглянувши систему автоматизованого поливу, її особливостей існуючих варіацій, можна визначити головні властивості таких систем:

- 1) керування системою реалізовується як ручним, так і віддаленим керуванням за допомогою мобільного або веб-додатку;
- 2) користувач завжди контролює параметри повітря та ґрунту (температура, вологість, освітлення);
- 3) користувач може налаштувати різні варіації полива, з певним періодом та на певних зонах, змінюючи тривалість поливу та час, через який система знову буде активною;
- 4) доволі легка конструкція, що швидко й зручно встановлюється



Рисунок 1.15 – Зовнішній вигляд електромагнітного клапану

1.6 Висновки

В першому розділі було розглянуто можливості кіберфізичної системи «Розумний будинок», розглянуто способи зрошення ділянок та види поливтя землі, ознайомились з різноманітними розробленими системи автоматичного поливу саду, що пропонують нам компанії, їх позитивні та негативні сторони.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Системи, які пропонують нам за великі кошти, є багатофункціональними, адже крім того щоб вимірювати параметри ґрунту чи температуру повітря, вони можуть самі реагувати на аварійну ситуацію.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						23
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

2 ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ

2.1 Обґрунтування вибору платформи Arduino та її характеристика

На сьогоднішній день комп'ютери – це невід'ємна частина нашого життя. Крім них, є так звані «міні-комп'ютери», які називаються мікроконтролери. Задачі таких мікроконтролерів – це контролювати, моніторити, обробляти та передавати дані [18].

Arduino є зручним та простим способом вивчення основи програмування пристроїв та реалізації своїх проектів за короткий час. Такі проекти чітко взаємодіють з користувачем та навколишнім середовищем.

Arduino – це сама по собі маленька плата з процесором, потужність якої порівнянна з старенькими комп'ютерами. У ній є контактні піни, до яких користувач може підключити різноманітні пристрої: датчики, сенсори, лампочки, насоси. Для керування таким пристроєм потрібно написати програмку на мові, що є підмножиною таких мов як C та C++, та завантажити її за допомогою USB-кабелю.

Простота платформи Arduino полягає в тому, що апаратне та програмне забезпечення для її використання можна знайти у відкритому доступі в інтернеті. Проекти, створені на Arduino власноруч, економлять вам кучу грошей, адже це дешевий варіант для автоматизації власного життя.

До плати Arduino може підключити велику кількість компонентів, тим самим створити низку унікальних пристроїв або систем. Нижче, на рисунку 2.1 буде зображено деякі компоненти, що спокійно можуть взаємодіяти з платою Arduino Uno [8].

Для виконання задачі по реалізації автоматизованого поливу саду, слід обрати плату Arduino, що не буде мати великі розміри та велику кількість пінів, так як вони будуть лишніми для нас та будуть споживати якнайменше струму. Погляд впав на плату Arduino Nano на базі мікроконтролера ATmega328, що зображений на рисунку 2.2.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						24
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

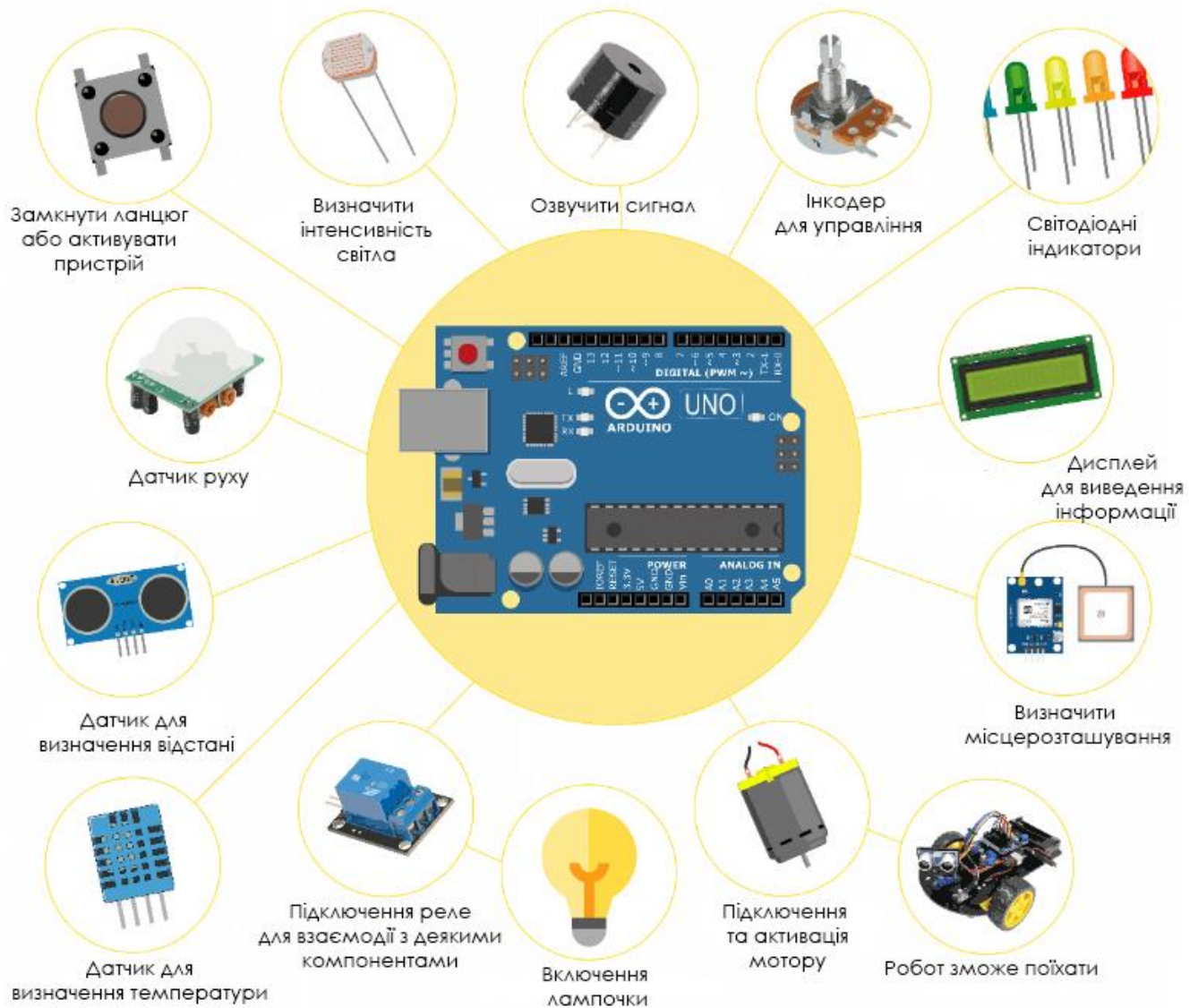


Рисунок 2.1 - Компоненти, що можливо підключити до Arduino Uno [20]

Arduino Nano – це невеличка плата, що побудована на мікроконтролері ATmega328P [31]. Функціональність цієї плати збігається з функціональністю плати Arduino Uno, але має інший форм-фактор.

Невеличким мінусом в Arduino Nano є живлення. В ній немає роз'єму живлення, а сама плата живиться за допомогою Mini-B USB-кабелю. Живлення плати може бути від Mini-B USB кабелю, від зовнішнього джерела живлення за допомогою піна «VIN» (6-12В) так і стабільне зовнішнє живлення за допомогою піна «5V» (5В) [32].

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



Рисунок 2.2 - Зовнішній вигляд Arduino Nano [9]

Розглянемо технічну характеристику Arduino Nano:

- невеличка та проста у використанні плата;
- базується на мікроконтролері ATmega328p, що працює на частоті 16 МГц;
- пам'ять становить 16 Кб або 32 Кб флеш-пам'яті в залежності від версії плати, 1 або 2 Кб пам'яті SRAM, 512-байт або 1 Кб EEPROM;
- має постійну напругу 5 вольт, але вхідна напруга може бути від 7 до 12 Вольт;
- вміщує в собі 14 цифрових контактів, 8 аналогових, 2 контакти для скидання та 6 контактів живлення.
- для встановлення прошивки та підключення плати до комп'ютера використовується стандартний miniUSB кабель;
- енергоспоживання такої плати становить 19 мА;
- вага плати становить 7 грам, розмір – 18x45 мм.

Розглянемо фото з розпинівкою виходів на платі Arduino Nano, що зображено на рисунку 2.3 [9].

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ARDUINO NANO

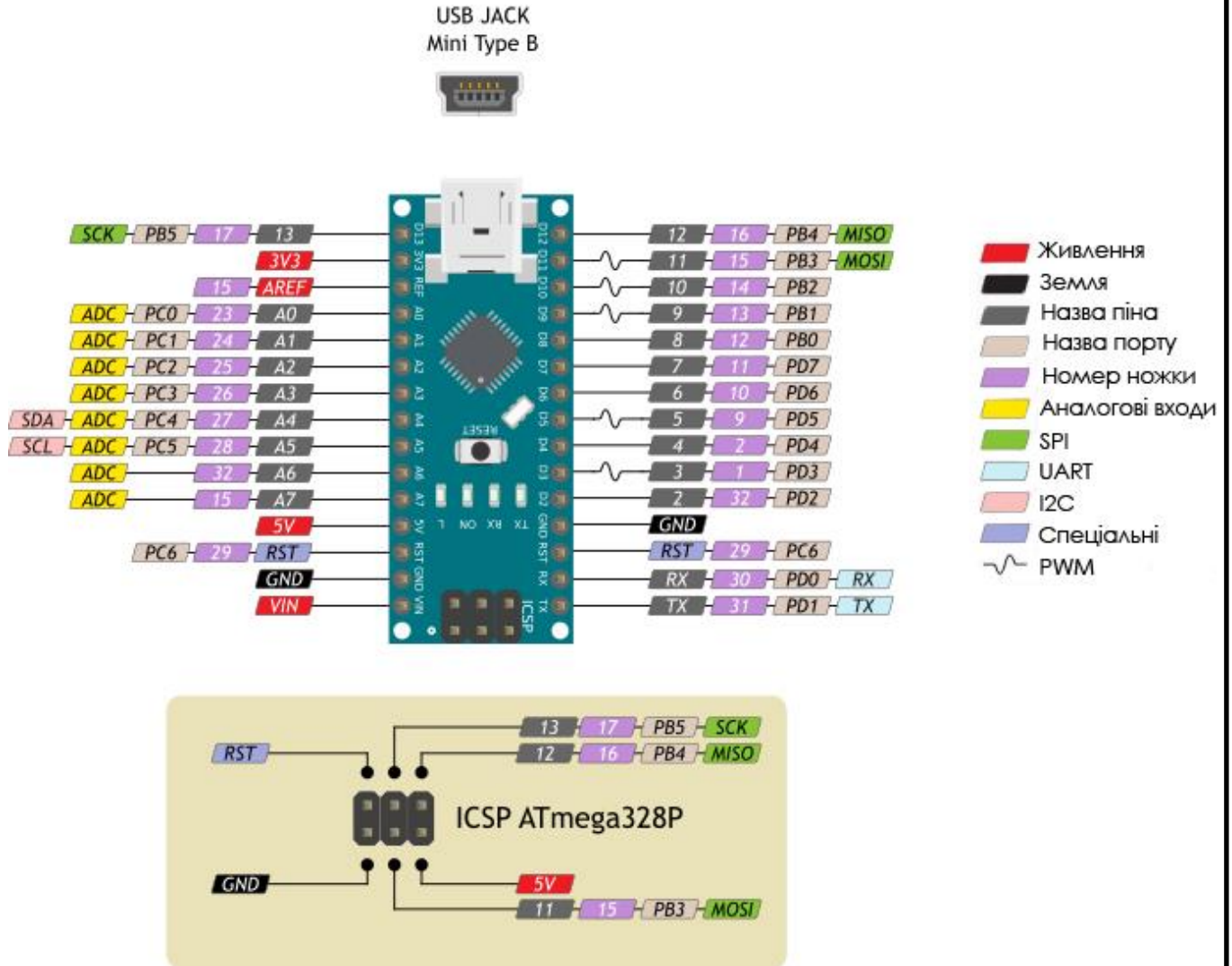


Рисунок 2.3 – Розпинівка плати Arduino Nano [18]

2.2 Вибір необхідних компонентів для конструювання системи автоматизованого поливу

2.2.1 Огляд компонентів для виведення інформації та її редагування

Пристрій для виведення параметрів з датчиків або для керування самим пристроєм є необхідним для любого пристрою. Кожен пристрій має свій ціновий сегмент, свою конструкцію, ефективність, елементну базу [27]. Для нашої задачі, ми виберемо недорогий екран з бюджетного сегменту, а конкретніше LCD дисплей 2004 I2C, зображений на рисунку 2.4.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

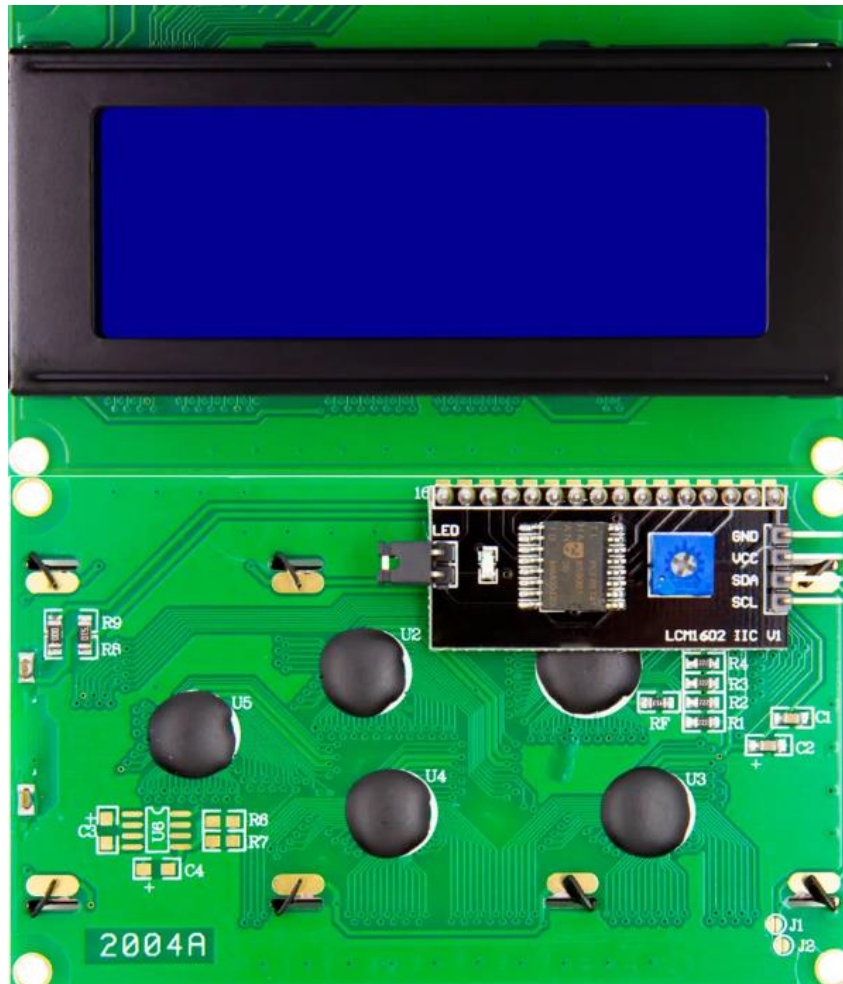


Рисунок 2.4 - Зовнішній вигляд LCD дисплея 2004 I2C [19]

LCD дисплей 2004 I2C – недорогий екран для виведення тексту. Дисплей оснащений синьою підсвіткою за забезпечує виведенню двадцяти символів в чотири рядки. Вбудований потенціометр надає можливість регулювання контрастності та яскравості дисплея.

Характеристика дисплею LCD 2004 I2C:

- 1) тип дисплею: I2C;
- 2) кількість символів виведення: 20 символів в рядку, всього 4 рядки;
- 3) живлення постійного струму: 5V;
- 4) робочий струм 40 мА, струм під час підсвітки 30 мА;
- 5) розмір самої панелі: 97 на 44 мм.

Поворотний енкодер КУ-040, що зображений на рисунку 2.5 – це пристрій, що перетворює обертання ручки у вихідний сигнал. В середині енкодеру

розташований диск із щілинами, що підключений до заземлення та двох контактів DT та CLK.

Коли прокручуємо ручку енкодера, контакти DT та CLK контактують з контактом заземлення відповідно напрямку. Якщо ручку повертати за годинниковою стрілкою, то спочатку зреагує контакт CLK, а після нього DT, якщо проти годинникової стрілки – спочатку контакт DT, потім CLK.

