

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та телекомунікації

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Перший (Бакалаврський)

Освітній рівень

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Шифр і назва спеціальності

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Шифр і назва спеціальності

на тему «Система автоматичного поливу зон у теплиці»

КРБАКІТ. 2017023.01.01.ПЗ

Виконала: студентка 4 курсу, група АКІТ-17-1



підпис

А.Д.Гребінчук

Ініціали, прізвище

Керівник: д-р техн, наук, проф.



підпис

Д.А.Макаришкін

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф.



підпис

В.В. Мартинюк

Ініціали, прізвище

24 06 2021 р.

Хмельницький, 2021

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем  
Кафедра Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій і телекомунікацій  
Освітній рівень Бакалавр  
Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування  
Спеціальність Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології  
Освітня програма Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Мартинюк. В. В

“ 5 ” 06 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Гребінчук Аліні Дмитрівній

1. Тема роботи Система автоматичного поливу зон у теплиці

Керівник роботи Макаришкін Денис Анатолійович, к.т.н., доцент

Затверджено наказом ректора університету від "5" лютого 2021р. №11

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 01.06.2021р.

3. Вихідні дані до роботи (характеристика об'єкта, умов дослідження та ін. )

Мета роботи розробка системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці

Об'єкт дослідження: процес автоматичного поливу рослинних зон у теплиці

Предмет дослідження система автоматичного поливу рослинних зон у теплиці

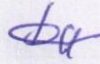



4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Аналіз існуючих адаптивних мікропроцесорних систем автоматичного керування поливу рослинних зон. Проектування системи автоматичного поливу високорослих томатів. Програмно-алгоритмічне забезпечення системи автоматичного поливу високорослих томатів. Висновки.

Завдання отримав

Науковий керівник

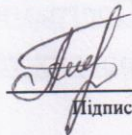
### Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М. В к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Корецька Л.О.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

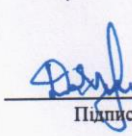
№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2021	виконано
2	Аналіз існуючих адаптивних мікропроцесорних систем автоматичного керування поливу рослинних зон	15.03.2021	виконано
3	Проектування системи автоматичного поливу високорослих томатів	10.04.2021	виконано
4	Програмно-алгоритмічне забезпечення системи автоматичного поливу високорослих томатів	10.05.2021	виконано
5	Висновки	15.05.2021	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до КРБ	25.05.2021	виконано
7	Оформлення презентаційних матеріалів	01.06.2021	виконано

Студент

  
Підпис

Гребінчук, А. Д.  
Прізвище, ініціали

Керівник роботи

  
Підпис

Макаришкін Д. А.  
Прізвище, ініціали

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Система автоматичного поливу зон у теплиці».

Автор роботи: Гребінчук Аліна Дмитрівна

Керівник роботи: Макаришкін Денис Анатолійович

Пояснювальна записка: 86с., 52 рис., 18 табл., 1 дод., 21 джерел.

Графічна частина: 20 презентаційних слайдів.

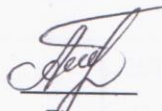
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ РОСЛИНИХ ЗОН У ТЕПЛИЦІ, ПРОГРАМОВАНИЙ ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА, МІКРОКОНТРОЛЕР, АЛГОРИТМ КЕРУВАННЯ, ДАТЧИК ВОЛОГОСТІ, ДАТЧИК ТЕПЕРАТУРИ, НАСОС, РЕЛЕ ТИСКУ, ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КЛАПАНИ.

Метою роботи є розробка системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці.

У цій роботі розроблені системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці. В якості мікропроцесорних систем керування поливом рослинних зон були використані програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 100 у випадку промислової сільськогосподарської сфери та платформу ARDUINO UNO у випадку розумний будинок. Розроблена система автоматичного поливу реалізує: постійний моніторинг вологості та температури ґрунту, мікроклімату теплиці і рівень води у резервуарі; регулювання поливу для кожної окремої рослинної зони; розпізнавання аварійної ситуації під час припинення подачі дощової води у резервуар та подальше повідомлення про неї на блок керування, який включає подачу води з водопровідної труби; захист насосу від холостого ходу; підтримання необхідного рівня води у напірному баку; перегляд в реальному масштабі часу показників вирощуваних культур і теплиці; оптимальний алгоритм керування поливом рослинних зон у теплиці; візуалізацію процесу автоматичного поливу зон.

10.06.2021р.

дата



## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АДАПТИВНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОЛИВУ РОСЛИННИХ ЗОН ....	7
1.1 Загальний підхід поливу рослин .....	7
1.2 Моніторинг параметрів ґрунту і повітря .....	10
1.3 Доступні автоматизовані системи розподілу води на ринку .....	12
1.4 Мікропроцесорні засоби в системах автоматичного керування поливу рослинних зон.....	17
1.5 Висновки до першого розділу.....	27
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ ВИСОКОРОСЛИХ ТОМАТІВ .....	28
2.1 Особливості систем автоматичного поливу високорослих томатів .....	28
2.2 Розробка схеми мікропроцесорної системи автоматичного поливу високорослих томатів на основі ОВЕН ПЛК100 для сільськогосподарської промисловості.....	36
2.3 Розробка структурної схеми мікропроцесорної системи автоматичного поливу високорослих томатів на основі платформи Arduino для розумного будинку .....	50
2.4 Висновки до другого розділу .....	59
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ ВИСОКОРОСЛИХ ТОМАТІВ.....	60

				КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Система автоматичного поливу зон у теплиці	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Гребінчук А.Д.		22.05.21				2
Перевір.		Макаришкін Д.А.		22.05.21				
Н.контр.		Корещька Л.О.		23.05.21				
Затвер.		Мартинюк В.В.		24.05.21				
						ХНУ, АКІТ-17-1		

3.1 Структурно-алгоритмічні схеми мікропроцесорної системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці на основі ПЛК та на основі платформи Arduino.....	60
3.2 Програмна реалізація алгоритму керування автоматичним поливом високорослих томатів на основі ОВЕН ПЛК 100 та на основі платформи Arduino.....	66
3.3 Висновки до третього розділу.....	80
Висновки .....	81
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	83
ДОДАТОК А .....	87

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АВС – автоматизована виробнича система

АК – алгоритм керування

АЛП – арифметично-логічний пристрій

АСК – автоматизована система керування

АСКТП – автоматизована система керування технологічним підприємством

АСЯКВ – автоматизована схема якості контролю вирощування

БЖ – блок живлення

БРА – блок релейної автоматики

ДТ – датчий температури

ДЧВГ – датчик вологості ґрунту

ДЧКГ – датчик кислотності ґрунту

ДЧР – датчик рівня

ЕЕК –електричний електромагнітний клапан

ЕМК – електромагнітні клапани

ІКС – інформаційно-керуючі системи

ЛМ – локальна мережа

МК – мікроконтролер

МКС – мікропроцесорні системи

МПЗ – мікропроцесорні засоби

МШ –мережевий шлюз

ОЗП – оперативно запам'ятовуючий пристрій

ПА – промислова автоматика

ПЗ – програмне забезпечення

ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій

ПК – пристрій керування

ПЛК – програмовано-логічний контролер

РЕПС – релейно електрично-принципова схема

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		4

РТ – реле тиску

САК – система автоматичного керування

САКПРЗ – система автоматичного керування поливу рослинних зон

СГК – сільськогосподарські культури

СПЗ – системне програмне забезпечення

СПО – сенсорна панель оператора

СППЗ – спеціалізоване прикладне програмне забезпечення

ТО – технологічний об'єкт

ЦП – центральний процесор

ША – шина адрес

ШД – шина даних

ШК – шина керування

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

На сьогоднішній день існує велика кількість побутової техніки та домашніх систем. Вони використовуються для автоматизації широкого списку повсякденних справ. Однією з цих рутинних справ може бути догляд за квітами, грядками, тепличними овочами та іншими рослинами. І автоматизовані вирішення цієї проблеми вже існують, незважаючи на їх відносно широке використання на відкритому повітрі, варіанти внутрішнього користування є досить рідкими.

Основна мета цієї роботи - розробити, впровадити і продемонструвати автоматизовану тепличну систему, яка використовує МК для підвищення ефективності та функціональності домашнього господарства, або ПЛК для кращого використання у більш широких галузях домашнього та промислового господарства.

Полив – найважливіша культурна практика і найбільш трудомістка задача, адже знати, коли і скільки поливати являються важливими аспектами процесу поливу. Щоб легше працювати на всесвітньому ринку створено системи автоматичного поливу рослин.

Теплиця являє собою будинок із плівки, що використовується як простір для вирощування рослин, тому рослини всередині захищені від сильного сонячного світла, сильних дощів та різних шкідливих паразитів. В цілому образ тепличного будинку являє собою каркас в якості опори.

Роль ПЛК тут як автоматизованого основного інструменту для поливу рослин, тому що теплиці призначені для обслуговування і захисту рослин від навколишнього середовища, особливо це проявляється у зниженні інтенсивності сонячного світла та опадів. Це призводить до того, що полив рослин повинен відбуватись вручну, а частота поливу для рослини залежить від її виду, або все вирішується в залежності від вмісту води в ґрунті рослини. ПЛК, як інструмент автоматизації, широко використовується в промисловості і різних дослідженнях.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		6

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АДАПТИВНИХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПОЛИВУ РОСЛИННИХ ЗОН

## 1.1 Загальний підхід поливу рослин

Сучасний розвиток адаптивних мікропроцесорних систем автоматичного керування поливу рослинних зон, показує багато варіантів уже готових автоматизованих систем. Наприклад, в цій частині буде розглянута система поливу кімнатних рослин, яка зможе автоматично регулювати рівень вологості ґрунту на основі датчика зворотного зв'язку, до якого буде поступати інформація з кожного горщика, а також моніторинг інших параметрів ґрунту і навколишнього середовища. Також система зберігає дані в постійній пам'яті. Для подальшої візуалізації будуть описані всі етапи планування та впровадження системи, точніше: концептуальний дизайн, вибір частин системи, вибір мікроконтролера, фізичне з'єднання частин, розробка прошивки і розробка програмного забезпечення для персонального комп'ютера.

Крім функціональності, система також буде мати бездротовий зв'язок між кількома мікроконтролерами з кількома підлеглими пристроями, які будуть зв'язуватися з одним головним пристроєм. Щоб виключити незручність прокладки проводу, від основного блоку до водопроводу буде введений пристрій, який матиме бездротовий зв'язок.

Основна проблема доставки води до рослини в тому, що вона не потрібна постійно, вода повинна подаватися по частинах. Крім того, занадто багато води може завдати шкоди рослинам, так як інші віддають перевагу більш сухому ґрунту. Ось чому автоматизована система водопостачання має

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		7

параметри, які можуть бути змінені, щоб адаптуватися до навколишнього середовища.

Автоматизація цього процесу може зменшити участь людини в залежності від складності системи. Центральне завдання всіх таких систем - підтримка необхідного стану ґрунту, тобто рівню вологості. Але з додатковим функціоналом можливо зробити систему більш складною, наприклад, моніторинг параметрів навколишнього середовища, моніторинг доступної кількості води в баку та більш гнучкіші параметри.

Підходи до автоматичного поливу рослин з допомогою додаткових функціоналів описані нижче, їх плюси та мінуси.

Неелектричне автоматизоване рішення. У цьому рішенні немає електронних компонентів, вони досягають мети автоматично. Відбувається доставка води на основі фізичних законів, таких як гравітація, принцип Бернуллі, вода, як поверхневий натяг, капілярний ефект, водопоглинання ґрунту та інші, рисунок 1.1.

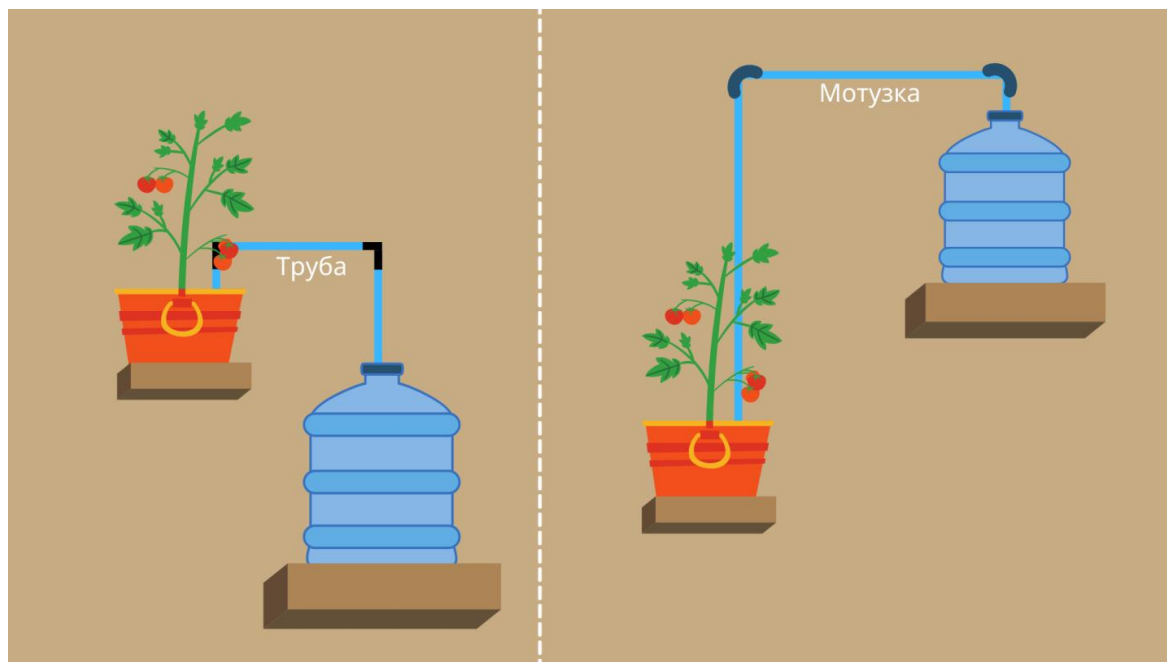


Рисунок 1.1 – Приклади неелектричних автоматизованих рішень для поливу рослин

Це дуже просте рішення, яке легко зробити з підручних матеріалів, і це є дуже дешевим способом. Але такий підхід дуже неефективний - велика частина води випаровується до того, як рослина отримає її. Проте навіть такі системи зберігають рівень вологості землі на одному рівні і, але цей стан навколишнього середовища підходить не для всіх рослин.

Такий підхід хороший тільки з точки зору ціни, але у кваліфікаційній роботі буде використана більш надійна і гнучка система з керованими електронними компонентами.

Автоматизація часу. Найбільш поширений підхід для автоматизації водорозподілу рослин - це системи, засновані на часі. Ці системи керуються програмованим мікроконтролером, який вмикає і вимикає водяний насос через задані користувачем інтервали часу.

Перевага цієї системи перед неелектричними приладами є у більш раціональному водовикористанні. Якщо користувач правильно встановлює параметри системи, він може домогтися дуже хороших результатів в створенні відповідних умов для життя рослини. Іншою перевагою являється те, що дана система відрізняється простотою і відносно невисокою ціною та можливістю заміни параметрів системи, що відповідають умовам, необхідним для установки.

Однак головним недоліком цієї системи являється відсутність зворотного зв'язку з зовнішнім середовищем. Таким чином, дуже ймовірно, що система буде поливати рослини навіть тоді, коли не обов'язково. Отже, навіть якщо система налаштована правильно, вона не адаптується до змін навколишнього середовища.

Коротко кажучи, такі системи можуть мати сенс для балансу між функціональністю і ціною, але його можна поліпшити, та зробити його більш інтелектуальним.

Автоматизація на основі датчиків зворотного зв'язку. Найпродвинутіший метод - це контроль рівня вологості ґрунту за допомогою датчиків зворотного зв'язку.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		9

У цій системі мікроконтролери запрограмовані з більш складною прошивкою, які можуть зчитувати показання датчиків і керувати водяним насосом на основі їх значень зворотного зв'язку, з поданих даних.

Для визначення рівня вологості ґрунту досить датчика електропровідності або датчика вологості. Можна врахувати і інші параметри, наприклад - час доби. Завдяки додатковій інтеграції датчиків можна виміряти кількість води, яка постачається через бак. Для більшого використання системи зручно використати мікроконтролер, який має екран, через який можна легко користуватись на ПК.

Завдяки такому підходу ми можемо архівувати найбільш оптимізоване рішення для поливу рослин. Автоматизація на основі зворотного зв'язку може мінімізувати участь людини. Але це пов'язано з її складністю, що робить розробку і виготовлення системи набагато складнішою. Не тільки

тому що він має більше компонентів, але і тому що це вимагає більше часу і зусиль для розробки прошивки, яка в повній мірі використовує цей підхід.

## 1.2 Моніторинг параметрів ґрунту і повітря

Крім підтримки рівня води в ґрунті, існують і інші параметри навколишнього середовища, які слід враховувати для здорового росту рослин.

Вологість ґрунту. Вода має набагато кращу провідність, тому можна уявити рівні вологості ґрунту, як провідність речовини. Вимірювання електропровідності в ґрунті аналогічно вимірю в рідині і є кілька способів вимірювання за допомогою електричних датчиків.

Перший метод - вимірювання об'єму вмісту води. Два датчика дозволяють струму текти між ними, а потім вимірювальний ланцюг буде визначати струм між ними. Коли в ґрунті більше води, опір зменшується.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		10

Цей принцип заснований на законі Ома (1.1). Це бюджетний метод, і він може бути ненадійним, тому що, показання можуть змінитися, якщо в воді буде більше іонів і, в кінцевому підсумку, реакція електролізу може викликати корозію датчиків через реакцію електролізу між металевими зондами і ґрунтової водою.

$$U = I * R \quad , \quad (1.1)$$

де  $U$  – напруга;  $I$  – сила;  $R$  – опір.

Ще один метод вимірювання продуктивності. У цьому випадку два зонда діють як позитивні і негативні пластини і навколишнє середовище, в нашому випадку - ґрунт, як діелектрик. Коли знизиться опір ґрунту, від цього зміниться його абсолютна діелектрична проникність і експлуатаційні якості датчиків зменшуються (1.2). Всі інші значення рівняння - площа перекриття ( $A$ ), відстань між пластинами ( $D$ ) і електрична постійна не зміниться. Тільки відносна проникність зміниться, щоб показати, наскільки вологий ґрунт.

Цей метод має пріоритет перед вимірюванням опору, тому що в цьому випадку датчики не стикаються з землею.

$$C = \epsilon_0 \epsilon r \quad , \quad (1.2)$$

де  $C$  – опір ґрунту;  $\epsilon$  – діелектрична провідність.

Вологість навколишнього середовища. Вимірювання вологості в деякому роді схоже на вимірювання рівня вологості ґрунту.

Однак термін відносної вологості часто використовується для вимірювання кількості води в повітрі. Відносна вологість - це відношення фактичного тиску водяної пари, присутнього в повітрі при температурі до максимального тиску водяної пари, присутньої в повітрі при такій ж температурі:

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		11

$$RH = \frac{R}{H} * 100\% , \quad (1.3)$$

де R – фактичний тиск водяної пари; H – максимальний тиск водяної пари.

Є кілька датчиків з різними методами вимірювання відносної вологості. Один з них - резистивний датчик вологості. Електроди розміщуються з шару, який може адсорбувати воду. Коли вода вбирається, опір між електродами зменшується.

Це дешевий датчик, але його свідчення залежать від складу води.

Другий датчик - ємнісний. За тим же принципом докільля в даному випадку - повітря, тобто не діелектрик. Замість цього він використовує матеріал, який сам змінює проникність при зміні вологості.

Це набагато кращий метод, ніж метод з опором. Цей датчик може довгий час давати табличні результати і його вихідна напруга є майже лінійною.

Інтенсивність світла. Інтенсивність світла можна виміряти в одиницях розкоші, розкладаючи силу світла на область.

Датчик інтенсивності світла може бути заснований на фотодіоді або фоторезисторі. Датчик на основі фотодіода вимірює електричний струм на PN переході діода. Його робота заснована на фотоэффекті, світло змушує пару електронних дірок створювати поточний потік. Датчики фоторезистора вимірюють опір його резистора. Він виготовлений з матеріалу, який змінює свій опір при поглинанні світла.

### 1.3 Доступні автоматизовані системи розподілу води на ринку

На ринку догляду за рослинами вже є багато пристроїв і систем, які можуть допомогти у вирішенні питань з автоматичним поливом рослин.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		12

Існує безліч варіантів, які поділяються за ціною, призначенням і місцем розташування. Деякі з цих систем описані нижче.

Дану систему можна розділити на дві групи – запатентована система і системи на основі відкритої хмари з IFTTT (If This Then That).

Готові автоматизовані системи поливу. Певні системи поливу рослин виробляються зі спеціальною алгоритмічною схемою поливу, яка може використовуватись тільки з товарами певного виробника.

*Проект Kickstarter - Един Гарден.* Edyn Garden - це проект Kickstarter, який був успішно профінансований в 2014 році і призначений для відкритих садів. Система складається з датчика, який обчислює значення ґрунту і води, підключених по бездротовій мережі в хмарі, та інших додаткових сенсорів, рисунок 1.2. Для роботи потрібно запустити натиск для води в господарстві.



Рисунок 1.2 – Сенсор і клапан

Датчик Edyn може визначати рівень вологості ґрунту, а також температуру, вологість навколишнього середовища, інтенсивність світла, живлення ґрунту і рівень рН. Також датчик дає можливість передати всю цю інформацію користувачам через розумний пристрій. Датчики і значення

живляться від сонячної батареї. Цей датчик може не тільки вимірювати рівень вологості ґрунту, а також - інтенсивність світла, вологість і рівень живлення.

Фактично, користувач буде повідомлений про несправну частину датчика і, отже, про некоректну роботу всієї системи. У 2016 році Edyn збанкрутував, тому більшість функцій сьогодні стали недоступні.

*Проект Kickstarter - PlantLink Lush.* PlantLink Lush - це теж проект Kickstarter, за концепцією дуже схожий на Edyn Garden. Він також призначений для відкритого саду, рисунок 1.3. Система повністю модульна, тобто деталь можна придбати окремо.

Система, клапан і підставка є частиною системної станції. Вартість всієї системи становить близько 140 доларів.



Рисунок 1.3 – Пристрої сімейства PlantLink Lush

Датчик PlantLink може вимірювати тільки рівень вологості ґрунту. У цій системі немає ніякої пріоритетної функції, крім вимірювання вологості ґрунту. Сьогодні підтримка цієї системи припинена.

*Автоматична садова система - Gardena smart system.* Інтелектуальна система Gardena - це екосистема пристроїв, призначена для автоматизації

багатьох аспектів, таких як зовнішнє постачання саду і також розподіл води - одне з них, рисунок 1.4.



