

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Приладобудівний факультет**

**Кафедра приладів і систем орієнтації і навігації**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Бурау Надія Іванівна

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломна робота**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно - інтегровані технології та системи навігації і керування»**

**спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»**

**на тему: «Автоматична система дозування води для сільськогосподарських потреб»**

Виконав:

студент ІV курсу, групи ПГ-71

Волошин Олександр Сергійович \_\_\_\_\_

Керівник:

Доцент кафедри ПСОН, к.т.н., доц. Півторак Д.О.

Рецензент:

асистент Драчук О.О. \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент Волошин О.С. \_\_\_\_\_

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Приладобудівний факультет

Кафедра приладів і систем орієнтації і навігації

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-професійна програма - Комп'ютерно - інтегровані технології та системи навігації і керування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Надія БУРАУ

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломну роботу студенту**

Волошину Олександрю Сергійовичу

1. Тема роботи «Автоматична система дозування води для сільськогосподарських потреб», керівник роботи Півторак Діана Олександрівна, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом роботи 8 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Система автоматичного поливу з мікропроцесорним ядром з можливістю програмувати інтервали та тривалість поливу

4. Зміст роботи Огляд і аналіз існуючих автоматичних систем дозування води, розробка функціональної схеми, вибір елементної бази, розробка програмного забезпечення, розробка конструкції.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо) презентація

6. Консультанти розділів роботи\*

	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 3 квітня 2021 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд і аналіз літератури	21.04.2021 р.	
2.	Розробка структурної схеми	05.05.2021 р.	
3.	Вибір елементної бази прилади	12.05.2021 р.	
4.	Розробка програмного забезпечення	19.05.2021 р.	
5.	Створення прототипу автоматичної системи дозування води. Перевірка працездатності	26.05.2021 р.	
6.	Оформлення пояснювальної записки. Підготовка до захисту	08.06.2021 р.	

Студент

Олександр ВОЛОШИН

Керівник

Діана ПІВТОРАК

## Анотації

В першому розділі роботи докладно розписано роль та значення автоматичних систем дозування води. В даній роботі представлена класифікація систем автоматичного дозування води за типом дощувача. Також були описані типи систем автоматичного дозування води за об'ємом використання води. Кожна з них має свої переваги та недоліки. Після цього були описані принципи та особливості застосування автоматичних систем.

В другому розділі спроектована системи дозування води для сільськогосподарських потреб. Розроблена функціональна схема, обґрунтовано вибір елементів системи. Для захисту плати від механічних пошкоджень та зовнішніх впливів в роботі був розроблений корпус. Розроблено програмне забезпечення в середовищі Arduino IDE, яке дозволяє керувати системою.

**Ключові слова:** автоматична система поливу, зрошення, дощувач, дозування води, мікроконтролер.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 .....	7
ОГЛЯД систем дозування води для сільськогосподарських потреб .....	7
1.1 Роль і значення автоматичних систем дозування води .....	7
1.2 Класифікація автоматичних систем дозування води .....	10
1.3 Принцип роботи та особливості застосування автоматичних систем .....	17
РОЗДІЛ 2 .....	25
ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОЗУВАННЯ ВОДИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ .....	25
2.1. Функціональна схема та принцип роботи автоматичної системи дозування води.....	25
2.2. Вибір елементної бази.....	25
2.2.1. Контролер .....	26
2.2.2. Модуль реле.....	27
2.2.3. Енкодер .....	28
2.2.4. Дисплей.....	29
2.2.5. Насоси .....	30
2.2.6. Макетна плата.....	31
2.2.7. Перемички .....	32
2.2.8. Корпус.....	33
2.2.10 Особливості даної системи .....	34
2.3. Проектування та збірка макету автоматичної системи дозування води .....	35
2.4. Розробка програмного забезпечення.....	45
ВИСНОВКИ .....	46
Список використаних джерел.....	48
ДОДАТОК А .....	51
ДОДАТОК Б.....	58
ДОДАТОК В.....	62

## ВСТУП

Сільське господарство провідна галузь у світі, адже саме це виробництво в кінцевому рахунку забезпечує людство продуктами харчування. Актуальною у будь-який час потребою залишається економія ресурсів і при цьому збільшення обсягу виробленої продукції.

Україна вважається сільськогосподарською країною, адже має сприятливі умови для розвитку цієї галузі. Та все одно завжди відкрите питання, як зменшити використання часу, коштів і природних ресурсів.

В наш час полив вручну за допомогою шланг, відер і лійок є не раціональним. Такий спосіб поливу не можуть дозволити собі великі підприємства і холдинги, їм довелося б наймати велику кількість працівників і витратити кошти. Такі дії значно збільшують собівартість продукції, що в будь-якому випадку зменшує прибуток і робить підприємства менш конкурентоспроможними.

Переваги автоматичних систем безперечні. Правильний їх підбір, встановлення і експлуатація забезпечать максимізацію прибутку та мінімізують негативні наслідки для рослин. В залежності від цілей, бюджету та рослин обираються правильні контролери, дощувачі і т.д.

Обов'язковою умовою плодоношення і росту усіх рослин є регулярна система поливу. Забезпечення якої майже не можливе ручним способом. Використання мануальної системи поливу затрачує багато часу та зайвої води.

В наш прогресивний час великим підприємствам та холдингам не вигідно утримувати велику чисельність робочого складу для таких базових речей як полив. Такі дії значно збільшують собівартість продукції, що в будь-якому випадку зменшує прибуток і робить підприємства менш конкурентоспроможними.

Для вирішення всіх цих питань можна застосовувати автоматичну систему поливу (АСП). Відповідно проаналізувавши вид рослин, що потрібно поливати та обрати і правильно налаштувати систему.

# РОЗДІЛ 1

## ОГЛЯД СИСТЕМ ДОЗУВАННЯ ВОДИ ДЛЯ СІЛЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ

### 1.1 Роль і значення автоматичних систем дозування води

Обов'язковою умовою плодоношення і росту усіх рослин є регулярна система поливу. Забезпечення якої майже не можливе при ручному способі. В такому випадку затрачується багато часу і є зайве використання води.

Вода є одним з основних чинників розвитку та росту рослин. Без води в клітинах рослин не можуть здійснюватися фізіологічні та біохімічні процеси. Однак перш ніж приступати до поливних робіт, необхідно врахувати терміни та норми поливу вирощуваних культур, склад ґрунту та особливості регіонального клімату.

Наступними не менш важливими питаннями, є врахування таких факторів: температура води, глибина залягання ґрунтових вод, зволоженість ґрунту, строки і норми вегетаційного поливу для конкретних рослин, які вирощуються.

Садово-городні культури, залежно від кліматичних умов своєї історичної батьківщини та біологічних особливостей, потребують особливий водний режим.

Грамотний підбір системи поливу – запорука здорового плодоносного господарства. Але полив – це не просто зволоження ґрунту. Вода іноді може стати не тільки джерелом життя, а й погубити рослину. Надмірне зволоження, як правило, викликає загнивання коренів, а полив холодною водою призупиняє зростання культур, знижує врожайність і т. д.

Температура води для поливу не повинна бути нижче температури повітря у відкритому ґрунті. При поливі холодною водою в тканинах рослин, вимогливих до тепла, овочевих культур підвищується в'язкість протоплазми, знижується сила поглинання вологи, внаслідок чого різко знижується надходження в рослину води, незважаючи на наявність води в ґрунті, настає так звана фізіологічна посуха.

Також цілий ряд помилок при поливі, у майбутньому, може призвести до багатьох негативних наслідків. Наслідками неправильної технології зрошення є процес ерозії, розмивання ґрунту, порушення його гранулометричного складу, структури, а також насичення мінеральними речовинами та солями, які пригнічують розвиток рослини [2].

Для запобігання таких наслідків все більше використовують системи автоматизованого поливу. Це перш за все засоби для правильного та зручного поливу рослин у відповідний час.

Існує багато видів іригаційних систем, в яких вода подається на все поле рівномірно. Вода може надходити з підземних горизонтів через джерела чи свердловини. Також джерелом зрошення рослин можуть бути поверхневі води такі як: річки, озера або водойми. І навіть від очищених стічних вод або опріснених вод теж може надходити вода для поливу[8].

Для вирішення всіх цих питань можна застосовувати автоматичну систему поливу. Налаштувавши її правильно під потреби рослин, які вирощуються, надає цій системі низку переваг.

Розглянемо ситуації, в яких розкриваються переваги автоматичних систем поливу:

- Для повноцінного та правильного зрошення навіть невеликих ділянок розміром від 0,1 до 2 га потрібно витратити велику кількість часу, перетягуючи шланг, контролювати виток води, в той час як система автоматичного полива не вимагає участі людини в процесі зрошення. Полив здійснюється навіть за відсутності людини на ділянці, що забезпечує повну автономію та комплексний полив рослин. Це в результаті дає змогу забезпечити всі рослини такою кількістю вологи, яка їм необхідна.
- При спекотній погоді активне сонячне випромінювання згубно діє на рослини. Це можливе привести до обпалення листків, що в результаті спочатку приведе до зневоднення рослини, а потім рослина буде хворіти або засохне. Система автоматичного поливу може здійснювати зрошення увечері, вночі або



рано вранці, коли випаровування мінімальні і рослини отримують максимальну кількість вологи.

- При поливі рослини зі шлангу на ґрунті з'являється повітронепроникна кірка. Ґрунт стає твердим, повітря перестає надходити до коріння рослин. З системою автоматичного поливу такого не станеться, тому що зрошення відбувається у вигляді крапель штучного дощу (інша назва системи поливу - «штучний дощ»), коріння рослин будуть отримувати достатню кількість повітря та вологи.
- У разі випадання дощу чи заморозків роботу системи можна призупинити і навіть зовсім припинити до поліпшення або зміни умов. З настанням зими система консервується, а вода за допомогою компресора видувається.
- Практично всі комунікації проходять під землею, тільки пульт керування (контролер) та блок розподілу води знаходяться на поверхні. Автоматизовані системи поливу можна використовувати разом з інструментами для вимірювання вологи ґрунту – тензіометрами. Вони показують необхідність поливу рослин і допомагають обрати режим зрошення. Тільки рослини, вирощувані при оптимальній вологості, можуть дати хороший результат по своїй врожайності, а точна інформація відповідно до потреби рослин дозволить заощадити водні ресурси та кошти.

Як результат, дуже важливо, щоб фермери раціонально використовували воду для потреб сільського господарства та забезпечували її належну якість, що сприятиме збереженню ґрунтів та хорошому врожаю.