Розглянемо розпинівку поворотного енкодера [6]. Контакт SW – це активний вихід кнопкового перемикача. Під час натискання кнопки енкодера напруга знижується.

Контакт DT – такий самий вихід, як і CLK, але його фаза зсунута на 90 градусів. Цей контакт використовується для визначення напрямку обертання енкодера.

Контакт CLK – це вихідний імпульс для визначення величини обертання енкодера. Кожен раз як ручка обертається на один фіксатор, контакт проходить один цикл переходу сигналу вгору (1), а потім повертається на низький (0) рівень.

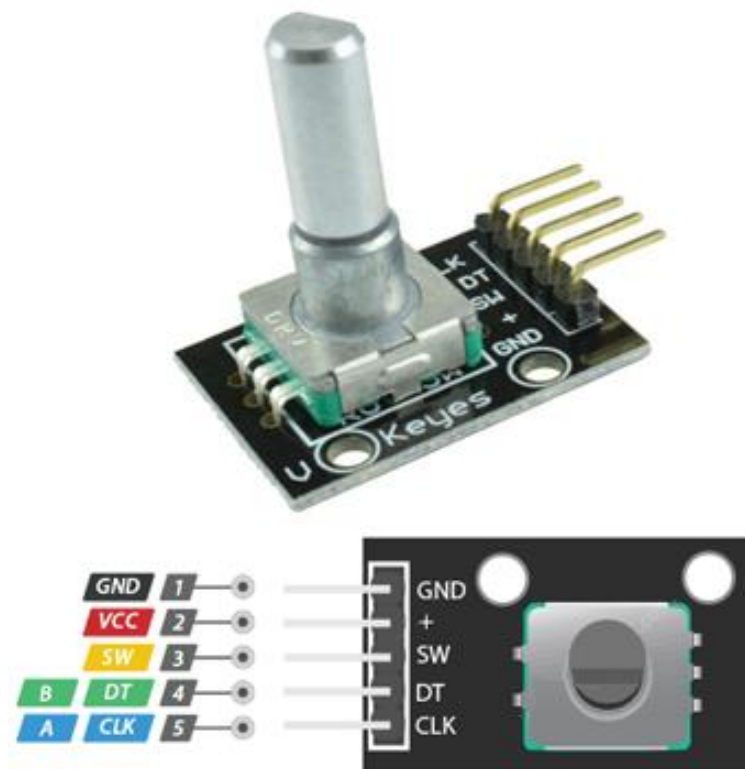


Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд енкодера та його розпинівка

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

2.2.2 Огляд датчиків для визначення параметрів навколишнього середовища

Датчик DHT22 / AM2302, що зображений на рисунку 2.6, використовується для виміру температури та вологості навколишнього середовища з підвищеною точністю [17].

Датчик складається з ємнісного датчика вологості і термістора. Також датчик містить в собі простий АЦП для перетворення аналогових значень вологості і температури в цифровий вид. Передача даних здійснюється по одному дроту з використанням власного протоколу WIRE.

Основна характеристика датчика:

- 1) напруга живлення: 3.5 – 5.5В;
- 2) діапазон температур: від -40 до +80 градусів;
- 3) погрішність свідчень температури: 0.5 градусів;
- 4) діапазон вологості: 0 – 100%;
- 5) погрішність свідчення вологості: 2%;
- 6) частота опитування датчика не більше 0.5 Гц;
- 7) вбудований АЦП;
- 8) передача даних по одному дроту;



Рисунок 2.6 – Зображення датчика DHT22 | AM2302 [17]

Призначення контактів датчика:

1. SDA: контакт для обміну даними між датчиком та мікроконтролером.
2. VDD: напруга живлення.
3. GND: загальний контакт.
4. NC: не використовується.

Цифровий датчик вологості Soli-Hum-Sensor, що зображений на рисунку 2.7, використовується для визначення вологості в самому ґрунті. Для роботи датчика потрібно написати спеціальну програму, яка дозволить контролеру працювати з ним, надати йому джерело живлення та помістити в середовище вимірювання.

Датчик працює таким чином: мікроконтролером завдається певна вологість ґрунту, яка має підтримуватись весь час. Як тільки вологість впаде нижче зазначеного рівня, датчик подає сигнал 1, який направляється до контролера, а той включить необхідний пристрій.



Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд датчику вологості, що розташований в ґрунті

Датчик ВМЕ280, що зображений на рисунку 2.8 – це модульний пристрій, за допомогою якого можна отримати показники вологості, температури, атмосферного тиску та розрахункову висоту [16]. Датчик має просту конструкцію, заздалегідь відкалібрований для роботи, та для його підключення не потрібні додаткові компоненти.

На зворотному боці модуля встановлений стабілізатор напруги LM6206 з напругою 3.3В і перетворювач рівнів I2C. Датчик працює по двох-провідному інтерфейсу I2P.

Розглянемо технічні характеристики датчика:

- 1) напруга живлення: 3.3 – 5 Вольт;
- 2) робочий струм: 1мА;
- 3) діапазон вимірювання атмосферного тиску: 300 гПа – 1100 гПа;
- 4) діапазон вимірювання температури повітря: від -40°C до + 85 °С;
- 5) діапазон вимірювання вологості повітря: від 20% до 80%.

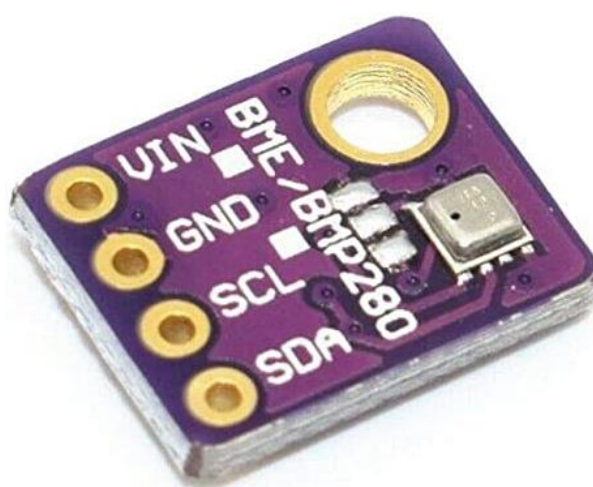


Рисунок 2.8 - Зовнішній вигляд датчика BME280 [16]

Датчик дощу YL-83 Arduino AVR Pic – це погодні модуль для вимірювання кількості опадів. Управління датчиком здійснюється за допомогою Arduino [15].

На платі розташований змінний резистор, за допомогою якого відбувається налаштування чутливості спрацювання датчика.

Погонний модуль має два інтерфейси: перший 4-контактний інтерфейс для підключення до джерела живлення та до мікроконтролера, інший 2-контактний для підключення до чутливого елемента YL-38.

Зовнішній вигляд датчика дощу, під'єданого до чутливого елемента, зображено на рисунку 2.9.

Розглянемо характеристику датчика:

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						32
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- 1) зібраний на основі мікросхеми LM393;
- 2) наявність цифрового та аналогового виходу;
- 3) напруга живлення: 3.3 – 5 Вольт;
- 4) не великі розміри модуля датчика та чутливого елемента.



Рисунок 2.9 - Зовнішній вигляд датчика дощу [15]

2.2.3 Огляд WI-FI модуля для дистанційного керування

Розглянемо WI-FI модуль на базі мікросхеми ESP8266 версії ESP-01, що зображений на рисунку 2.10. Це модуль з вбудованим протоколом TCP/IP, для його управління використовують AT-команди [11].

Основна задача чіпу – це підключитись мікроконтролера, до існуючої мережі Wi-Fi та забезпечити зв'язок з дистанційним пристроєм. Якщо модуль не зможе підключитись до Wi-Fi – чіп перейде в стан точки доступу.

Характеристика ESP8266:

- 1) підтримка Wi-Fi протоколу 802.11 b/g/n;
- 2) вбудований протокол TCP/IP, підсилювач потужності;
- 3) вихідна потужність +20 дБм у режимі 802.11b;
- 4) два режими Wi-Fi: клієнт та точка доступу;

- 5) напруга живлення: від 1.8 до 3.6 В;
- 6) тактова частота процесора: 80 – 160 МГц;
- 7) оперативна пам'ять: 96 Кб.

Розглянемо розпінівку модуля. TXD контакт відповідає за передачу даних, RXD – отримання даних. Контакт CH_PD відповідає за вимкнення модуля. Для його виключення потрібно подати VCC. GPIO0 GPIO2 це контакти виведення загального призначення, які не будуть використані.

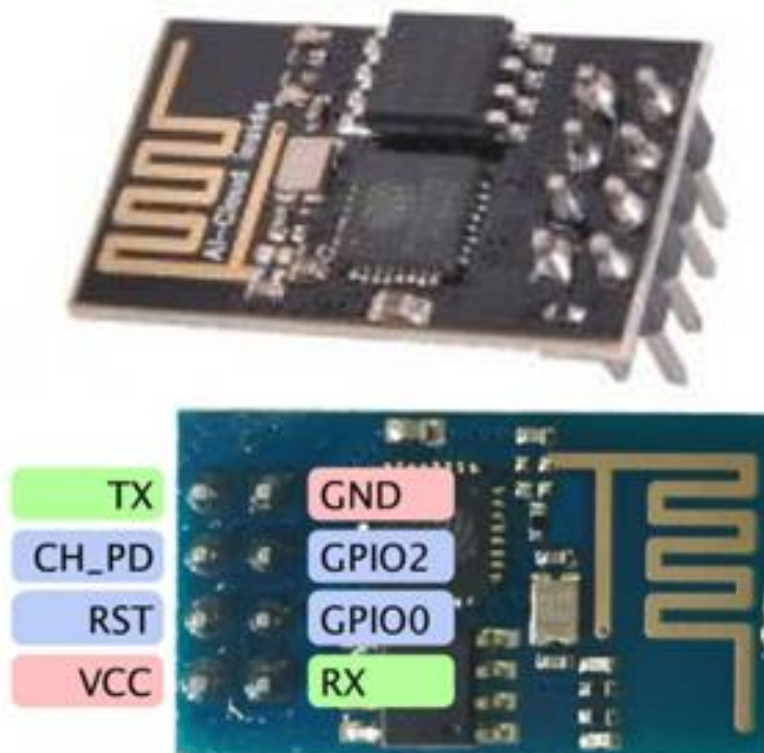


Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд та розпінівка ESP8266 [12]

2.2.4 Огляд модуля годин реального часу

Модуль реального часу RTC DS3231, що зображений на рисунку 2.11 – це дешева платка, в якій вбудований кварц, що надає можливість вираховувати реальний час в автономному режимі [13]. До складу модуля реального часу входить літій-іонний акумулятор, які мають чудову здібність накопичення енергії. Вбудований в плату генератор скоротив кількість зайвих деталей в схемі.

Характеристика модуля реального часу:

- 1) точність вимірювання: 0.4 сек в день;
- 2) живлення батарейки: 2.7 – 5.3 В;
- 3) струм споживання: 2.3 – 5.3 В;
- 4) частота кварцу: 32 768 кГц;
- 5) підтримує I2C протокол;
- 6) вихід частоти до 32768 Гц.

Модуль RTC DS3231 має 6 контактів виводу: контакт GND для заземлення, VCC для подачі живлення в розмірі 2.7 – 5.3 Вольт, SDA – контакт входу\виходу даних по протоколу I2C, SCL – контакт синхронізації по протоколу I2C, SQW – контакт переривання від будильників, 32К – контакт виходу імпульсів.



Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд модуля реального часу [13]

2.2.5 Огляд модуля реле та електромагнітний клапан

Розглянемо 4-канальний модуль реле SRD-05VDC-SL (5Вольт). Модуль реле використовується для керування приладами з великим вхідним струмом. Для використання релейного модуля потрібно підключити керований пристрій, підключити живлення VCC та GND.

Піни I1 – I4 використовуються як інтерфейси керування [14].

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						35
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Основна характеристика модуля реле:

- 1) керуюча сила струму: 15-20 мА;
- 2) керуюча напруга живлення: 5 Вольт;
- 3) максимальний змінний струм навантаження становить 10 Ампер при напрузі 250 Вольт, постійний струм 30 Вольт 10 Ампер;
- 4) час спрацювання реле під час увімкнення/вимкнення: до 10 мс / до 5 мс;
- 5) розмір плати: 7.5 x 5.5 см;

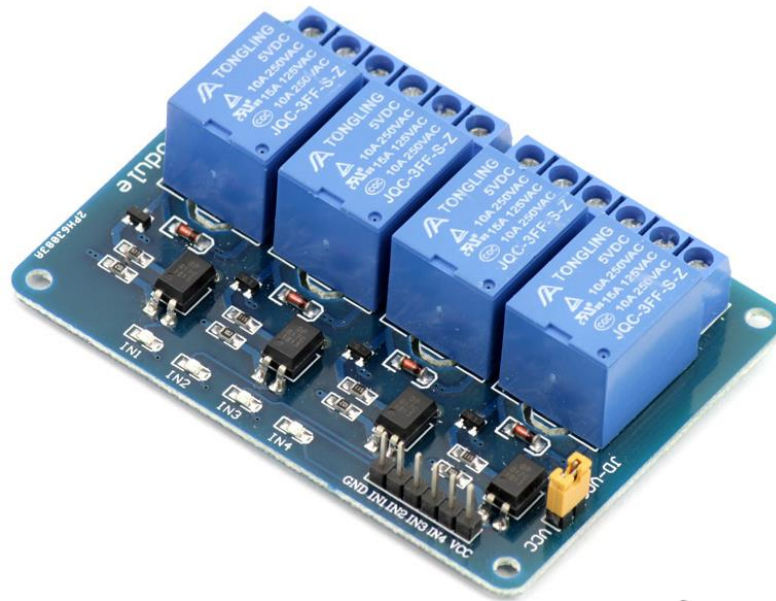


Рисунок 2.12 - Зовнішній вигляд 4-канального модуля реле [14]

Розглянемо електромагнітний клапан, що зображений на рисунку 2.13. Клапан розташований у корпусі з пластику. Є дві клеми для підключення живлення. На вході розташована фільтрувальна сітка, що використовується для грубого очищення.

Вибраний електромагнітний клапан відноситься до нормально-закритого. Тобто, при відсутності живлення на клеммах – клапан закритий, при подачі живлення – клапан миттєво відкривається.

Характеристики електромагнітного клапану:

- 1) застосовуються для транспортування води, повітря й інших рідин;
- 2) для живлення потребує 12 В постійного струму;

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

- 3) потужність: 5 Вт;
- 4) мінімальний тиск: 0.2 бар, максимальний – 8 бар;
- 5) максимальна температура: +80°C.



Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд електромагнітного клапану

2.3 Вибір програмних засобів для конструювання та конфігурації системи

Після вибору плати Arduino, яку буде взято за основу пристрою, та допоміжних компонентів, потрібно ознайомитись та обрати середовище розробки Arduino, що можна знайти на просторах інтернету [14].

Популярними середовищами розробки на базі Arduino є:

1. Arduino IDE.
2. Programino IDE.
3. CodeBlocks Arduino IDE.

В кваліфікаційній роботі для програмування системи будемо використовувати Arduino IDE – програмне забезпечення, яке надає змогу писати скетчі для платформи Arduino та працює на різних операційних системах, таких як Windows, MacOS, Linux.

Arduino IDE насамперед орієнтується для побудови простих систем. Програма складається з текстового редактору коду, компілятора коду та модуля, що завантажує прошивку в мікроконтролер.

Так як більшість плат підключається до комп'ютера за допомогою USB кабелю, то завантажування скетчу проходить швидко та на будь яку плату.

За допомогою програмного забезпечення Arduino IDE буде налаштована власна прошивка плати Arduino Nano з потрібним алгоритмом роботи, та прошивка Wi-Fi модуля ESP8266 для перевірки на працездатність та редагування налаштувань для коректного підключення модуля до мережі Wi-Fi.

Так як система повинна керуватись дистанційно з телефону, слід розглянути наявні мобільні додатки, що дозволяють це робити. Найкращими програмами для дистанційного керування Arduino на сьогодні є:

1. Arduino Bluetooth Controller.
2. RemoteXY.
3. Virtuino.
4. Blynk.
5. ThingSpeak.

Серед вище розглянутих додатків для дистанційного керування було обрано додаток Blynk. Blynk – це платформа для безпроводного керування електричними пристроями з мобільного телефону [10].