Рисунок 1.4 – пристрої інтелектуальної системи Gardena

Система складається з датчика і водяного клапана, керування якими здійснюється через прохід з бездротовим підключенням. Датчик Gardena може вимірювати температуру, інтенсивність світла і рівень вологості ґрунту. Всі розумні пристрої Gardena є частиною їх екосистеми і користувачеві дуже зручно керувати всіма своїми пристроями з одного місця. Для користувача в інтерфейсі був розроблений мобільний додаток. Найбільшим плюсом є можливість спланувати, коли системі буде потрібно поливати рослини або відрегулювати рівень вологості при включених обприскувачах.

Головний недолік – ціна системи, ціна одного датчика, одного клапана. Вартість концентратора становить близько 400 доларів США, з додаванням 130 доларів США за кожен новий датчик.

Ще одним недоліком є те, що компоненти, підключені по бездротовій мережі, отримують живлення від акумулятора, тому їх потрібно постійно змінювати.

Автоматичний полив для домашніх рослин Parrot. Автоматизований горщик для домашніх рослин Parrot – це горщик, який може керувати параметрами рослини та ґрунту в приміщенні і автоматично поливати її, рисунок 1.5.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		15



Рисунок 1.5 – Автоматизований горщик для домашніх рослин Parrot

Ця автоматизована система має кілька датчиків для вимірювання рівня вологості ґрунту, інтенсивності світла, температури і рівня використаних добрив. Ціна індивідуального горщика близько 50 доларів. Ця система здатна записати всі виміряні значення і повідомити користувачеві, якщо одне з них не підходить для подальших дій.

Недоліком цього підходу є те, що для кожної рослини необхідно купувати абсолютно новий горщик, тому він не має популярності в порівнянні з попередніми системами. Оскільки ще одна помилка цього універсального підходу полягає в тому, що розмір горщика не може бути змінений, тому не всі рослини будуть поміщені в нього, також немає спеціального місця для зберігання води.

*Хмарні системи IFTTT.* Системи IFTTT - це хмарні інтернет-системи, які можуть зчитувати пристрої IoT і керувати ними, на основі поведінки, що визначається користувачем.

Основна перевага систем цього типу в тому, що вони повністю модульні, і користувач може використовувати сторонні пристрої для розширення системи.

Однак такі системи вимагають постійного підключення до Інтернету. Недоліком також є автономія, яка може не використовувати ці системи в деяких ситуаціях і місцях.

Сьогодні існує кілька прикладів таких систем: Amazon Alexa, Apple HomeKit в Google Assistant. Різниця між цими системами невелика. Будь-яка система може забезпечити широку доступність підтримуваних пристроїв і має аналогічні функції. Головна відмінність серед них – інтеграція послуг, що надаються виробником компанії.

#### 1.4 Мікропроцесорні засоби в системах автоматичного керування поливу рослинних зон

*Загальна структурна схема ПЛК.* ПЛК з'явилися в сімдесятих роках минулого століття і призначалися для застосування в сфері ПА для вирішення поставлених технологічних задач, які переважно описуються логічними рівняннями. Це дало можливість замінити БРА і пристрої жорсткої логіки в АСК на інтегральні мікросхемні рішення, які реалізовані в ПЛК.

На сьогоднішній день ПЛК - це мікропроцесорний пристрій з досить широкими функціональними можливостями. Спеціалізоване технологічне проблемно-орієнтоване програмне забезпечення ПЛК дає змогу реалізувати не тільки алгоритми програмно-логічного керування, але й здійснити регулювання в замкнутих системах автоматичного керування та проводити збір даних, їх обробку, зберігання та передачу. Конструкція ПЛК дозволяє використовувати пристрій у виробничих умовах.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		17

Окрім цього, ПЛК відрізняється універсальністю структури, можливістю програмування і вирішенню задач певного класу при керуванні технологічним об'єктом в реальному часі.

До входів та виходів ПЛК підключені датчики і виконавчі механізми, які дають змогу забезпечити зв'язок з технологічним об'єктом керування. На рисунку 1.6 представлена загальна структурна схема ПЛК, а на рисунку 1.7 – детальна.

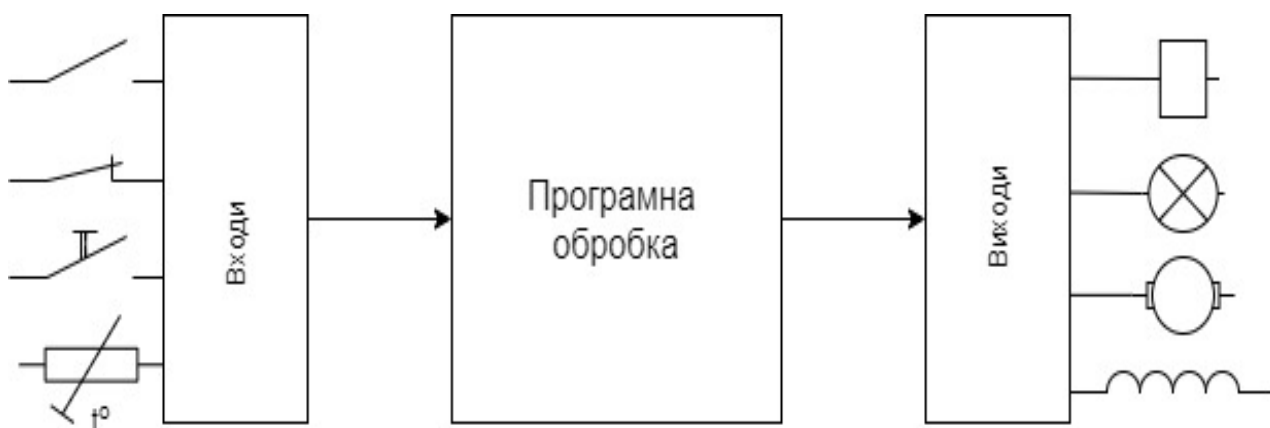


Рисунок 1.6 – Загальна структурна схема ПЛК

Принцип роботи ПЛК в дечому відрізняється від інших мікропроцесорних пристроїв. ПЗ універсальних контролерів поділяється на дві частини. Першою частиною являється СПЗ. Проводячи аналогію з ПК, можна сказати, що це та ж операційна система, яка керує роботою вузлів контролера, взаємозв'язками складових частин та внутрішньою діагностикою.

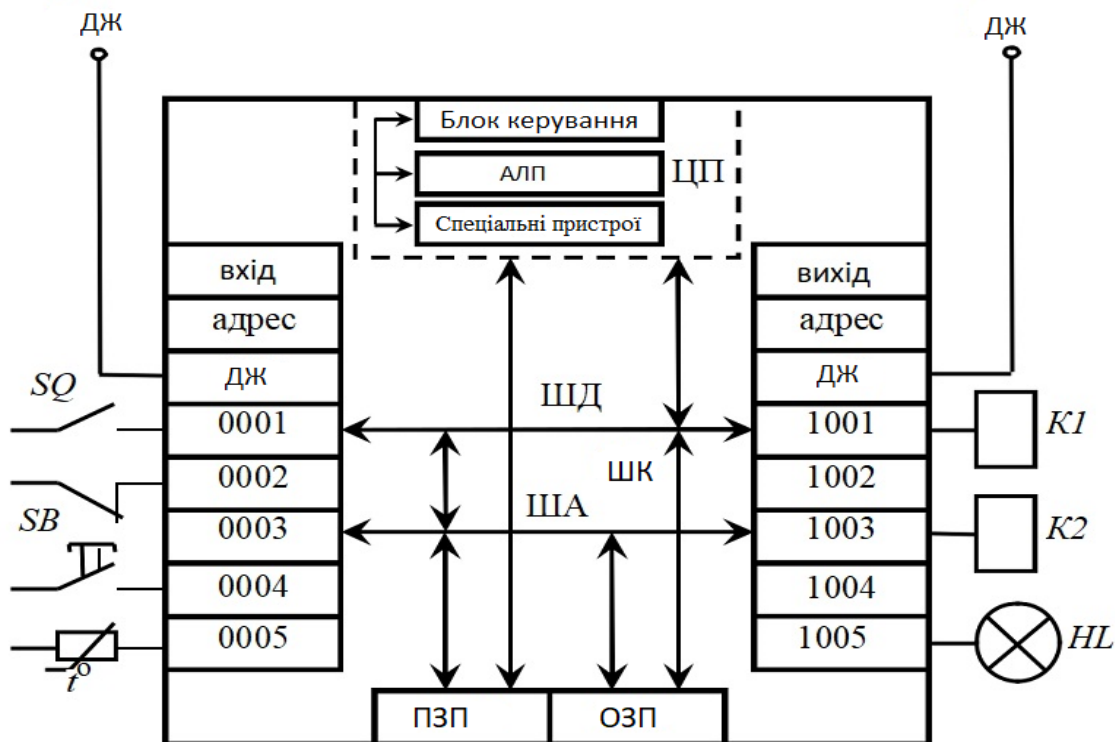


Рисунок 1.7 – Структурна схема ПЛК

Системне програмне забезпечення ПЛК займає місце в постійній пам'яті центрального процесора та завжди готовий до роботи. При підключенні до живлення ПЛК бере на себе керування системою вже через декілька мілісекунд.

Другою частиною ПЗ є програма керування, яка створюється при проектуванні системи керування ТО і зберігається в перепрограмованій пам'яті. Керуюча програма змінюється у процесі експлуатації обладнання.

В залежності від поставленої задачі промислові контролери можуть застосовуватися у транспорті, у системах для керування кліматом, електродвигунами, при автоматизації технологічних процесів, а також дозволяють вимірювати і регулювати температуру, вологість, тиск, струм і т.д.

ПЛК працюють у циклічному ритмі за методом періодичного опитування вхідних даних, рисунок 1.8.

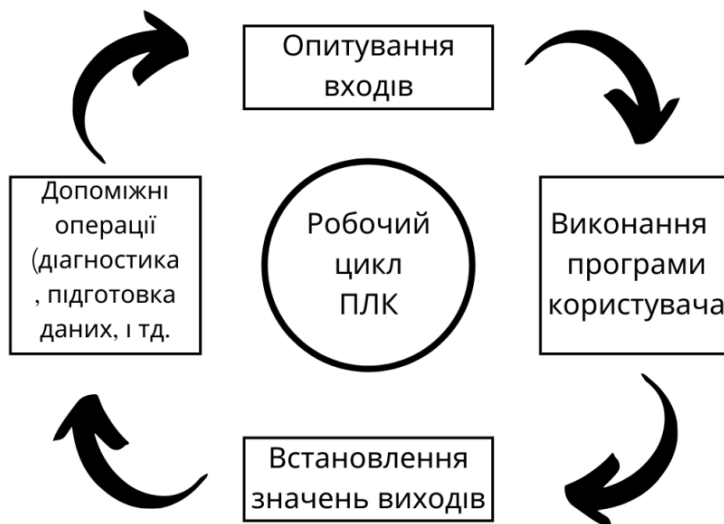


Рисунок 1.8 – Робочий цикл ПЛК

Контролер містить ЦП, рисунок 1.10. Процес обчислення процесора взаємопов'язаний між вхідними даними зовнішніх пристроїв (або виконавчих механізмів) і вихідними даними виконавчих сигнальних і керуючих пристроїв (рисунок 1.9).

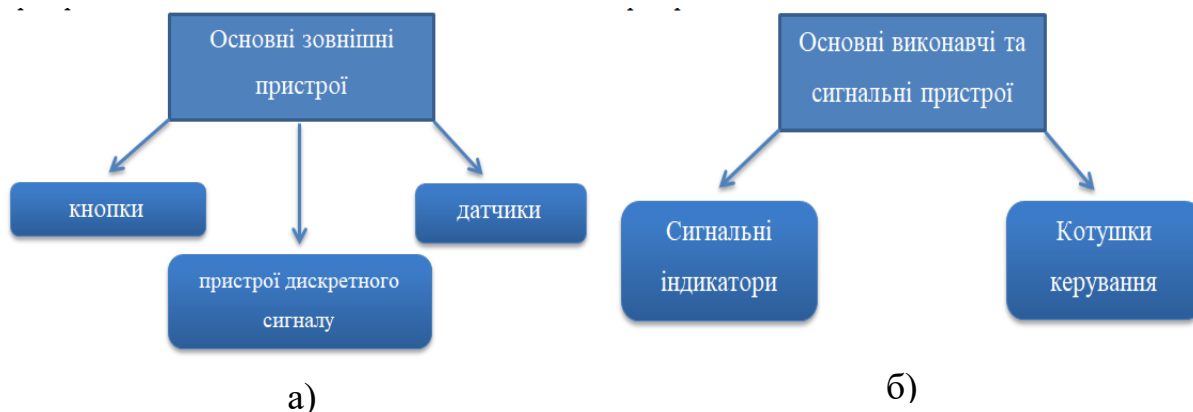


Рисунок 1.9 – а) Зовнішні, б) виконавчі та сигнальні пристрої

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата



Рисунок 1.10 – Складові центрального процесора

АЛП – це блок процесора, який завдяки ПК служить для виконання арифметичних і логічних перетворень над даними рисунок 1.11.



Рисунок 1.11 – Операції АЛП

Блок керування процесора відповідає за виклик команд з пам'яті і визначення їх типу.

Спеціальні керуючі пристрої – це пристрої, що підтримують роботу процесора, тобто регістри, лічильники команд, кеш пам'ять і ін.

Всі компоненти контролера з'єднані за допомогою шин, рисунок 1.12. З фізичної точки зору шини являють собою набір паралельно пов'язаних між собою проводів, по яких передаються адреси, дані та сигнали керування.

ШД отримує та формує зчитування даних з входу. ШД підтримує ША і ШК. ША дає поточну адресу звідки отримати і куди відправити інформацію, в той час як ШК передає керуючий сигнал.

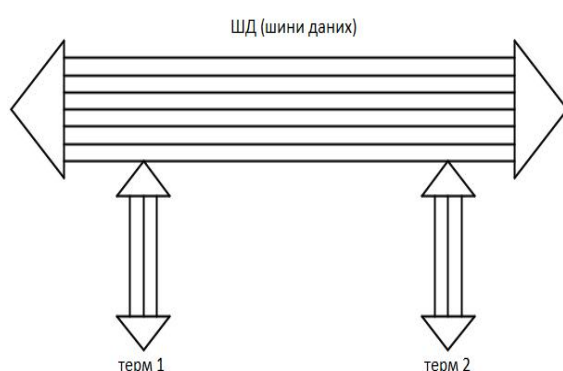


Рисунок 1.12 – Шини

ПЗП є програмно-підтримуючим пристроєм. В ОЗП зберігаються дані про стан даних на входах.

Вхідні модулі займають функцію по прийманні сигналів від вхідних логічних елементів. Ними можуть бути кнопки керування, датчики, вимикачі, тумблери, контакти виконавчих реле або пристрої дискретного сигналу.

Вихідні модулі перетворюють отриману інформацію від ЦП і керують виконавчими пристроями. Ними можуть бути проміжні реле, сигнальні індикатори, підсилювачі, пускачі, котушки керування і т.д.

ЦП контролера визначає практично всі основні і головні параметри. Він виконує операції по зчитуванню та обробці команд, слідкує за

послідовністю та порядком виконання програми, керує такими процесами, як: зчитування та запис пам'яті, та поділяє інформацію по вихідних модулях.

Елементами процесора є одно бітові і багато бітові буфери пам'яті. Одно бітові буфери працюють правильно лише з одним видом інформації.



Рисунок 1.13 – Робочий цикл процесора

Робота ПЛК, рисунок 1.14, відбувається циклічно по заданій схемі з повторенням робочих циклів та без додаткових умов запуску.

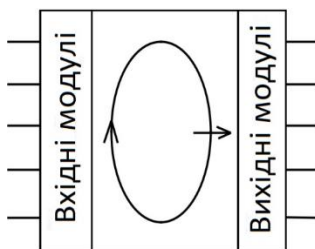


Рисунок 1.14 – Робочий цикл ЦП

Елементи пам'яті ПЛК визначають основні можливості і характеристики контролера, рисунок 1.15.

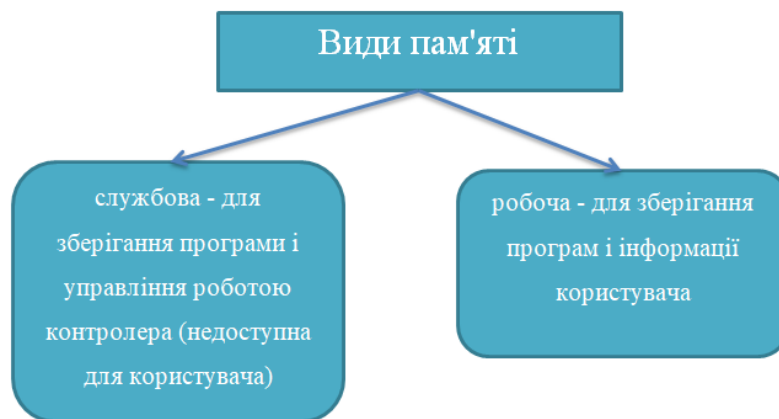


Рисунок 1.15 – Види пам'яті контролера

За місцем знаходження в пам'яті поділяються на внутрішню і зовнішню, рисунок 1.16, за видами ПЗП поділяється на: програмовані, з одноразовим програмуванням та перепрограмовані, рисунок 1.17.

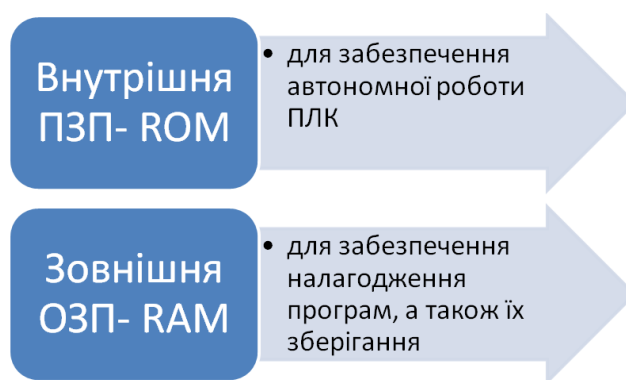


Рисунок 1.16 – Класифікація пам'яті контролера

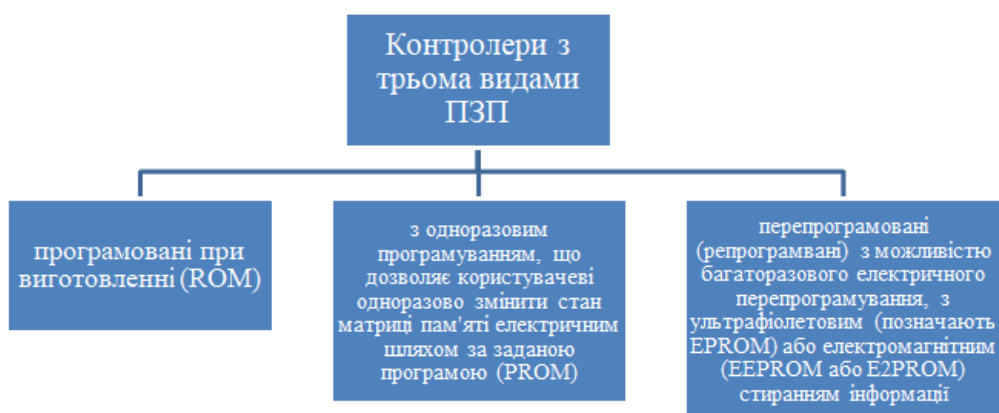


Рисунок 1.17 – Види ПЗП

Очевидно, що час реакції на подію буде залежати лише від витраченого часу виконання на один цикл прикладної програми. Визначення часу від моменту події до моменту видачі відповідного керуючого сигналу пояснюється на рис. 1.18.

Маючи пам'ять, ПЛК в залежності від передісторії подій має здатність реагувати по-різному на задані події. Можливість перепрограмування, тобто керування по часу, розвиненість обчислювальних можливостей, з включенням цифрової обробки сигналів, а також піднімають ПЛК на більш вищий рівень у відміну від простих комбінаційних автоматів.



Рисунок 1.18 – Робочий цикл ПЛК

Інтеграція ПЛК в АСКТП. Контролери, в основному, працюють в нижній ланці АСКТП – систем, які безпосередньо пов'язані з технологією виробництва. ПЛК зазвичай постають найпершим етапом при побудові систем АСК. Пояснюється це необхідністю системи окремого механізму або установки, яка є завжди найбільш очевидною. Вона дає відчутти швидкий ефект у сфері економіки, покращує якість технологічного та інші види виробництва, дозволяє уникнути важкої фізичної та однотонної роботи. Контролери по призначенню створені саме для такої роботи.

Ще десять-п'ятнадцять років тому пульт керування диспетчера складався з табло, великої кількості кнопок і світлових індикаторів. На сьогоднішній час подібні пульти застосовуються тільки в легких випадках,

тоді коли можна використати лише декілька кнопок і індикаторів. У більш «серйозних» та трудомістких системах застосовуються ПЛК.

Існує цілий клас ПЗ, який реалізує людино-машинний інтерфейс (HMI). Він відноситься до системи збору даних і оперативного диспетчерського керування (Supervisory Control And Data Acquisition System - SCADA). Сучасні SCADA-системи виконуються з обов'язковим використанням засобів мультимедіа. Окрім відображення процесу виробництва в реальному часі, хороші диспетчерські системи дають змогу зберігати та накопичувати отримані дані, проводять їх аналіз, визначають аварійні ситуації і оповіщують персонал по каналах телефонного і радіомережного зв'язку, дозволяють створювати алгоритм керування (як правило, програма Visual Basic), формують отримані дані для аналізу певного виробництва, в тому ж числі формують економічні характеристики.

У додаток до програмування ПЛК входить також OPC-сервер, який отримує доступ до даних ПЛК. Вся подальша робота призводиться до визначення доступних змінних, коректного налаштування мережі, конфігурації SCADA-системи і OPC-сервера. Операція може нагадувати налаштування загальнодоступних пристроїв ЛМ персонального комп'ютера, рисунок 1.19.