Сьогодні системи поливу встановлюються і великими підприємствами для вирощення товарної продукції, і на маленьких ділянках для фермерських або домашніх господарств.

Переваги автоматичних систем безперечні. Автоматична система при її встановленні окупиться достатньо швидко. По-перше, при автоматичному поливі значно знижується витрата води і здійснюється більш якісне зрошення за рахунок точного розрахунку дозування подачі води. По-друге - це економія часу, що треба

використовувати раціональніше. По-третє, мінімізуються ризики пошкодження рослин.

## 1.2 Класифікація автоматичних систем дозування води

На сьогоднішній день існує велика різноманітність систем зрошення. У світі вже давно використовують такі системи, які дозволяють збільшити ефективність і зменшити вартість готової продукції [1].

Автоматичні системи поливу, в першу чергу, класифікуються за типом використовуваного зрошувача:

- АСП з використанням роторів — вода потрапляє на поверхню вищевказаної деталі під час її обертання. Як результат, зрошення проходить безперервно і по всій площі сектора. До переваг відноситься рівномірність поливу усієї ділянки округлої форми, але недоліком є те, що рослини в не доступних для дощувача місцях отримують недостатньо вологи, через зону дії роторів, це компенсується кількістю встановлених роторів. На рис. 1.1 представлена роторна АСП [5].

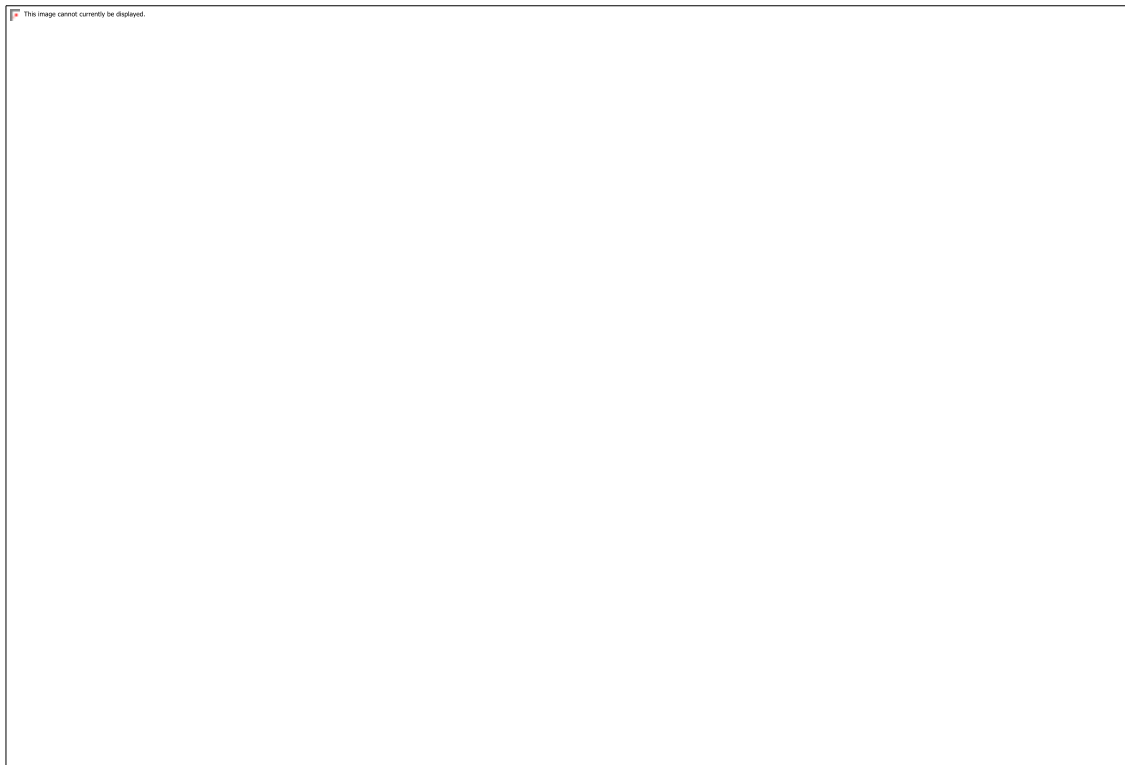


Рис. 1.1. Роторна АСП

- Імпульсні АСП — використовується відсікач, який розбиває воду, а поворотний механізм забезпечує її рівномірний розподіл по ділянці. До переваг

можна віднести те, що полив здійснюється точково, не по всій площині дії. На рис. 1.2 представлена імпульсна АСП [5].



Рис. 1.2. Імпульсна АСП

- АСП з використанням статорів — забезпечують зволоження важкодоступних місць на ділянці. Перевагою є те що, геометрія покритої ділянки буде мати прямокутну форму, до 15 м<sup>2</sup>. На рис. 1.3 представлена АСП з використанням статорів [3].



Рис. 1.3. АСП з використанням статорів

- АСП з використанням форсунок боблерів — вони є додатковим комплектуючим обладнанням до стаціонарних зрошувальних комплексів забезпечують полив чагарників і дерев. Їх перевагою є те що, вони діють на конкретний кущ або дерево. Такі системи вмикаються контролером раз в 1-4 тижні. Монтуються вони на окремій гілці трубопровода, бо їх режим роботи дуже відрізняється від перерахованих вище. Цей вид АСП є найекономнішим для поливів садів та ягідників. На рис. 1.4 представлена АСП з використанням боблерів[5].



Рис. 1.4. АСП з використанням боблерів

- АСП з використанням трубної мережі — компенсаційні трубки з крапельними отворами. Вони прокладаються в ґрунті на глибині до 10 см. Або на поверхні і через краплинні канали, що не забиваються землею, забезпечують надходження рідини з продуктивністю до 4 літрів на годину. При цьому вода поступає до коренів рослин безпосередньо, підвищуючи кількість кисню в ґрунті, створюючи необхідну вологість, знижуючи можливість появи грибкових захворювань.

Цей тип зрошувальної системи зручний для внесення добрив. До недоліків можна віднести складність правильного укладання, необхідність фільтрації води - в цьому випадку прочистити отвори, що забилися, досить складно. На рис. 1.5 представлена АСП з використанням трубної мережі [4].



Рис. 1.5. Трубна мережа

Незалежно від обраного типу зрошувача, звертають увагу на продуктивність, кут подачі та напір води. Від значень цих показників залежить якісне отримання рослинами необхідної кількості вологи.

Загальним недоліком систем автоматичного поливу вважаються високі матеріальні витрати на покупку і монтаж обладнання.

Існує два основних типи поливу за кількістю використаної води: низької та високої витрати води. І обидва можуть бути ефективно використані у садівництві в залежності від потреби [12].

До низьковитратних систем належать:

- Туманізатори — системи, що дозволяють регулювати мікроклімат з середини. Вони працюють завдяки розсіюванню води на краплі розміром 5-10 мікрометрів. Ця система актуальна для рослин, яким необхідно завжди підтримувати певну відносну вологість повітря. До прикладу, томати, баклажани,

перець, квасоля, баштанні потребують 60-65% вологості повітря; капуста, морква, буряк, кріп, петрушка, щавель, цибуля порей — 70-75%, а огірок, салат, шпинат, селера, цибуля на зелений лист — усі 80-90%. На рис. 1.6 зображена робота туманізаторів [7].



Рис.1.6 Туманізатори

- Крапельні емітери та крапельні трубки, які дозовано подають воду прямо під корінь рослини. Автоматичні системи із застосуванням крапельного поливу використовують, переважно, для дерев, чагарників, деяких квітників та тих рослин, які не можна або неефективно поливати дощувальних способом. На рис.1.7 зображена робота крапельних трубок [9].



Рис.1.7 Крапельна трубка

До високовитратних систем належать:

- Роторні дощувачі — голівка, що обертається та охоплює велику площу поливу з відстанню від 5 до 25 м. Такий тип зрошувача працює під великим тиском та має різні витрати води — від помірно малих до великих витрат. На рис.1.8 зображено роботу роторного дощувача [9].



Рис.1.8 Роторний дощувач

- Віялові дощувачі — сектор поливу охоплює всю площу. Працює за малих тисків при відносно середній витраті води. Радіус дії до 5 м. На рис.1.9 зображено роботу віялового дощувача [11].



Рис.1.9 Віяловий дощувач

- МР-ротатор — поєднує в собі обертання струменя води і одночасне охоплення всієї площі зрошення. Працює такий за малого тиску і має малу витрату води. Радіус дії такого зрошувача від 2 до 9 м. На рис.1.10 зображена робота МР-ротатора [6].



Рис. 1.10 МР-ротатор

На сьогодні підприємства, які масово вирощують продукти харчування найчастіше застосовують п'ять основних видів поливу [9]:

1. Передпосівні, передпосадкові та післяпосівні, що забезпечують гарні урожаї насіння і приживлюваність рослин; поливні норми дорівнюють 100-200 м<sup>3</sup>/га.
  2. Основні вегетаційні поливи для відновлення запасів вологи в кореневмісному шарі з поливними нормами 200-550 м<sup>3</sup>/га.
  3. Освіжуючі поливи для зволоження наземних органів рослин та пригрунтового шару повітря у спекотні дні (а полив здійснюється у вечірній час), з поливними нормами 20-30 м<sup>3</sup>/га.
  4. Протипаморозкові поливи для захисту наземних органів рослин від невеликих заморозків у весняний та осінній періоди.
  5. Підкормові поливи для внесення з водою добрив в розчиненому вигляді.
- При плануванні ділянки краще відразу встановлювати систему поливу. Проектування та встановлення систем автоматичного поливу вимагає дуже серйозного підходу. Грамотно розроблена система інженерних комунікацій дозволить уникнути безлічі проблем та заощадить кошти.



Автоматичні системи зрошення виключають проблему стоку води при переливі, а датчики, якими укомплектовані системи, визначають рівень випадання опадів і відключають зрошення, якщо воно не потрібно.

При правильній установці, експлуатації та своєчасному проведенні профілактичних заходів автоматизовані системи можуть служити до декількох десятків років. Також важливо використовувати додаткові прилади, такі як тензіометр.

Тензіометр – прилад для визначення капілярної (матричної) складової потенціалу (тиску) ґрунтової вологи. Отримане значення відображає енергію, яку витрачає коренева система рослини для всмоктування води з ґрунту. За допомогою тензіометра може здійснюватися безперервний моніторинг за вологістю ґрунту і автоматизоване економічно обґрунтоване керування поливом.