Платформа Blynk складається з трьох основних компонентів:

1. Blynk App – надає можливість створенню інтерфейсу для власних проєктів.
2. Blynk Server – компонент, що відповідає за зв'язок між смартфоном та пристроями.
3. Blynk Libraries – надає можливість пристроям спілкуватись з сервером та обробляти вхідні й вихідні команди.

Великим плюсом для використання платформи Blynk є те, що автори надали можливість не купувати Blynk Server за кошти, а завантажити та розгорнути власний сервер в рамках свого дому у власній домашній мережі.

Схема принципу роботи системи автоматичного поливу за допомогою платформи Blynk проілюстровано на рисунку 2.14.

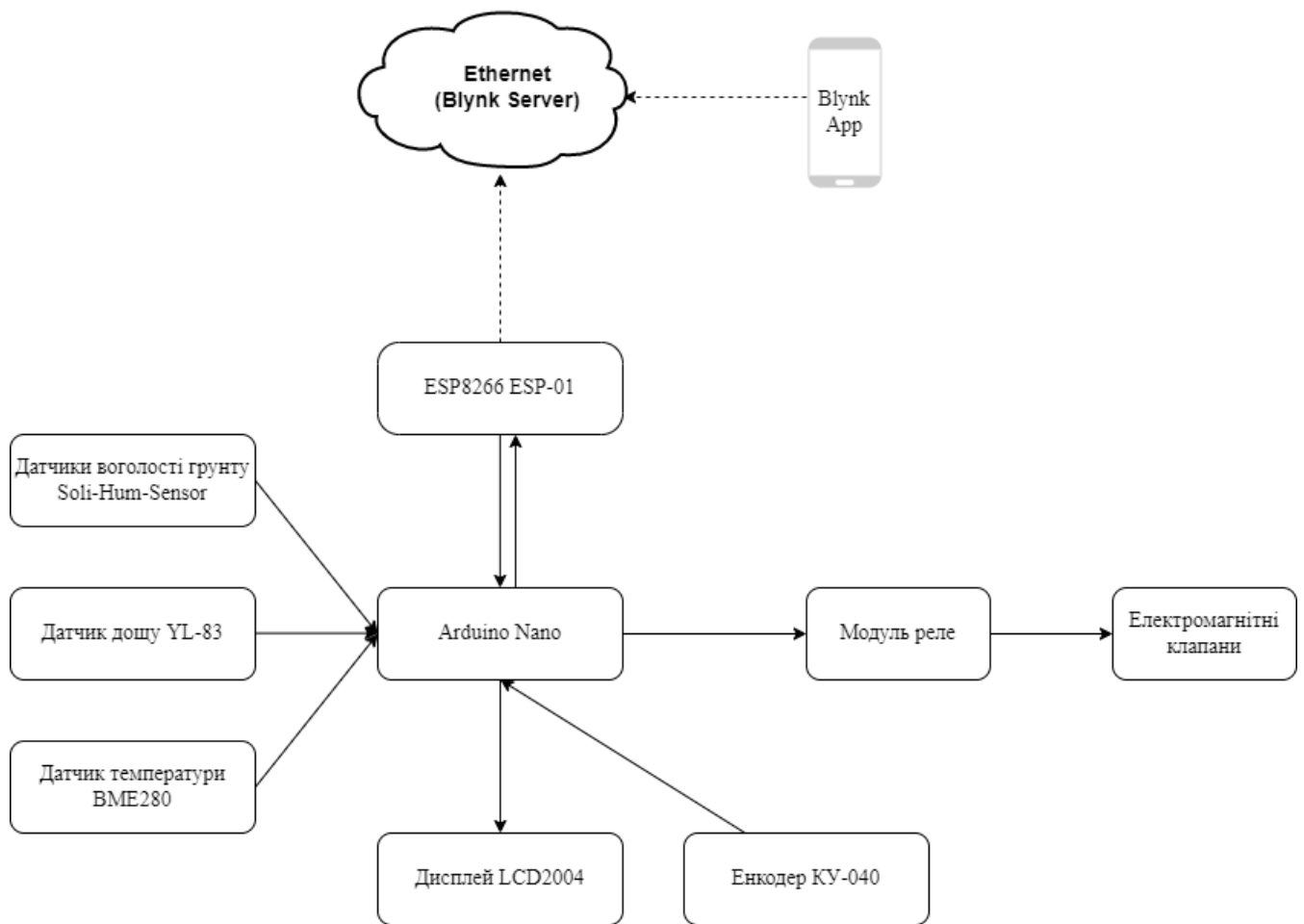


Рисунок 2.14 – Схема роботи системи поливу з платформою Blynk

2.4 Висновки

В другому розділі кваліфікаційної роботи було проведено аналіз елементної бази для створення пристрою автоматичного поливу. Серед великої кількості різноманітних плат платформи Arduino було вибрано Arduino Nano, що мінімально задовольняє потребам.

Додатково були вибрані різноманітні датчики, що модернізують пристрій, розглянуто апаратні забезпечення для програмування пристрою на візуального його зображення та з'єднань.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ САДУ

3.1 Проектування системи за допомогою програмного забезпечення Fritzing

Система автоматичного поливу саду буде складати з себе створений контролер, який буде зчитувати інформацію з датчиків, виводити інформацію на дисплей та давати вказівки тому чи іншому клапану на подачу води [22-24].

Використання такої системи автоматичного поливу є водночас зручним та економним рішенням. Адже вартість створеного нами контролера в порівнянні з контролерами, які пропонують нам компанії, доволі низька.

На рисунку 3.1 зображено блок-схема, на якій зображено компоненти нашої системи та як вони працюють. Принцип роботи системи доволі простий: Arduino з певною періодичністю посилає сигнал на кожен датчик для отримання параметру вологості ґрунту. Датчик окремо пов'язаний з одним каналом модуля реле. Як тільки параметр вологості ґрунту на одному з датчиків впаде менше зазначеного рівня – плата одразу надсилає сигнал на певний канал реле, а той в свою чергу замикає землю з іншим контактом та відкриває кран для подачі води.

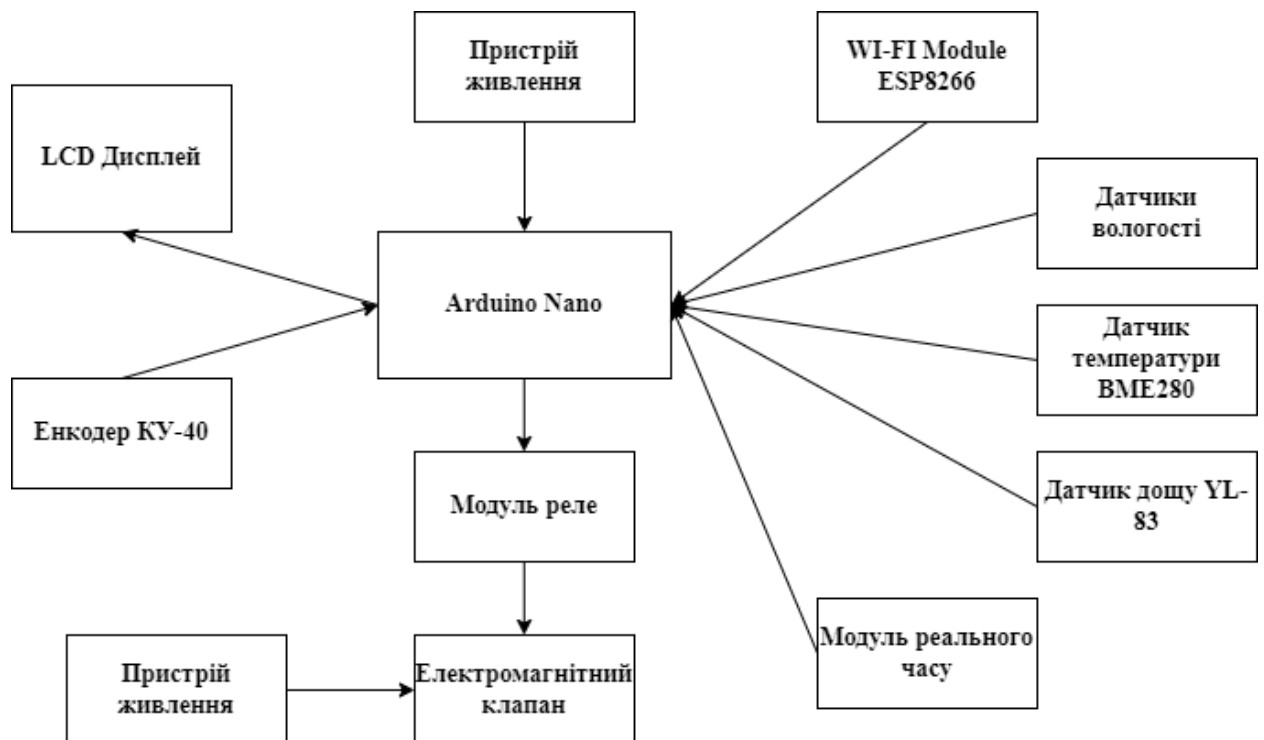


Рисунок 3.1 - Блок схема роботи системи автоматичного поливу

Для створення моделі системи автоматичного поливу потрібно використати програмне забезпечення, в якому є можливість відобразити правильність всіх з'єднань та перевірити чи працює ця система так, як планувалось. Для зручності, використаємо програму Fritzing. Частина бібліотек, які потрібні для створення системи – вже були встановлені, деякі потрібно знайти власноруч на GitHub. Великою перевагою програмного забезпечення є те, що при створенні проекту одразу розташована макетна плата (Breadboard), за допомогою чого ми зможемо подати живлення на декілька компонентів за допомогою одного піна 5V Arduino без використання паяльників.

Для початку створимо новий проект в програмі Fritzing, знайдемо бібліотеку Arduino та розташуємо Arduino Nano на схемі. Взявши провід «мама-папа», та з'єднавши піни 5V та GND з макетною платою зробимо два ланцюги, як зображено на рисунку 3.2. Червоний провід – це провід живлення +5V. Він підключений в перший «Pin» ряду, утворюючи так звану шину. При підключенні інших компонентів, наприклад дисплея або датчиків, в ряд з цим проводом – ці компоненти отримають живлення. З чорним проводом – земля, аналогічна ситуація [35].

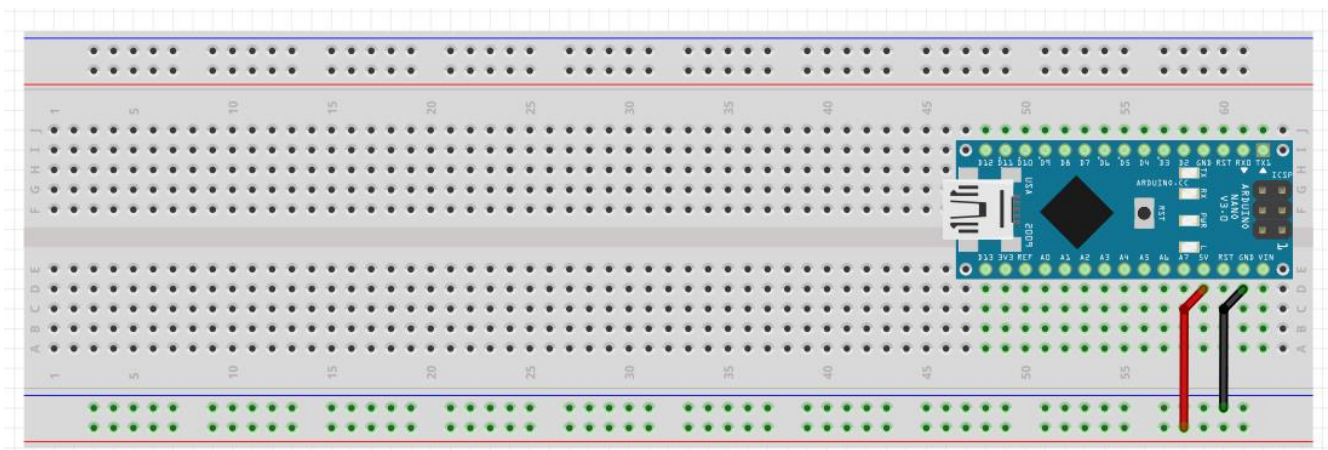


Рисунок 3.2 - Розташування Arduino та створення шини

Далі розташуємо LCD дисплей, на який буде виводитись інформація про стан ґрунту в певних зонах, а також для керування та конфігурації системи вручну. Дисплей має 4 піни для підключення: VCC, GND, SDA та SCL. Протокол I2C – це

шина послідовної передачі даних для зв'язку компонентів схеми, що використовує дві двох-напрямкові лінії зв'язку (SDA та SCL) [25]. SDA (Serial Data) – це шина послідовної передачі даних, які можуть передаватись в двох напрямках. SCL (Serial Clock) – це шина синхронізації даних [16]. Для підключення цих пінів на Arduino є спеціальні піни – A4 (SDA) та A5 (SCL). Підключення LCD дисплею до Arduino відображено на рисунку 3.3.

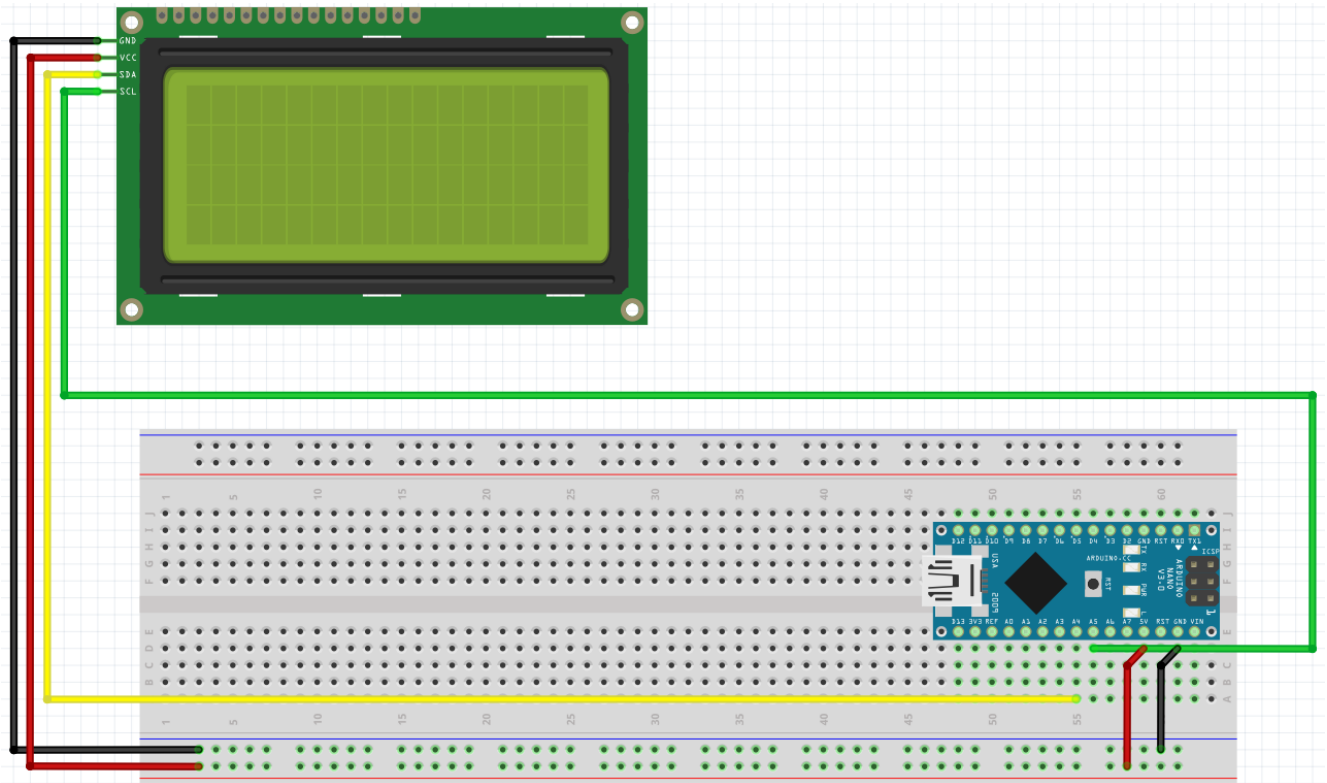


Рисунок 3.3 - Підключення LCD дисплею

Перейдемо до пристроїв визначення параметрів навколишнього середовища – до датчиків. Система автоматичного поливу буде працювати на дворі, тому системі слід розуміти, коли потрібно поливати ґрунт, а коли ні. Для цього використаємо датчики двох типів – датчик вологості ґрунту та датчик дощу. Датчик дощу складається з двох частин: електричної плати, на якій проходять обчислення, та плати для збирання дощових крапель.