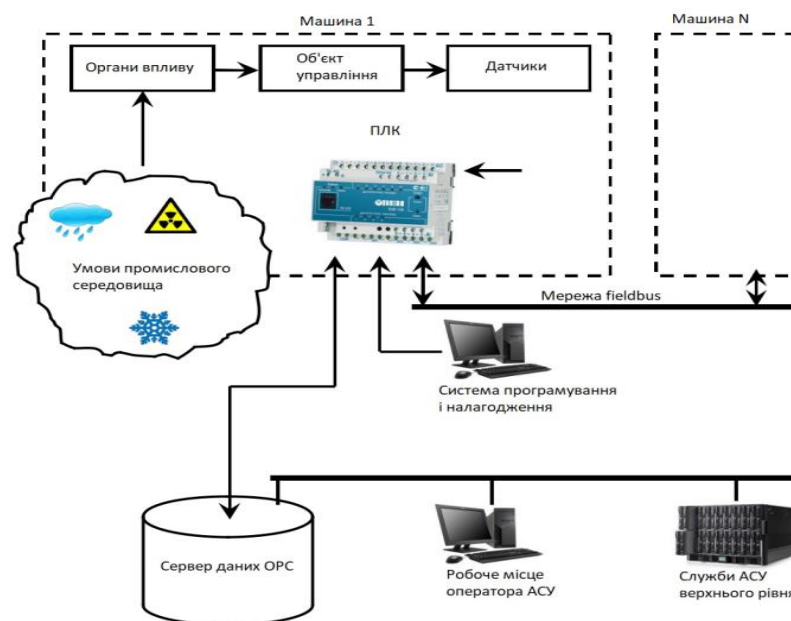


Рисунок 1.19 – Зв'язок середовища програмування з ПЛК

Огляд контролерів компанії «ОВЕН». Компанія «ОВЕН» випускає ПЛК серій, описаних на рисунку 1.20.

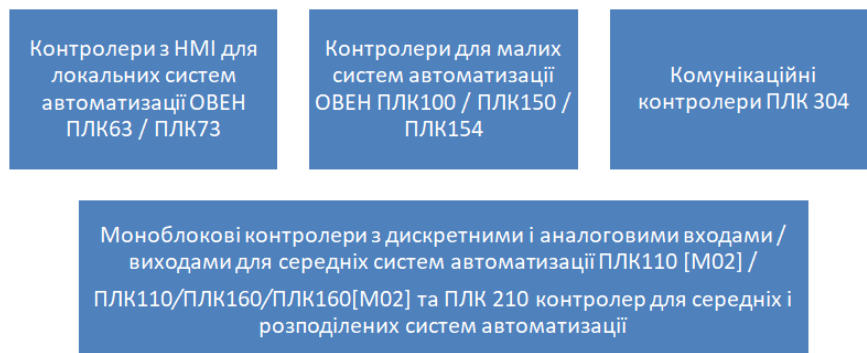


Рисунок 1.20 – Класифікація контролерів від компанії ОВЕН

### 1.5 Висновки до першого розділу

В цій частині було розглянуто різні готові варіанти систем автоматичного поливу рослин, їхні особливості, плюси та мінуси. Ці системи є досить багатофункціональними, мало того що вони вимірюють вологість ґрунту та температуру навколишнього середовища, вони ще й можуть сповіщати користувача про різні аварійні ситуації.

## РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ ВИСОКОРОСЛИХ ТОМАТІВ

### 2.1 Особливості систем автоматичного поливу високорослих томатів

Догляд за городом та садом є досить не простим завданням. Великим помічником буде автоматична система поливу. Система сама визначає вологість ґрунту, а також може визначити необхідну температуру води для поливу, та інші важливі рішення рисунок 2.1.



Рисунок 2.1 – Основні властивості готового рішення «Керування поливом»

Сучасна система автоматичного поливу є найкращим рішенням для власників приватних будинків і дач (рисунок 2.2). Автоматизоване,

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

технологічне, надійне обладнання забезпечить задані і необхідні умови вологості для рослин, дозволить отримати хороший урожай (високий ріст пагонів, рясне цвітіння і т.д.), уникнувши зайвих проблем і витрат часу.

*Умови створення автополиву.* Система автоматичного поливу головним чином складається з ПЛК, GSM-модуля та блоку живлення. Крім цього встановлені, датчики вологості та температури, які відстежують стан заданих параметрів, саме тому системи автоматичного поливу є досить корисними (рисунок 2.3).

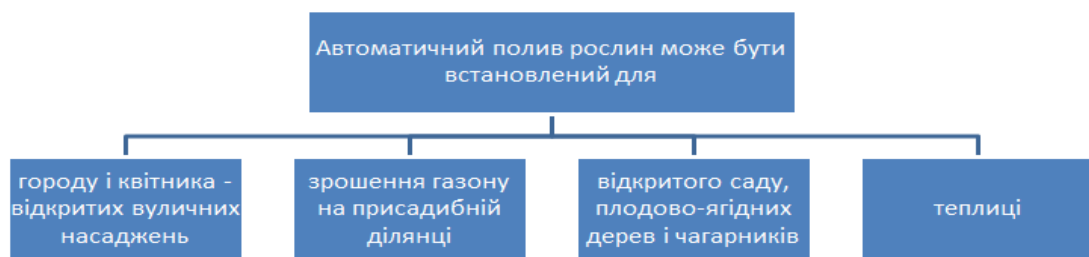


Рисунок 2.2 – Приклади встановлення автоматичної системи поливу рослинних зон

Таким чином, організувати систему автоматичного поливу рослин можливо для різних видів рослин та на різних ділянках.



Рисунок 2.3 – Переваги автоматичного поливу рослинних зон

*Основний аналіз високорослих томатів.* Автоматичний полив рослин в теплиці включає два основних етапи.

Першим кроком є огляд літератури і процес досліджень, в якому відбувається докладне вивчення видів рослин, що підлягають поливу, поряд з необхідністю поливати ці рослини, засноване на літературі та інформації, отриманої в результаті знайденої інформації.

Другий етап - підготовка теплиці. Грунтуючись на джерелах інформації було використано Томати сорту Високорослі в якості досліджуваної рослини через те, що саме цей сорт томатів швидко виростає та дає велику кількість врожаю.

Високорослі сорти томатів потребують полив лише кожні 2-4 дні, по 1 літру на один кущ. Полив потрібно здійснювати до самого закінчення збору врожаю.

Як правило, томати високорослих сортів потребують обов'язкової підв'язки, на рисунку 2.4 представлені варіанти підв'язки.



Рисунок 2.4 – Три варіанти підв'язки томатів:

1) кілочки; 2) мотузка; 3) сітка

Підв'язка формується наступним чином. По краях ділянок у кожному рядку вбивають кілочки по 3 метри завдовжки (півметри з яких йдуть у землю). Після цього етапу на висоті 30 сантиметрів від землі прокладається шнур, до якого підв'язуються стебла високорослих томатів. Коли саджанці підростуть, потрібно натягнути інший шнур, на рівні нової висоти куща. Ця процедура повинна повторюватись до тих пір, поки саджанці не виростуть до

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		30

приблизної висоти – 2,2 метри. Далі їх можна не підв'язувати і залишити у вільному положенні.

Високорослі сорти томатів володіють великою кількістю переваг, рисунок 2.5, саме тому для цієї кваліфікаційної роботи в якості рослини були використані саме вони.

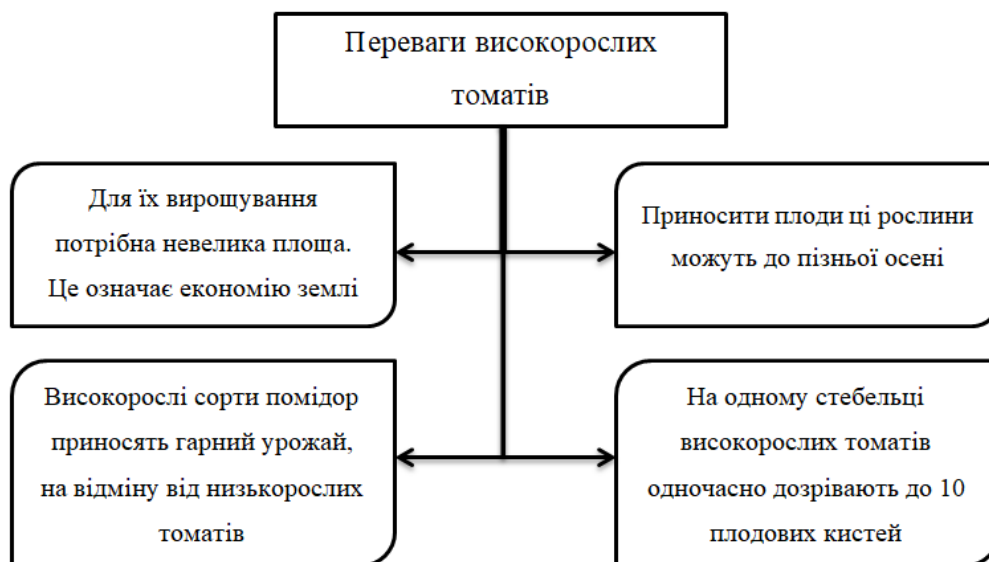


Рисунок 2.5 – Переваги високорослих томатів

Також була проаналізована інформація про Вимірювання рН. Крім засоленості, значення рН є найважливішим параметром живлення рослин.

Поглинання рослинами поживних речовин в першу чергу залежить від добре відрегульованого значення рН ґрунту чи субстрату:

- низький рівень рН блокує поглинання макроелементів;
- високий рівень рН блокує поглинання мікроелементів, наприклад хлороз заліза тощо.

З цієї причини в професійному садівництві важливі швидкі, легкі та точні вимірювання рН.

В основному виділяють два типи вимірювання рН:

- вимірювання безпосередньо в ґрунті або субстраті біля коріння рослин;
- вимірювання у водних розчинах та суспензіях.

Переваги прямого вимірювання в ґрунті показані на рисунку 2.6

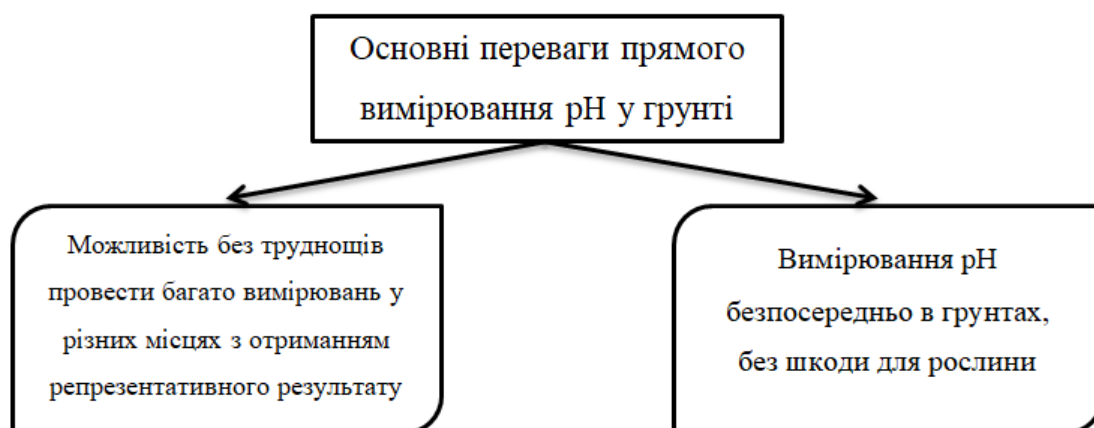


Рисунок 2.6 – Основні переваги вимірювання рН у ґрунті

З технічної точки зору вимірювання рН у ґрунті є дуже нелегким завданням, оскільки електрод рН має бути розроблений спеціально для зазначеного застосування, за ознаками (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Ознаки та властивості рН електроду

Ознаки	Властивості
Корпус і наконечник мають бути виконані з високоміцного скла	Це надає змогу проводити прямі вимірювання в ґрунті (а кам'янистих або твердих ґрунту необхідно попередньо користуватися пробійником)
Наявність трьох керамічних діаграм	Запобігає швидкому закупорюванню і гарантує швидку реакцію електрода
Електрод заповнений розчином хлориду калію (KCl)	Внутрішній електроліт не потребує розведення і немає необхідності його змінювати

*Температура у теплиці.* Для того, щоб своєчасно контролювати температуру в теплиці потрібно використати установку з трьох-чотирьох термометрів всередині і одного-двох зовні. Всередині самої теплиці один термометр кріплять на рівні з ґрунтом, другий – орієнтовно посередині довжини стебла, вистою 1,2-1,5 метра, третій, безпосередньо, – під склепінням. Якщо теплиця сягає великих розмірів по площі, то термометри встановлюють по рядах посадок.

Зовні термометри закріплюють на рівні з ґрунтом, на висоті півтора метри. Таким способом вони отримують дані про середню температуру протягом цілої доби з усіх частин теплиці і регулюють по заданих параметрах температурний режим та вологість. Найгарячіше повітря знаходиться під склепінням, в сонячні дні там може бути до плюс п'ятдесяти градусів за Цельсієм. При великому надлишку тепла його видаляють наскрізним провітрюванням теплиці, а при недостатчі тепла додатково нагрівають ґрунт або повітря.

За стандартними правилами догляду за високорослими томатами температура повітря у теплиці на початку під час росту розсади томатів має бути плюс двадцять градусів за Цельсієм коли сонячно. Якщо погода хмарна, то нормальною буде вважатись середня температура плюс вісімнадцять градусів за Цельсієм. Поки томати ще не зацвіли, то нічна температура в теплиці повинна бути встановлена на рівні шістнадцяти градусів тепла. Під час першого часу дозрівання, тобто цвітіння важливо залишати тепло повітря не нижче ніж плюс п'ятнадцять градусів за Цельсієм вночі, та вдень тримати в середньому на рівні від плюс двадцяти шести до тридцяти двох градусів за Цельсієм. Загальна температура по догляду за високорослими томатами представлена на таблиці 2.2.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		33

Таблиця 2.2 – Необхідні температурні показники у розумній теплиці

Температурні показники в розумній теплиці у сонячний день	Температурні показники в розумній теплиці в похмурий день	Температурні показники в розумній теплиці у ночі
+20 ... +26 °C	+17 ... +19 °C	+6 ... +10 °C

*Кислотність ґрунту.* Діапазон кислотності ґрунту, який є прийнятним для помідорів являється в діапазоні від 5,5 до 7,5 рН. Однак найкращі результати, як показує практика, вдається домогтися на ґрунті з нейтральною кислотністю рН, це приблизно 6,5-7. При більшій кислотності землі на плодах рослин з'являються певні симптоми по нестачі кальцію, у вигляді верхньої гнилі плодів.

*Проектування АВС, опис функціональності і структури.* На основі наявних прикладів, доступних на ринку, було створено власну концепцію системи, рисунок 2.7, вимоги до якої описані далі. Спочатку було визначено вимоги і функціональність системи.

Системні вимоги такі:

- автономність;
- модульна гнучка конструкція;
- бездротовий зв'язок між модулями;
- полив на основі зчитаних значень з датчиків;
- додатковий вимір екологічних цінностей;
- можливість налаштування і керування з персонального комп'ютера;
- можливість запису подій і вимірювань.

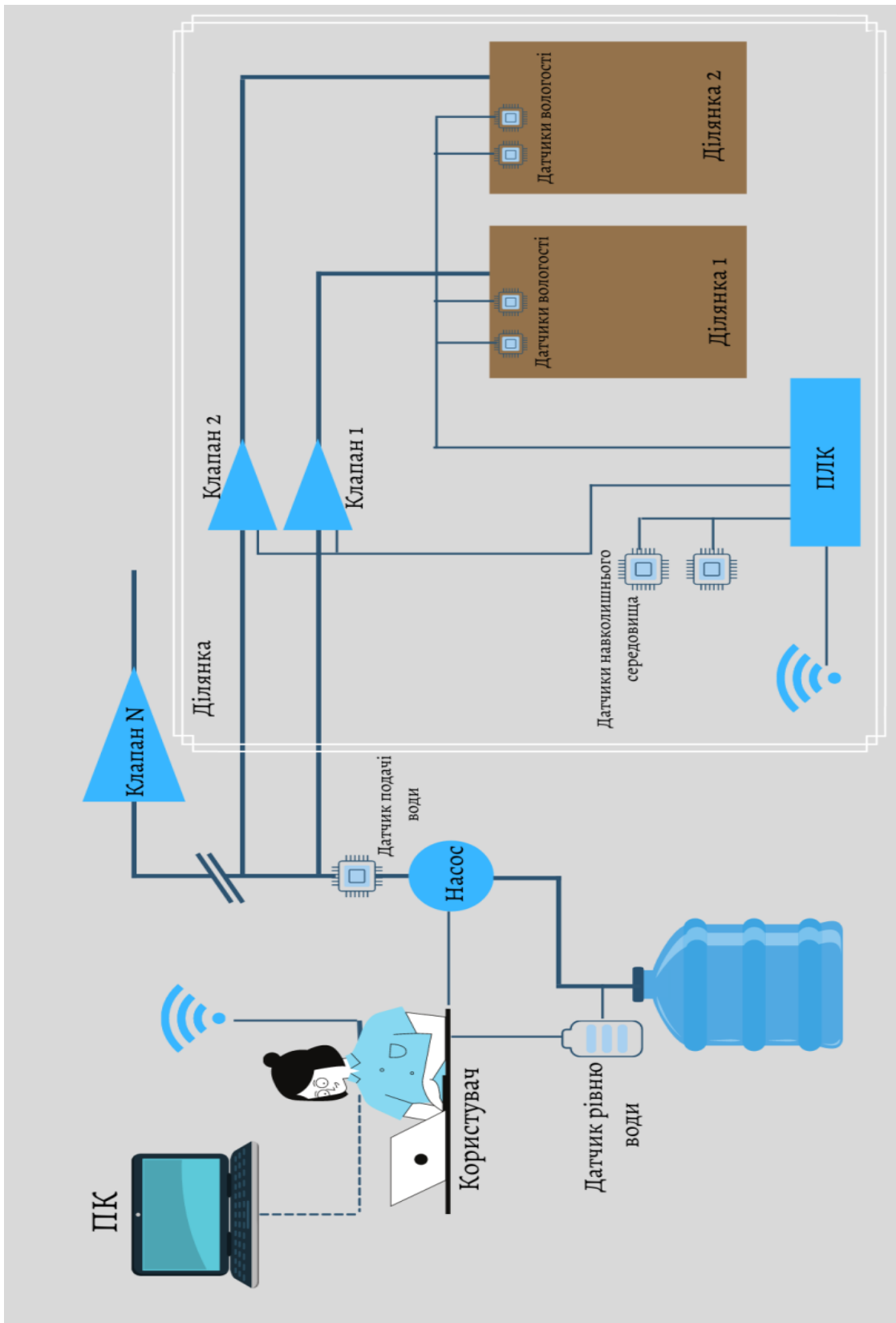


Рисунок 2.7 – Концепція системи

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ

Арк.

35

Також користувач, може керувати системою по бездротовій мережі, вносячи корективи в сталі дані або дані, які він отримав від значень датчика або регулюючих клапанів, які між собою взаємопов'язані. У кожному пристрої є датчики навколишнього середовища і окремі датчики для кожної грядки, в тому числі для них призначені водяні клапани, які дозволяють вибрати яку грядку поливати.

2.2 Розробка схеми мікропроцесорної системи автоматичного поливу високорослих томатів на основі ОВЕН ПЛК100 для сільськогосподарської промисловості

При проектуванні, розробці та вдосконаленні САКПЗ є необхідним враховувати особливості СГК, які були розглянуті у попередньому підрозділі 2.1.

Також при сучасному розвитку програмного, технічного, інформаційного, алгоритмічного, організаційного та економічного забезпечення САКПЗ використовуються прогресивні і промислові ІКС, спеціалізовані, комплексні комп'ютерно-інтегровані засоби та методи і способи керування і управління промисловими аспектами, як технічного так і економічного характеру відповідно.

Така сучасна тенденція виділяє у світовому ринку напрямок підтримання балансу між якістю систем САКПЗ і дешевим, з економічної точки зору, їх проектуванням (розробленням), вдосконаленням і обслуговуванням, що у свою чергу задовольняє високим вимогам під час переходу всього світу на цифрову економіку до технологій Індустрії 4.0.

Особливо актуальним питанням є оптимальне співвідношення ціни і якості, під час реалізації кіберфізичної системи САКПЗ, яка враховує об'єм необхідних функцій, що має виконувати така система для потрібних вимог і завдань, що перед нею ставляться замовником.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		36

Грунтуючись на цій концепції, система складається з одного ведучого і одного або декількох відомих пристроїв. Користувач керує водяним насосом, вимірює, чи достатньо води в баку і виконує через комп'ютер послідовне з'єднання.

Тому, у даній роботі розглядаються випадки реалізації САКПРЗ для масштабних та локальних розумних теплиць. Однак, як для першого випадку, так і для другого розглядається 3 зони поливу.

Незважаючи на той факт, що для масштабних і великогабаритних розумних теплиць у роботі розглядається тільки 3 зони поливу, запропонована САКПРЗ може використовуватися для великої кількості рослинних зон у такій розумній промисловій СКГ.