### **1.3 Принцип роботи та особливості застосування автоматичних систем**

Найголовнішою перевагою є те, що керування системою поливу може бути частково або повністю автоматизованим. Автоматичний блок керування включає в себе мікроконтролер або таймер, який програмується за часом та секторам поливу. Він дозволяє здійснювати полив потрібного сектора в заданий час, а дощувачі з'являються з-під землі тільки під час поливу і не заважають при проведенні агротехнічних робіт [6].

Автоматичне керування не вимагає щоденної присутності людини на садибі, так як за допомогою контролера необхідно задати один раз всі необхідні параметри час поливу, його тривалість і частоту. А датчик дощу вимкне автополив, якщо на ділянці піде дощ. [2]

Для правильного поливу кожної культури садівники використовують спеціальні пристосування - поливальні інструменти. Системи поливу є невід'ємною частиною для різних об'єктів, наприклад таких як: газони та квітники; парки і сади; зимові сади і теплиці; футбольні та гольф поля; сільськогосподарські угіддя; дачні ділянки та ін. [9].

Необхідне для поливу обладнання включає в себе: електромагнітні гідравлічні клапани, програматори, фільтри, крапельне зрошення, форсунки, датчики, регулятори, автоматичне насосне обладнання, труби, затискні фітинги та інші.

Іншою не менш важливою перевагою для підприємств є універсальність даних систем. Для конкретних умов і культур можна підібрати оптимальний спосіб поливу. Серед різноманітних варіантів можна обрати системи з такими принципами роботи:

Полив під корінь (поверхневий) - це найпоширеніший спосіб поливу, суть якого полягає у розподілі води по поверхні ґрунту. Волога поступово вбирається, рівномірно зволожуючи ділянку. Вода не потрапляє на вегетативну частину рослин, завдяки цьому на листках не утворюються опіки, не поширюються грибкові та бактеріальні інфекції [10].

Дощування - це один з найпростіших способів поливу, що імітує природні опади. Вода потрапляє на листя і стебла, на відкриті ділянки ґрунту. Спосіб відрізняється економічністю і позитивним впливом на більшість культур. Адже при дощуванні створюється особливий сприятливий мікроклімат для росту садових культур і життєдіяльності ґрунтової мікрофлори. На рис.1.11 проілюстровано принцип дії дощування[12].



Рис.1.11 Дощування

Крапельний полив наймовірно зручний спосіб поливу за допомогою системи труб, по яких вода доставляється безперервно, порційно, безпосередньо під корінь кожної рослини. Особливо популярний спосіб для поливу в теплицях.

Крапельний полив відрізняється економічною витратою води, адже кожна крапля доставляється в необхідне місце. Регулюючи інтенсивність зрошення можна домогтися потрібного зволоження ґрунту. На рис.1.12 зображено крапельний полив[3].

Підґрунтовий полив - це найбільш трудомісткий і витратний спосіб поливу. Полягає в подачі води безпосередньо в прикореневу зону на невеликій глибині. Її перевага - в попередженні утворення ґрунтової кірки, зменшення втрат вологи на випаровування.



Рис. 1.12 Крапельний полив

Після грамотного підбору системи поливу, необхідно також враховувати і дотримуватися наступних правил [9]:

1. У спекотні дні краще поливати культури ввечері. Так вони встигнуть насититися вологою за ніч. Але якщо ночі холодні, то поливи переносять на ранковий час.
2. Чим вища температура вдень, тим більше води потрібно рослинам. Адже під дією сонячних променів частина вологи випаровується.

3. Частота поливів залежить і від структури ґрунту: піщані ґрунти поливають часто і рясно.

4. Коренева система більшості рослин має поверхнєве розташування, залягає в шарі до 20 см. Тому важливо зволожувати цей шар повністю. Поверхневий полив зі зволоженням на 5 см не принесе бажаного ефекту: волога швидко випарується, не досягнувши коренів рослин.

5. Крім того, рясність поливів залежить від розміру рослини. Якщо недавно висадженої розсади досить 1-2 літрів води, то дорослі дерева потребують приблизно 50 літрів.

Не слід поливати рослини холодною водою під корінь. Оптимальна температура води від 15 до 25 градусів. Для того щоб довести воду до потрібної температури, її накопичують в ємностях - бочках, баках, ваннах. За добу вода нагрівається до потрібної температури і готова до поливу.

Культурні рослини потрібно поливати по-різному: одним необхідні краплі на листках, для інших такий спосіб небезпечний, може призвести до поширення грибкових захворювань.

Також важливим принципом є врахування потреб конкретних садових культур:

- перці, картопля, баклажани, томати поливають тільки під корінь, дощування викликає грибкові захворювання;
- огірки необхідно дощувати теплою водою щодня;
- морква і буряк вимагають рясне дощування, з проникненням вологи в ґрунт на глибину до 30 см;
- цибуля і часник мають поверхнєву кореневу систему, тому полив для них повинен бути менш інтенсивним та здійснюватися під корінь;
- для квітників слід передбачити полив під корінь, в іншому випадку від вологи на квітках можуть з'явитися плями і цвіль;
- дерева, кущі, ягідні культури поливають під корінь, щоб уникнути поширення гнилі та інших хвороб.

Тому в овочівництві прийнято застосовувати п'ять видів поливів[5]:

1. Передпосівні, передпосадкові та післяпосівні, що забезпечують гарні сходи насіння і приживлюваність рослин. Потреба в поливі 100-200 м<sup>3</sup>/га.
2. Поливи для відновлення запасів вологи для коріння. Норма поливу 200-550 м<sup>3</sup>/га.
3. Освіжуючі поливи для зволоження наземної частини рослин та пригрунтового шару повітря у спекотні дні. Норма поливу 20-30 м<sup>3</sup>/га.
4. Протипаморозкові поливи у весняний та осінній періоди.
5. Підкормові поливи для внесення добрив з водою.

Для газонів, клумб, полів прийнято застосовувати дощову система поливу. Така автоматична система поливу нагадує собою справжній дощ. Вона розбризкує воду зверху. На рис.1.13 зображено дощову систему поливу газону[12].



Рис.1.13 Дощова система поливу газону

Принцип її роботи полягає в проведенні від місця скупчення води (свердловина, водопровід) спеціальних труб малого діаметру, оснащених електромагнітними датчиками. По них вода надходить до розкидувачів, дощовиків забезпечує автоматичний полив. Рідина, яка надходить по трубах, очищається за допомогою спеціальних фільтрів. Справну роботу всього обладнання забезпечує спеціальний контролер.

Якщо певна робота даної системи якось не підходить і не влаштовує, її можна легко перепрограмувати. Вона встановлює полив в певний час, відповідний витрата води і по певному радіусу. Така автоматична система підійде для зрошення навіть значних ділянок ґрунту.

Крапельні автоматичні системи поливу застосовуються для зрошення тих рослин, які не люблять дощ і надходження води зверху. Для цього прокладають спеціальне обладнання прямо біля кореневищ рослин. При використанні крапельного автоматичного поливу стебла і листя рослин залишаються сухими.

Такий метод застосовують при необхідності поливу чагарників, теплиць або городу. Під час її застосування практично вся вода потрапляє до пункту свого призначення.

За рахунок цього витрачається мінімальна кількість води і енергії. До того ж, системи крапельного автоматичного поливу вважаються найбільш довговічними і надійними.

Ще важливою особливістю автоматичних систем поливу є виконання наступних функцій[8]:

- накопичення води, її підігрів і полив;
- зрошення рослин відповідно до певної програми;
- доставка води, її транспортування і розподіл до дощовиків, розташованим на певній території;
- рівномірний і дозований підведення води по всій ділянці;
- зрошення ґрунту для забезпечення її вологості.

Під час використання автоматичних систем поливу певний рівень вологи зберігається по всій території, де вони розташовані. Вода при цьому витрачається дуже економно і в більшості випадків потрапляє безпосередньо на кореневу систему рослин.

Головні переваги автоматичної системи поливу в порівнянні з ручним (наприклад, за допомогою шланга):

1. полив здійснюється автоматично в певний час доби в певному місці за допомогою спеціально запрограмованого обладнання;
2. немає необхідності демонтувати комплектуючі в період холодів і морозів;
3. більшість систем відрізняються довговічністю і надійністю. Наприклад, крапельний варіант поливу;
4. економія ресурсів та часу;

5. простота керування всією системою і всіма її комплектуючими.

Сучасні автоматичні системи поливу розміщують на глибині близько тридцяти сантиметрів над рівнем ґрунту. На цій відстані вони оптимально виконують свої функції. Даний нюанс варто враховувати, проектуючи посадку рослин.

Найчастіше автоматична система поливу складається з наступних складових:

- дощовиків (рис.1.14).
- контролера (рис.1.15);
- клапанів електромагнітного типу (рис.1.16);

Найголовніші складові системи та їх функції:

Дощувачі забезпечують подачу води безпосередньо до кореневої системи рослин. Вони мають у своєму розпорядженні безліччю шлангів для поливу. З їх допомогою цілком реально забезпечити зрошення території до 30 метрів. Від площі ділянки для планованої автоматичної системи залежить тип форсунки для поливу[2]. На рис. 1.14 зображено дощовик[5].



Рис.1.14 Приклад дощовика

Контролер в автоматичних системах поливу виконують найважливішу функцію. З його допомогою включаються електромагнітні клапани в певній послідовності. Даний елемент забезпечує справність роботи всіх елементів автоматичного поливу. На рис. 1.15 зображено контролер автоматичної системи поливу[5].



Рис.1.15 Приклад контролера АСП

Електромагнітний клапан для поливу забезпечує роботу дощовиків для поливу городу або газону. Кількість клапанів залежить від кількості форсунки і шлангів, сумісних з дощувачами. На рис.1.16 зображено електромагнітний клапан[5].



Рис.1.16 Приклад електромагнітного клапану



## РОЗДІЛ 2

# ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОЗУВАННЯ ВОДИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ

### 2.1. Функціональна схема та принцип роботи автоматичної системи дозування води.

В даній АСП контролер відповідає за керування кожним елементом та системи в цілому. Дисплей відображує назву або номер помпи/насоса. Енкодером виконується налаштування системи: час та період роботи кожного насоса. Блок реле вмикає та вимикає помпи у заданий енкодером на дисплеї час. Блок живлення відповідає за стабільну 5 вольтову напруги мережі. На рис. 2.1 показана функціональна схема системи.