На електричній платі датчика розташовано два світлодіоди: перший загоряється в тому випадку, якщо на плату подано живлення, інший загоряється коли датчик надсилає цифрові дані. Якщо на плату для збирання дощових крапель

попадають краплі дощу – опір змінюється, електрична плата це відслідковує та передає інформацію контролеру [37].

Не забуваємо те, що система створюється для певної території. Для кращого поливання всієї території, слід її розподілити на декілька зон, та в кожен зону провести один датчик вологості.

За допомогою скетча задати мінімальні параметри вологості ґрунту. Аналогові виходи датчиків вологості АО з'єднаємо з аналоговими контактами А1,А2,А3 та А6, що розташовані на Arduino. Аналоговий вихід датчику дощу АО з'єднаємо з аналоговим контактом АО на платі Arduino.

Далі підключимо датчик вологості повітря та температури ВМЕ280 та модуль реального часу DS3231. Датчик ВМЕ280 буде відслідковувати вологість повітря та температуру в режимі реального часу та транслювати це на LCD дисплей. Також плюсом використання датчика є те, що для його підключення потрібно піни SDA та SCL, тобто він буде працювати на пряму з іншими приладами, що підключені по протоколу I2C. Контакти на GND та VCC з'єднуємо з лінією живлення на макетній платі, контакти SCL та SDA з'єднуємо з відповідними контактами SDA та SCL на платі Arduino [36].

Підключення датчиків вологості, датчика наявності дощу, датчика температури та RTC модуля реального часу продемонстровано на рисунку 3.4

Далі перейдемо до підключення електромагнітних клапанів та пристрою їх керування – модуля реле. Для коректної роботи електромагнітних клапанів, потрібно живлення в розмірі 12 Вольт. Плата Arduino Nano не зможе забезпечити таким живленням, тому потрібно розмістити зовнішнє джерело живлення.

Джерелом живлення для 4-канального модуля реле цілком може являтися сама Arduino. В випадку, якщо живлення буде недостатньо – є можливість підключити джерело живлення 5 Вольт на пряму до модуля реле. Вихідні контакти IN1-IN4 модуля реле з'єднуємо з цифровими контактами D7-D10 на платі Arduino.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						43
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Підключення модуля реле та електромагнітних клапанів продемонстровано на рисунку 3.5.

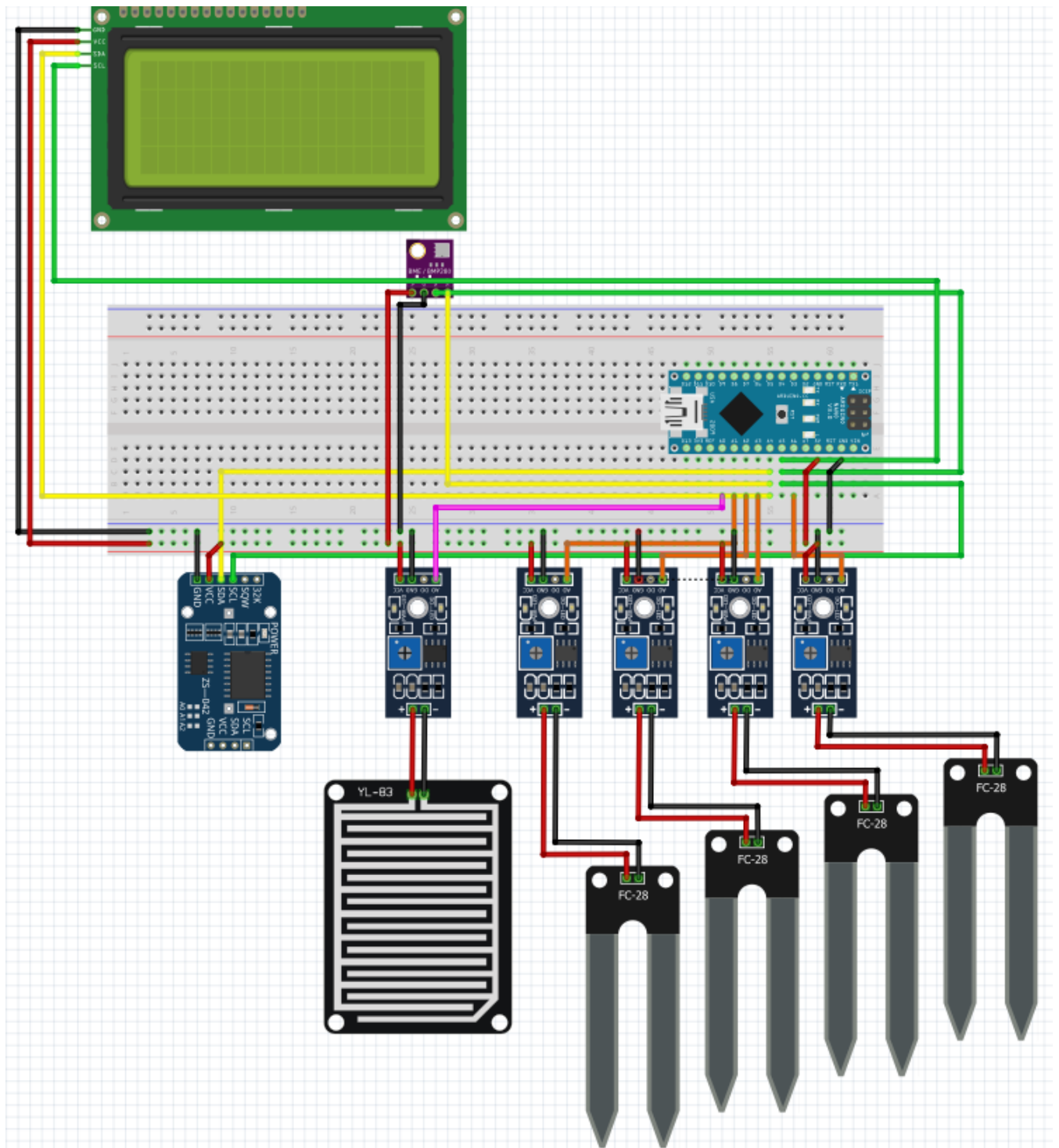


Рисунок 3.4 - Підключення датчиків вологості, дощу, температури та модуля реального часу

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

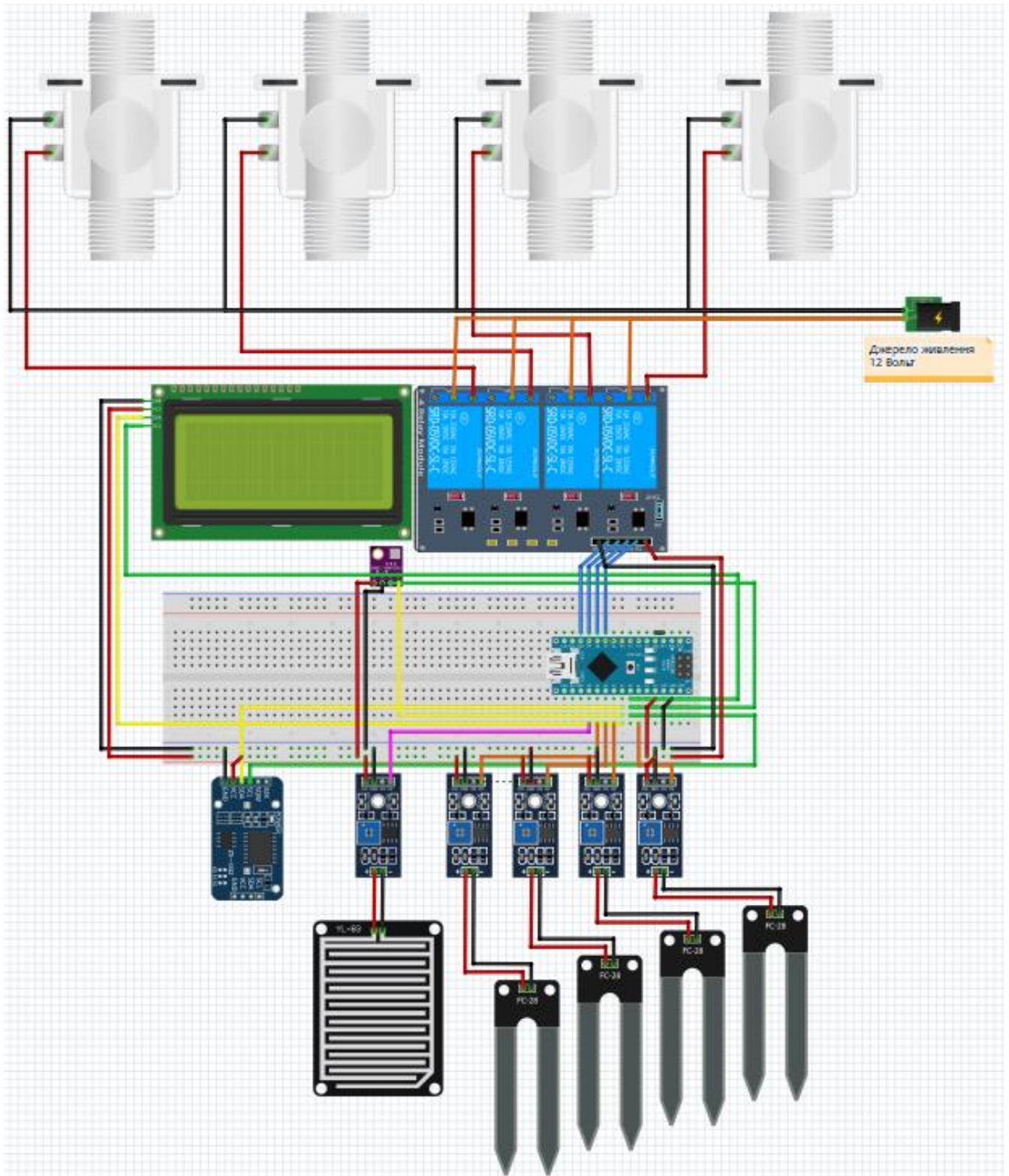


Рисунок 3.5 - Підключення модуля реле та електромагнітних клапанів

Останній етап до розробки повноцінної схеми системи автоматичного поливу саду – підключення енкодера для керування пристроєм в автоматичному режимі та підключення Wi-Fi модуля ESP8266 для дистанційного моніторингу та керуванням [39].

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Підключення Wi-Fi модуля та енкодера продемонстровано на рисунку 3.6 [7].

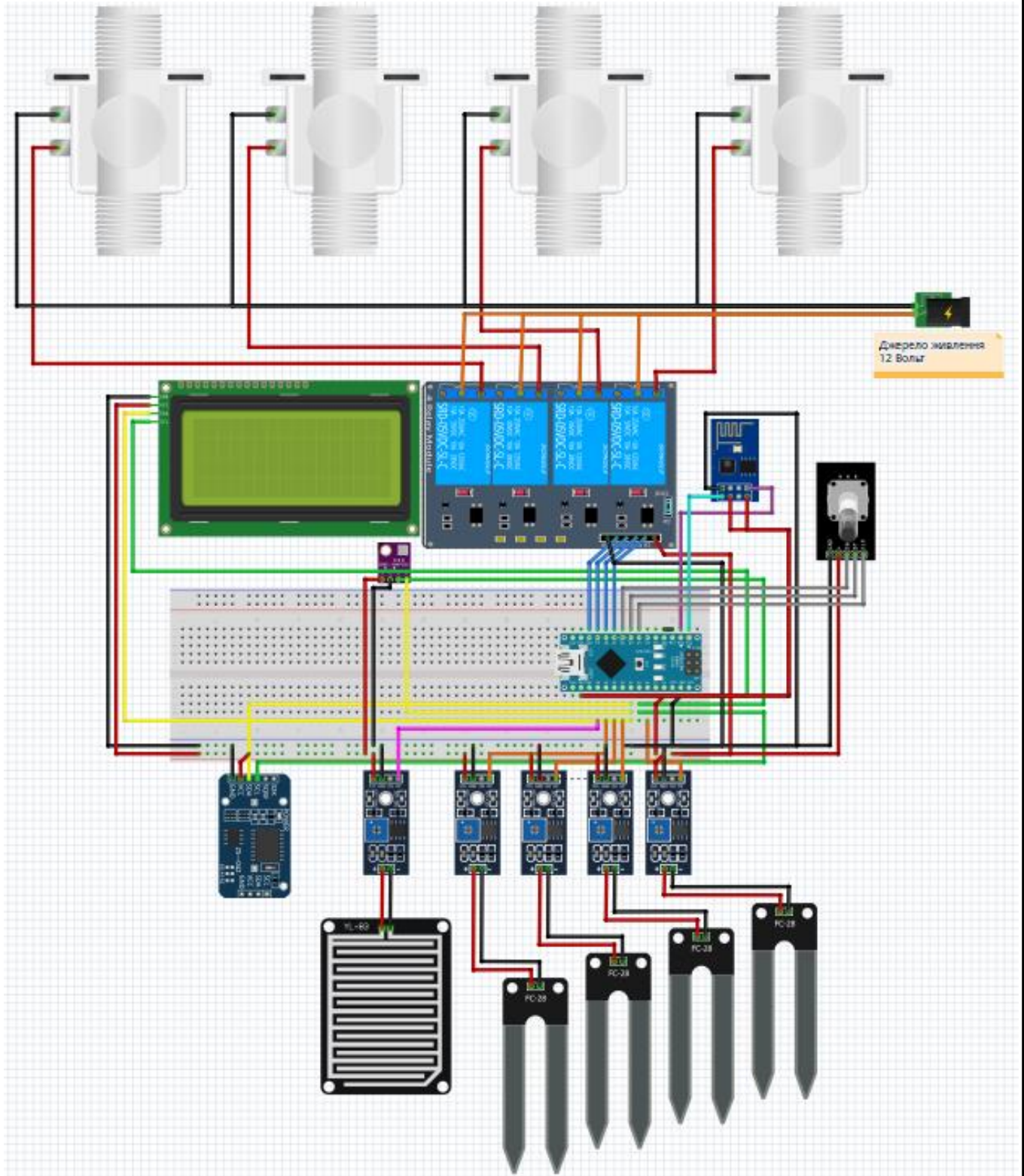


Рисунок 3.6 - Підключення Wi-Fi модуля та роторного енкодера

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ

Арк.

46

Після підключення всіх компонентів до пристрою, натиснемо на вкладку «Схема». На рисунку 3.7 зображено прототип електрично-принципової схеми, що зроблений за допомогою програмного забезпечення Fritzing.

На цій схемі чотирьох-канальний модуль реле було замінено на чотири одно-канальних модуль реле, так як перший модуль некоректно демонструється на схемі.