Дослідження, аналіз та оцінка сучасного ринку МКС САКПРЗ для масштабного, розумного СКГ показує, що МКС ОВЕН ПЛК100 є оптимальним варіантом, з точки зору ціна-якість і зведено в табл. 2.3:

Таблиця 2.3 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики МКС ОВЕН ПЛК100 САКПРЗ



Опис	<p>Особливості ПЛК100</p> <p>Швидкість роботи дискретних входів - до 10 КГц при використанні підмодулей лічильника.</p> <p>Програмування в середовищі CODESYS V2.3 через інтерфейси Ethernet, RS-232 Debug і USB Device.</p> <p>Корпус з кріпленням на DIN-рейку.</p> <p>Вбудований акумулятор, що дозволяє «перечікувати» втрату живлення: виконання програми при втраті живлення і переклад вихідних елементів в «безпечний стан». Вбудований годинник реального часу.</p> <p>Параметри ПЛК100:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– дискретні входи 8;</li> <li>– дискретні виходи ПЛК100-24 / 220.P: 6 е / м реле;</li> </ul> <p>ПЛК100-24.K: 12 транзисторних виходів;</p> <p>Напруга живлення:</p> <p>ПЛК100-24 = 18 ... 29 В</p>
------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Функціональна схема МКС ПЛК 100 та його схема роботи у локальній промисловій мережі представлені на рисунках 2.8 та 2.9 відповідно.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		38



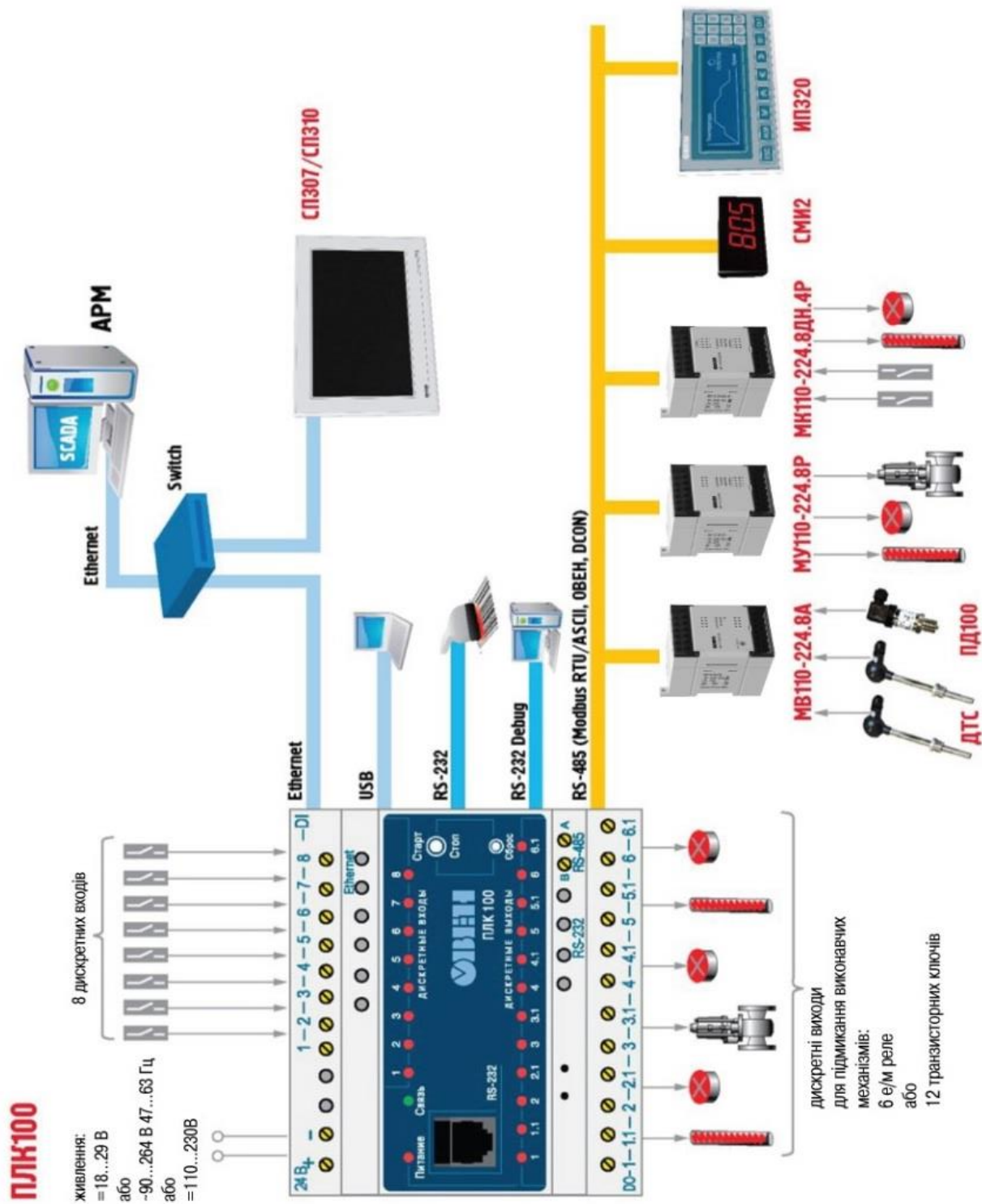


Рисунок 2.9 – Схема роботи у обчислювально-промисловій мережі ОВЕН

ПЛК 100

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ

Арк.

40

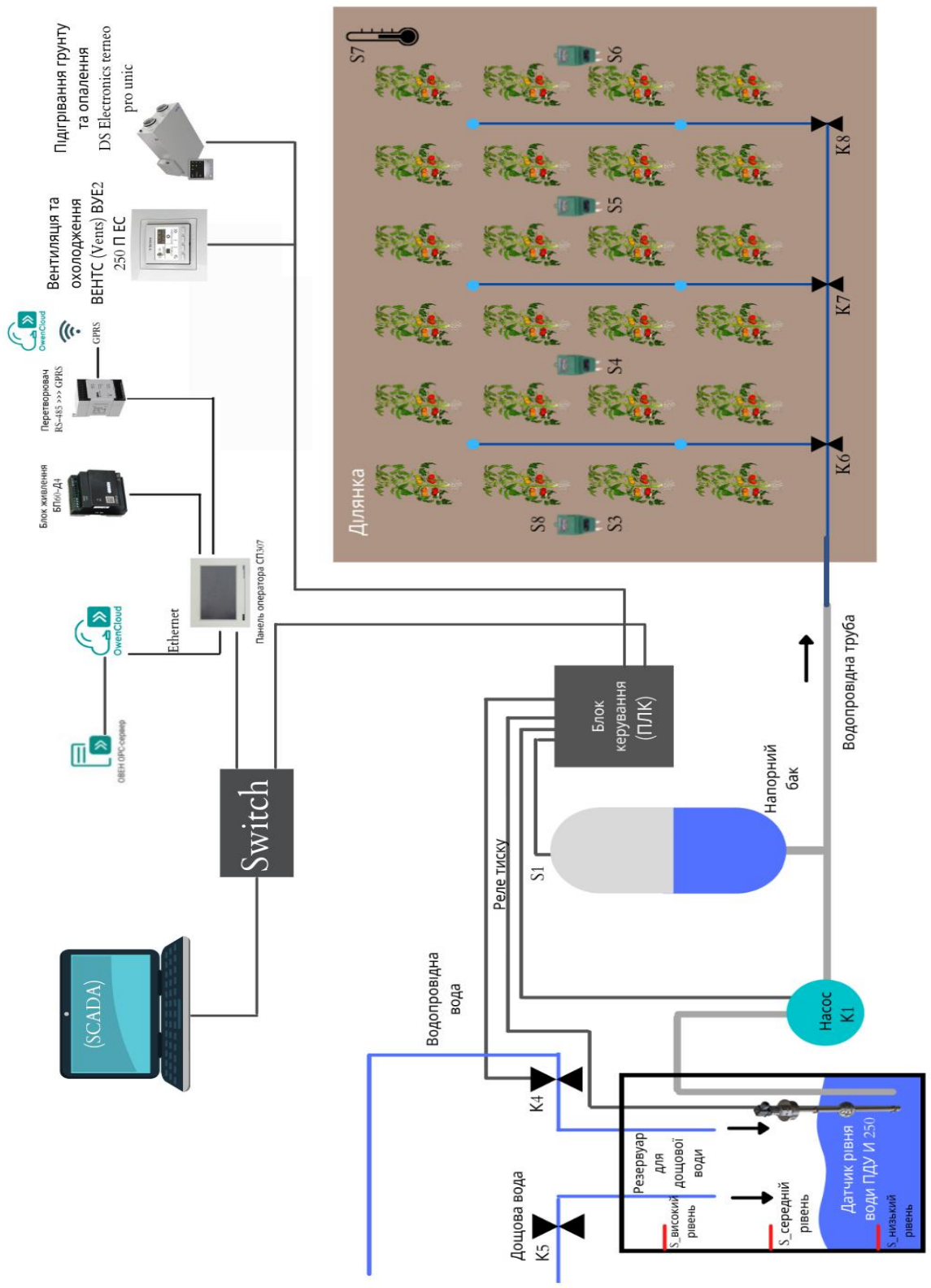



Рисунок 2.10 – Спроектована структурна схема САКПРЗ у теплиці

Опис використаних пристроїв, блоків, модулів, систем та ПЗ САКПРЗ у теплиці сформовані у таблицях 2.4–2.11.


Таблиця 2.4 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики РТ САКПРЗ

ОВЕН РД50	
Фото	
Опис	<p>ОВЕН РД50-ДІ - механічне перекидне реле тиску з штуцером G1 / 4. Цільнотянутий сильфон з нержавіючої сталі гарантує тривалу і стійку роботу пристрою. Контактна група забезпечує відсутність «залипання» при тривалому використанні на великі струми і високу швидкість спрацьовування. Корпус з підвищеною захистом від пилі і вологи IP65 дозволяє використовувати реле в приміщеннях з високою вологістю і конденсатом. Настроюваний диференціал реле працює на пониження.</p> <p>Реле призначене для контролю досягнення тиском порогових значень в різних системах; контроль холостого ходу живлення циркуляційних насосів; забезпечення оптимального на-пору води в системі водопостачання; контроль наповнення ресивера компресора.</p> <p>Основні характеристики: контрольоване тиск - надлишковий від 0,007 до 1,4 Мпа; настроюваний диференціал (на пониження) - від 0,07 до 0,40 Мпа; комутований струм: АС до 400 В 16 А / DC 12 Вт 220 В; температура робочого середовища: від -40 до +100 ° С.</p>

Таблиця 2.5 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики БЖ САКПРЗ


ОВЕН БП60Б-Д4	
Фото	
Опис	<p>Блок живлення БП60 призначений для живлення стабілізованою напругою постійного струму різних широкого спектра радіоелектронних пристроїв (релейної автоматики, контролерів, датчиків і т.п.).</p> <p>Застосовується для побудови систем електроживлення різної складності, в тому числі розподілених.</p> <p>Блок живлення БП60Б-Д4 випускається в корпусі з кріпленням на DIN-рейку типу Д4.</p> <p>Перетворює змінну (постійну) напругу в постійну стабілізовану напругу; обмежує пусковий струм; захисту від перенапруги й імпульсних завад на вході; захист від перезавантаження, короткого замикання і перегріву; регулювання вихідної напруги за допомогою внутрішнього змінного резистора в діапазоні <math>\pm 8\%</math> від номінального вихідного напруги зі збереженням потужності; індикація про наявність напруги на виході</p>

Таблиця 2.6 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики приладу для вимірювання аналогових сигналів САКПРЗ

ОВЕН MB110-2А	
Фото	
Опис	<p>Прилад призначений для вимірювання аналогових сигналів вбудованими аналоговими входами, перетворення вимірних величин в значення фізичної величини і подальшої передачі цього значення по мережі RS-485.</p> <p>Прилади можуть бути використані для побудови автоматизованих систем збору даних в різних областях промисловості, сільського та комунального господарства, на транспорті.</p> <p>MB110 працює в мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.</p> <p>До MB110 надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-системам і контролерам інших виробників.</p> <p>Конфігурація MB110 здійснюється на ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (наприклад, ОВЕН АС3-М або АС4, відповідно) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.</p> <p>Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод.</p>



Таблиця 2.8 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики ДЧР САКПРЗ

ОВЕН ПДУ-И 250 10	
Фото	
Опис	<p>Поплавкові датчики рівня ОВЕН ПДУ-І призначені для безперервного перетворення рівня рідини в уніфікований аналоговий вихідний сигнал 4 ... 20 мА.</p> <p>Датчики використовуються в складі систем контролю рівня рідини в різних резервуарах (а також в чистих природних водоймах), в тому числі, під тиском.</p> <p>Арматура датчика виготовляється з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т і AISI 316L.</p> <p>Особливості поплавцевих датчиків рівня ОВЕН ПДУ-І:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Діапазон перетворення рівня в струмовий сигнал: від 250 мм до 4000 мм.</li> <li>• Дискретність перетворення: 5 або 10 мм.</li> <li>• Температура вимірюваного середовища: - 60 ... + 125 ° С.</li> <li>• Тиск: від вакууму до 1 МПа (для датчиків з приєднанням CLAMP) і до 2 МПа (для датчиків з нарізним і фланцевим приєднанням)</li> <li>• Щільність робочого середовища: <math>\geq 0,65</math> г / см<sup>3</sup>.</li> </ul>


Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ

Арк.

46

Таблиця 2.9 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики ЕМК САКПРЗ

DANFOSS	
Фото	
Опис	<p>Клапани електромагнітні (соленоїдні) типу EV220W - двоходові електромагнітні клапани з сервоприводом, розроблені спеціально для застосування в промисловості в умовах обмеженого простору, а також для умов експлуатації, в яких потрібно простота і надійність клапана при його використанні і монтажі.</p> <p>Клапани електромагнітні серії EV220W з сервоприводом для використання з водою, повітрям і маслом поставляються в комплекті з котушкою. Матеріал корпусу – латунь. Матеріал ущільнень – NBR. Температура середовища -10 ... + 80 ° С.</p>

Таблиця 2.10 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики МШ САКПРЗ

ОВЕН ПМ210	
Фото	

Опис	<p>Мережевий шлюз ОВЕН ПМ210 призначений для підключення приладів ОВЕН, що мають інтерфейс RS-485, до хмарного сервісу OwenCloud по GPRS-каналю.</p> <p>Номинальна напруга живлення – 24 В</p> <p>Споживана потужність:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в режимі установки GSM-з'єднання 6 Вт</li> <li>- в режимі передачі даних не більше 3 ВА</li> </ul> <p>ПМ210-24: 4 Вт</p> <p>Інтерфейс обміну RS-485</p> <p>Швидкість Від 1200 до 115200 біт / с</p> <p>Діапазон робочих частот EGSM900 і DCS1800</p> <p>Клас вихідної потужності передавача: 4 (EGSM900), 1 (DCS1800)</p> <p>Режим передачі даних GPRS (class B), SMS (для конфігурації)</p> <p>Підтримувані протоколи TCP, DNS</p> <p>Температура оточуючого повітря від мінус 40 до +55 ° С</p> <p>Відносна вологість повітря не більше 80%</p> <p>Ступінь захисту корпусу IP20</p>
------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблиця 2.11 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики ДЧВГ САКІПЗ

TRIME-PICO 32	
Фото	

Опис	<p>За допомогою інтелектуальний стрижневий датчика TRIME PICO32 дозволяє вимірювати вологість і різних ґрунтах з максимальною точністю. Унікальність полягає в тому, що в одному датчику інтегровані електроніка обробки сигналів датчика і рефлектометра.</p> <p>Вимірювання вологості в ґрунті, піску, бетону та інших пористих матеріалах.</p> <p>Корпус датчика діаметром 32 мм і обмеженим вимірювальним полем дозволяють встановлювати його в невеликих лізіметрах і інших приладах з обмеженим простором.</p> <p>Високотехнологічний датчик з вбудованою рефлектометричним електронікою і інтерфейсом SDI-12.</p> <p>Діапазон вимірювання від 0 ... 100 об / хв. Повністю працездатний до 12 ДСМ питомої провідності насипного ґрунту. Обсяг вимірювання &gt; 250 мл. Міцний (IP68) і підходить для довготривалої установки. Вимірює вміст води, температуру, електричну провідність і солоність. Точне вимірювання навіть при високих температурах і електропровідності.</p>
------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

АСЯКВ високорослих томатів було розроблено за допомогою середовища TraceMode, в якому можливий автоматичний контроль поливу рослинної зони в залежності від погодних умов навколишнього середовища та відносної вологості ґрунту.

Програма була написана та налаштована на мові ST, разом з побудованими і внесеними інформаційними каналами та екранами забезпечують роботу даної системи.

Перспективою такого методу контролю є якість вирощуваних продуктів, контроль за погодою навколишнього середовища та контроль вологості ґрунту в теплиці.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		49



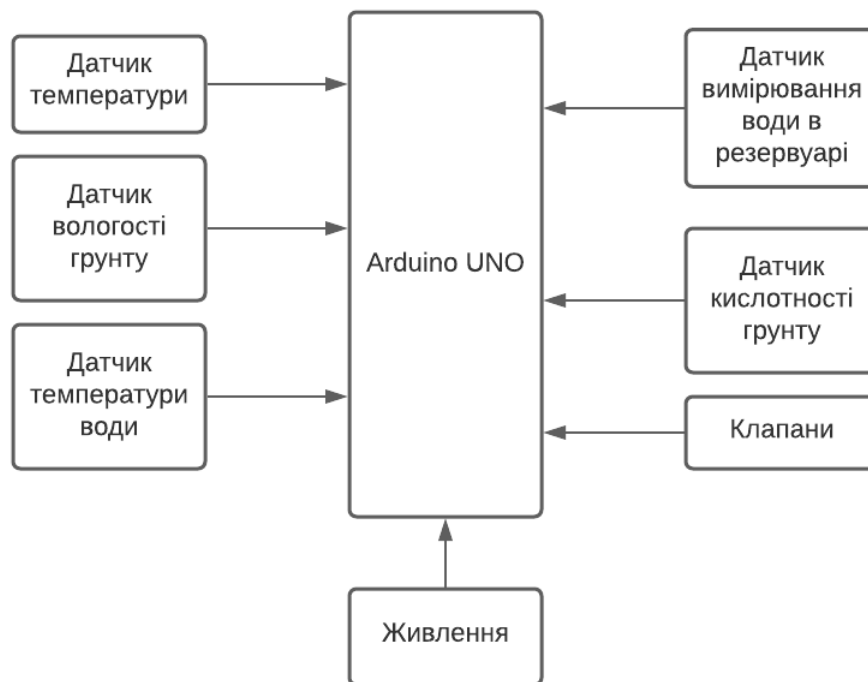



Рисунок 2.12 – Спроектована структурна схема САКПРЗ у теплиці для локального і малогабаритного розумного будинку


*Дизайн САКПРЗ реалізовано за допомогою МК ARDUINO UNO.* Запропонована система САКПРЗ (рисунок 2.) складається з плати Arduino, буде використана для з'єднання різних датчиків, включаючи ДЧВГ, ДТ, та ДЧКГ. Він також керує клапаном, розпилювачем води і кількістю води у резервуарі. Різні датчики використовуються для вимірювання різних параметрів включення або виключення в залежності від випадку.

Опис використаних пристроїв, блоків, модулів, систем та ПЗ САКПРЗ у теплиці для локального і малогабаритного розумного будинку сформовані у таблицях 2.12–2.18.

Таблиця 2.12 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики МК платформи САКПРЗ

Arduino UNO	
Фото	
Опис	<p>Arduino UNO Arduino Uno - це плата мікроконтролера, по-будована на ATmega328. Він має 14 цифрових входів / виходів (з них 6 можна використовувати як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, керамічний резонатор 16 МГц, USB-з'єднання, гніздо живлення, роз'єм ICSP і кнопку скидання. Щоб розпочати необхідно просто підключити його до комп'ютера за допомогою кабелю USB або підключити до адаптера змінного / постійного струму або акумулятора.</p> <p>Uno відрізняється від усіх попередніх плат тим, що не використовує мікросхему драйвера FTDI USB-to-serial. Натомість він має Atmega16U2 (Atmega8U2 до версії R2), запрограмований як USB-послідовний перетворювач.</p> <p>Характеристики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• мікроконтролер ATmega328;</li> <li>• робоча напруга 5В;</li> <li>• вхідна напруга (рекомендована) 7-12В;</li> <li>• вхідна напруга (межі) 6-20В;</li> </ul>
Опис	<p>— струм постійного струму на штифт вводу-виводу 40 мА;</p> <p>— струм постійного струму для 3,3 В Pin 50 мА;</p> <p>— флеш-пам'ять 32 КБ (ATmega328), з яких 0,5 КБ використовується завантажувачем;</p> <p>— SRAM 2 КБ (ATmega328);</p> <p>— EEPROM 1 КБ (ATmega328)</p>

Таблиця 2.13 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики гідравлічного ДЧТ САКПРЗ

Гідравлічний датчик тиску	
Фото	
Опис	<p>Датчик може вимірювати тиск рідини / газу, що не піддається корозії, та вихідну лінійну аналогову напругу.</p> <p>Робоча напруга VCC: 5,0 В постійного струму</p> <p>Вихідна напруга: 0,5-4,5 В постійного струму, <math>V_{out} = VCC * (0,75 * \text{Тиск} + 0,1)</math></p> <p>Робочий струм: <math>\leq 10\text{mA}</math></p> <p>Шкала тиску: 0-1,2 МПа</p> <p>Найбільший тиск: 2,4 МПа</p>
Опис	<p>Тиск руйнування: 3,0 МПа</p> <p>Діапазон робочих температур: 0-85 градусів Цельсія</p> <p>Похибка вимірювання: <math>\pm 1,5\% \text{ FSO}</math></p> <p>Похибка діапазону температур: <math>\pm 3,5\% \text{ FSO}</math></p> <p>Час відгуку: <math>\leq 2,0 \text{ мс}</math></p> <p>-нтерфейс насоса зі змінною швидкістю: G1 / 4 (1/4 дюйма)</p> <p>Вихідний роз'єм: ХН2.54ММ-3Р</p> <p>Вихідні кабелі: жовтий (DATA), червоний (VCC), чорний (GND)</p> <p>Довжина свинцю: 20см</p>

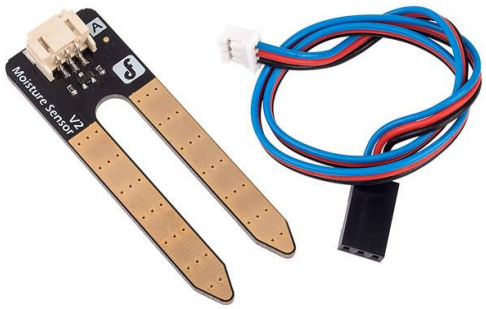
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ

Арк.

53

Таблиця 2.14 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики ДЧВГ САКПРЗ

Датчик вологості	
Фото	
Опис	<p>Датчик зондування складається з двох мідних доріжок з нікелевим покриттям. Це низькорівневий датчик, який ідеально підходить для моніторингу міського саду або рівня води поїлки вашого домашнього улюбленця.</p> <p>Датчик використовує два щупи для пропускання струму через ґрунт, а потім зчитує цей опір, щоб отримати рівень вологи. Більша кількість води змушує ґрунт легше проводити електрику (менший опір), тоді як сухий ґрунт погано (з більшим опором).</p> <p><b>Характеристики:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– джерело живлення: 3.3v або 5v;</li> <li>– сигнал вихідної напруги: 0 ~ 4,2 в;</li> <li>– струм: 35 мА</li> </ul> <p><b>Визначення виходів:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– аналоговий вихід (синій провід)</li> <li>– GND (чорний провід)</li> <li>– живлення (червоний провід)</li> <li>– розмір: 60x20x5мм</li> </ul> <p><b>Діапазон значень:</b></p> <p>0 ~ 300: сухий ґрунт;            300 ~ 700: вологий ґрунт;            &gt; 700: у воді</p>

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ


Арк.