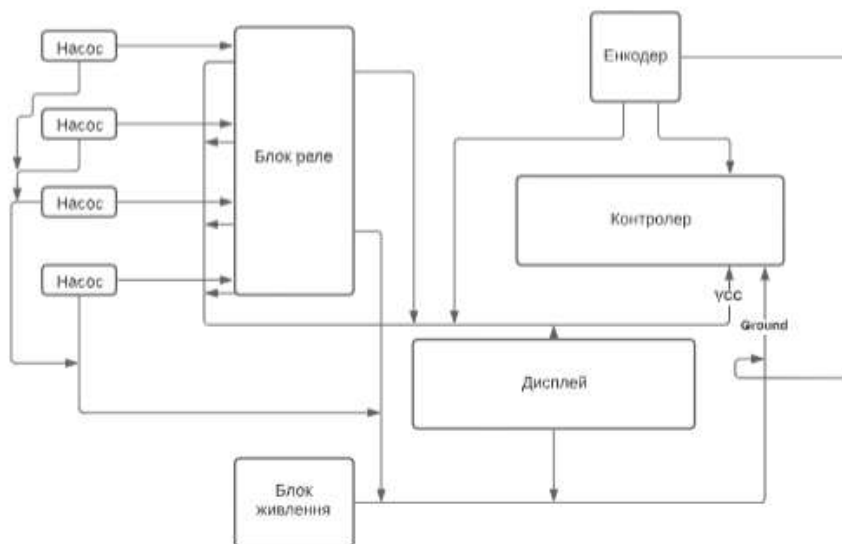


Рис. 2.1 Функціональна схема системи

### 2.2. Вибір елементної бази

Для побудови даної системи знадобляться такі елементи:

Контролер, модуль реле, енкодер, дисплей, макетна плата, перемички, корпус, шланги.

### 2.2.1. Контролер

Arduino Uno Rev3 - це епліка оригінальної Arduino Uno Rev3. Країна походження - Китай. Від інших версій мікроконтролер відрізняється мікросхемою USB-UART перехідника, ATmega16u. Також має високу швидкість передачі даних. Драйвера встановлюються автоматично при інсталяції середовища розробки Arduino IDE. Версія Uno має I2C інтерфейс (контакти SDA і SCL), виводи джерела опорної напруги AREF для аналого-цифрового перетворювача контролера та вихід напруги живлення портів введення-виведення IOREF для автоматичного перемикання напруги периферії при використанні 5В і 3,3 контролерів. На рис. 2.2 зображений контролер, що був використаний у побудові даної системи[22].



Рис.2.2 Контролер Arduino Uno

Для програмування контролера використовується спрощена версія C++. Розробку програмного забезпечення можна вести як з використанням середовища Arduino IDE, так і за допомогою довільного C/C++ інструментарію. Програмування та передача даних на комп'ютер відбувається по USB-кабелю, для автономної роботи можна використати батарейки, акумулятор або від блока живлення на 7-12 В, роз'єм розмірами 5.5 на 2.1 мм.

Особливості:

- Мікроконтролер - ATmega328P;
- Частота - 16 МГц;
- FLASH пам'ять – 32 Кб;
- EEPROM пам'ять – 1 Кб;
- 14 цифрових входів та виходів, шість з яких можуть працювати в режимі ШІМ;
- Має 6 аналогових входів;
- Напруга живлення від 7 до 12 В;
- Розмір - 68 x 53 x 15 мм;
- Вага - 25 г;
- Вартість - 187 грн.

### 2.2.2. Модуль реле

Чотирьох каналний модуль реле 5В 10А низького рівня з опторозв'язкою, що має 4 комутуючих реле і керуючими сигналами з опторозв'язкою. Може керуватися безпосередньо з виводів мікроконтролера Arduino Uno, Nano або іншого. Максимальний струм навантаження 10А при напрузі 250В.

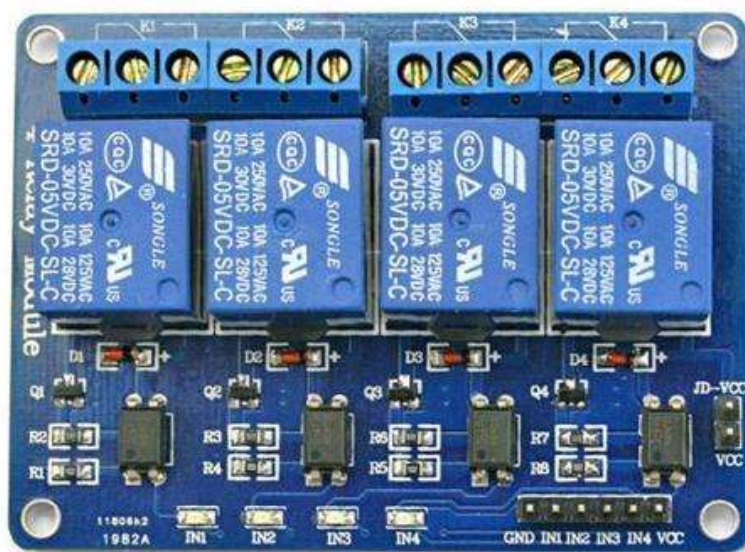


Рис.2.3 Чотирьох каналний модуль реле

Може бути керованим більшістю мікроконтролерів: Arduino, AVR, PIC, ARM і MSP430.

Для кожного реле необхідно 15-20мА для роботи з напругою живлення модуля п'ять Вольт.

5В TTL керуючий вхід, що може бути поданий безпосередньо з виходу мікроконтролера але краще використовувати блок живлення, бо китайська версія Arduino має проблеми з лінією живлення і її не треба сильно навантажувати. На рис.2.3 зображено модуль реле, що використовується в даній АСП[22].

- Максимальний струм навантаження 10А при 250В;
- Розміри 4.9 см x 5.1 см x 1.8 см ;
- Вартість - 65 грн.

### 2.2.3. Енкодер

Модуль енкодера призначений для побудови систем введення та керування. Має дискретність 24 кроки на оберт. Наявність виходів під перемички не вимагає пайки. На платі вжержопаяні підтягуючі резистори для енкодера. Доволі маленькі розміри і наявність монтажних отворів робить цей модуль ідеальним для використання в даній автоматичній системі дозування води. На рис.2.4 зображено енкодер, що використовується у даній АСП[24].



Рис.2.4 Енкодер

- Вартість – 33 грн.

#### 2.2.4. Дисплей

LCD 2004 I2C символний дисплей 20x4 синього коліру. LCD дисплей має 4 рядки, по 20 символів на рядок з керуванням по шині I2C (TWI, IIC), що дуже зручно при нестачі вільних виводів на Arduino, досить підключити всього два дроти, не рахуючи живлення і можна повністю керувати дисплеєм.

Перед використанням у приладі потрібно відрегулювати контрастність дисплея змінним резистором на зворотньому боці схеми. В іншому випадку виводяться символи не будуть бачити. На рис.2.5 зображено дисплей, що використовується у даній системі[25].

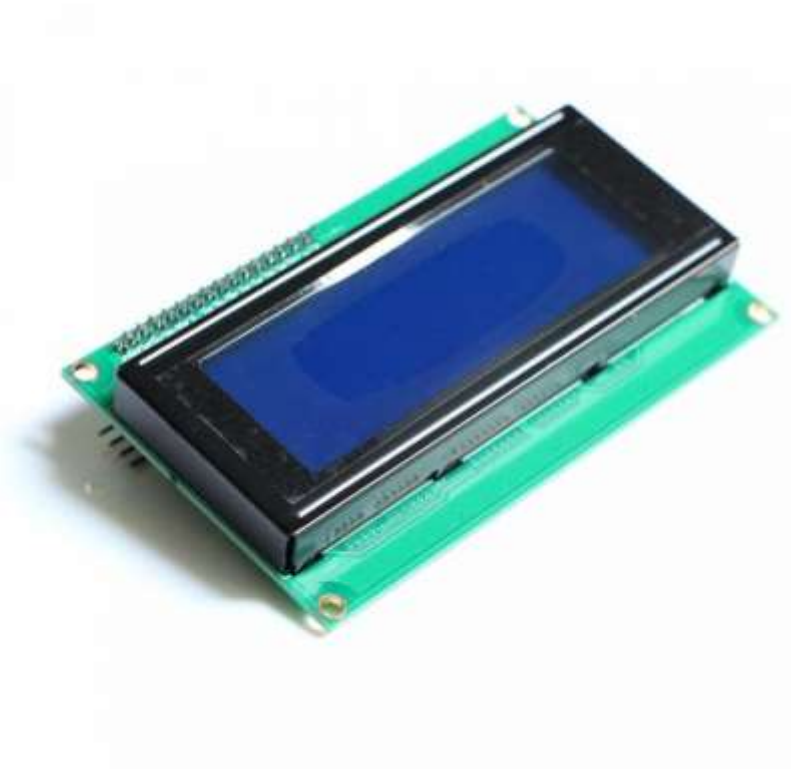


Рис.2.5 LCD дисплей

Особливості:

- Адреса I2C - 0x3f;
- Чіп конвертора I2C: PCF8574A;
- 20 символів в рядку;
- 4 рядки;
- Відсутня підтримка кирилиці;
- Синій колір фону; білий колір символів;

- Контрастність можливо налаштувати змінним резистором на зворотньому боці;
- 5 – вольтове живлення;
- Розміри точки: 0.55 x 0.55 мм;
- Відстань до точки: 0.60 x 0.60 мм;
- Розміри символів: 2.96 x 4.75 мм;
- Відстань між символами: 3.55 x 5.35 мм;
- Розміри: 98 x 60 x 20 мм;
- Вартість – 124 грн.

### 2.2.5. Насоси

Водяний погрузний насос помпа 3-6В 120л/г. Використовується для перекачування води в різні ємності. Можливо качати рідину з дуже високою швидкістю для таких розмірів, близько 120 літрів на годину. Застосовується для поливу рослин, акваріумах, фонтанах і т.д. Використовуючи цей насос спільно з різними датчиками можливо створити систему автоматичного поливу і підтримання життєдіяльності рослин. Має місце також в гідропоніці і аквапоніці. Завдяки низької напруги живлення 2.5-6 вольт, помпа може житись від сонячних батарей. Для занурення насоса у воду повністю - необхідно його обов'язково закріпити за корпус і подбати про додаткову герметизацію корпусу в місці виходу проводу. На рис.2.6 зображено насос, що використовується у даній системі автоматичного поливу[26].