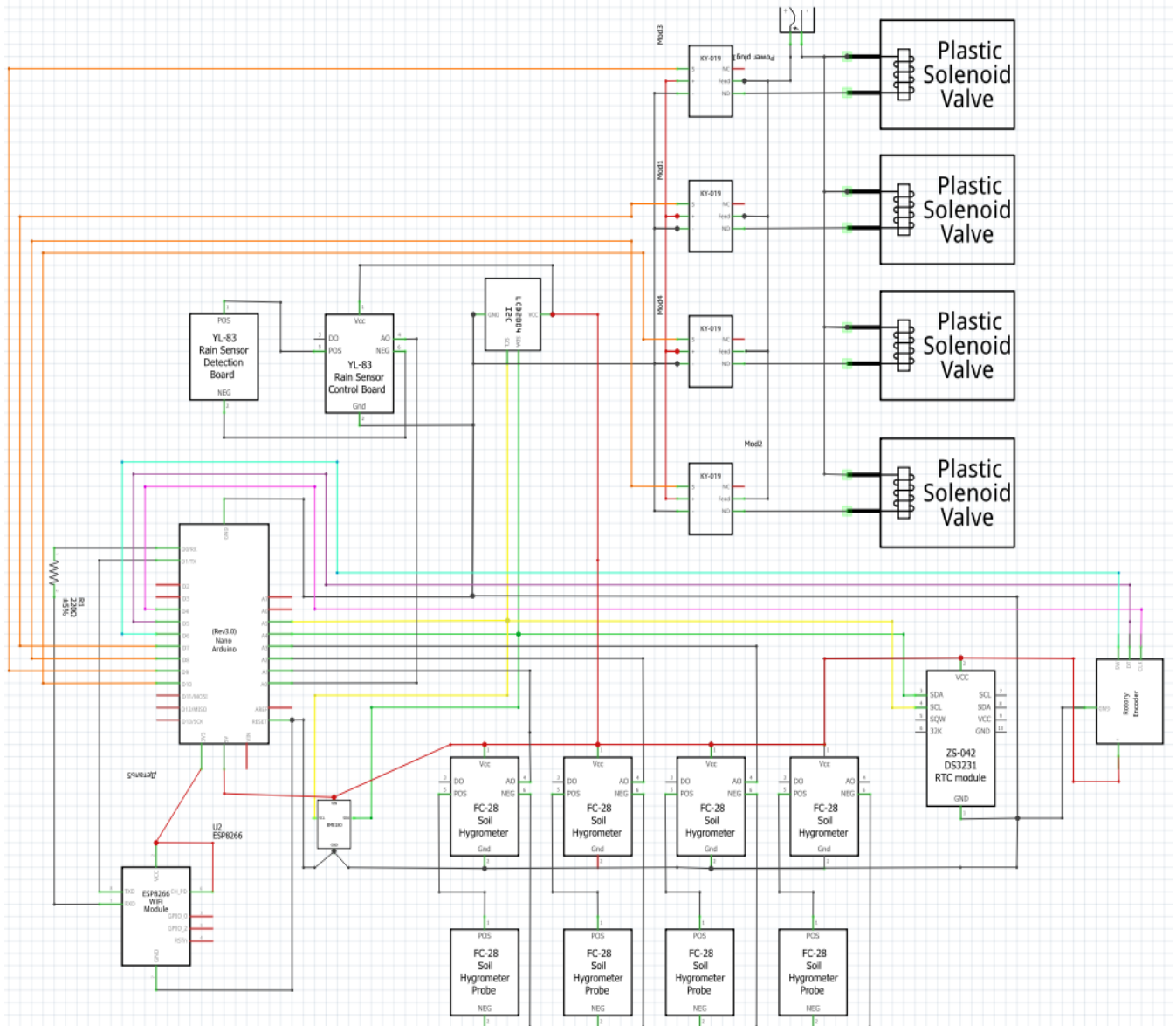


Рисунок 3.7 – Графічна схема пристрою

Розглянемо алгоритм роботи системи автоматичного поливу, що зображений на рисунку 3.8. З певним таймером, плата Arduino робить запит на кожен датчик

вологості для відслідковування параметрів ґрунту. Отримавши інформацію з датчика, плата порівнює параметри з тими, що були внесені в прошивку.

У випадку, якщо параметр вологості не задовольняє, плата робить запит до датчику дощу. Якщо датчик надсилає звіт про те, що на вулиці в певний момент часу йде дощ – плата не буде подавати сигнал електромагнітні клапани, а дочекається закінчення дощу.

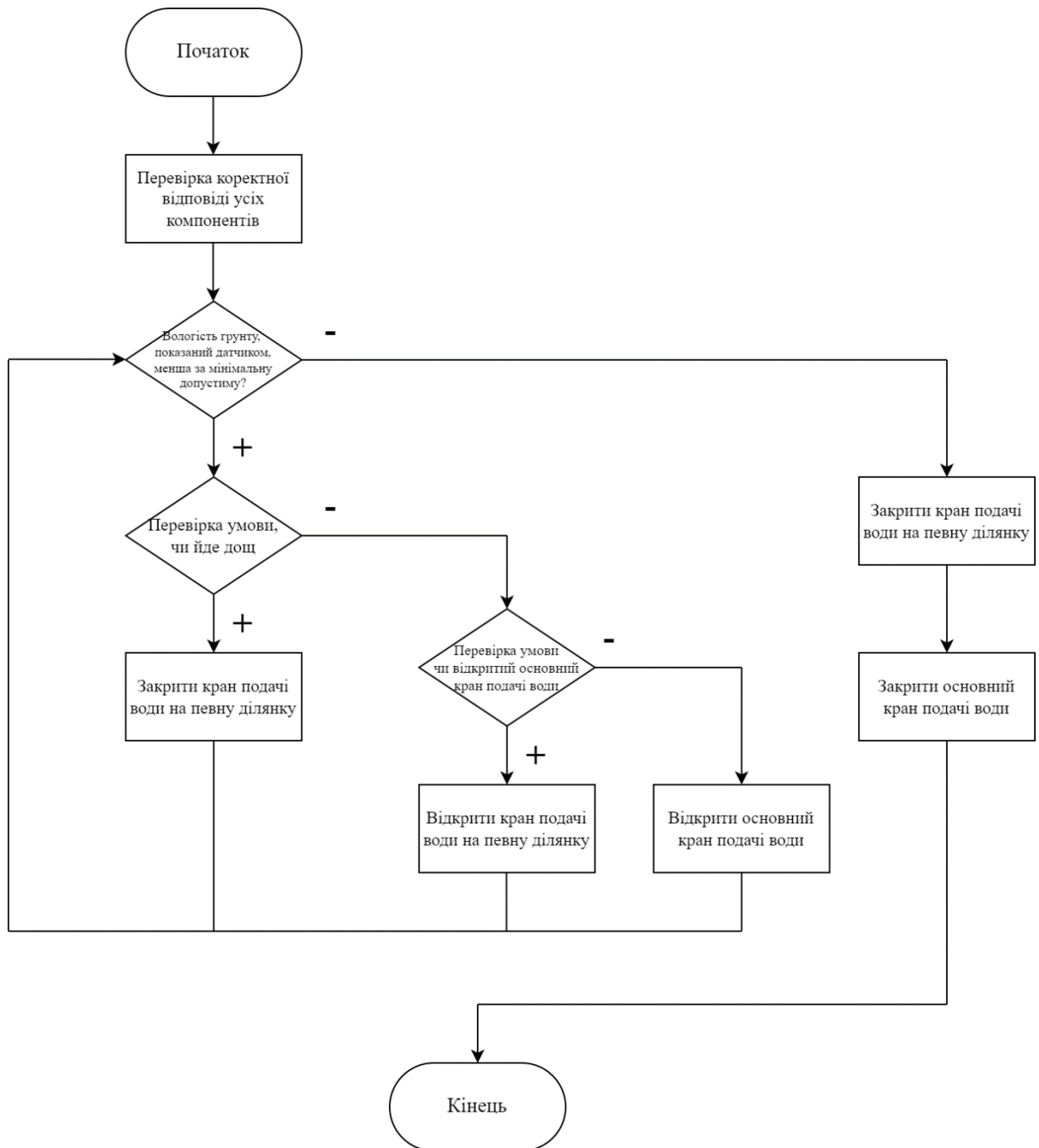


Рисунок 3.8 – Алгоритм автономної роботи пристрою

На рисунку 3.9 можемо спостерігати діаграму послідовності дій, які повинні відбутися при загрузці системи.

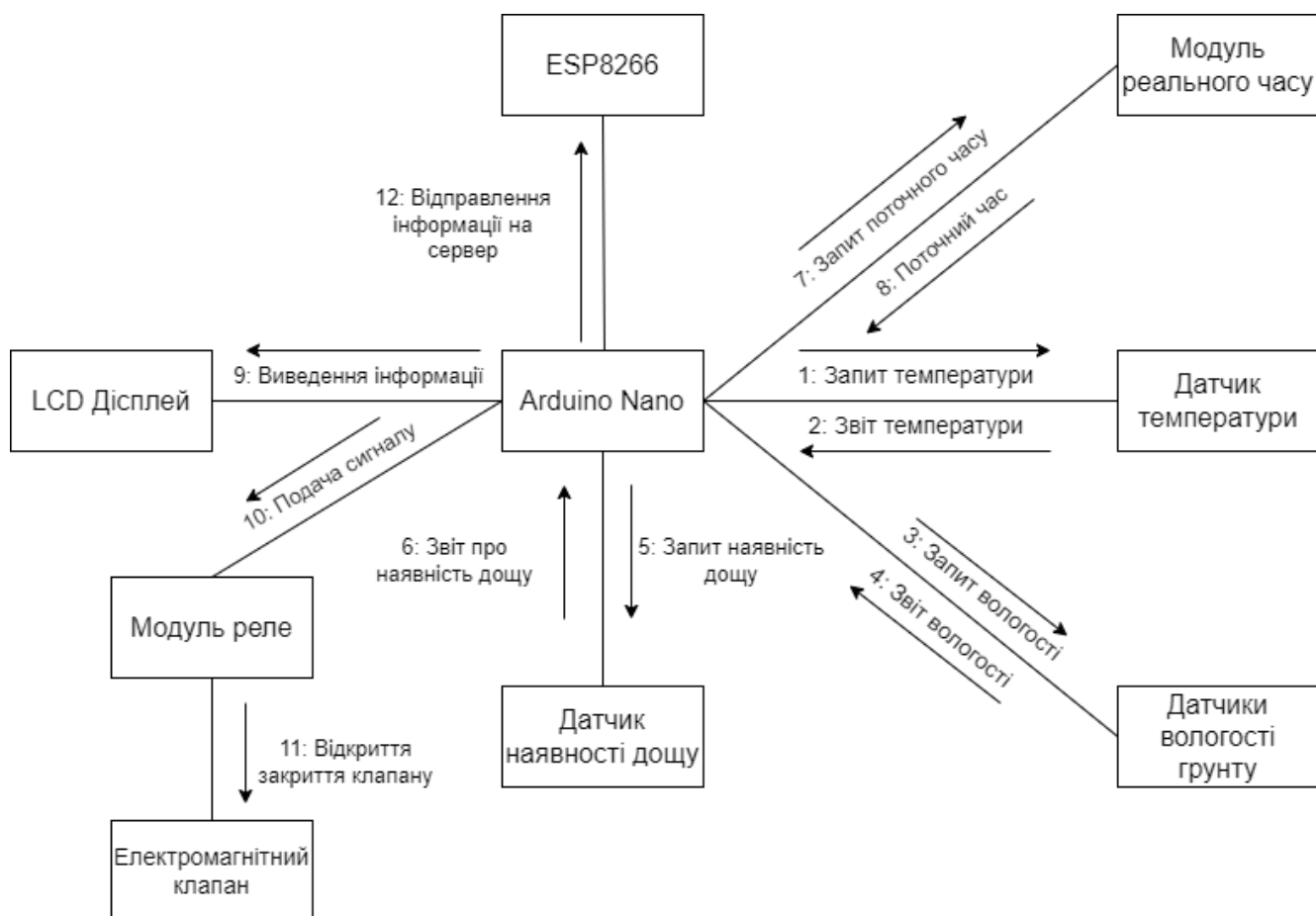


Рисунок 3.9 - Діаграма кооперацій системи автоматичного поливу

3.2 Налаштування та програмування компонентів системи за допомогою Arduino IDE

Графічну систему автоматичного поливу було розроблено. Перейдемо до налаштування та написання програмного коду для деяких елементів системи для правильної роботи пристрою. Для цього використаємо програмне забезпечення Arduino IDE [17]. Для налаштування всієї системи потрібно:

1. Завантажити та встановити Arduino IDE.
2. Знайти посилання для менеджера плат.
3. Встановити драйвери останньої версії для ESP8266.
4. Написати скетч-алгоритм для Arduino Nano та модуля ESP8266.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Встановлюємо програмне забезпечення Arduino IDE з офіційного сайту. Після встановлення додатка слід встановити драйвера для Wi-Fi модуля ESP8266. Так, як в менеджері плат цього модулю немає, слід додати вручну [30]. Для цього потрібно в налаштуваннях програми посилання на завантаження драйверу, як продемонстровано на рисунку 3.10.

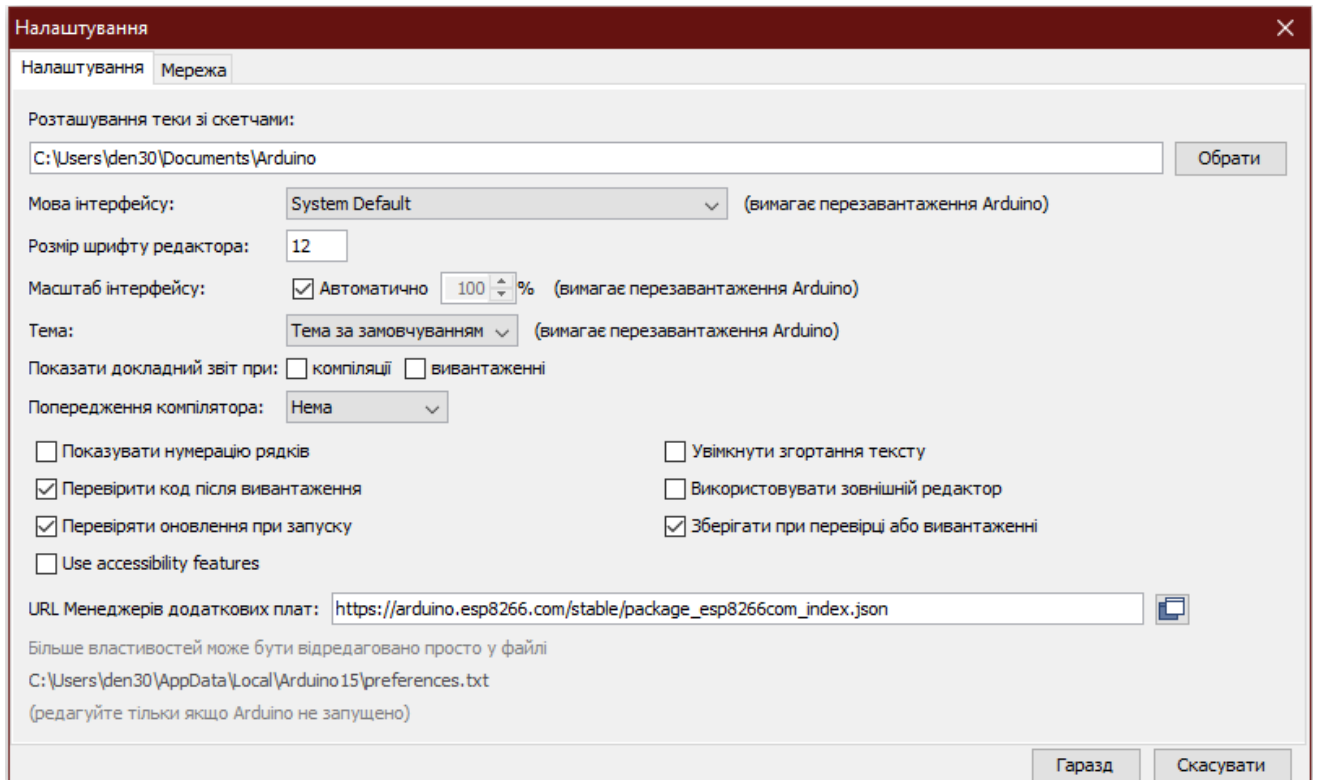


Рисунок 3.10 - Додавання посилання на драйвер ESP8266

Далі, після внесення посилання на драйвер, потрібно перейти в «Менеджер плат» та завантажити його. Після завантаження драйверу, вибираємо плати Generic ESP8266 Module, та одразу міняємо показник «Upload Speed» до 57600, як зображено на рисунку 3.11.

Далі налаштуємо прошивку для Wi-Fi модуля ESP8266. Для того, щоб користувач мав змогу дистанційно керувати системою, потрібно спочатку модуль підключити до мережі Wi-Fi.

Приклад конфігураційного файлу можна найти за допомогою посилання <https://examples.blynk.cc/>, що продемонстровано на рисунку 3.12.

Головним компонентом є плата Arduino Nano, зв'язок між платою та інтернетом забезпечує Wi-Fi модуль ESP8266.

Далі копіюємо весь код та записуємо його в файл прошивки, після чого нам потрібно його трішки редагувати.

```
char ssid[] = "MelnychukNetwork";
```

```
char pass[] = "18273645";
```

Змінна `char ssid` – це назва Wi-Fi мережі, до якої повинен підключитись модуль, `char pass` – пароль до цієї мережі.