54

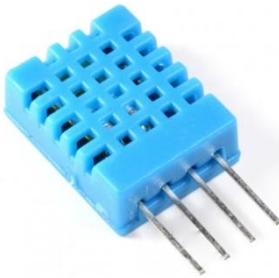
Таблиця 2.15 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики РТ САКІРЗ

Реле	
Фото	
Опис	<p>Навколо модуля є 4 отвори для кріплення під гвинт, діаметр отвору становить 3,1 мм, що зручно для установки та фіксації.</p> <p>Модуль використовує високоякісне реле Songle, з однополюсний подвійний перемикачем. загальне з'єднання, має два стани, закритий і відкритий.</p> <p>Ізоляція оптрона, має хорошу завадостійкість. Низький рівень для вимкнення, високий рівень для ввімкнення. Індикатор стану горить, коли інвертор вимкнений, а індикатор стану не світиться, коли його вмикають. VCC - це джерело живлення системи, а JD_VCC - релейне джерело живлення.</p> <p>Параметри:</p> <p>Напруга живлення: 5 В постійного струму / 12 В постійного струму / 24 В постійного струму; струм: більше 100 мА; навантаження: 250 В 10 А змінного струму або 30 В 10 А постійного струму</p> <p>Інструкції з підключення: VCC: позитивне живлення системи; GND: негативне джерело живлення системи; IN1 - IN2: керування положенням реле</p>

Таблиця 2.16 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики клапану САКІРЗ

Помпа (клапан)	
Фото	
Опис	<p>Особливості:</p> <p>Підтримка CW та CCW</p> <p>Переключення позитивного і негативного полюса джерела живлення реалізує CW і CCW головки насоса.</p> <p>Дозуючий насос має функцію самовисмоктування. Прийняти дизайн без гвинтової застібки, без клапанів та ущільнень, легко розбирати та обслуговувати.</p> <p>Широко використовується в галузі експериментального, біохімічного аналізу, фармацевтики, тонких хімічних речовин, біотехнології.</p> <p>Тип: Перистальтичний насос</p> <p>Кількість: 1PC</p> <p>Матеріал: пластик</p> <p>Діапазон витрати: 5,2 мл / хв ~ 90 мл / хв</p> <p>Температура навколишнього середовища: 0 ~ 40 °C</p> <p>Відносна вологість: &lt;80%</p> <p>Кормова труба: силіконова трубка</p> <p>Чотири двигуни постійного струму: 3 В / 6 В / 9 В / 12 В</p>

Таблиця 2.17 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики DHT-11 САКІРЗ

DHT-11	
Фото	
Опис	<p>Цифровий датчик температури та вологості серії DHT має наступні характеристики</p> <p>повномасштабне калібрування</p> <p>Діапазон вимірювання вологості: 20% -95% (0 градусів-50 градусів)</p> <p>Похибка вимірювання вологості: + -5%</p> <p>Діапазон вимірювання температури: 0 градусів - 50 градусів</p> <p>Похибка вимірювання температура-тури: + -2 градуси</p> <p>час відгуку: &lt;5 секунд</p> <p>робоча напруга 3,3 В-5 В</p> <p>низьке споживання енергії</p> <p>цифровий вихід для передачі показників</p> <p>отвори для кріплення плати на болти для зручності монтажу</p> <p>розмір друкованої плати на невеликій дошці: 3,2 см * 1,4 см</p> <p>індикатор живлення (червоний світлодіод)</p> <p>вага становить близько 8г</p> <p>Опис інтерфейсу модуля (3-х дротова система)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. VCC зовнішній 3.3V-5V</li> <li>2. GND зовнішній GND</li> <li>3. Зробити інтерфейс цифрового виходу на не-великій платі</li> </ol>

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Таблиця 2.18 – Технічні можливості інтеграції, параметри, показники і характеристики ББК САКПРЗ

Електричний електромагнітний клапан	
Фото	
Опис	<p>Електричний електромагнітний клапан має повністю латунну структуру, яка є точною та надійною, а також зносостійкості і антикорозійності до високих температур.</p> <p>Клапан регулювання тиску (клапан з постійним потоком) працює аналогічно перемикачу потоку води.</p> <p>Цей електромагнітний клапан не тільки може підтримувати постійний струм, постійний потік, але також запобігає сухому горінню та контролює потік.</p> <p>Напруга: 5 – 220 В</p> <p>Номінальний діаметр: G1 / 2 "</p> <p>Тиск води: 0,02-0,8 (МПа)</p>

Метод контролю вирощування рослин та зелені, був заснований на якісному та точному ДЧВГ, саме він дає змогу підвищити якість вирощуваних рослин, вдосконалити, покращити і збільшити кількість якісного врожаю в розумних сучасних теплицях на основі запропонованої САКПРЗ.

## 2.4 Висновки до другого розділу

В даному розділі було описано основні властивості, характеристики та переваги розумних теплиць, а також проаналізовано догляд за високорослими томатами.

Основними плюсами даної САПРЗ є покращення якості врожаю, його кількості та зменшення фізичного навантаження для користувачів. Завдяки аналізу поданих сортів томатів були поставленні основні та початкові дані для всіх давачів, після цього налаштована САПРЗ буде працювати саме по заданих необхідних параметрах.

Також є подана концепція схеми, спроектована структурна схема САКПРЗ у теплиці та опис ПЛК і усіх використаних датчиків.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		59

### РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЛИВУ ВИСОКОРОСЛИХ ТОМАТІВ

3.1 Структурно-алгоритмічні схеми мікропроцесорної системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці на основі ПЛК та на основі платформи Arduino

Під час проектування, вдосконалення, модернізації та розробки СППЗ САКПРЗ є необхідним врахування всіх перехідних станів (логічних станів) процесу, який буде керуватися і регулюватися кіберфізичною системою. Для спроектованих у роботі САКПРЗ, як для першої та і для другої САКПРЗ відповідно, буде діяти один і той самий загальний АК. Відмінність буде полягати лише у використанні різних МКС (ПЛК та МК).

В АК для САКПРЗ мають бути обов'язково вказані стани процесів вирощування СКГ. До таких станів відносяться: підтримка умов мікроклімату розумних теплиць, як під час літнього, так і – зимового режиму; процес керування, регулювання стабілізації і забезпечення якісною подачею води, з урахуванням аварійних ситуацій; вимірювання середньостатистичного значення вологості між двома ДЧВ в одній поливній зоні; опитування МКС САКПРЗ ДЧВ та ДТ проводити в енергозберігаючому режимі.

Для реалізації загального АК САКПРЗ у роботі була розроблена, спроектована РЕПС керування, яка представлена на рис. 3.1.

Для проекту розумна теплиця, як можна побачити з рис. 3.1 важливим питанням є постійна подача води на вирощувану культуру (високорослі томати) при необхідності.

Для цього у спроектованих САКПРЗ враховується накопичення дощової води, яку застосовують для технічних потреб (резервуар). Однак,

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		60

якщо немає можливості використовувати дощову воду, тоді в системі є можливість перелаштуватись (перемикання) на подачу води з водопроводу (питна вода). Таким чином, спроектована САКПРЗ враховує аварійне керування якщо рівень технічної води буде досягати низького порогового і допустимого значення. Також при досягненні низького порогового рівня води (технічної води) у резервуарі в умовах аварійного та критичного режиму, насос САКПРЗ має відключитися, тобто спрацьовує захист від холостого і сухого ходу насосу, який побудований на однофазному двигуні. Для захисту насосу, у системі, також застосовується і використовується час його затримки у процесі постійної, тривалої і стабільної подачі води на СГК.

За допомогою РТ у САКПРЗ здійснюється керування, регулювання та ефективна робота напірного баку. Таким чином насос має включатися, тільки у тому необхідному випадку, коли рівень води у цьому баку досягає значення, яке є еквівалентним мінімальному тиску, що відкриває РТ.

Подача води на СГК та у резервуар здійснюється за допомогою електромагнітних клапанів, які використовуються у САКПРЗ з врахування різних її логічних станів.

При підвищенні температури (така ситуація можлива у літніх умовах) у середині розумної теплиці сучасної промислової сфери вирощування СГК, важливим фактом, є врахування пониження цієї температури за рахунок активації, як охолоджувальної системи, так і вентиляційної системи, якими має бути оснащена сучасна розумна теплиця у цифровому світі. У холодних (зимових, осінніх та весняних ) умовах, може виникати, така критична і аварійна ситуації, коли температура розумної теплиці досягає значення, яке є нижче допустимого і порогового значення. Зазвичай, при таких впливах, знижується температура ґрунту землі.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		61

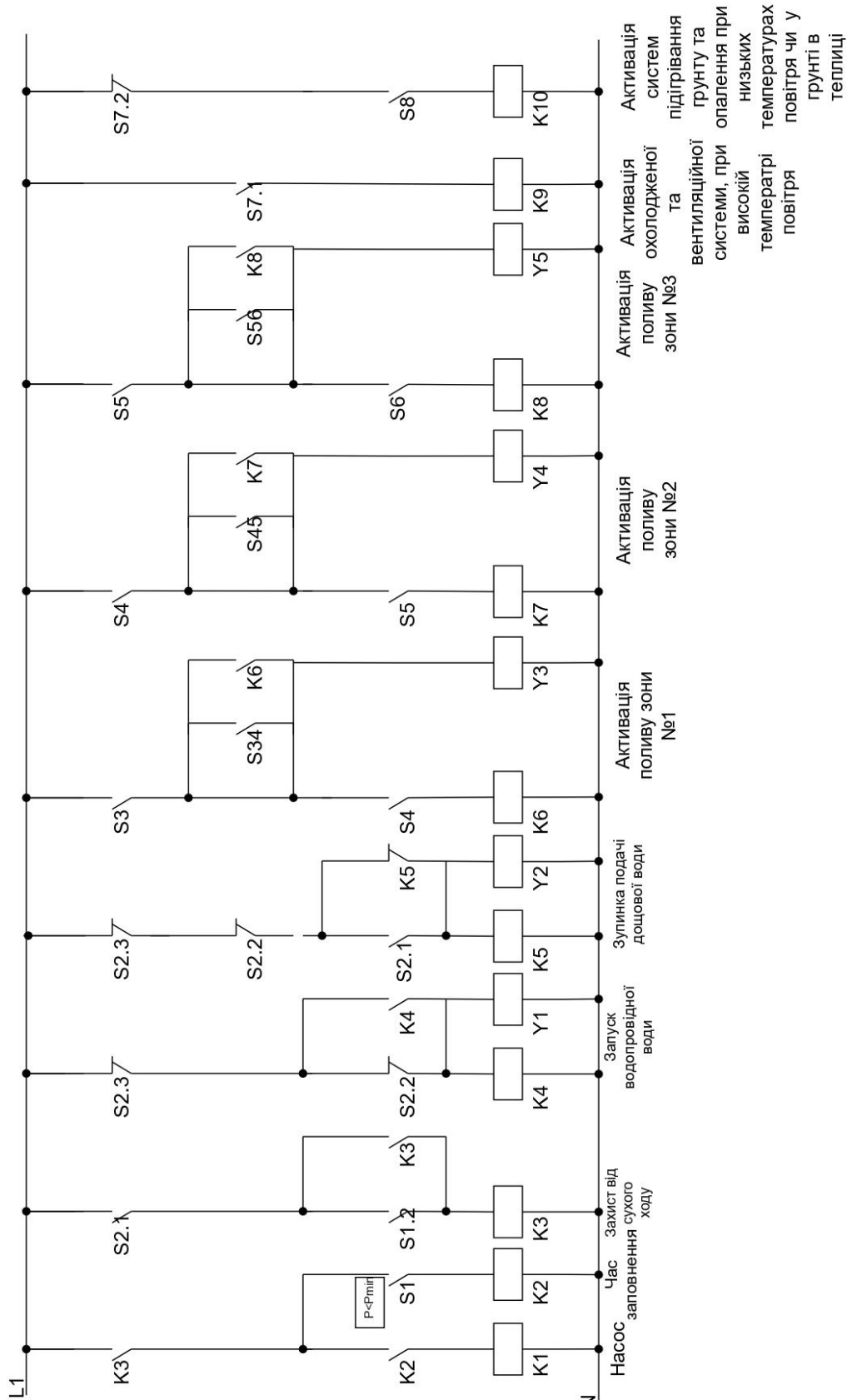


Рисунок 3.1 – РЕПС керування для реалізації загального АК

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ

Арк.

62

Для уникнення даної дестабілізуючої атмосфери і умов, в які потрапляють СГК, у САКПРЗ передбачено режим активації систем підігрівання, як охолоджуваного ґрунту, так і включення системи опалення для режиму підвищення і повернення значення температури розумної теплиці до тих значень, що є допустимі для вирощування необхідних СГК.

Апаратне рішення та реалізація ефективного і стабільного процесу автоматичного або автоматизованого поливу зон у розумних теплицях досягається за допомогою використання МПС ОВЕН ПЛК100 у запропонованій, спроектованій вище РЕПС керування для реалізації загального АК (рис. 3.2)

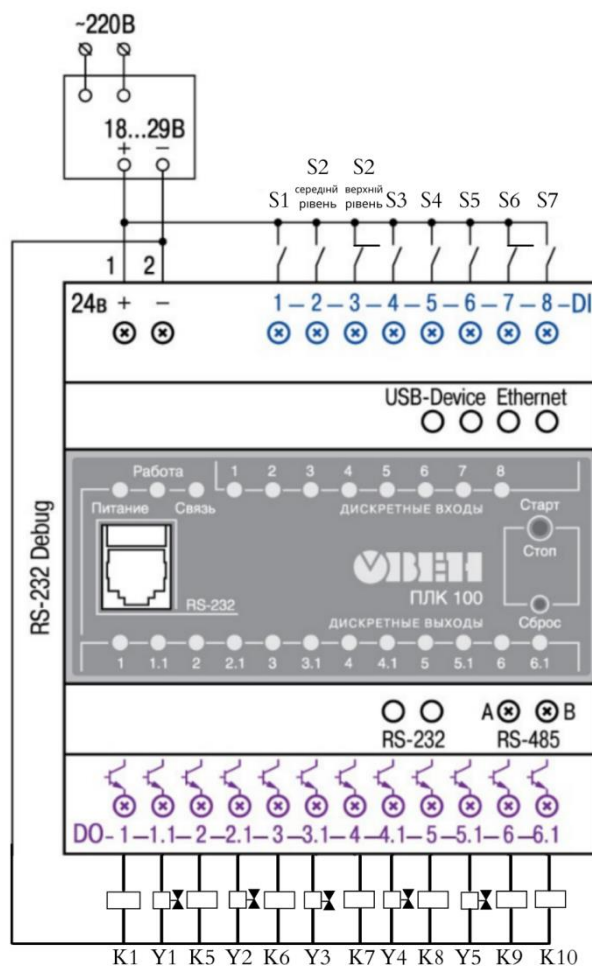


Рисунок 3.2 – Електрична принципова схема підключення модуля МПС ОВЕН ПЛК 100, яка реалізує РЕПС керування

Для створення візуальної моделі комп'ютерно-інтегрованої системи автоматичного поливу на базі SCADA системи TraceMode необхідно було розробити водонапірну башту, з якої подається вода на рослинну зону. Цією баштою можна керувати двома режимами: у ручному та автоматичному.

В залежності від обраного режиму набирання води у башту здійснюється автоматично або за допомогою стеження оператора, для того щоб води в ній вистачало і вона не була пустою.

Система автоматичного поливу рослинних зон на базі SCADA системи TraceMode подана на рис. 3.3.

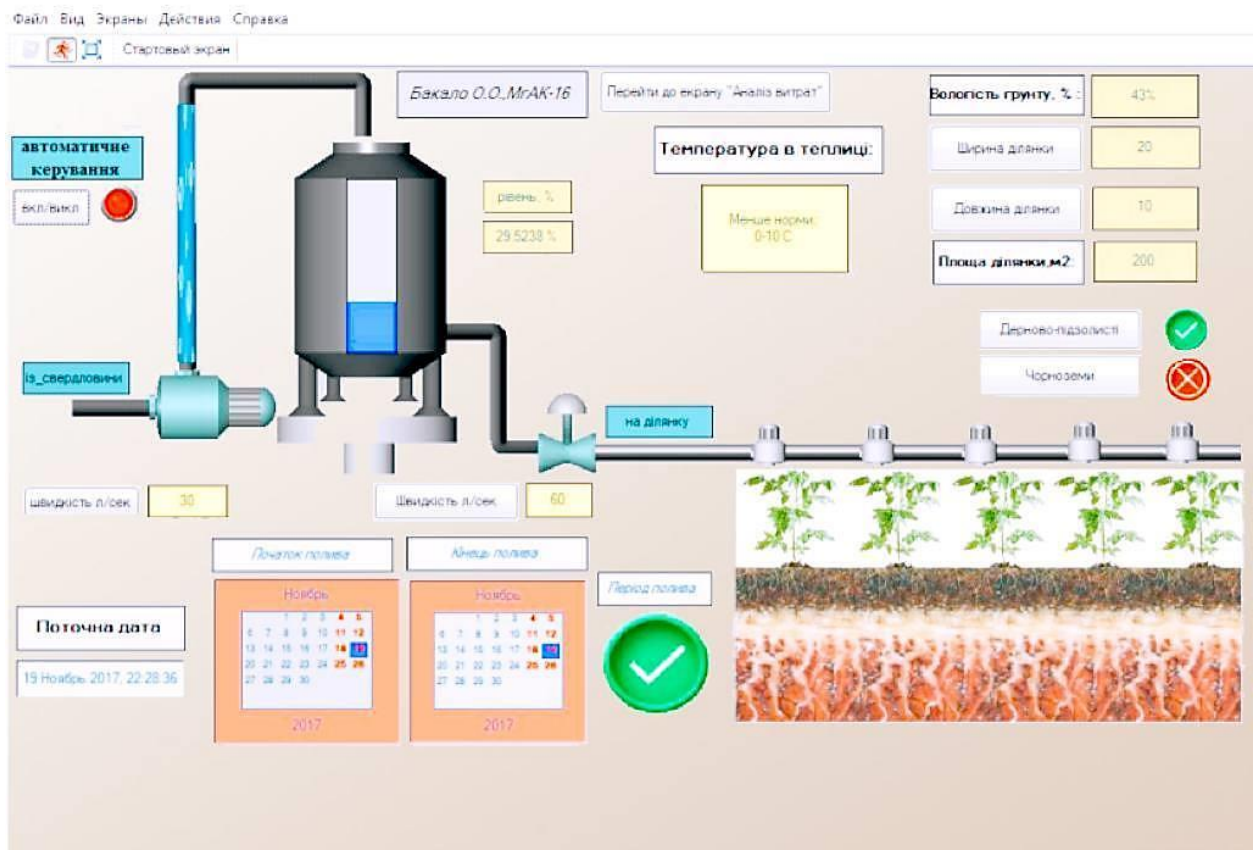


Рисунок 3.3 – Полив ділянки на базі SCADA системи TraceMode

Щоб зрозуміти який режим був обраний, створено візуальне оформлення за допомогою підпису кроків.

Наповнення водонапірної башти відбувається до 90 відсотків і автоматично припиняється. Ділянка, де ростуть високорослі помідори, має форму прямокутника. Ширина і довжина теплиці задана необхідними параметрами і збоку зображена її площа. Кнопки також мають підписи, а у текстовому полі відображається введене значення.

Змінити швидкість клапана чи інші параметри можна за допомогою кнопки «Швидкість л/сек», для початку роботи системи було задано початкову швидкість насоса і клапана - 30 і 60 л/сек.

На екрані «Аналіз витрат», рисунок 3.4, можна спостерігати графічний елемент «тренд» 1, на якому зображено рівень води в водонапірній башті, навіть вартість та кількість усієї поданої води, а також вологість ґрунту. Ця вартість та кількість витраченої води продемонстрована в текстових полях під номерами 3 і 4.

Для того щоб перейти на вкладку «Полив ділянки» необхідно натиснути під номером 2 – «Перейти на екран Полив ділянки».

Налаштування впливу зовнішніх та інших факторів відбувається за допомогою відповідних значень у заданому діапазоні від 0 до 100. До прикладу, якщо температура повітря становить 26-30 °С це діапазон від [70; 100], якщо температура повітря – 0-4 °С, це [0; 20] відповідно.

В проекті розроблюємо датчик вологості ґрунту для покращення автоматичного контролю поливу культури та імітуємо роботу такої системи в середовищі TraceMode. У промисловості для вимірювання вологості використовують датчики, які можуть вимірювати вологість ґрунту в межах від 0% до 100%, таким чином забезпечуючи високу точність вимірювання параметрів. У вимірюванні вологості в приміщенні можна використовувати емнісні датчики вологості.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		65

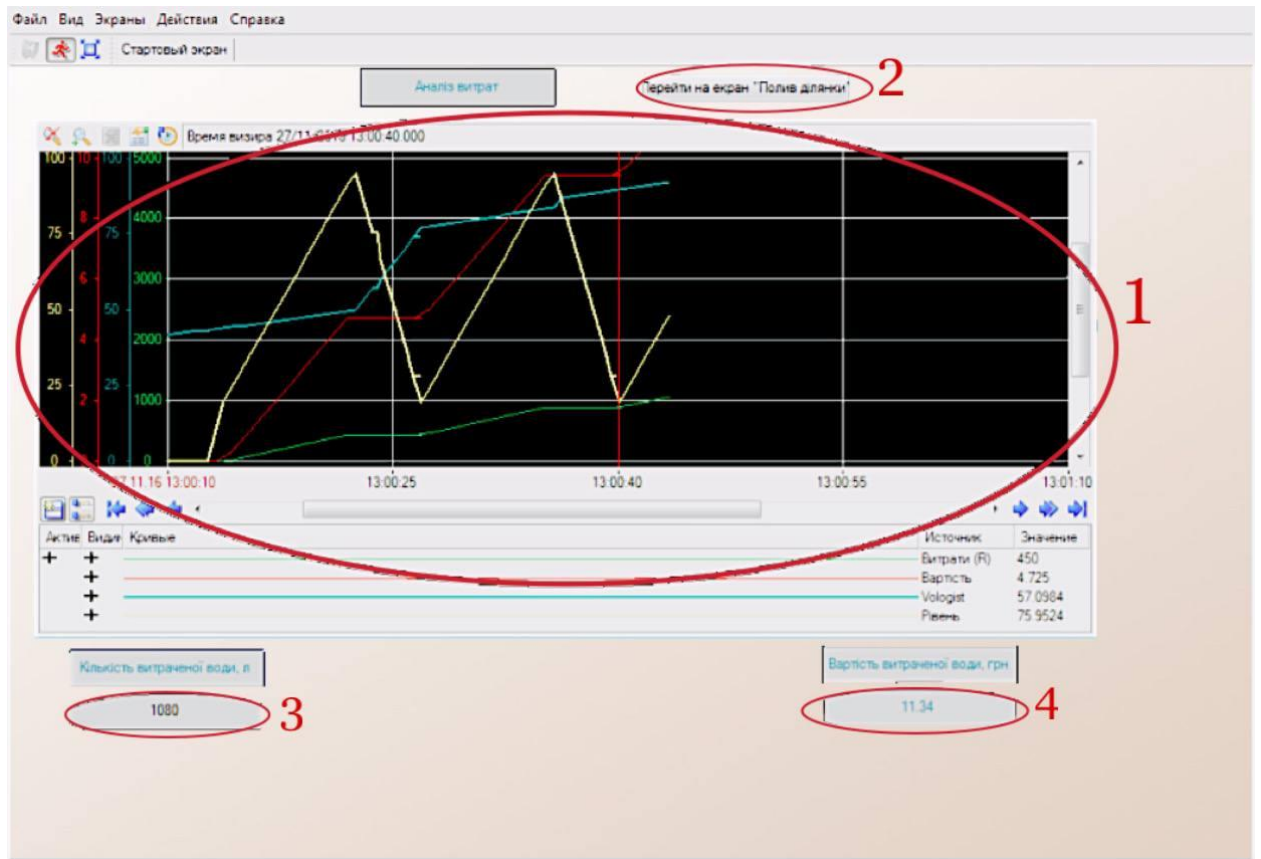


Рисунок 3.4 – Аналіз витрат САПРЗ

3.2 Програмна реалізація алгоритму керування автоматичним поливом високорослих томатів на основі ОВЕН ПЛК 100 та на основі платформи Arduino

*Мови програмування ПЛК.* Для складання керуючих програм контролерів використовуються спеціалізовані технологічні мови, які доступні інженерам, технологам так максимально спрощують процес програмування.