Рис.2.6 Водяний погрузний насос помпа

Особливості:

- Живлення від 2.5 до 6 В;
- Потужність від 0.4 до 1.5 Вт;
- Залежність струму від напруги живлення;
- Перекачка рідини зі швидкістю до 2 л / хв або 120 л / год;
- Загерметизований, пластиковий корпус;
- Можливість перекачки різних рідин: масло, вода;
- Вартість 44 грн/шт.

### 2.2.6. Макетна плата

Безпаєчна макетна плата MB-102 400 отворів. Всього дана макетна плата має 30 пінів в довжину (400 отворів), має розміри 8.2 см x 6.2 см. 2 пари ліній живлення. На рис.2.7 зображено макетну плату, що використовується у системі[27].



Рис. 2.7 Макетна плата безпаєчна

Особливості:

- 400 отворів;
- На двох сторонньому скотчі;
- 4 лінії живлення;
- 30 горизонтальних рядів отворів;

- 10 вертикальних рядів;
- Розміри 8,2 см x 6,2 см;

Схема з'єднання контактів макетної плати:

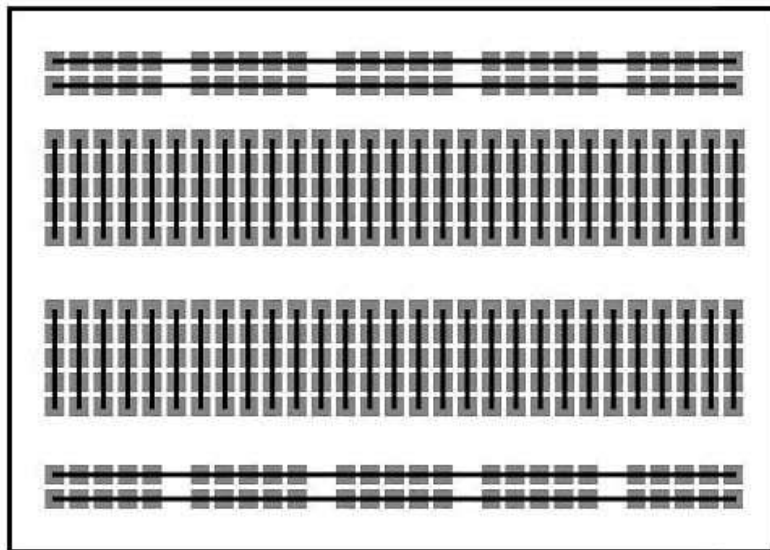


Рис. 2.8 Схема з'єднання контактів макетної плати

- Вартість – 42 грн.

### 2.2.7. Перемички

Набір перемичок для макетування IN-IN, OUT-OUT, OUT-IN довжиною 20 см. На рис. 2.9 зображено комплект дротів, що використовується у даній АСП[28].



Рис.2.9 Перемички

Склад набору:

- перемички для макетування IN-IN: 40шт, довжина 20 см;



- перемички для макетування OUT-OUT: 40шт, довжина 20 см;
- перемички для макетування OUT-IN: 40шт, довжина 20 см.

Вартість – 79 грн.

### 2.2.8. Корпус

Корпус був обраний за рахунок своїх розмірів, в нього ідеально вміщується дана система з доступом до кожного з виходів елементів системи. Важливим аргументом вибору цього корпусу було те, що в нього зручно знімаються бокові та верхня кришки. Це зручно, якщо в системі треба щось змінити або наприклад, додати декілька pomp. На рис.2.10 зображено корпус даної АСП.



Рис. 2.10 Корпус АСП

Характеристики корпуса для АСП:

- Розміри 175\*135\*105(Д\*Ш\*В) мм.
- Товщина стінок – 2 мм.

- Матеріал – ABS пластик.
- Вартість – 90 грн.

В Додатку В на рисунках 1-3 в середовищі SolidWorks були побудовані креслення деталей корпусу:

- 1 – бокові кришки;
- 2 – нижня кришка;
- 2 – верхня кришка .

### 2.2.9 Шланги

Трубка ПВХ (полівінілхлорид) 4 мм, що зображена на рис.2.11:



Рис.2.11. Трубка ПВХ

Дані трубки були обрані для транспортування води від баку до горщиків з рослинами. Трубки саме з ПВХ були обрані, бо їх використовують у харчовій сфері, вони не забруднюють воду та не мають запаху. Для даної системи підходять ідеально.

- Потрібна кількість – 4 метри (4 по 1);
- Внутрішній діаметр – 4 мм;
- Товщина стінки – 0.7 мм;
- Вартість – 48 грн (12 грн/пог.м).

### 2.2.10 Особливості даної системи

- Підтримка від 1 до 15 pomp (Arduino NANO / UNO);
- Налаштування періоду і часу роботи;

- Дисплей 1602 з відображенням налаштувань;
- Індивідуальна назва кожного каналу (кирилиця або латиниця);
- Зручне керування і налаштування енкодером;
- Зберігання налаштувань в незалежній пам'яті;
- Налаштування рівня сигналу, що керує;
- Налаштування годин / хвилин / секунд роботи;
- Паралельний режим роботи / черга.

На рис. 2.12 приведена схема підключення компонентів системи.

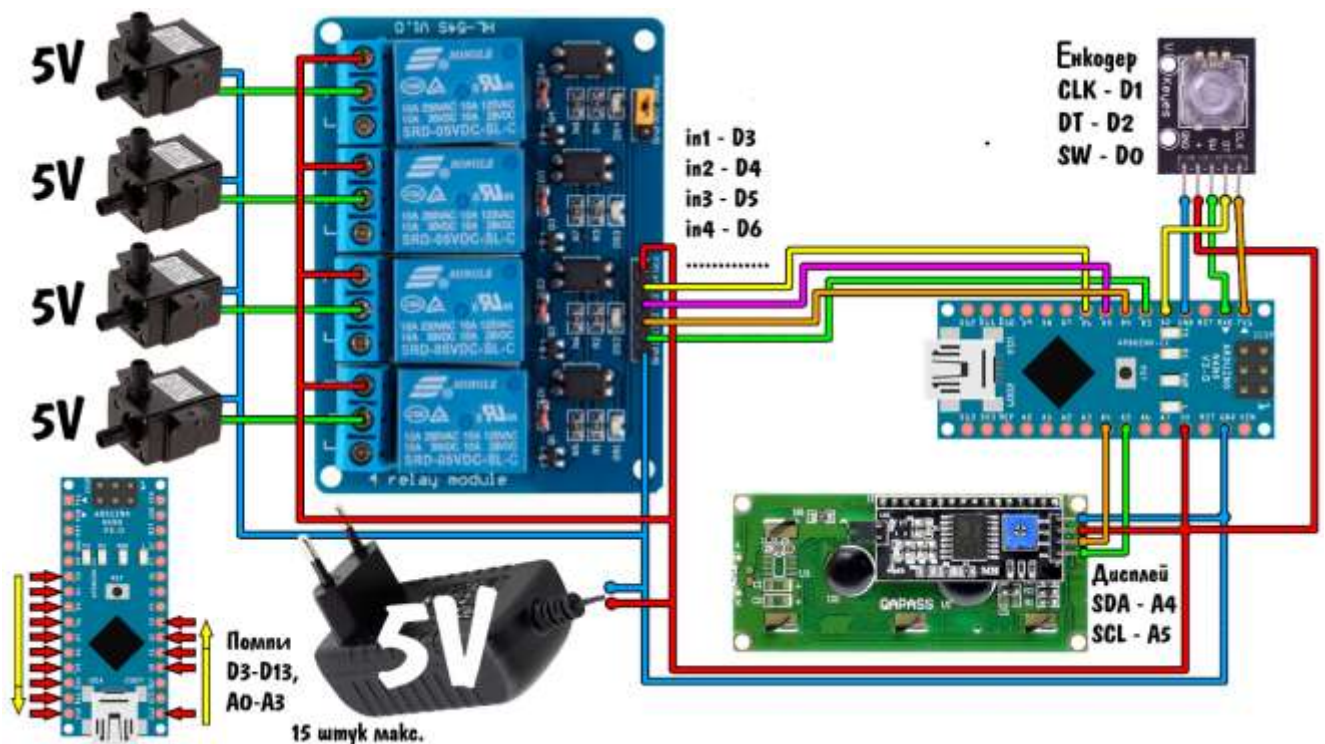


Рис.2.12. Схема підключення системи

### 2.3. Проектування та збірка макету автоматичної системи дозування

#### води

На рис.2.13 представлена обрана елементна база, а саме:

- 1 – мікроконтролер;
- 2 – дисплей;
- 3 – блок реле;
- 4 – енкодер;
- 5 – помпи;
- 6 – макетна плата;
- 7 – перемички;
- 8 – корпус;
- 9 – шланги.