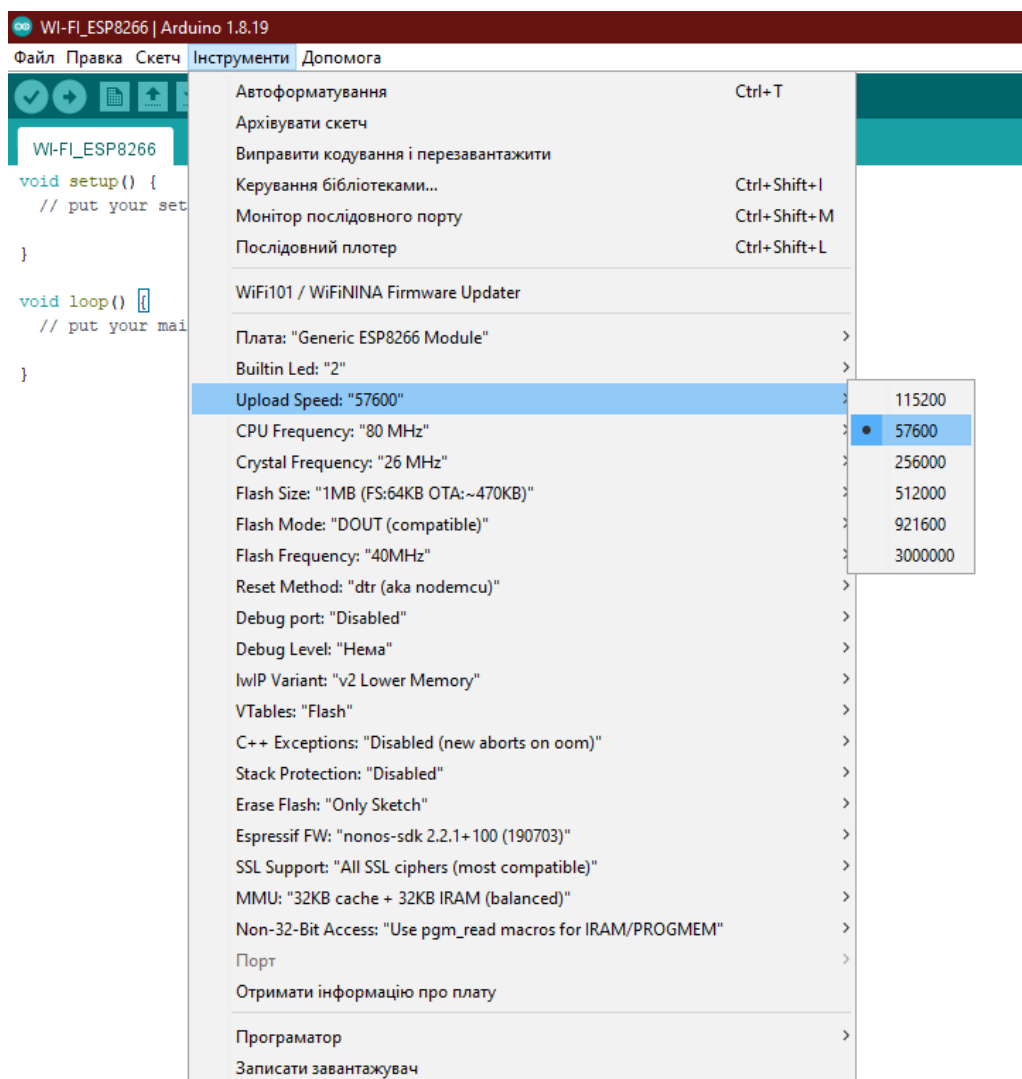


Рисунок 3.11 - Зображення вибору плати ESP8266

Коли модуль підключений до мережі, потрібно встановити зв'язок з пристроєм користувача [19]. Для цього використовується мобільний додаток Blynk IoT.

Потрібно зареєструватись на офіційному сайті Blynk, після чого на поштову скриньку прийде спеціальний токен, за допомогою якого модуль завантажиться до додатку самого користувача.

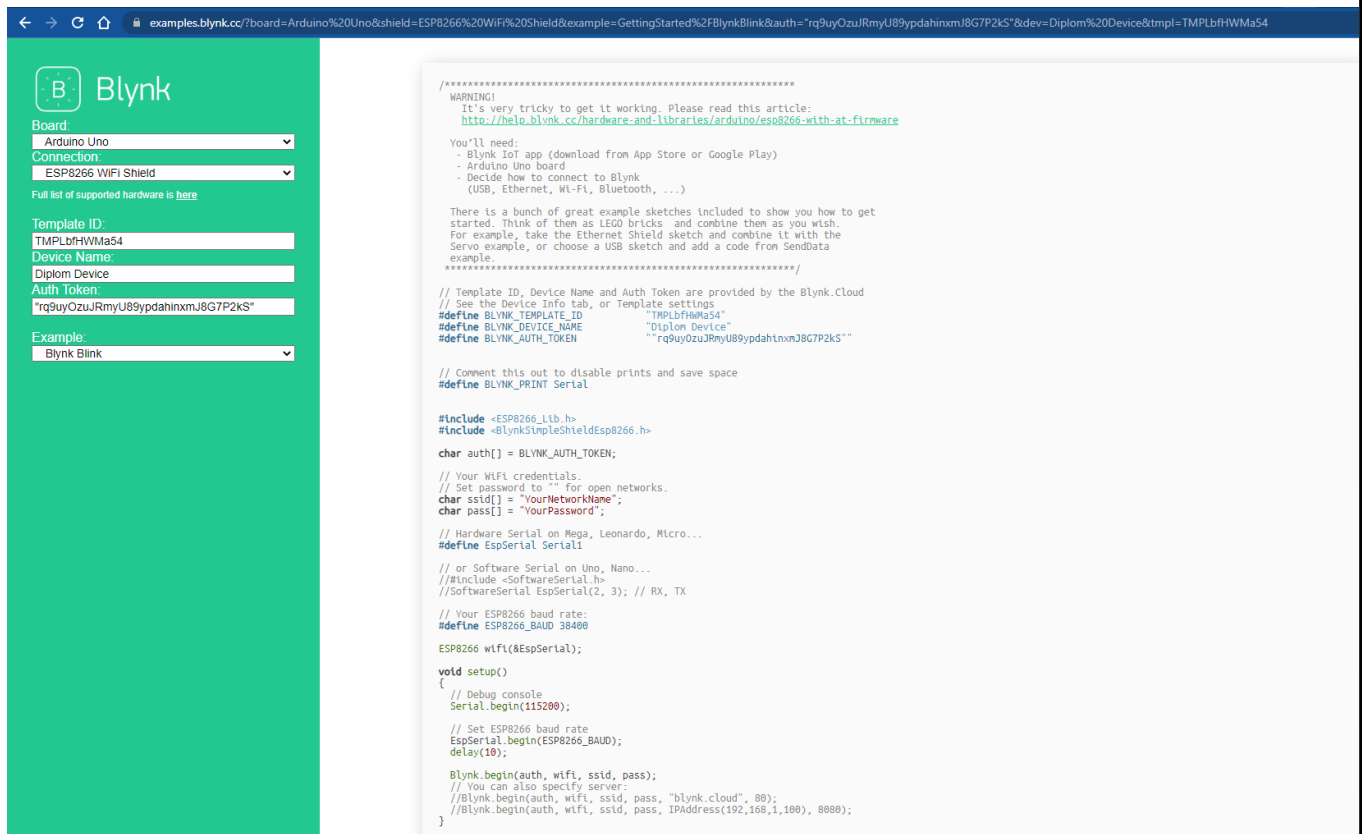


Рисунок 3.12 – Зображення прикладу коду для Wi-Fi модуля

З'єднати аккаунт користувача з пристроєм потрібно таким чином:

```
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "rq9uyOzuJRmyU89ypdahinxmJ8G7P2kS"
```

...

```
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
```

Останній крок до налаштування модуля – це замінити порти прийняття та передачі даних.

По стандарту, вони підключені до портів D2 та D3, але так як модуль підключений RX-RX TX-TX, то підключення повинно бути записано так:

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						52
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

```
SoftwareSerial EspSerial(30, 31); // RX, TX
```

Налаштування Wi-Fi модуля на цьому закінчується. Повний код для роботи Wi-Fi модуля зображено на рисунку 3.13.



```
WI-FI_ESP8266 | Arduino 1.8.19
Файл Правка Скетч Інструменти Допомога
WI-FI_ESP8266 $

#define BLYNK_DEVICE_NAME      "Diplom Device"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN       "rq9uyOzuJRmyU89ypdahinxmJ8G7P2kS"

#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266_Lib.h>
#include <BlynkSimpleShieldEsp8266.h>

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
char ssid[] = "MelnychukNetwork";
char pass[] = "18273645";

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial EspSerial(30, 31); // RX, TX
#define ESP8266_BAUD 57600

ESP8266 wifi(sEspSerial);

void setup()
{
  Serial.begin(57600);
  EspSerial.begin(ESP8266_BAUD);
  delay(10);

  Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass);

  //Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);
}

void loop()
{
  Blynk.run();
}
```

Рисунок 3.13 - Програмний код Wi-Fi модуля ESP8266

3.3 Налаштування системи дистанційного керування Blynk IoT

Додаток, за допомогою якого користувач зможе дистанційно керувати пристроєм, має назву Blynk IoT. Цим додатком можна користуватись як мобільних телефонах типу Android та IOS, так і за допомогою комп'ютера чи ноутбука через їх офіційний сайт.

Для початку завантажимо мобільний додаток Blynk IoT та створимо власний аккаунт. Як тільки аккаунт буде створено, додаток запропонує створити Швидкий проект, тиснемо «Let`s go», вибираємо тип апаратного забезпечення, тобто Arduino та тип підключення Wi-Fi, та натискаємо кнопку «Continue». Виконавши ці етапи, ми перейдемо до створення інтерфейсу керування, як зображено на рисунку 3.14.

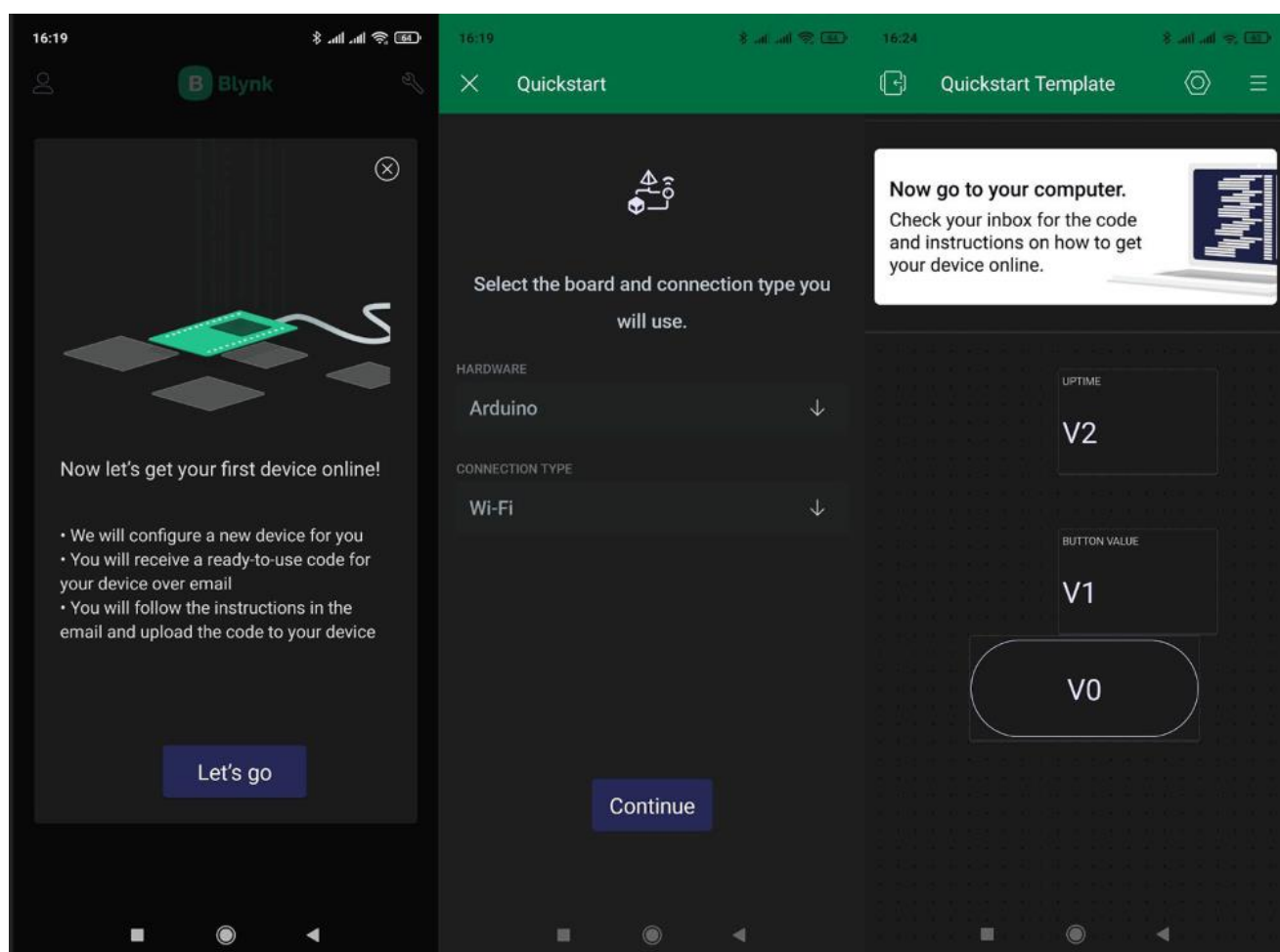


Рисунок 3.14 - Поетапне створення проекту та його меню

Далі потрібно розробити інтерфейс керування пристроєм. Для зручності, створимо інтерфейс за допомогою комп'ютера на сайті www.blynk.cloud.

Перейшовши на сайт, замічаємо зліва меню керування, в якому знаходяться елементи, які можемо використати для інтерфейсу.

Розташуємо на панелі 4 кнопки, що будуть відповідати за керування клапанами та ще 2, які будуть відповідати за режим роботи пристрою: ручний або автоматичний. При створенні кнопки, вказуємо назву, яка буде відображатись в інтерфейсі та вказуємо pin, за який ця кнопка буде відповідати (електромагнітні клапани підключені до цифрових pin D7, D8, D9 D10).

На рисунку 3.15 можна побачити, що система працює в автоматичному режимі, та відкриті 2 та 4 електромагнітні клапани.

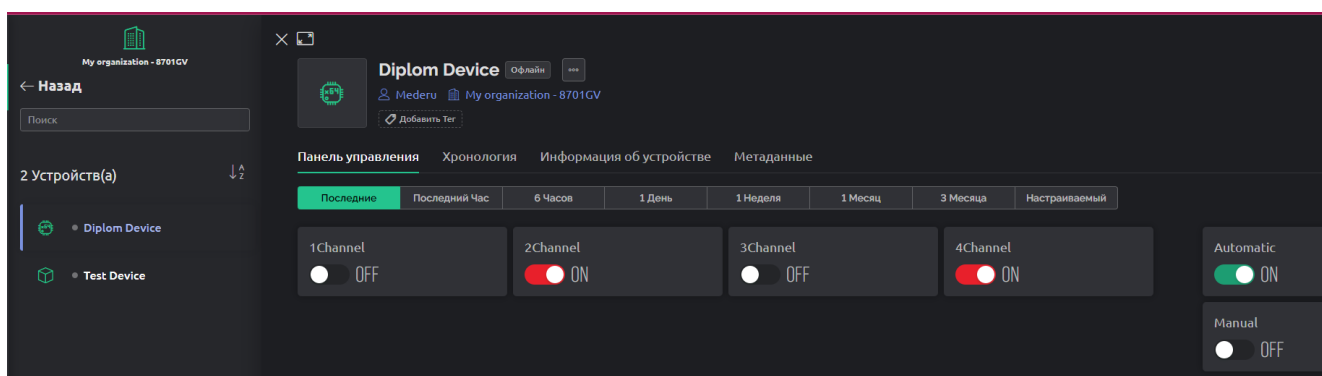


Рисунок 3.15 - Розташування кнопок керування

Далі слід розібратися з параметрами, які повинні отримувати сервер від датчиків. В нас є їх декілька: чотири датчика вологості, один датчик дощу, датчик температури повітря та модуль реального часу.

Для отримання параметрів з датчиків вологості, використаємо «Gauge» як зображено на рисунку 3.16. Вводимо назву, вказуємо Pin, з якого буде зчитуватись інформація, в цьому випадку аналоговий Pin A3, показник вологості буде в межах від 1 до 1000 одиниць.

Щоб чітко розуміти, в якому стані знаходиться ґрунт, розділимо діапазон показника на три секції.

Якщо параметр вологості знаходиться в діапазоні від 0 до 399 одиниць (критичний стан) – то графік показується червоним кольором, від 400 до 649 (задовільний стан) – оранжевим, від 650 до 1000 зелений (ідеальний стан).