За останнє десятиріччя з'явилося безліч технологічних мов, які відповідають стандарту МЭК-61131-3, рис. 3.5, розробленим Міжнародною Електротехнічною Комісією, яка обирає та фільтрує все передове в області мов програмування для АСКТП.

Цей стандарт встановлений для того, щоб різні виробники ПЛК пропонувати системи програмування, які є схожими по організації програмування, за структурою програми і за дією команд.

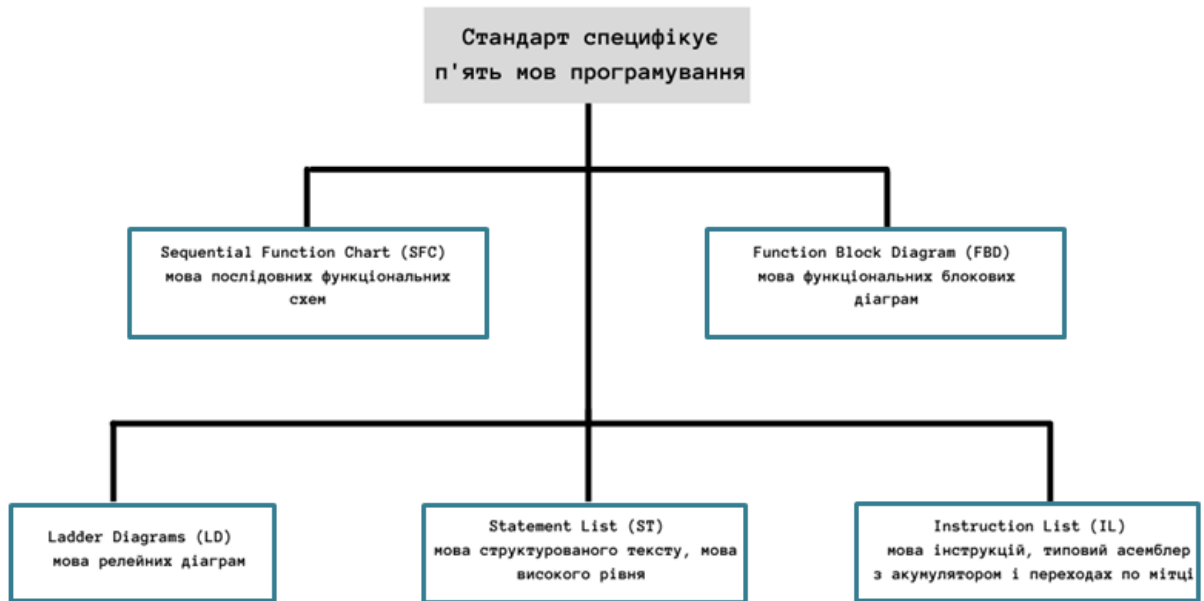


Рисунок 3.5 – Мови програмування за міжнародним стандартом  
МЕК-61131-3

*Мова LD* або мову релейно-контакторних схем (РКС) схожий на електричні схеми релейного автоматизації. Тому інженерам, які не знають мов програмування, нескладно написати програму.

*Мова FBD* - графічна мова опису логічних і аналогових обчислень в дуже простий і виразній формі, нагадує створення схем на логічних елементах.

*Мова IL* дослівно - список інструкцій. Кожна інструкція починається з нового рядка і містить оператор і, в залежності від типу операції, один і більше операндів, розділених комами.

*Мова ST* - текстова мова високого рівня, подібний до мови програмування Паскаль.

Мова SFC - графічна мова, орієнтований на опис взаємопов'язаних станів і дій системи.

У кожній з цих мов є свої мінуси та плюси. Тому при їх виборі фахівці ґрунтуються, в основному, на власному досвіді, хоча багато програмних комплексів дають змогу переконвертувати вже написану програму з однієї мови в іншу. Деякі завдання можна просто вирішити однією мовою, а при розв'язанні більш складніших доведеться зіткнутись з деякими труднощами.

Найбільш поширеними на сьогодні є такі мови програмування: LD, ST і FBD.

Програмування на мові Continuous Function Char контролерів OВЕН ПЛК 100. Мова SFC - це мова безперервних функціональних схем, яка не використовує ланцюги, але дає можливість вільно розміщувати компоненти і з'єднання, що дозволяє створювати зворотні зв'язки. До елементів мови SFC відносяться блоки, входи, виходи, повернення, довільні переходи, мітки і коментарі, показано на рисунках 3.6–3.10. Входи і виходи цих елементів можна з'єднувати, перетягуючи лінії з'єднання мишкою. Ці лінії будуть перемальовуватись автоматично при переміщенні елементів. У разі, якщо лінія з'єднання не може бути перемальована, то вона стає червоною, і як тільки ви переставите елемент так, щоб можна було з'єднати вхід і вихід лінією без перетинів з іншими елементами, лінія стає нормальною.

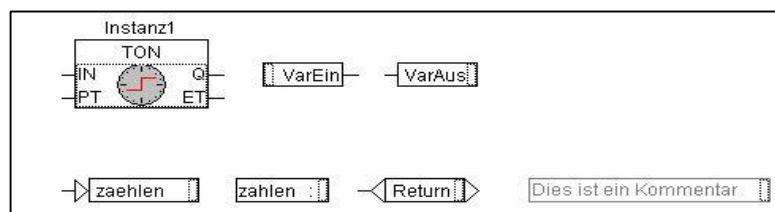


Рисунок 3.6 – Блоки, входи, виходи, повернення, довільні переходи і коментарі



Блок-схема алгоритму послідовності проектування та розробки мікропроцесорної САКПЗ показана на рис. 3.11.

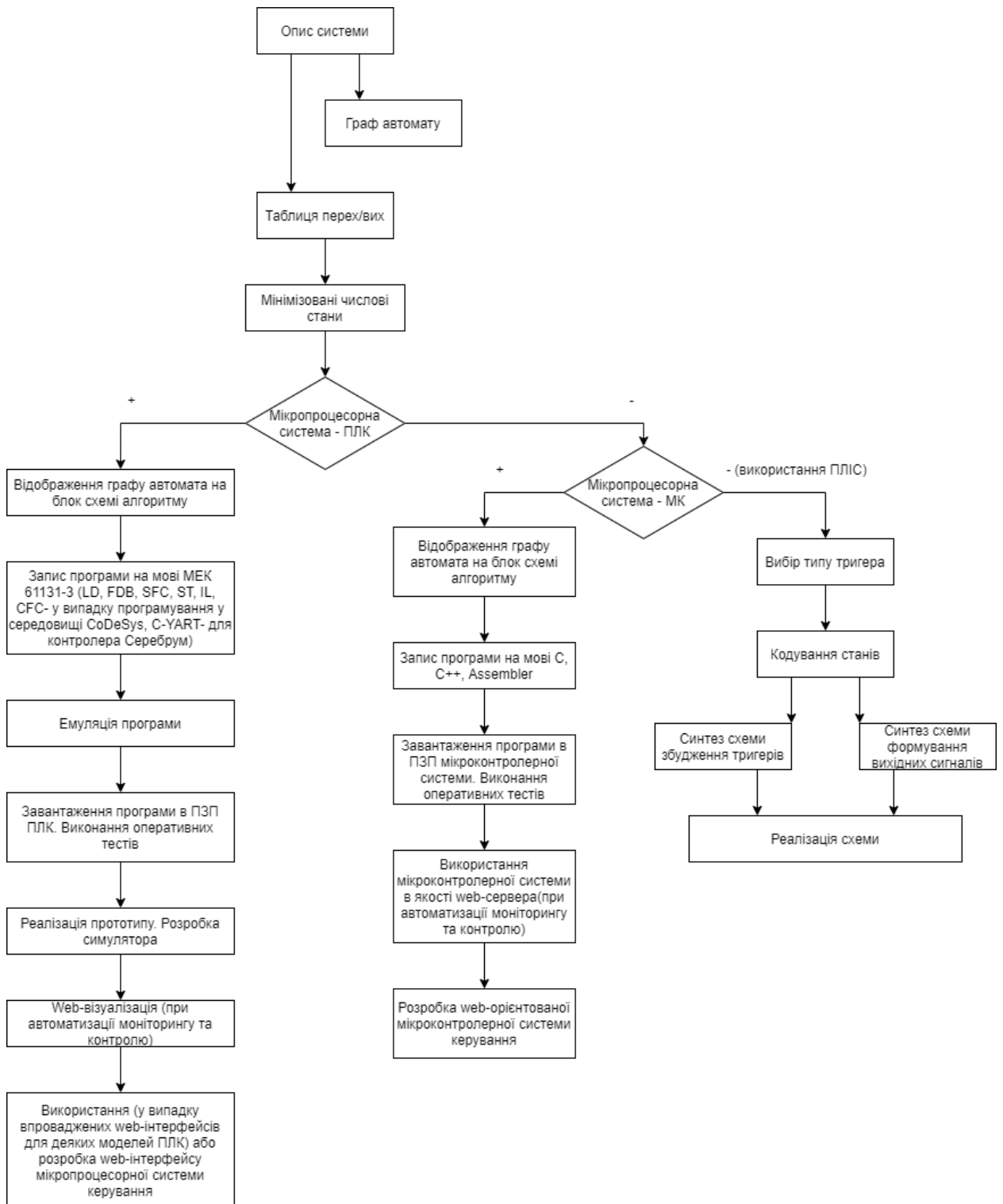


Рисунок 3.11 – Блок-схема алгоритму послідовності проектування та розробки мікропроцесорної САКПЗ

Загальний алгоритм керування, який реалізує САКПРЗ продемонстрований на рис. 3.12–3.16

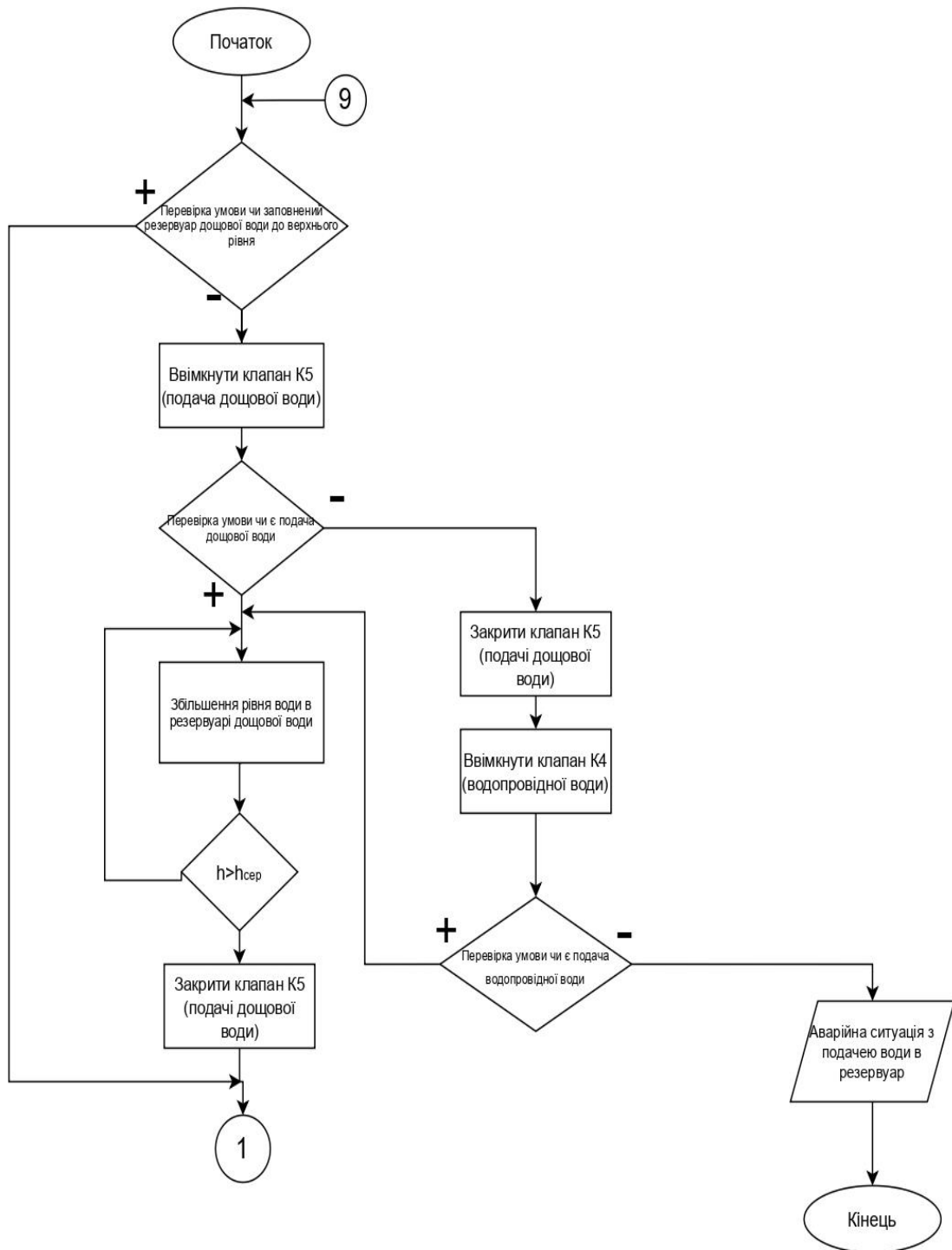


Рисунок 3.12 – Загальний алгоритм керування САКПРЗ, частина 1

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ

Арк.

71

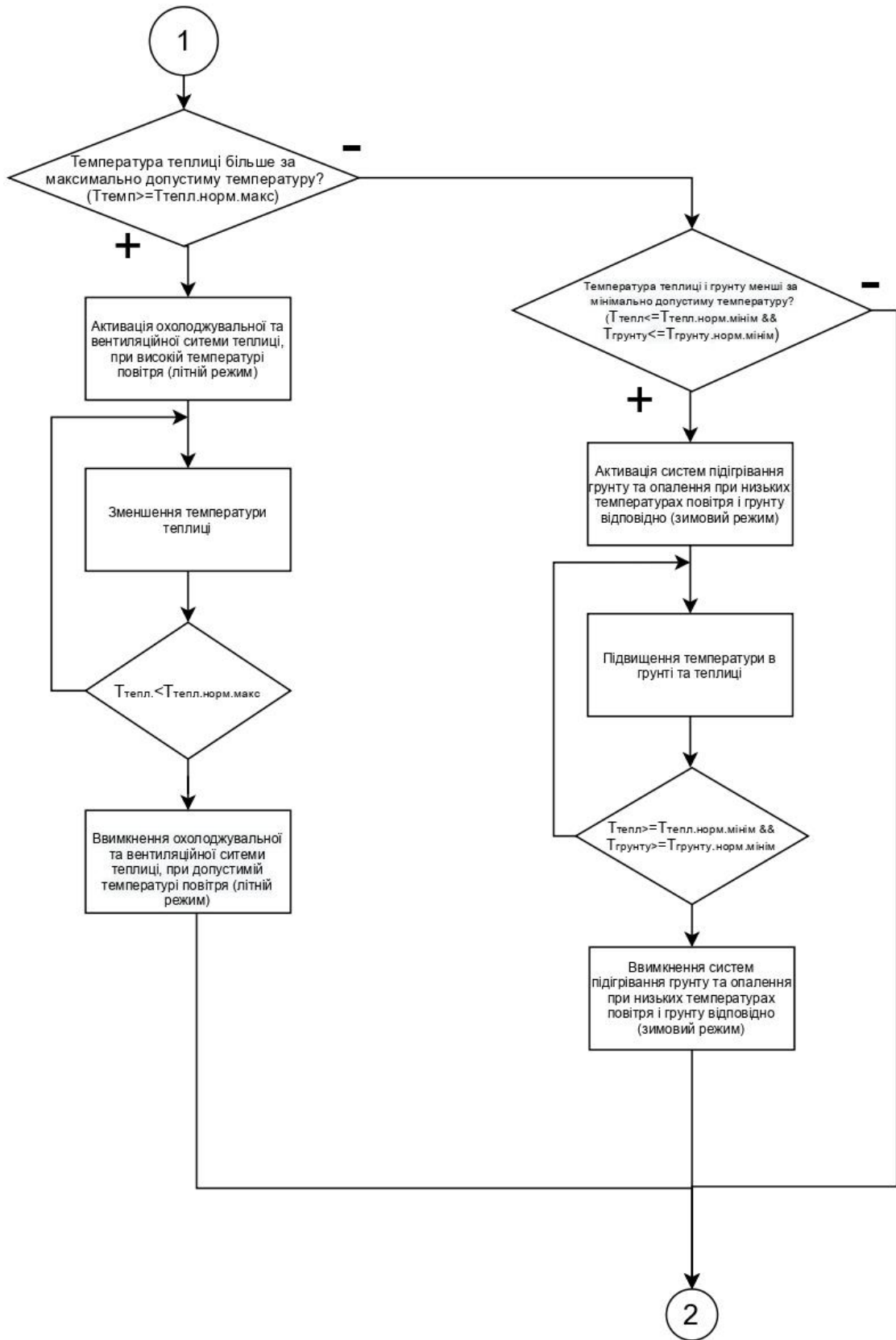


Рисунок 3.13 – Загальний алгоритм керування САКПРЗ, частина 2

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата



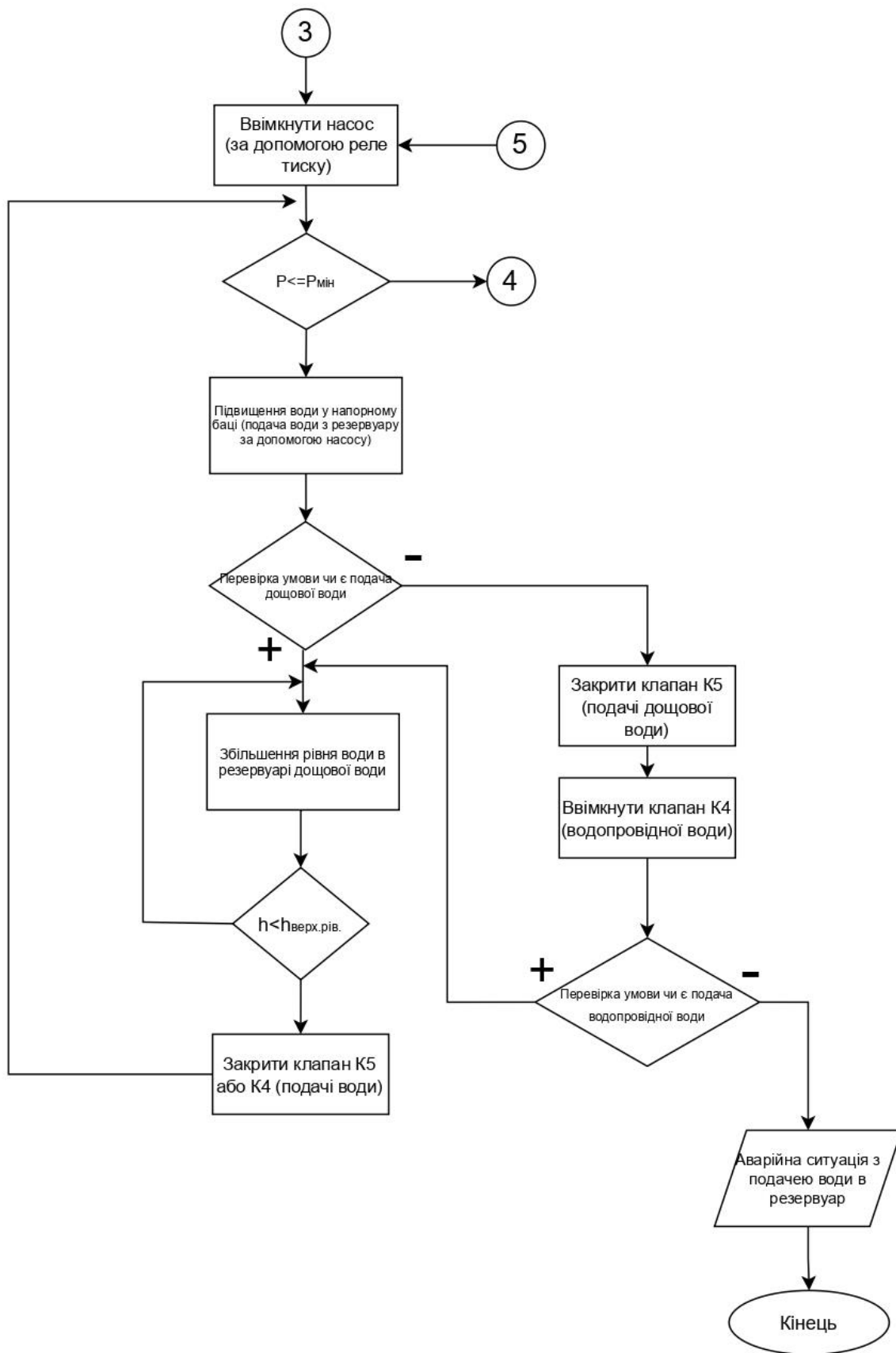


Рисунок 3.15 – Загальний алгоритм керування САКПРЗ, частина 4

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата



Фрагмент програмного коду реалізації розробленого АК САКПРЗ на мові FBD (рис. 3.17).