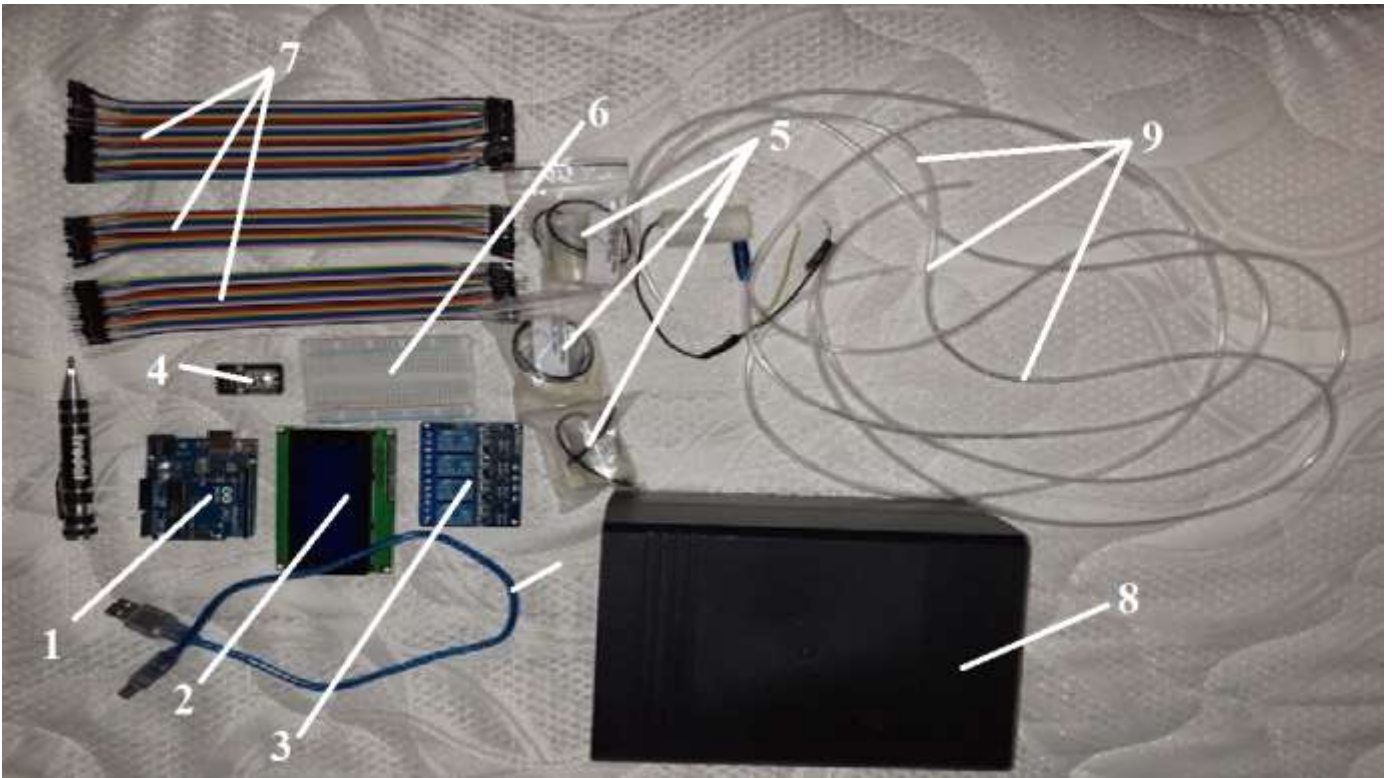


Рис. 2.13 Комплектуючі автоматичної системи дозування води

На рис.2.14 зображено підключення перемичок до енкадера та дисплею до відповідних виходів енкадера: CLK, DT, SW, VCC, Ground та дисплею SDA, SCL, VCC, Ground.

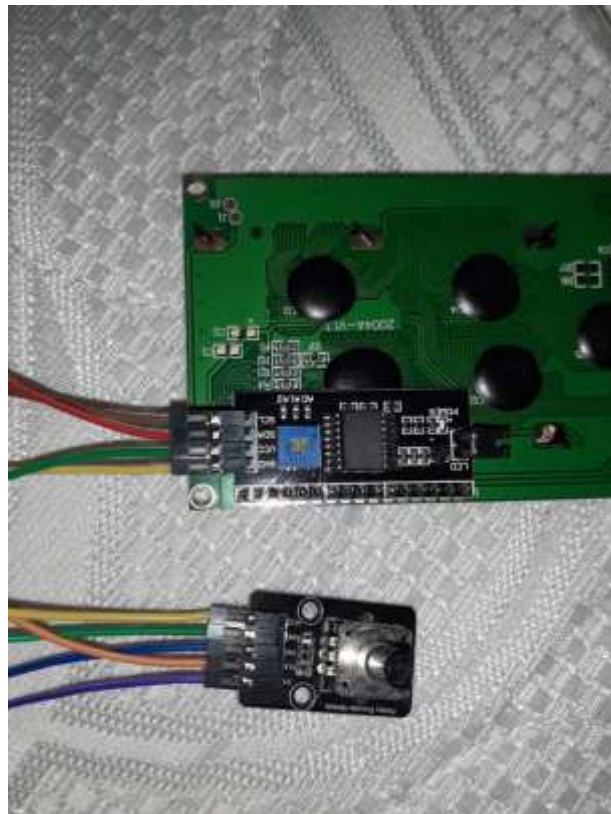


Рис. 2.14 Підключення дротів до дисплею та енкадера

На рис.2.15 було підключено перемички до відповідних контактів блоку реле: in1, in2, in3, in4, vcc, ground. Червоним колом виділені піни блоку реле.

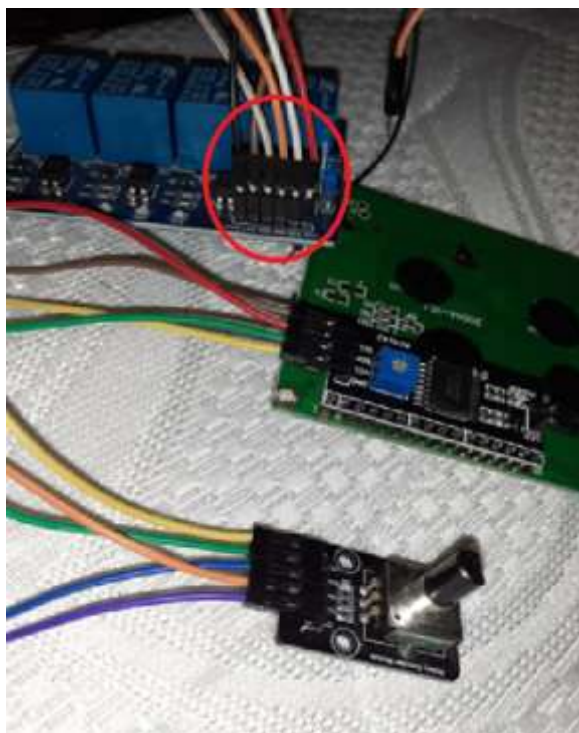


Рис. 2.15 Підключення дротів до блоку реле

Далі, на рис. 2.16 було під'єднано піни дисплею: SDA до A4, SDL до A5; енкодера: CLK до D1, DT до D2, SW до D0 до мікроконтролера. + та – мікроконтролера було виведено на макетну плату.

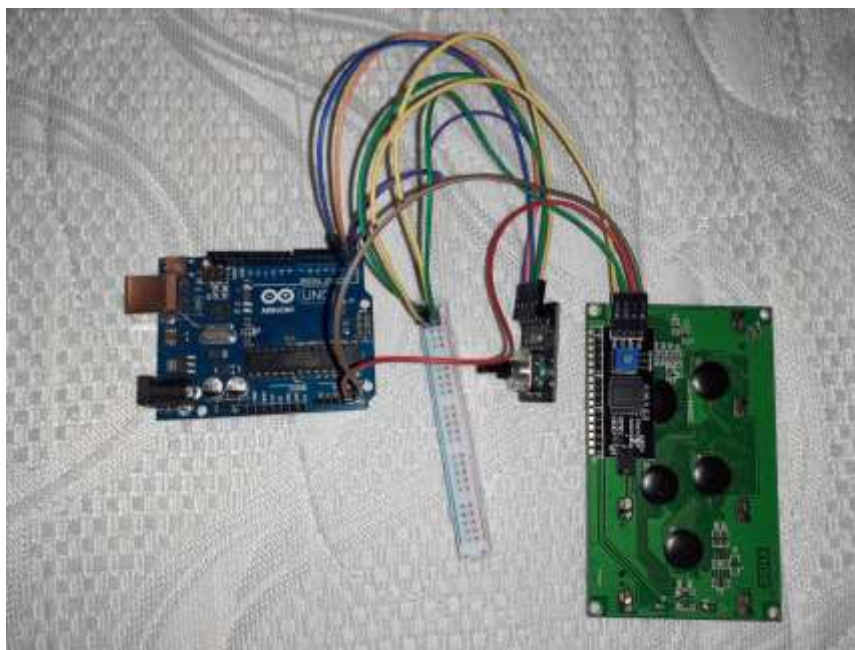


Рис. 2.16 Підключення дисплею та енкодера до Arduino

На рис. 2.17 під'єднали блок реле до Arduino Uno: in1 – D3, in2 – D4, in3 – D5, in4 – D5.

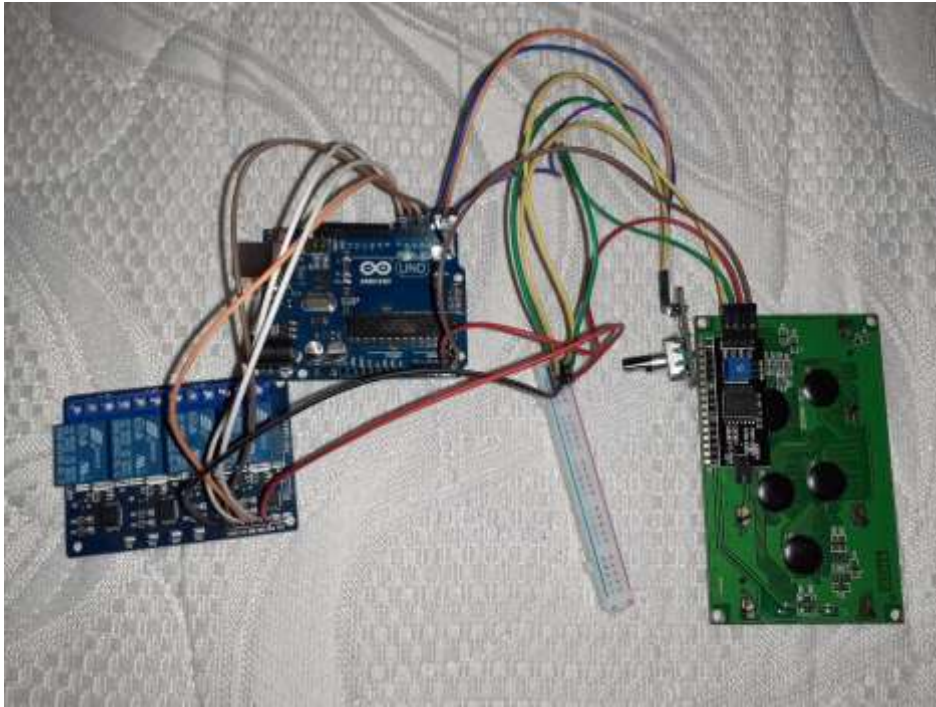


Рис. 2.17 Підключення блоку реле до Arduino

На рис. 2.18 живлення та «землю» було під'єднано від контролера до блока реле, дисплею, енкодера. Червоним виділені ці з'єднання.