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						55
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

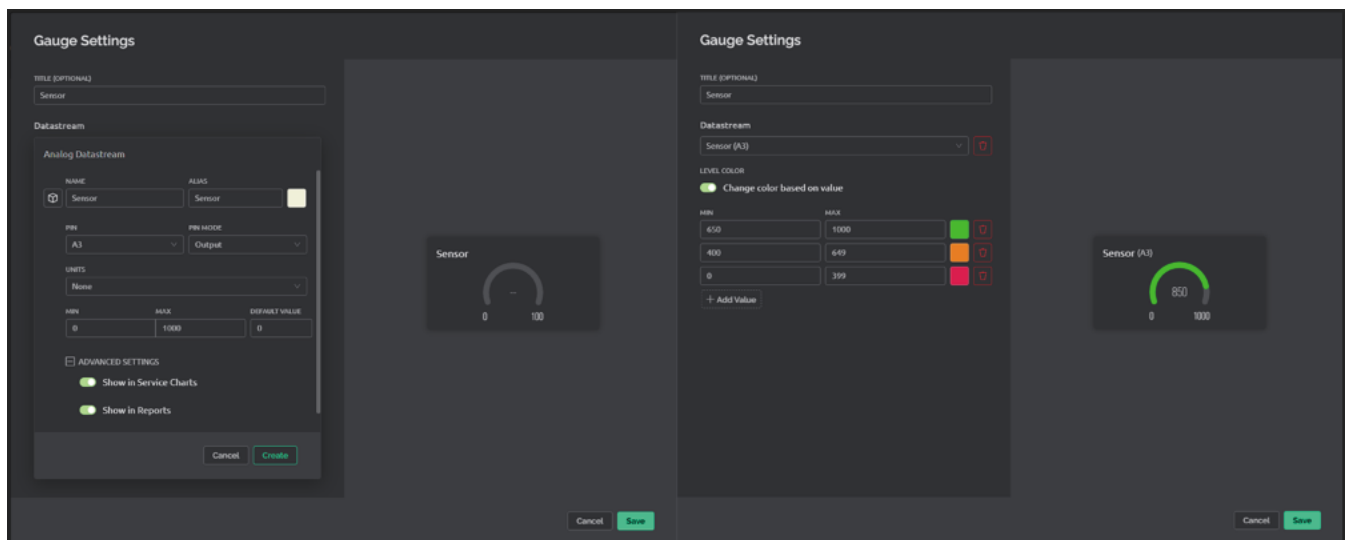


Рисунок 3.16 - Створення та конфігурація графіку для отримання параметрів вологості

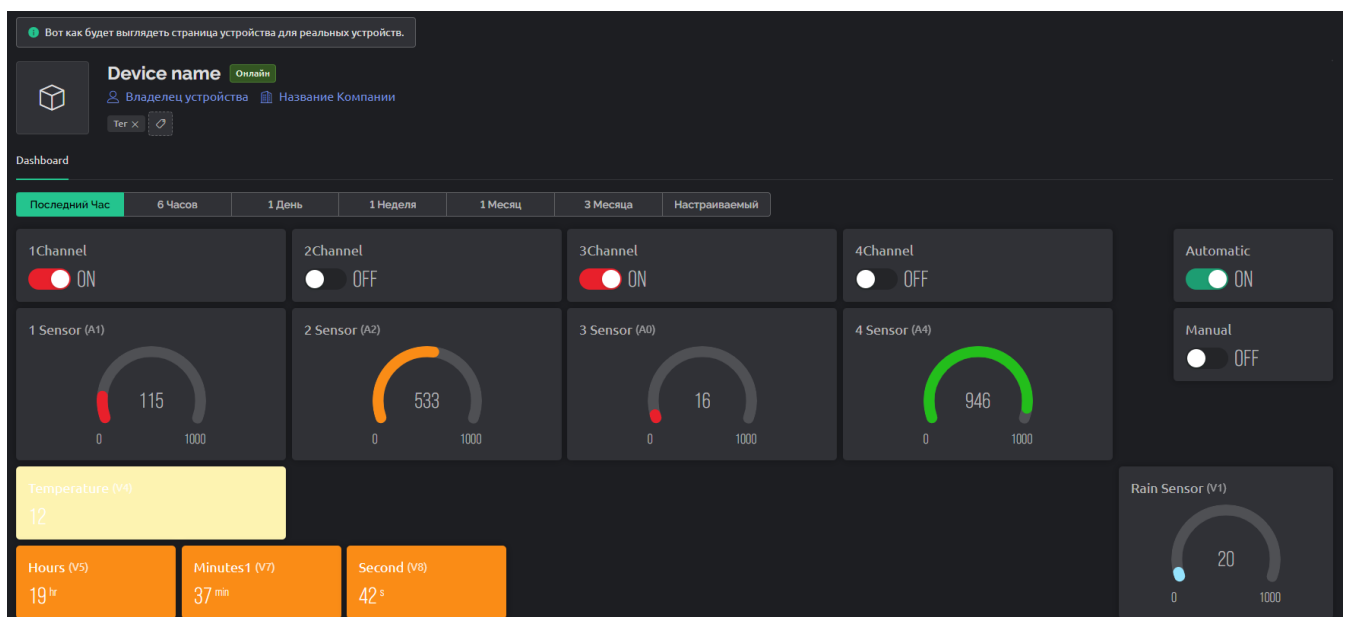


Рисунок 3.17 - Панель керування пристроєм

Не забуваємо про параметри температури та виведення часу. Виведення поточної температури зробимо за допомогою компонента Label. В його конфігурації задаємо діапазон чисел від -25 до 50 градусів Цельсія. Інші три компонента Label будуть відповідати за виведення часу.

Розроблений інтерфейс для дистанційного керування зображено на рисунку 3.17. На ньому можна побачити, що пристрій працює в автоматичному режимі

згідно написаного алгоритму. Датчик дощу показує 20 одиниць, це означає що на вулиці відсутній дощ, та й вологість загалом. Перший і третій сенсор показує, що вологість ґрунту знаходиться в критичній ситуації, а перші й треті кнопки показують, що клапани наразі відкриті для постачання води.

3.4 Вартість компонентів проекту

Розробивши проект з вибраними компонентами на початку кваліфікаційної роботи, маємо можливість розрахувати приблизну вартість системи автоматичного поливу саду. Таблицю зі всіма наявними компонентами та їх цінами продемонстровано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вартість компонентів

Назва продукту	Кількість	Загальна ціна
Arduino Nano	1	240 грн
ESP8266 Wi-Fi Module	1	60 грн
LCD 2004 I2C Display	1	140 грн
Датчик BME280	1	330 грн
Датчик вологості	4	160 грн
RTC DS3231	1	100 грн
Module Relay 4-channel	1	130 грн
Датчик дощу YL-83	1	50 грн
Поворотний енкадер KY-040	1	20 грн

Приблизна вартість створеного проекту – 1230 гривень. Вартість проекту можна зменшити, замінивши датчик температури ВМЕ280 на дешевий аналог. В розрахунок вартості проекту не входять ціни на кабель, трубки та дощовики. Ці компоненти можна вибирати на свій розсуд та в залежності, в якому ціновому сегменті вони знаходяться.

3.5 Висновки

В третьому розділі кваліфікаційної роботи було розроблено зовнішній вигляд майбутнього пристрою автоматичного поливу. Розроблено прототип електрично-принципової схеми пристрою, правильно показано всі підключення.

Написано програмний код як для Arduino, так і для Wi-Fi модуля. Налаштовано середовище дистанційного керування Blynk та розроблено інтерфейс.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						58
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було розглянуто різні методи догляду за земельними ділянками. Основне, що потрібно робити з земельними ділянками – це вчасно надавати воду для розвитку рослин. Так як зараз активно розвиваються індустриальні технології, можна покращити догляд за рослинами, встановивши системи автоматичного поливу. Проаналізувавши системи, представлені на сьогоднішній день на ринку, було виявлено один основний недолік – це велика вартість таких систем. Тому актуальною задачею є розробка власного дешевого аналогу системи автоматичного поливу.

Під час розробки програмно-технічного засобу, було проведено аналіз елементної бази для нашого пристрою. Основним об'єктом пристрою було вибрано плату Arduino Nano. Це «серце» пристрою, що буде приймати певні показники, обробляти їх, на керувати іншими компонентами системи. Для покращення роботи пристрою, додатково були використані різноманітні датчики: датчики дощу, вологості ґрунту та температури. Використання LCD дисплею, енкодеру та модуля реального часу дасть можливість користувачу власноручно налаштовувати пристрій та слідкувати за часом. Так як пристрій повинен мати зв'язок з системою «Розумний будинок», було прийнято рішення використати ESP8266 Wi-Fi модуль. Цей модуль підключить створений пристрій до мережі Ethernet та дозволяє дистанційно керувати пристроєм.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи, було створено програмно-технічний засіб, що забезпечує полив саду як в автономному режимі, так і дистанційно. Всі дані з пристроїв системи автоматично відправляються в хмарне середовище Blynk Server. За допомогою цього, користувач може дізнатися про стан системи за допомогою мобільного пристрою чи комп'ютера, знаходячись в іншому місці.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						59
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Система автоматичного поливу газону своїми руками. URL: <http://samdizajner.ru/uk/sozdaem-sistemu-avtomaticheskogo-poliva-gazona-svoimi-rukami.html> (дата звернення: 12.01.2022)

2. Види та способи зрошення. Персональний сайт викладача. URL: https://podolyanchuk.ucoz.ua/load/materiali_dlja_samostijnoji_roboti_na_chas_karantin_u_agrotekhnologija/vidi_ta_sposobi_zroshennja/43-1-0-171 (дата звернення: 15.01.2022).

3. Полив рослин: види, способи та інструменти. URL: <https://epicentrk.ua/ua/articles/poliv-rasteniy-vidy.html> (дата звернення: 17.01.2022).

4. Вологість ґрунту та її значення для розвитку культур. URL: <https://eos.com/uk/blog/volohist-gruntu/> (дата звернення: 20.01.2022).

5. Прилади для вимірювання вологості ґрунту. URL: <https://uhbdp.org/article/priladi-dlya-vimiryuvannya-vologosti-gruntu-ustrij-ta-vikoristannya> (дата звернення: 13.02.2022).

6. How rotary encoder connect and work. URL: <https://lastminuteengineers.com/rotary-encoder-arduino-tutorial/> (дата звернення: 27.02.2022)

7. Connect as ESP8266 Module to Arduino Nano. URL: <https://home.et.utwente.nl/slootenvanf/2018/03/17/connect-esp8266-control-blynk/> (дата звернення: 24.03.2022)

8. Огляд Arduino-сумісних плат різних архітектур. URL: https://geekmatic.in.ua/ua/the_different_arduinos/ (дата звернення: 29.02.2022)

9. Arduino Nano Pinout. URL: <https://www.circuitstoday.com/arduino-nano-tutorial-pinout-schematics> (дата звернення: 11.03.2022)

10. Вивчаємо дистанційне керування Arduino. URL: <http://mikrotik.kpi.ua/index.php/courses-list/category-arduino/24-learning-remoute-control-for-arduino> (дата звернення: 20.02.2022)

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
						60
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

11. Модуль Wi-Fi зв'язку ESP8266 ESP-01S. URL: <https://arduinka.biz.ua/uk/modul-Wi-fi-zv-yazku-esp8266-esp-01s-p322c74.html> (дата звернення: 25.03.2022)

12. ESP8266 та Arduino Nano, підключення та розпинівка. URL: <https://habr.com/ru/post/390593/> (дата звернення: 28.03.2022)

13. Модуль реального часу RTC DS3231. URL: <https://arduino.ua/prod1142-real-time-clock-modyl-na-ds3231-bez-batareiki> (дата звернення: 02.04.2022)

14. 4-канальний модуль реле 5 Вольт. URL: <https://ampermarket.kz/relay/4-channel-relay-module-srd-5vdc-sl-c/> (дата звернення: 05.04.2022)

15. Датчик дощу. URL: <https://arduino.ua/prod562-datchik-dojdya-vlagi-snega> (дата звернення: 12.03.2022)

16. BME280 – датчик атмосферного тиску, температури та вологості. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/barometr-termometr-gigrometr-bme280> (дата звернення: 05.04.2022)

17. Arduino для початківців. Підключення датчика вологості DHT22. URL: <https://qazf.com.ua/dht11-dht22-arduino/> (дата звернення: 15.02.2022)

18. Підключення до Arduino Nano V3. URL: <https://introbots.com.ua/articles/2/> (дата звернення: 12.03.2022)

19. LCD 2004 I2C Display. URL: <https://www.amazon.de/iHaospace-LCD2004-LCD-Modul-Character-Interface-Adaptermodul/dp/B0725KXF99> (дата звернення: 15.02.2022)

20. Weicker R. Dhrystone: A Synthetic Systems Programming Benchmark. *Communications of the ACM : journal*. 2015. Vol. 27, № 10. P. 1013—1030.

21. International Standart ISO 9126-1. *Software engineering – Product quality – Part 1: Quality*. – 2015. P. 32.

22. Kharchenko V., Sklyar V., Gorbenko A., Philips C. Green Computing and Communications in Critical Applocation Domains: Challenges and Solutions. *Proceedings of International Conference on Digital Tenchnologies*, May, 29-31, 2016, Zilina, Slovakia, 2013, P.24-29.

23. Simon Monk. Programming Arduino: Getting Started with Sketches (Tab) 2nd Edition. McGraw Hill TAB; 2nd edition, 2016 -192 p.
24. Michael Margolis. Arduino Cookbook. O'Reilly and Associates, 2012 – 721 p.
25. Richard Blum. Arduino Programming in 24 Hours, Sams Teach Yourself (Sams Teach Yourself: In 24 Hours). Sams Publishing, 2014 – 432 p.
26. Ethan Thorpe. Arduino: Advanced Methods and Strategies of Using Arduino. Independently published, 2020 – 223 p.
27. Damon Parker. Arduino Programming: The Ultimate Guide For Making The Best Of Your Arduino Programming Projects (English Edition). Net Begin Ltd 2020 – 242 p.
28. Peruzzini, M.; Germani, M.; Papetti, A.; Capitanelli, A. Smart Home Information Management System for Energy-Efficient Networks. *In Collaborative Systems for Reindustrialization*; Springer: Berlin, Germany; Heidelberg, Germany; Dresden, Germany, 2013; Volume 408, pp. 393–401.
29. Patrascu M. Integrating Services and Agents for Control and Monitoring: Managing Emergencies in Smart Buildings. *Service Orientation in Holonic and MultiAgent Manufacturing and Robotics*, 2014. – 544 с.
30. Моніт Я.В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням XIX науково-технічна конференція студентів та молодих учених «Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки», 15-16 лютого 2016 р. – К.: «Політехніка», 2016. – С. 43-44.
31. Banzi M, Michael Shiloh. Getting started with Arduino. Maker Media, Inc., 2022.
32. Bhadoria, Shantanu and Ruben Oliva Ramos. Raspberry Pi 3 Home Automation Projects: Bringing Your Home to Life Using Raspberry Pi 3, Arduino, and ESP8266. Packt Publishing Ltd, 2017.
33. Kurniawan A. Arduino Nano A Hands-on Guide for Beginner. Kurniawan Agus . PE press, 2019.
34. Schwartz M. Internet of Things with ESP8266. Packt Publishing Ltd, 2016.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк. 62
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

35. Pravin Kumar, M., R. Velmurugan, and P. Balakrishnan. "Detection and control of water leakage in pipelines and taps using Arduino nano Microcontroller. *Intelligent Manufacturing and Energy Sustainability*. Springer, Singapore, 2020. 685-692.

36. Javed, Adeel. Building Arduino projects for the Internet of Things: experiments with real-world applications. Apress, 2016.

37. Seneviratne, Pradeeka. Beginning LoRa Radio Networks with Arduino: Build Long Range, Low Power Wireless IoT Networks. Apress, 2019.

38. Schwartz, Marco. Internet of things with Arduino cookbook. Packt Publishing Ltd, 2016.

39. Norris, Donald. The Internet of things: do-it-yourself projects with Arduino, Raspberry Pi, and BeagleBone Black. McGraw-Hill Education TAB, 2015.