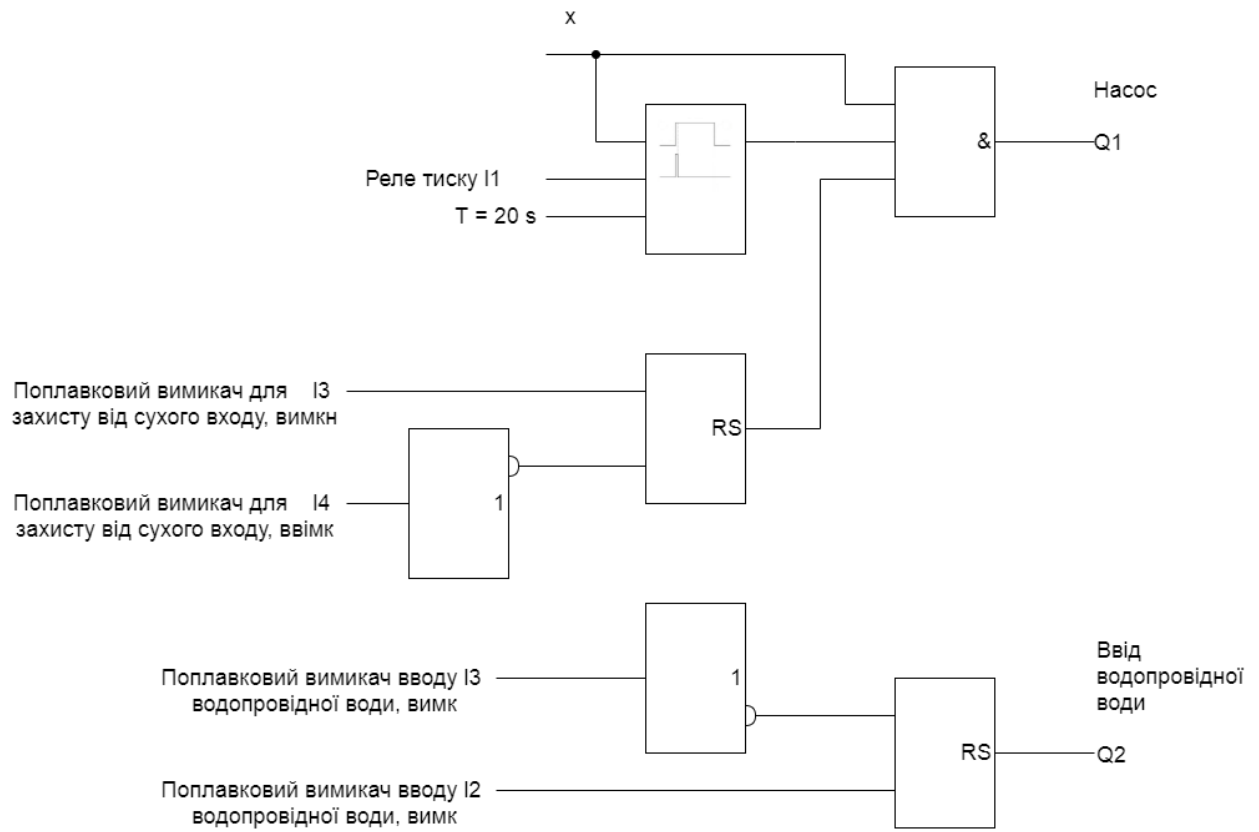


Рисунок 3.17 – Фрагмент програмного коду реалізації розробленого АК САКПРЗ на мові FBD

Програмування на основі масштабних діаграм (LD) традиційно є найбільш часто використовуваною мовою програмування для ПЛК. Вище показано фрагмент коду з використанням функціональних блоків для реалізації САКПРЗ (рис. 3.17).

У LD логічні операції, такі як AND, OR, X OR і NOT, можуть виконуватися шляхом об'єднання тестових елементів (контактів). Програма, написана на LD, буде виконуватися зверху вниз. Кожен окремий крок коду також оцінюється зверху вниз, рядок за рядком і в кожному рядку зліва направо. Оскільки мова є часто використовуваною, програмний код на ній представлений на рисунку 3.18.

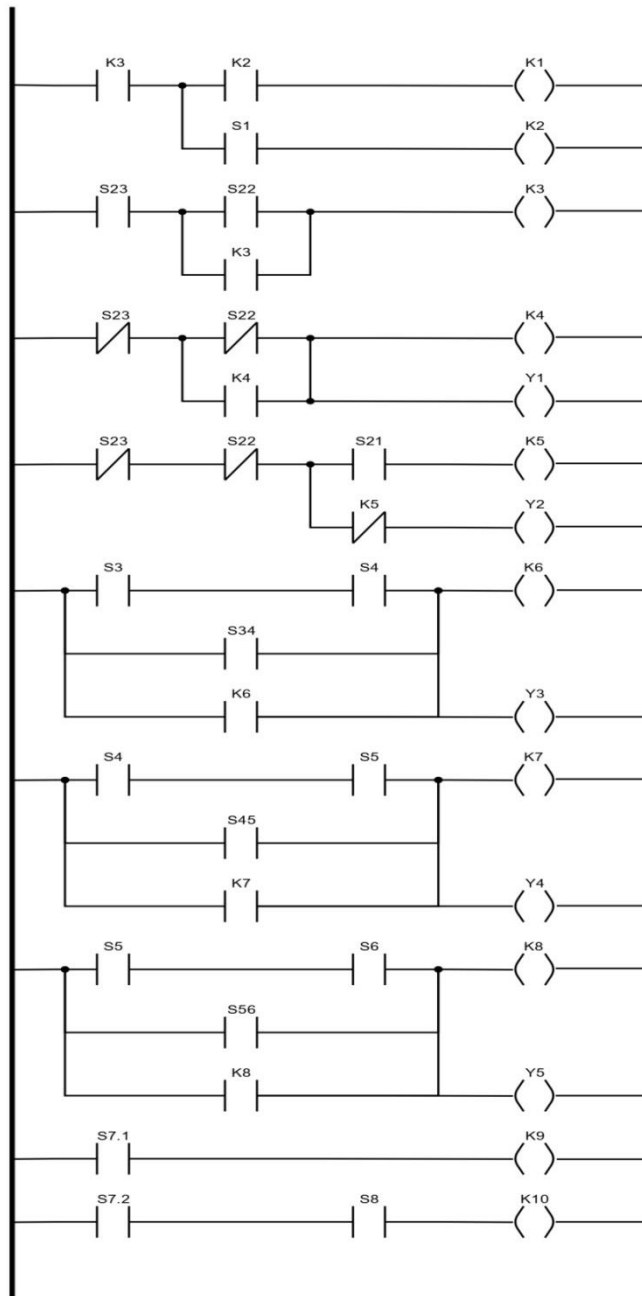


Рисунок 3.18 – Програмний код на мові LD

Під час проектування, розробки, модернізації та вдосконалені САПРЗ з використанням МК, в залежності від поставленого технічного завдання, виникає потреба реалізації на платформі МК веб-серверу або веб-клієнту для САПРЗ. Враховуючи, той факт, що для автоматизації відслідковування, моніторингу, контролю та передачі інформації у мережу, необхідно використовувати платформу МК в якості веб-серверу, у роботі спроектовано

алгоритм, який реалізує САПРЗ на платформі Ардуіно, яка і використовується в якості веб-серверу. Детально описаний алгоритм на рисунку 3.19 та програмний код на рисунку 3.20 відповідно.

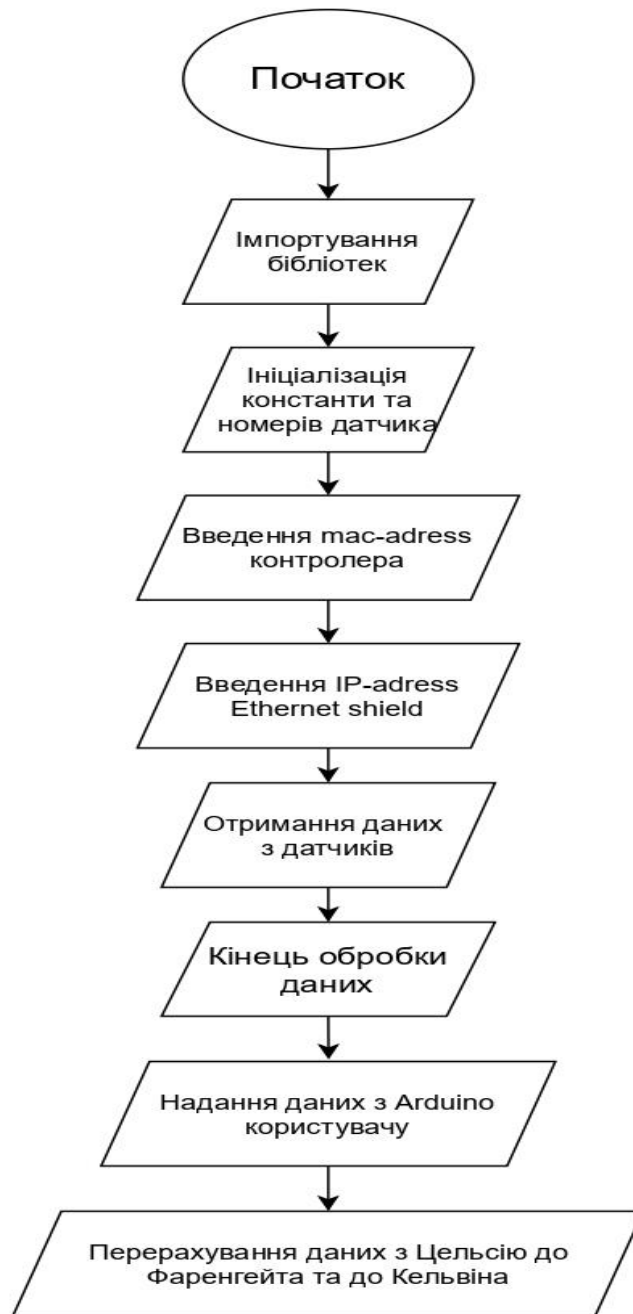


Рисунок 3.19 – Етапи проектування САПРЗ на платформі Ардуіно, яка використовується в якості веб-серверу

Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ

Арк.

78

```

1 #define DHTPIN 2
2 #define DHTTYPE DHT22
3
4 byte mac[] = {0x10, 0xBF, 0x48, 0xDD,
5 0xB5, 0xDA};
6
7 byte ip[] = {192, 168, 1, 100};
8 byte subnet[] = {255, 255, 255, 0};
9 EthernetServer server(80);
10 EthernetClient client;
11 String readString;
12
13 client.print("Temperature (C): ");
14 client.println((float)DHT22.temperature, 1);
15 client.println("<br />");
16
17 client.print("Temperature (F): ");
18 client.println(Fahrenheit(DHT22.temperature), 1);
19 client.println("<br />");
20
21 client.print("Humidity (%): ");
22 client.println((float)DHT22.humidity, 0);
23 client.println("<br />");
24
25 client.print("Temperature (K): ");
26 client.println(Kelvin(DHT11.temperature), 1);
27 client.println("<br />");
28
29 client.print("DewPoint (C): ");
30 client.println(dewPoint(DHT11.temperature, DHT22.humidity));
31 client.println("<br />");
32
33 client.print("DewPointFast (C): ");
34 client.println(dewPointFast(DHT11.temperature, DHT22.humidity));
35 client.println("<br />");
36
37 client.println("</html>");
38 break;
39 if (c == '\n')
40 { currentLineIsBlank = true;}
41 elseif (c != '\r')
42
43 currentLineIsBlank = false;
44
45 delay(1);
46 client.stop();
47 Serial.println("clientdisconnected");
48
49 double Fahrenheit(double celsius)
50 { return 1.8 * celsius + 32; }
51
52 { return celsius + 273.15;}

```

Рисунок 3.20 – Програмний код на платформі Ардуіно, яка використовується в якості веб-серверу

### 3.3 Висновки до третього розділу

У 3 розділі було описано структурно-алгоритмічні схеми мікропроцесорної системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці на основі ПЛК100 компанії ОВЕН та на основі платформи Arduino. Для реалізації загального АК САКПРЗ у роботі була розроблена та спроектована РЕПС керування, електрична принципова схема підключення модуля МПС ОВЕН ПЛК 100, яка реалізує РЕПС керування, була створена система поливу ділянки на базі SCADA системи TraceMode. Також показана програмна реалізація алгоритму керування автоматичним поливом високорослих томатів. Окрім цього проведена демонстрація загального алгоритму керування, який реалізує САКПРЗ.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		80

## ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень було обґрунтовано функціональні, структурні та схемотехнічні рішення автоматичної системи керування поливом для розумної теплиці.

У першому розділі роботи були проаналізовані готові системи автоматичного керування поливу для рослинних зон, саме це дало змогу спроектувати унікальну САПРЗ та виділити основні її переваги, такі як: вибір часу та кількість поливу, автоматичне та дистанційне керування, економія водних ресурсів, індивідуальний режим поливу для різних рослин, контроль рівня вологості ґрунту та інших необхідних параметрів (температури води, ґрунту, повітря), попередження перезволоження чи висихання землі.

У якості рослини було обрано помідори сорту високорослі, адже основною їхньою перевагою є невибагливість у догляді, висока врожайність, при правильному догляді, та вони являються стійкими у боротьбі з шкідниками. Саме тому було проаналізовано усі необхідні параметри для здорового росту цих рослин.

У другому розділі спроектована та розроблена структурна схема САКПРЗ у теплиці, в якій були виділені такі вимоги: автономність; модульна гнучка конструкція; бездротовий зв'язок між модулями; полив на основі зчитаних значень з датчиків; додатковий вимір екологічних цінностей; можливість налаштування і керування з персонального комп'ютера (автоматизоване робоче місце); можливість запису подій і вимірювань.

До структурної схеми САКПРЗ у теплиці подаються опис, характеристики, властивості та застосування усіх використаних давачів та пристроїв. Окрім цього, при високій температурі повітря застосовано активацію охолодженої та вентиляційної систем теплиці, а також активацію систем підігрівання ґрунту та опалення при низьких температурах ґрунту чи повітря.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		81

У третьому розділі були спроектовані електрично-принципові схеми, РЕПС керування для реалізації загального АК, створено візуалізацію SCADA-системи у середовищі Trace Mode. Також були розроблені та подані блок-схема алгоритму послідовності проектування та розробки мікропроцесорної САКПЗ; загальний алгоритм керування САКПЗ, який може використовуватись, як на ПЛК так і на МК.

Реалізація алгоритму керування САКПЗ у теплицях на основі ПЛК було здійснено за графічною мовою програмування Ladder Diagram (LD) та частина програмного коду написана на графічній мові FBD, а САКПЗ на базі платформи ARDUINO UNO C++.

Для автоматизації відслідковування, моніторингу, контролю та передачі інформації у мережу, необхідно використовувати платформу МК в якості веб-серверу, саме тому у роботі спроектовано алгоритм, який реалізує САКПЗ на платформі Ардуіно.

Спроектowana система містить ряд доповнених у роботі функцій та допоміжних блоків: два датчика для вимірювання вологості ґрунту на одну зону, датчики температури, системи охолодження та вентиляції, системи підігрівання ґрунту та опалення, GPRS-модуль, маршрутизатор для з'єднання з глобальною мережею, сучасний блок живлення, операторна панель, OPC-сервер, хмарний сервер з веб-інтерфейсом та використання мікроконтролера в якості веб-серверу, а також реалізація розробленого оптимального алгоритму керування поливом рослинних зон у теплиці на основі сучасної мікропроцесорної техніки.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Oleksandr M. AUTOMATED SPRINKLER SYSTEM FOR HOUSEPLANTS [Електронний ресурс] / Makedonenko Oleksandr // BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/190648/final-thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
2. Dwinugroho T. B. Greenhouse automation: smart watering system for plants in greenhouse using programmable logic control (PLC) [Електронний ресурс] / T B Dwinugroho, Kurniawanti, Y T Napsari // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1823/1/012014>.
3. Khamuruddeen S. Arduino Based Automatic Plant Watering System [Електронний ресурс] / S Khamuruddeen, S Khamurunnisa, S Devika // International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering (2014) 4(10) 449-456. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mendeley.com/catalogue/0a84b55d-6635-33bd-9164-f2322f383300/>.
4. Automatic Irrigation Systems for Efficient usage of Water using Embedded Control Systems [Електронний ресурс] / D Vijendra Babu, N S Sreejith, K V Shijin та ін.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/993/1/012077>.
5. Yin Yin Nu. Automatic Plant Watering System using Arduino UNO for University Park [Електронний ресурс] / Yin Yin Nu, Win Win Maw, San San Lwin // International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) – Режим доступу до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/334123772\\_Automatic\\_Plant\\_Watering\\_System\\_using\\_Arduino\\_UNO\\_for\\_University\\_Park](https://www.researchgate.net/publication/334123772_Automatic_Plant_Watering_System_using_Arduino_UNO_for_University_Park).
6. Astutiningtyas M. Automatic Plants Watering System for Small Garden [Електронний ресурс] / Astutiningtyas M., Suyoto, Nugraheni M. //

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		83

International Journal of Interactive Mobile Technologies (2021) 15(2) 200-207. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mendeley.com/catalogue/bb970b4a-a89c-3d04-af8c-3113909d262b/>.

7. Anggraeni F. D. Application of automatic system for water stress treatment to produce high soluble solids tomato (*Solanum lycopersicum* Mill. cv Rinka 409) [Електронний ресурс] / F. D. Anggraeni, N. Khuriyati, M.A. Falah // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/686/1/012044>.

8. Kritika Shah. Proposed Automated Plant Watering System Using IoT [Електронний ресурс] / Kritika Shah, Saylee Pawar, Gaurav Prajapati // SSRN Electronic Journal. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/332207603\\_Proposed\\_Automated\\_Plant\\_Watering\\_System\\_Using\\_IoT](https://www.researchgate.net/publication/332207603_Proposed_Automated_Plant_Watering_System_Using_IoT).

9. Md. Sajid Abbas. Automatic Plant Irrigation System / Md. Sajid Abbas, Md. Aswer Mohiddin, N. Y. S., Pavan Teja., 2019. – (International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)).

10. Mediawan M. Automatic Watering System in Plant House - Using Arduino [Електронний ресурс] / M. Mediawan, M. Yusro, J. Bintoro // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/434/1/012220>.

11. Nermin Đuzić. Automatic Plant Watering System via Soil Moisture Sensing by means of Suitable Electronics and its Applications for Anthropological and Medical Purposes [Електронний ресурс] / Nermin Đuzić, Dalibor Đumić // Department of Genetics and Bioengineering, Faculty of Engineering and Information Technologies, International Burch University Sarajevo, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/212468041.pdf>.

12. Neha Singh. ARDUINO BASED AUTOMATIC PLANT WATERING/IRRIGATION SYSTEM [Електронний ресурс] / Neha Singh,

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		84

Shreya Srivastava, Sana Mukhtar // International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ijeast.com/papers/273-276,Tesma412,IJEAST.pdf>.

13. Maria Beata Inka Astutiningtyas. Automatic Plants Watering System for Small Garden [Електронний ресурс] / Maria Beata Inka Astutiningtyas, Monika Margi Nugraheni // International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM) – Режим доступу до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/348796766\\_Automatic\\_Plants\\_Watering\\_System\\_for\\_Small\\_Garden](https://www.researchgate.net/publication/348796766_Automatic_Plants_Watering_System_for_Small_Garden).

14. Dejenie Mengisti. Providing Water to the Plants Automatically Using Microcontroller [Електронний ресурс] / Dejenie Mengisti // Edelweiss Applied Science and Technology. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://edelweisspublications.com/edelweiss/article/Providing-Water-Plants-Automatically-Using-Microcontroller-2576-8484-EAST-18-123.pdf>.

15. Методи вимірювання вологості ґрунту[електронний ресурс] /Богдан Малиновський // – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/metody-vymiryuvannya-vologosti-gruntu>.

16. Методи і засоби агрометеорологічних вимірювань параметрів ґрунтів[електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://uhmi.org.ua/rozz/agro/index.php#Z1>.

17. Вимірювання вологості [електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: [https://studopedia.com.ua/1\\_125406\\_vimiryuvannya-vologosti.html](https://studopedia.com.ua/1_125406_vimiryuvannya-vologosti.html)

18. Produkty vymiryuvannya volohosti - z'hidno do rehionu [Soils Moisture Products - Select Region] (Electronic resource), Available at: <http://www.ictinternational.com/products/soils/moisture-sensors/>(accessed 15 November 2019).

19. Бакало О. О. Дослідження автоматизованого контролю вологості ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур в теплиці [Електронний ресурс] / Бакало О. О., Пилипенко Ю. М. // Технології та

дизайн ISSN 2304-2605 № 3 (28). – 2018. – Режим доступу до ресурсу:  
[https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/9886/1/td\\_2018\\_N3\\_19.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/9886/1/td_2018_N3_19.pdf).

20. Як правильно вирощувати високорослі томати? [Електронний ресурс] // Сільськогосподарська промисловість. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://remontu.com.ua/yak-pravilno-viroshhuvati-visokorosli-tomati>.

21. ПЛК100. Програмований логічний контролер [Електронний ресурс] // Компанія ОВЕН – Режим доступу до ресурсу: <https://owen.ua/ua/programovani-logichni-kontrolery/owen-plk100-programovanyi-logichni-kontroler>.

					КРБАКІТ. 2017023.01.01. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		86

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

1

НА ТЕМУ «СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО  
ПОЛИВУ ЗОН У ТЕПЛИЦІ»

ВИКОНАЛА:  
СТУДЕНКА 4 КУРСУ,  
ГРУПИ АКТ-17-1  
ГРЕБІНЧУК А.Д.

КЕРІВНИК: К.Т.Н. ДОЦЕНТ  
МАКАРИШКІН Д.А.