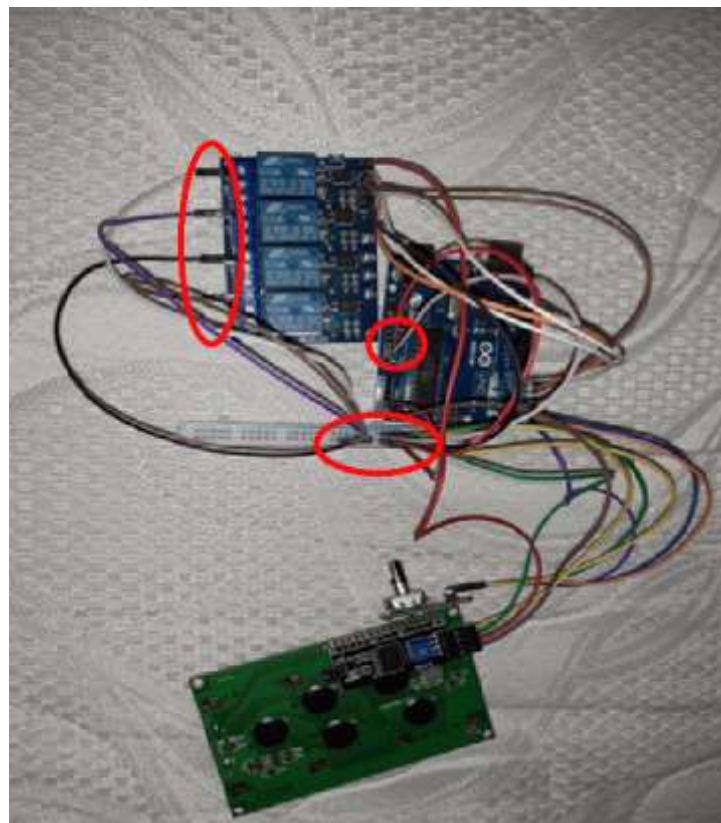


Рис.2.18 Під'єднання ліній живлення до всіх компонентів

Насоси з заводу виробника не мають конекторів. Тому на рис.2.19 зображено процес припайки конекторів, після чого були ізольовані за допомогою термоусадки.

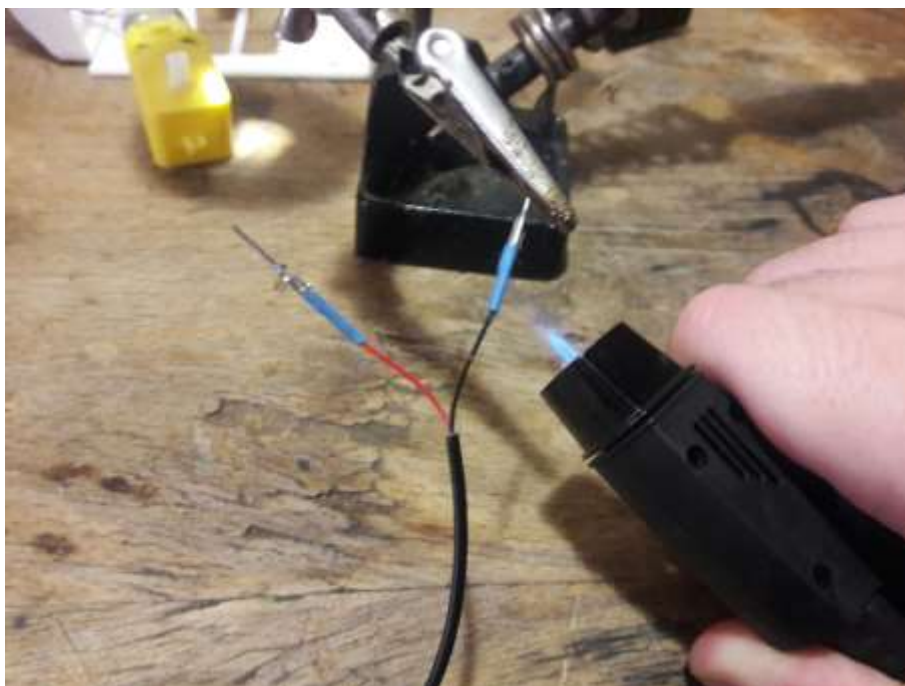


Рис.2.19 Припайка конекторів та термоусадка дротів помп

Для фіксації шлангів в штуцерах насосів (рис.2.21). Трубки були нарізані (рис.2.20) і вкручені так, щоб бути міцно закріплені в штуцерах насосів без застосування ізолюючої стрічки або клею.



Рис.2.20 Нарізка шлангів для насосів



Рис.2.21 Приєднання трубок до pomp

Після чого насоси приєднуються до реле та макетної плати, що продемонстровано червоними колами на рис.2.22.

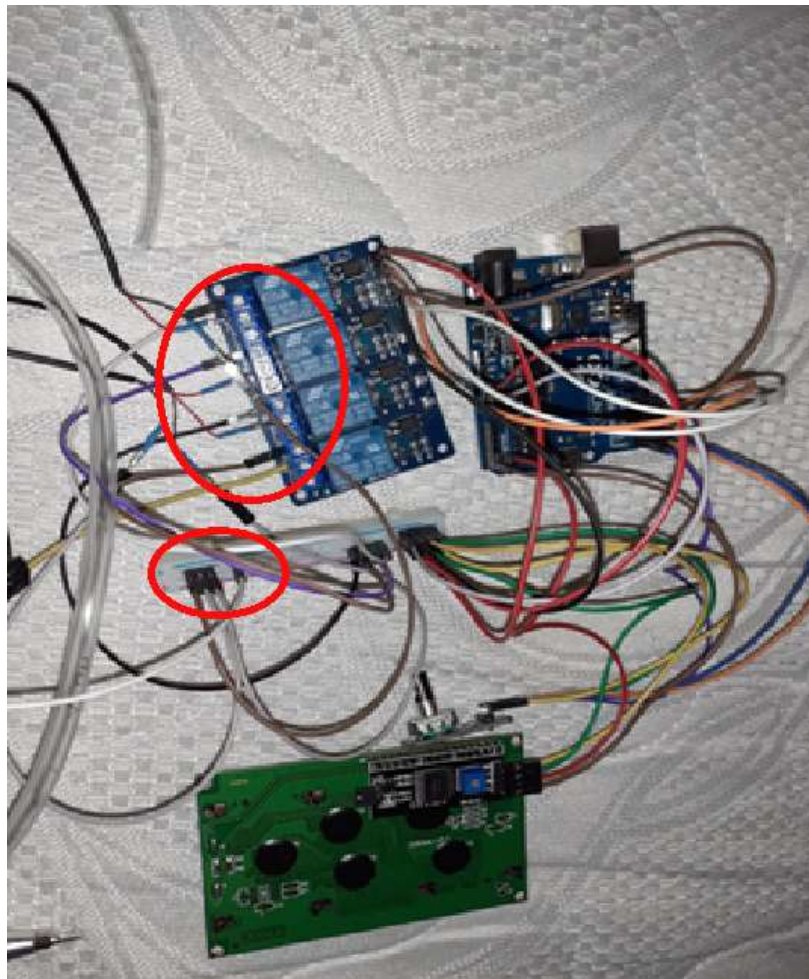


Рис.2.22 Під'єднання насосів до системи



Надалі проводилась робота з монтуванням системи у корпус, для того щоб плата була захищена від механічних пошкоджень та зовнішніх впливів. На рис.2.23 продемонстроване виготовлення технологічних отворів в корпусі для дротів.



Рис.2.23 Виготовлення технологічних отворів

У корпус закріплюються елементи системи: контролер, макетна плата та блок реле у нижню частину(рис.2.24) та дисплей з енкодером у верхню (рис.2.25).



Рис. 2.24 Закріплення контролера, блока реле та макетної плати у нижню частину корпусу

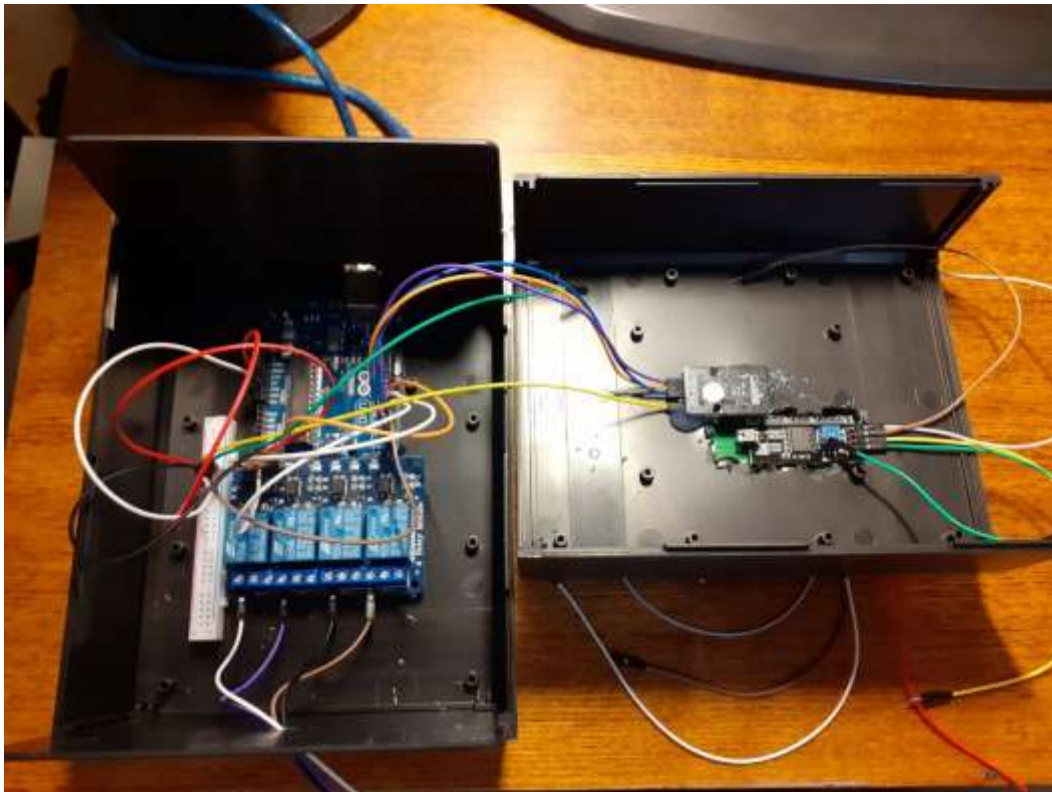


Рис.2.25 Монтування дисплею та енкодера у верхню кришку корпусу

На наступному етапі було під'єднано 4 насоси та за допомогою термоклею закріплені їх дроти (рис.2.26).