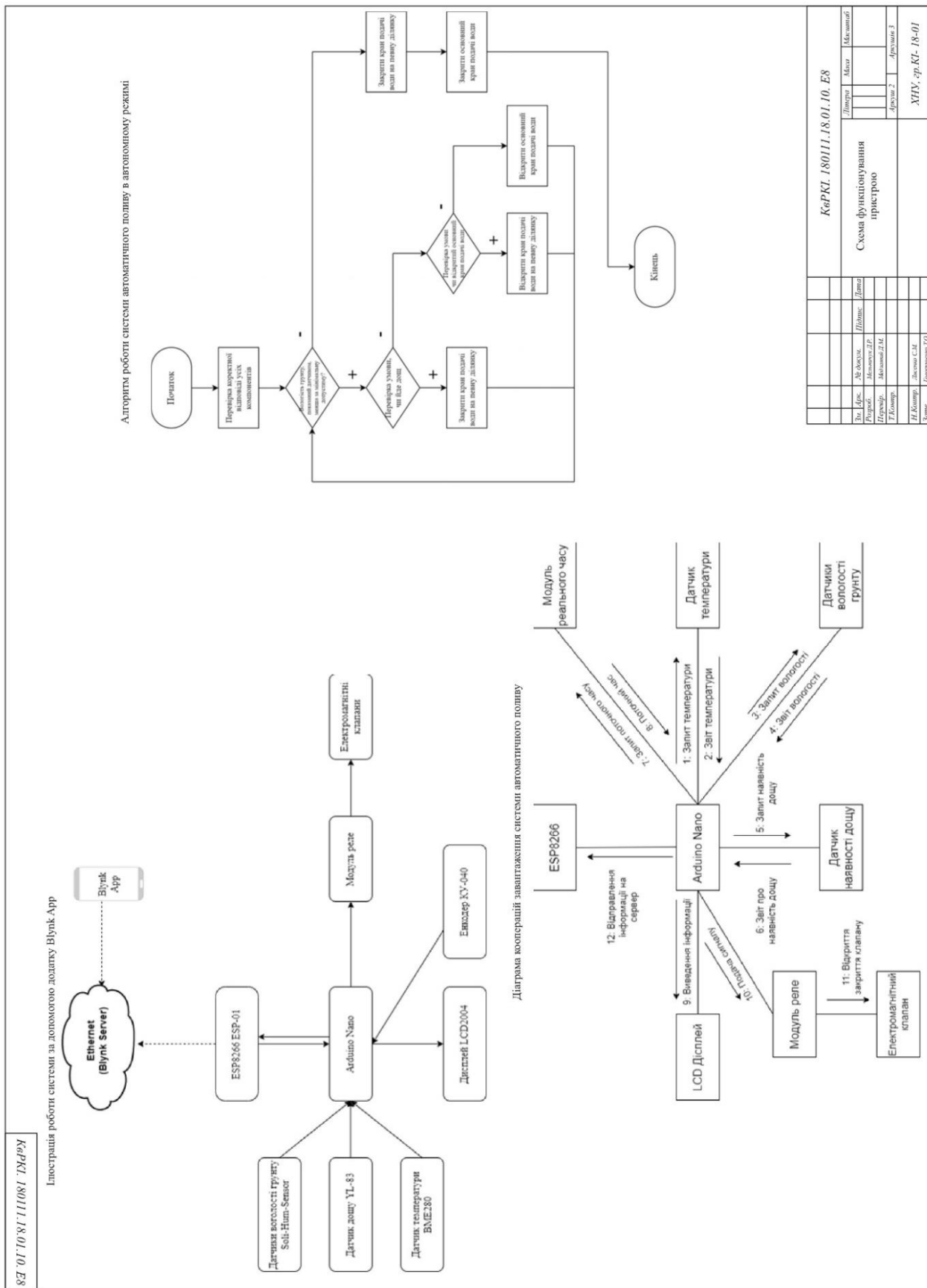
40. Taiwo Olutosin. Smart home automation system using Zigbee, Bluetooth and Arduino technologies. *International Conference on Computational Science and Its Applications*. Springer, Cham, 2020.

					КВРКІ. 180111.18.01.10 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

Копія креслення «Схема функціонування пристрою»



ДОДАТОК Г

Лістинг коду прошивки для Arduino Nano та ESP8266

ESP8266

```
#define BLYNK_DEVICE_NAME      "Diplom Device"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN      "rq9uyOzuJRmyU89yрdahinxmJ8G7P2kS"
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266_Lib.h>
#include <BlynkSimpleShieldEsp8266.h>

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
char ssid[] = "MelnychukNetwork";
char pass[] = "18273645";

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial EspSerial(30, 31); // RX, TX
#define ESP8266_BAUD 57600
ESP8266 wifi(&EspSerial);
void setup()
{
  Serial.begin(57600);
  EspSerial.begin(ESP8266_BAUD);
  delay(10);

  Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass);

  //Blynk.begin(auth, wifi, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);
}
void loop()
{
```

```
Blynk.run();  
}
```

Arduino Nano

```
#include "encMinim.h"  
encMinim enc(CLK, DT, SW, ENC_REVERSE, ENCODER_TYPE);  
#include <LiquidCrystal_I2C.h>  
LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_ADDR, 20, 4);  
#include <EEPROM.h>  
  
#include "RTCLib.h"  
RTC_DS3231 rtc;  
DateTime now;  
  
#include <Adafruit_Sensor.h>  
#include <Adafruit_BME280.h>  
#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)  
Adafruit_BME280 bme;  
void timersTick() {  
  now = rtc.now();  
  realTime[0] = now.hour();  
  realTime[1] = now.minute();  
  realTime[2] = now.second();  
  uptime += (float)0.0000115741;  
  
  for (byte curChannel = 0; curChannel < 10; curChannel++) {  
    if (channels[curChannel].state  
        && (curChannel >= 7 || (curChannel < 7 && channels[curChannel].relayType !=  
2) ) ) {  
      switch (channels[curChannel].mode) {  
        case 0:
```

```

if (millis() - timerMillis[curChannel] >= channels[curChannel].period
    && channelStates[curChannel] != channels[curChannel].direction) {
    timerMillis[curChannel] = millis();
    channelStates[curChannel] = channels[curChannel].direction;
}
if (millis() - timerMillis[curChannel] >= channels[curChannel].work
    && channelStates[curChannel] == channels[curChannel].direction) {
    channelStates[curChannel] = !channels[curChannel].direction;
}
break;
case 1:
if (realTime[2] == 0 || realTime[2] == 1) {
    if (channels[curChannel].impulsePrd < 6) {
        if (channelStates[curChannel] != channels[curChannel].direction) {
            byte waterTime = 0;
            for (byte j = 0; j < 60 / impulsePrds[channels[curChannel].impulsePrd]; j++) {
                if (realTime[1] == waterTime) {
                    channelStates[curChannel] = channels[curChannel].direction;
                    timerMillis[curChannel] = millis();
                }
                waterTime += impulsePrds[channels[curChannel].impulsePrd];
            }
        }
    } else {
        if (channelStates[curChannel] != channels[curChannel].direction) {
            byte waterTime = channels[curChannel].startHour;
            for (byte j = 0; j < 24 / impulsePrds[channels[curChannel].impulsePrd]; j++) {
                if (waterTime < 24) {
                    if (realTime[0] == waterTime) {
                        channelStates[curChannel] = channels[curChannel].direction;
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        timerMillis[curChannel] = millis();
    }
} else {
    if (realTime[0] == waterTime - 24) {
        channelStates[curChannel] = channels[curChannel].direction;
        timerMillis[curChannel] = millis();
    }
}
waterTime += impulsePrds[channels[curChannel].impulsePrd];
}
}
}
}
}

```

```

if (channelStates[curChannel] == channels[curChannel].direction
    && millis() - timerMillis[curChannel] >= channels[curChannel].work * 1000)
{
    channelStates[curChannel] = !channels[curChannel].direction;
}
break;
case 2:
    if (channelStates[curChannel] != channels[curChannel].direction
        && (realTime[0] >= channels[curChannel].hour1 && realTime[0] <
channels[curChannel].hour2) ) {
        channelStates[curChannel] = channels[curChannel].direction;
    } else if (channelStates[curChannel] == channels[curChannel].direction
        && (realTime[0] < channels[curChannel].hour1 || realTime[0] >=
channels[curChannel].hour2)) {
        channelStates[curChannel] = !channels[curChannel].direction;
    }
}

```

```

    break;
case 3:
    if (millis() - timerMillis[curChannel] >= channels[curChannel].sensPeriod *
1000L) {
        timerMillis[curChannel] = millis();
        if (sensorVals[channels[curChannel].sensor] > channels[curChannel].threshold)
            channelStates[curChannel] = channels[curChannel].direction;
        else
            channelStates[curChannel] = !channels[curChannel].direction;
        }
    break;
}
}
}

```

```

boolean atLeastOneValve = false;
for (byte relay = 0; relay < 7; relay++) {
    if (channels[relay].relayType == 1
        && channelStates[relay] == channels[relay].direction)
        atLeastOneValve = true;
    digitalWrite(relayPins[relay], channelStates[relay]);
}

```

```

for (byte relay = 0; relay < 7; relay++) {
    if (channels[relay].relayType == 2) {
        if (atLeastOneValve) channelStates[relay] = channels[relay].direction;
        else channelStates[relay] = !channels[relay].direction;
        digitalWrite(relayPins[relay], channelStates[relay]);
    }
}
}

```

```

uint32_t sensorTimer;
uint32_t period;
byte sensorMode = 0;
void readAllSensors() {
  if (millis() - sensorTimer >= period) {
    sensorTimer = millis();
    switch (sensorMode) {
      case 0: // ВКЛ ПИТАНИЕ
        sensorMode = 1;
        period = 100;
        digitalWrite(SENS_VCC, 1);
        break;
      case 1:
        sensorMode = 2;
        period = 25;
        sensorVals[0] = floor(bme.readTemperature());
        sensorVals[1] = floor(bme.readHumidity());
        sensorVals[2] = analogRead(SENS_0);
        sensorVals[3] = analogRead(SENS_1);
        sensorVals[4] = analogRead(SENS_2);
        sensorVals[5] = analogRead(SENS_3);
        break;
      case 2: // ВЫКЛЮЧАЕМ
        sensorMode = 0;
        period = (long)comSensPeriod * 1000;
        digitalWrite(SENS_VCC, 0);
        break;
    }
  }
}

```

```

void plotTick() {
  if (millis() - plotTimer >= 5760000) {
    for (byte i = 0; i < 14; i++) {
      tempDay[i] = tempDay[i + 1];
      humDay[i] = humDay[i + 1];
      sensDay_0[i] = sensDay_0[i + 1];
      sensDay_1[i] = sensDay_1[i + 1];
      sensDay_2[i] = sensDay_2[i + 1];
      sensDay_3[i] = sensDay_3[i + 1];
    }

    tempDay[14] = sensorVals[0];
    humDay[14] = sensorVals[1];
    sensDay_0[14] = sensorVals[2];
    sensDay_1[14] = sensorVals[3];
    sensDay_2[14] = sensorVals[4];
    sensDay_3[14] = sensorVals[5];
  }
}

class encMinim
{
  public:
    encMinim(uint8_t clk, uint8_t dt, uint8_t sw, boolean dir, boolean type);
    void tick();
    boolean isClick();
    boolean isHolded();
    boolean isTurn();
    boolean isRight();
    boolean isLeft();
}

```

```
boolean isRightH();
```

```
boolean isLeftH();
```

```
private:
```

```
byte _clk, _dt, _sw;
```

```
boolean _type = false;
```

```
boolean _state, _lastState, _turnFlag, _swState, _swFlag, _turnState, _holdFlag;
```

```
byte _encState;
```

```
uint32_t _debTimer;
```

```
};
```

```
encMinim::encMinim(uint8_t clk, uint8_t dt, uint8_t sw, boolean dir, boolean type) {
```

```
    if (dir) {
```

```
        _clk = clk;
```

```
        _dt = dt;
```

```
    } else {
```

```
        _clk = dt;
```

```
        _dt = clk;
```

```
    }
```

```
    _sw = sw;
```

```
    _type = type;
```

```
    pinMode (_clk, INPUT);
```

```
    pinMode (_dt, INPUT);
```

```
    pinMode (_sw, INPUT_PULLUP);
```

```
    _lastState = bitRead(PIND, _clk);
```

```
}
```

```
void encMinim::tick() {
```

```
    _encState = 0;
```

```

_state = bitRead(PIND, _clk);
_swState = bitRead(PIND, _sw);

if (_state != _lastState) {
    _turnState = true;
    _turnFlag = !_turnFlag;
    if (_turnFlag || !_type) {
        if (bitRead(PIND, _dt) != _lastState) {
            if (_swState) _encState = 1;
            else _encState = 3;
        } else {
            if (_swState) _encState = 2;
            else _encState = 4;
        }
    }
    _lastState = _state;
}

if (!_swState && !_swFlag && millis() - _debTimer > 80) {
    _debTimer = millis();
    _swFlag = true;
    _turnState = false;
    _holdFlag = false;
}

if (!_swState && _swFlag && !_holdFlag) {
    if (_encState != 0 && millis() - _debTimer < 2000) {
        _holdFlag = true;
    }
    if (_encState == 0 && millis() - _debTimer > 2000) {

```

```

    _encState = 6;
    _holdFlag = true;
}
}

if (_swState && _swFlag && _holdFlag) {
    _debTimer = millis();
    _swFlag = false;
}

if (_swState && _swFlag && !_holdFlag && millis() - _debTimer > 80) {
    _debTimer = millis();
    _swFlag = false;
    if (!_turnState) _encState = 5;
}

}

boolean encMinim::isTurn() {
    if (_encState > 0 && _encState < 5) {
        return true;
    } else return false;
}

boolean encMinim::isRight() {
    if (_encState == 1) {
        _encState = 0;
        return true;
    } else return false;
}

boolean encMinim::isLeft() {
    if (_encState == 2) {

```

```

    _encState = 0;
    return true;
} else return false;
}
boolean encMinim::isRightH() {
    if (_encState == 3) {
        _encState = 0;
        return true;
    } else return false;
}
boolean encMinim::isLeftH() {
    if (_encState == 4) {
        _encState = 0;
        return true;
    } else return false;
}
boolean encMinim::isClick() {
    if (_encState == 5) {
        _encState = 0;
        return true;
    } else return false;
}
boolean encMinim::isHolded() {
    if (_encState == 6) {
        _encState = 0;
        return true;
    } else return false;
}

```

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1011328934

Дата перевірки:
25.05.2022 08:20:43 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
25.05.2022 08:23:03 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: Мельничук_Програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумни...
Кількість сторінок: 60 Кількість слів: 7523 Кількість символів: 54777 Розмір файлу: 5.17 MB ID файлу: 1011215075

2.51% Схожість

Найбільша схожість: 1.44% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011215076)

0.98% Джерела з Інтернету 9 Сторінка 62

1.81% Джерела з Бібліотеки 69 Сторінка 62

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи 1

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 1.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 8%

ID: 103924 Название: Програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок» Добавлено в БД: 2022-05-25 Авторы: Д.Р. Мельничук Руководители: Д.М. Медзатий Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	46970	580	793 (2%)	10 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Мельничук Денис Русланович

Тема: Програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі
«Розумний будинок»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 65

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: підвищення ефективності догляду за садом з використанням кіберфізичної системи «Розумний будинок».
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз сучасних систем управління системою «Розумний будинок» (проаналізовано застосування та можливості системи «Розумний будинок», проведено огляд існуючих методів догляду за ділянкою та технології росту рослин, огляд методів та складових компонентів для визначення параметрів навколишнього середовища, огляд засобів керування системою автоматизованого поливу саду, а також проаналізовано головні властивості системи автоматичного поливу саду) та виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено вибір засобів реалізації для конструювання системи автоматизованого поливу а саме: обґрунтовано вибір платформи Arduino, вибір необхідних компонентів для конструювання системи автоматизованого поливу, вибір програмних засобів для конструювання та конфігурації системи. В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано проектування системи за допомогою програмного забезпечення Fritzing, налаштування та програмування компонентів системи за допомогою Arduino IDE, налаштування системи дистанційного керування Blink IoT.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи:

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи:
Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на високому інженерно-технічному рівні.

8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно (4.75/A)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Мергенюк Валерій Володимирович,
зав. каф. АКТТ, д.т.н., проф.

"26" _____ 05 2022 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КПС
д-ру техн.наук, проф. Говорушенко Т. О.

Мельничука Д. Р.

ІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ-18-1

ЗАЯВА

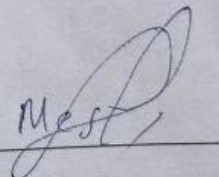
З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

21.05.2022

дата



підпис

**РИШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Програмно-технічний засіб догляду за садом у кіберфізичній системі «Розумний будинок»

Автор: Мельничук Денис Русланович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Медзатий Дмитро Миколайович, к.т.н., доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, перелбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах огляду методів догляду за ділянками, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення мають належним чином оформлені посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-30 джерелами на один фрагмент речення.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 2.51% і адресується до 78 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІСІІ

Д. Медзатий
С. М. Лисенко
Т. О. Говорушенко

Д. М. Медзатий

С. М. Лисенко

Т. О. Говорушенко