# Актуальність теми та її переваги

2

вибір зручного часу  
та кількості поливу

автоматичне та  
дистанційне  
керування

індивідуальний  
режим поливу для  
різних рослин та  
покращення  
врожаю

зменшення  
фізичних  
навантажень  
користувача

економія водних  
ресурсів

контроль рівня  
вологості ґрунту та  
інших необхідних  
параметрів

# Автоматичний полив може бути встановлений для

3



Теплиць



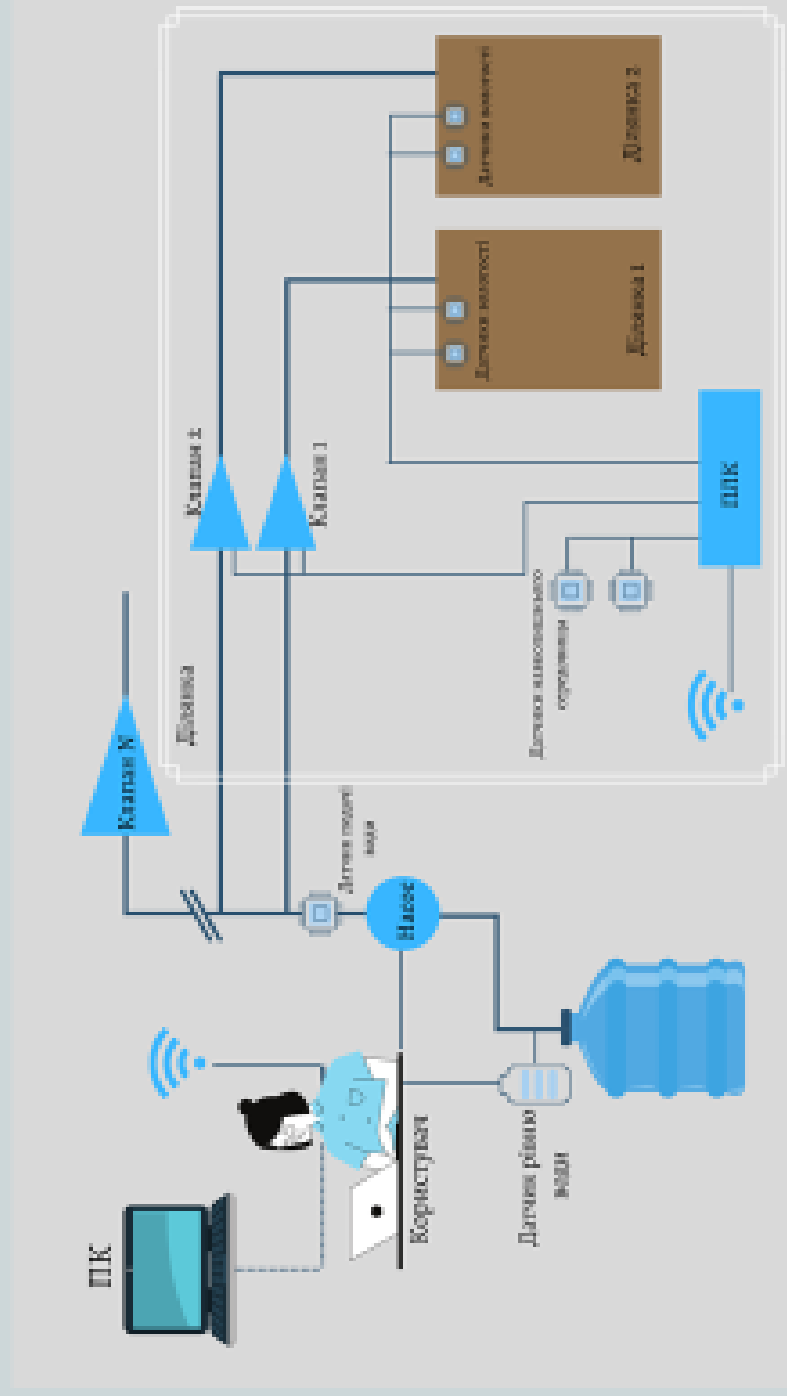
Газону на присадибній  
ділянці чи квітнику



Відкритого саду/городу  
чи плодово-ягідних дерев  
і чагарників

# Концепція системи автоматичного поливу

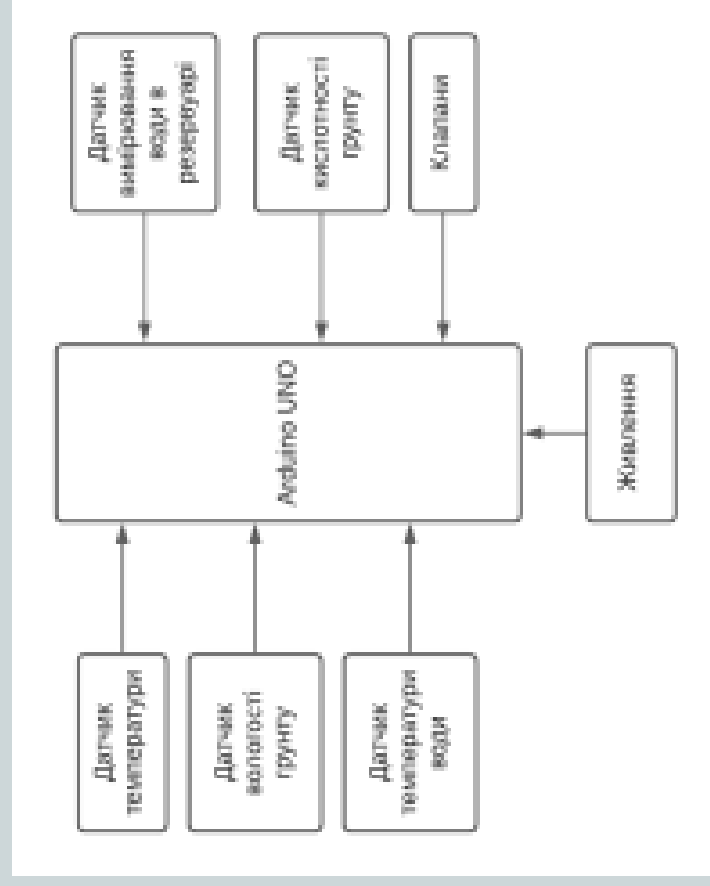
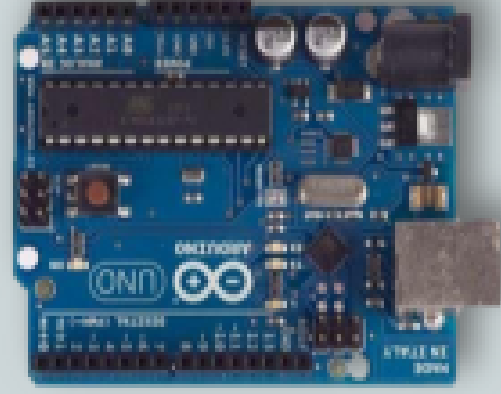
4





## Розроблена структурна схема системи автоматичного керування поливу рослинних зон у теплиці на основі платформи Arduino UNO

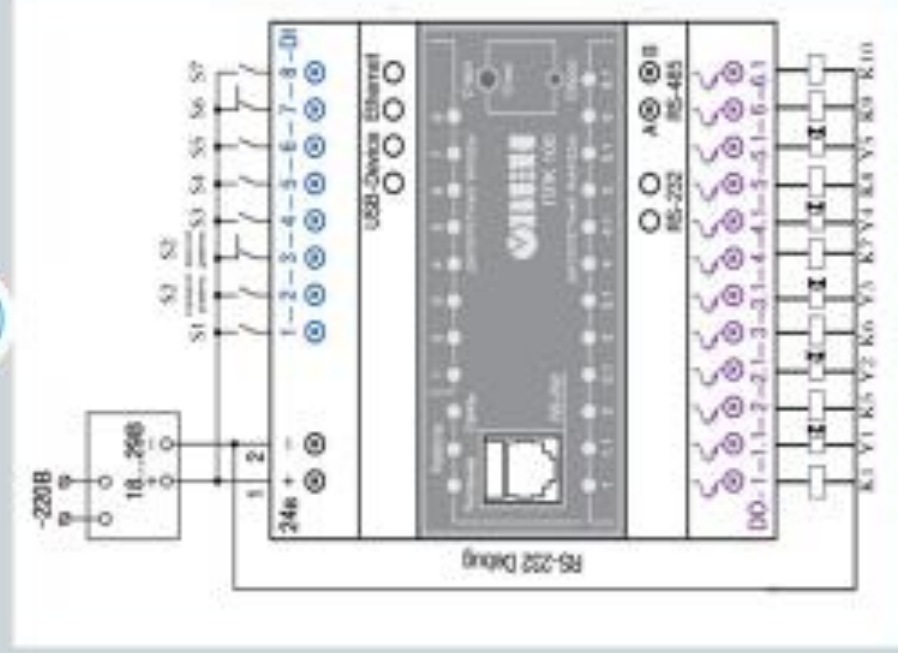
6





Електрична принципова схема підключення модуля програмовано логічного контролера, яка реалізує релейно електрично-принципову схему керування

8









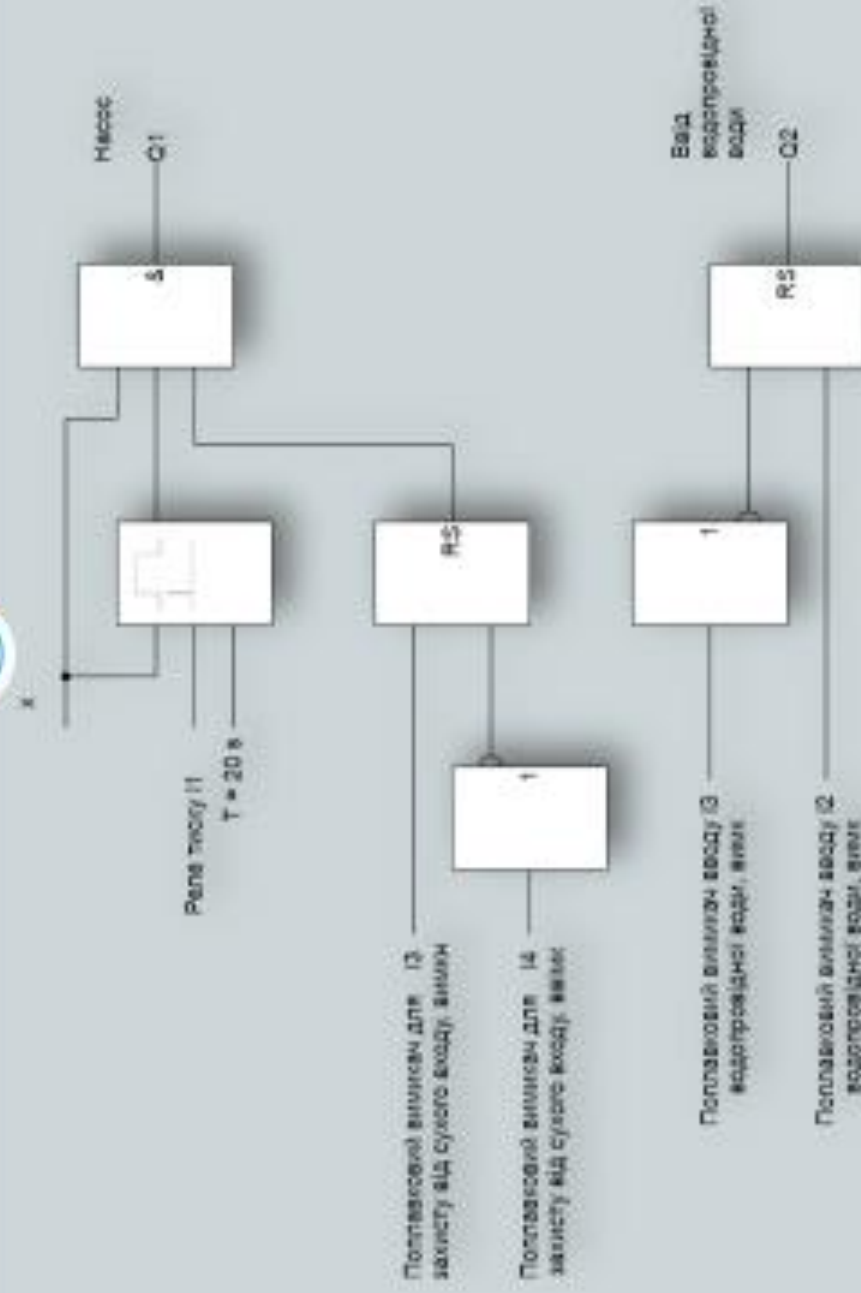






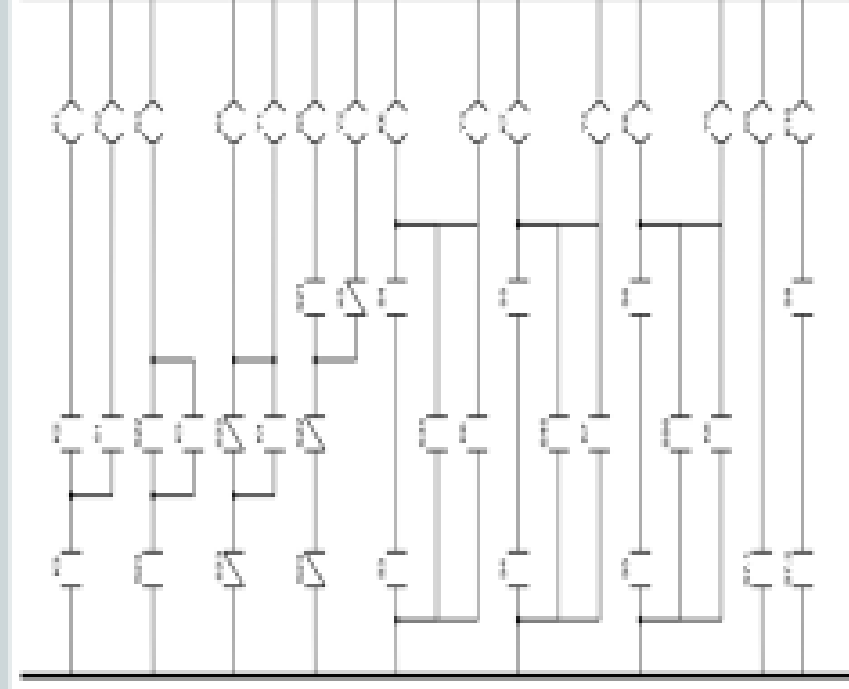
## Фрагмент графічного програмного коду реалізації розробленого алгоритму керування на мові FBD для овен ПЛК100

15



## Розроблений програмний код на графічній мові LD

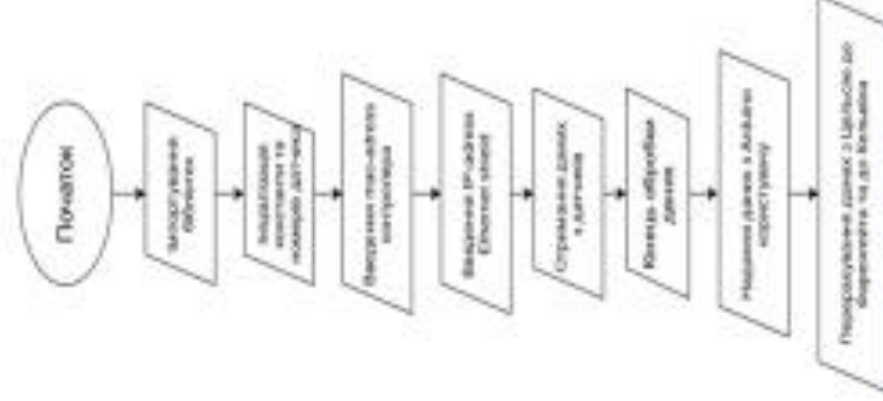
16





## Етапи проектування САПРЗ на платформі Ардуіно, яка використовується в якості веб-серверу та фрагмент програмного коду

18



```
1 #define DHTPIN 2
2 #define DHTTYPE DHT22
3
4 # byte mac[] = {0x0b, 0x01, 0x04, 0x00, 0x00,
5 0x05, 0x00};
6
7 byte ip[] = {192,168,1,100};
8 byte subnet[] = {255,255,255,0};
9 EthernetServer server(80);
10 EthernetClient client;
11 String read string;
12
13 client.print("Temperature (C): ");
14 client.print((float)DHT22.temperature, 1);
15 client.print("\n<br />");
16
17 client.print("Temperature (F): ");
18 client.print((float)DHT22.temperature, 1);
19 client.print("\n<br />");
20
21 client.print("Humidity (%): ");
22 client.print((float)DHT22.humidity, 0);
23 client.print("\n<br />");
```

**Практична реалізація системи автоматичного керування поливу  
рослинних зон на платформі Arduino для домашньої теплиці**

19



Высокорослі томати



Теплиця



Полів

**Дякую за увагу!**

20



# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Гребінчук А. Д. на захист дипломного проекту (роботи)

(прізвище, ініціали)

за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

На тему: Система автоматичного поливу зон у теплиці

Дипломний проект (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету



(підпис)

Савенко О.С.

(прізвище та ініціали)

### ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Гребінчук А. Д. за період навчання на факультеті програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем з 2017 по 2021 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з такими розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно 96,15 %, добре 3,85 %, задовільно 0,00 %.

шкалою ЄКТС: А 95,24 %, В 2,38 %, С 2,38 %, D 0,00 %, E 0,00 %.

Методист факультету

(підпис)

Колуп Т.В.

(прізвище та ініціали)

### ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент ка Гребінчук А.Д. виконала завдання кваліфікаційної роботи бакалавра в повному обсязі.  
Розроблена структурна схема системи автоматичного поливу зон у теплиці. В роботі розроблено алгоритм керування поливом розширених зон та реалізована прикладна програма при використанні програмованого логічного контролера, а також вирішено завдання застосування мікроконтролера у такій системі.

Оцінка дипломного проекту (роботи) Відмінно

Керівник дипломного прокту (роботи)

(підпис)

Макаришин Д.А.

(прізвище та ініціали)

" 16 " червня 2021 р.

### ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Гребінчук А. Д. допускається до захисту цього

Завідувач кафедри

АКІТ:ТК

(назва)

Марченко В.В.

(підпис, прізвище, ініціали)

" 24 " 06 2021 р.

## Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 6%

ID: Назва: Бакалаврська робота Гребішчук А. Д. Досягнуто в БД: 2021-06-23 Автор: Гребішчук А.Д. Керівник: Макаришин Д.А. Консультація: Особливості:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	46179	392	434 (1%)	3 (1%)

### Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Ім'я користувача:  
Кафедра АКІПІТК

ID перевірки:  
1008350078

Дата перевірки:  
23.06.2021 10:24:00 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet

Дата звіту:  
23.06.2021 10:28:29 EEST

ID користувача:  
100005862

Назва документа: Дипломна. Гребінчук

Кількість сторінок: 75 Кількість слів: 6560 Кількість символів: 49130 Розмір файлу: 6.05 MB ID файлу: 1008420092

## 0.2% Схожість

Найбільша схожість: 0.2% з Інтернет-джерелом (<http://um.co.ua/10/10-9/10-93700.html>)

0.2% Джерела з Інтернету 1

Сторінка 77

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

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

Замінені символи 1

РІШЕННЯ КАФЕДРИ

**АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Система автоматичного поливу зон у теплиці

Автор: Гребінчук Аліна Дмитрівна

Спеціальність: **151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

Освітня програма: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Науковий керівник: **к.т.н. доц. Макаришкін Денис Анатолійович**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

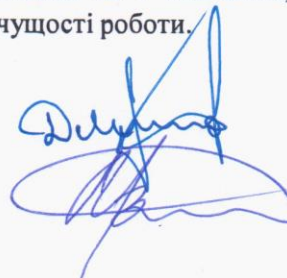
№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	<b><u>Відповідає</u></b>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). 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, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження: Запозичення у розмірі 0,2%, виявлені в роботі відповідають тексту стандартних бланків та списку літератури, решта запозичень є випадковими, або на них є посилання, тому ці запозичення не є плагіатом, бо вони не стосуються наукової новизни і практичної значущості роботи.

22.06.2021р.

Науковий керівник роботи:

Зав. каф. АКІТіТК



Макаришкін Д.А.

Мартинюк В.В.

## Рецензія

### опонента на бакалаврську кваліфікаційну роботу виконану за темою «Система автоматичного поливу зон у теплиці» студентки групи АКІТ-17-1 Гребінчук Аліни Дмитрівни

У бакалаврській кваліфікаційній роботі студентки Гребінчук А.Д. проведено проектування та розробку систем автоматичного поливу рослинних зон у теплиці. В результаті аналізу функціональних, структурних та схемотехнічних рішень, згідно до умов технічного завдання на проектування та розробку, була спроектована та розроблена структурна схема системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці. Ця система забезпечує автоматичне регулювання подачі води та підтримання необхідного мікроклімату у теплиці, як у літній період, при якому може виникати критична ситуація підвищення температури у теплиці вище допустимого значення, так і у холодні періоди, де може виникнути аварійна ситуація зменшення температур повітря та ґрунту у теплиці відповідно.

В якості базової структурної схеми була обрана схема автоматичного керування подачею водою у резервуар з використанням реле тиску у напірному баку, насос з однофазним електродвигуном та датчиком рівня води у резервуарі. Крім того, спроектована система містить ряд доповнених у роботі функцій та допоміжних блоків: два датчика для вимірювання вологості ґрунту на одну зону, датчики температури, системи охолодження та вентиляції, системи підігрівання ґрунту та опалення, GPRS-модуль, маршрутизатор для з'єднання з глобальною мережею, сучасний блок живлення, операторна панель, OPC-сервер, хмарний сервер з веб-інтерфейсом та використання мікроконтролера в якості веб-серверу, а також реалізація розробленого оптимального алгоритму керування поливом рослинних зон у теплиці на основі сучасної мікропроцесорної техніки.

Для мікропроцесорного автоматичного керування поливом рослинних зон були використані програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 100 у випадку промислової сільськогосподарської сфери та платформу ARDUINO UNO у випадку розумний будинок. Ці мікропроцесорні системи керують подачею води з урахуванням аварійних ситуацій. Всі необхідні команди подаються з блоку керування. При необхідності архівування та запам'ятовування інформації може бути використана SCADA – система з OPC-сервером, сервер OWENCLOUD, автоматизоване робоче місце для системи з ОВЕН ПЛК100, а для системи з мікроконтролерною платформою, сама платформа використовується як веб-

сервер. Візуалізація процесу автоматичного поливу зон, реалізується на операторній панелі, автоматизованому робочому місці та веб-інтерфейсі.

В цілому кваліфікаційна робота «Система автоматичного поливу зон у теплиці» виконано на високому технічному рівні, вона має безперечну актуальність в області сучасних технологій автоматизації, а студентка Гребінчук А.Д. заслуговує оцінку «відмінно».

**Опонент: канд. техн. наук, доц.**

**кафедри кібербезпеки та  
комп'ютерних систем і мереж**



**Кльоц Ю.П.**

Відгук на кваліфікаційну роботу  
студентки групи АКІТ-17-1 Гребінчук Аліни Дмитрівни

Кваліфікаційна робота студентки Гребінчук Аліни Дмитрівни присвячена розробці системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці шляхом розробки алгоритму керування та його реалізації, як на основі програмованого логічного контролера, так і мікроконтролера.

В результаті виконання роботи були вирішені наступні питання:

- Розроблено структурну схему системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці.
- Розроблено алгоритм роботи системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці.
- Розроблено програму роботи системи автоматичного поливу рослинних зон у теплиці.

За час виконання кваліфікаційної роботи студентка Гребінчук Аліна Дмитрівна показала глибокі знання та практичні навички із автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, а також вміння працювати зі спеціалізованими комп'ютерними системами керування.

В цілому кваліфікаційна робота «Система автоматичного поливу рослинних зон у теплиці» виконано на високому технічному рівні, а студентка Гребінчук Аліна Дмитрівна заслуговує оцінку «відмінно».

Керівник: к.т.н, доц.



Макаришкін Д.А.

Завідувачу кафедри АКІТіТК  
Мартинюк.В.В  
здобувача вищої освіти  
студента 4 курсу, гр. АКІТ-17-1  
Гребінчук А.Д.

## 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 кваліфікаційного проекту до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомена. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщена 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.

16.06.2021р.

дата



Підпис