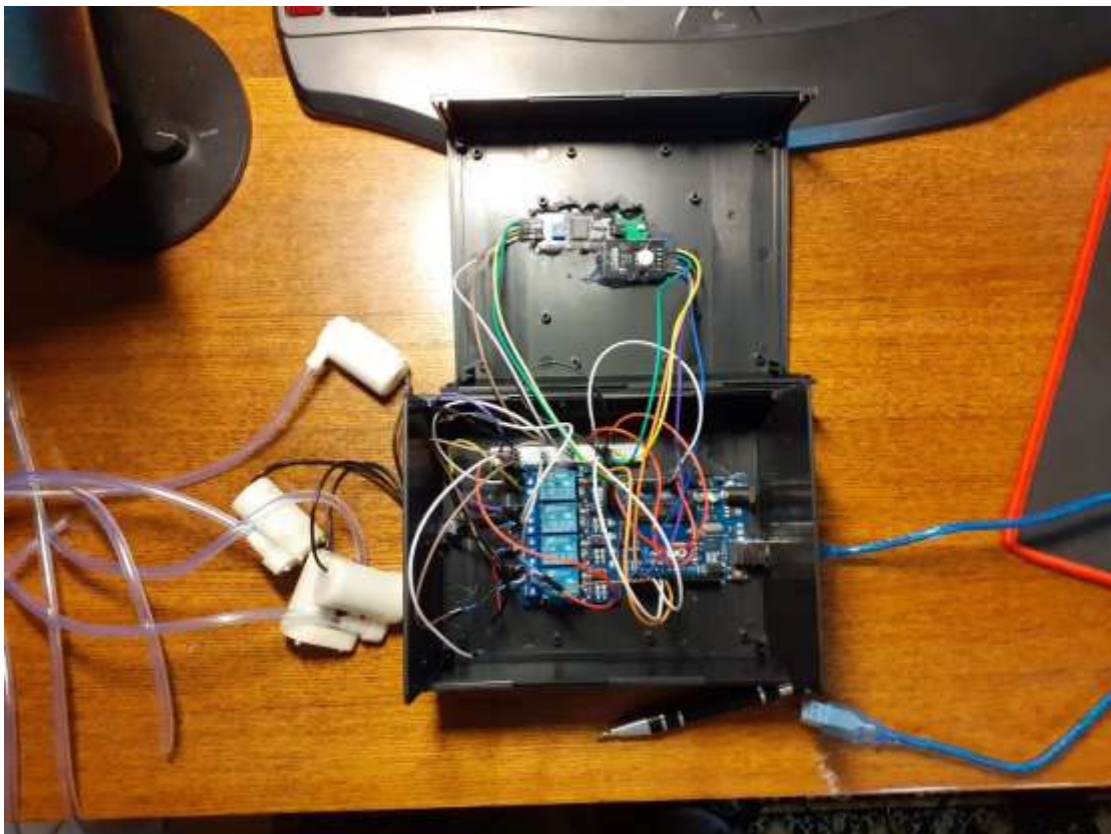


Рис.2.26 Під'єднання насосів та закріплення їх кабелів

На рис.2.27 зображена готова автоматична система дозування води без насосів.

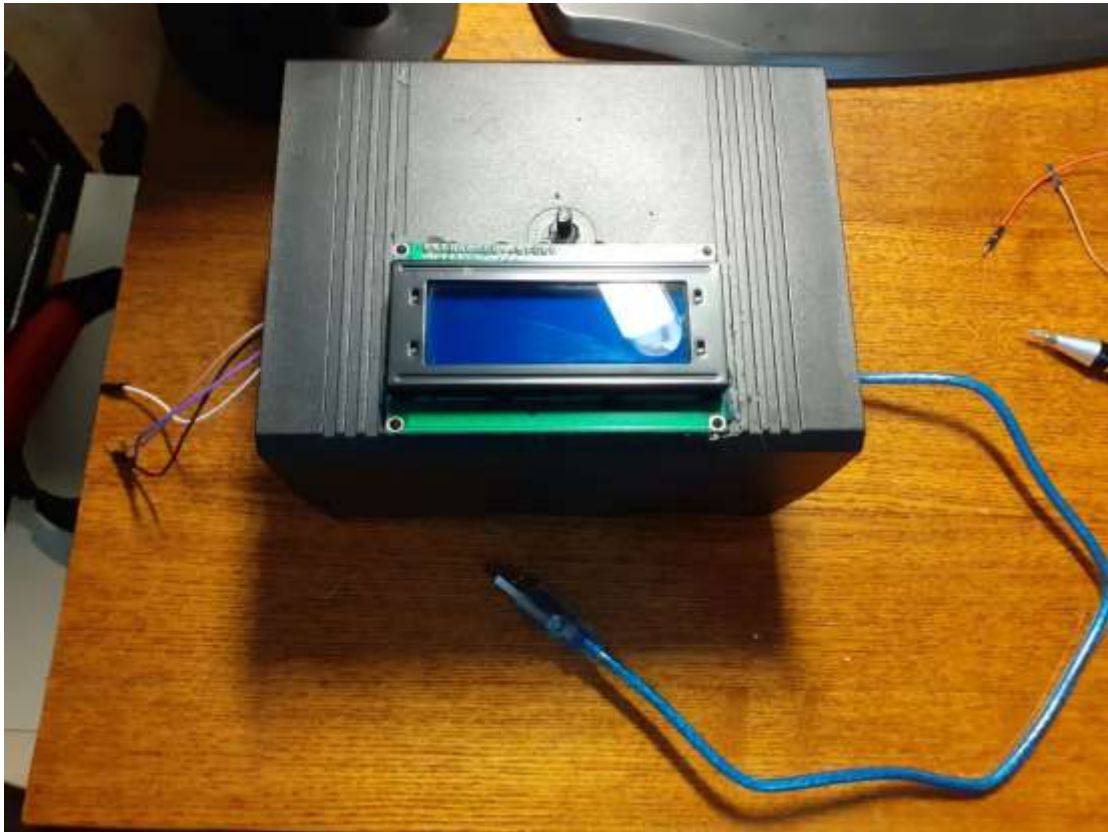


Рис.2.27 Автоматична система дозування води без насосів

На рис.2.28 зображена готова до роботи АСП.



Рис.2.28 Автоматична системи дозування води

На рис.2.29 та 2.30 продемонстровано роботу дисплея та енкодера. Енкодером на дисплеї обирається з якою помпою будуть відбуватися налаштування(Pump 1 – Pump 4). Натисненням на кнопку виконується перехід до періоду поливу (Prd), обертанням кнопки енкодера по годинниковій стрілці період зменшується і відповідно навпаки, проти годинникової стрілки – зменшується. Далі, натисненням на енкодер налаштовується час роботи помпи.



Рис. 2.29 Зображення на дисплеї до налаштування енкодером



Рис.2.30 Зображення на дисплеї після налаштування енкодером

## 2.4. Розробка програмного забезпечення

Для забезпечення роботи автоматичної системи дозування води необхідно розробити програмне забезпечення. Повний код програми наведено в додатку А з описом змінних, блоків та функцій коду.

Система керує кількістю pomp PUPM\_AMOUNT, підключених послідовно в піни плати, починаючи з піна START\_PIN. На кожен помпу заводиться таймер, який вмикає помпу на заданий час з заданим періодом. Проміжки часу (період роботи) може бути в годинах або хвилинах (настройка PERIOD). Час роботи помпи може бути в хвилинах або секундах (настройка PUMPING). Включення проводиться сигналом рівня SWITCH\_LEVEL. 0 - для реле низького рівня (0 Вольт, всі сімейні модулі реле), 1 - високого рівня (5 Вольт, рідкісні модулі реле, всі мосфети).

Примітка: котушка реле споживає близько 60 мА, кілька включених разом котушок створюють зайве навантаження на лінію живлення.

Також кілька включених одночасно pomp зроблять те ж саме. Для усунення цього ефекту є настройка PARALLEL. При її відключенні помпи будуть працювати послідовно, спільне включення буде виключено. Керування:

- Натискання на ручку енкодера - перемикання вибору помпи / періоду / часу роботи;
- Поворот ручки енкодера - зміна значення;
- Кнопка енкодера утримується при включенні системи - скидання налаштувань.

## ВИСНОВКИ

Обов'язковою умовою плодоношення і росту усіх рослин є регулярна система поливу. Забезпечення якої майже не можливе при ручному способі. В такому випадку витрачається багато часу і є зайве використання води. Для вирішення цієї проблеми використовують автоматичні системи поливу.

До переваг автоматичної системи поливу можна віднести те, що при правильному підборі, встановленні і експлуатації забезпечується комплексний і автономний полив.

При автоматичному поливі значно знижується витрата води і здійснюється більш якісне зрошення за рахунок точного розрахунку дозування подачі води. Також заощаджується час, що треба використовувати раціональніше та мінімізуються ризики пошкодження рослин.

В даній роботі було розглянуті та проаналізовані основні види систем автоматичного поливу. Кожна з них має свої переваги та недоліки. Вибір системи залежить від конкретних цілей та потреб.

Основною кваліфікаційною ознакою є тип дощувача. Найчастіше використовують такі, як: ротор, імпульсний відсікач, статор, форсунка боблер. Також не менш важливою ознакою є об'єм використання води. До низькозатратних відносять: туманізатори, крапельні емітери та трубки. До високозатратних відносять: роторні дощувачі, віялові дощувачі, МР-ротатор.

Найголовнішою перевагою є те, що керування системою поливу може бути частково або повністю автоматизованим. Автоматичний блок керування включає в себе мікроконтролер або таймер, який програмується за часом та секторам поливу. Він дозволяє здійснювати полив потрібного сектора в заданий час, а дощувачі з'являються з-під землі тільки під час поливу і не заважають при проведенні агротехнічних робіт.

В другому розділі роботи було обрано елементну базу системи, побудовано її функціональну схему. На базі контролера Arduino Uno був розроблений макет багатоканальної системи поливу з використанням 4-х каналного модулю реле, 24-х крокового енкодера, LCD символного дисплею, 4 насосів, макетної плати,

перемичок, шлангів для поливу рослин та корпусу з ABS пластику, в який була змонтована вся система. В SolidWorks були побудовані креслення корпусу, а саме: верхньої кришки, нижньої та бокових, з відповідними отворами та пазами. Програмне забезпечення для системи було написано у середовищі Arduino IDE.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сучасні технології поливу: тенденції зрошення, що вже працюють / Український проект бізнес-розвитку плодоовочівництва (UHBDP). — Режим доступу: <https://uhbdp.org/ua/eco-technologies/articles/1622-suchasni-tekhnologii-polyvu-novi-tendentsii-zroshennia-shcho-vzhe-pratsiuiut> /— 20.06.2018 р.
2. Зрошування овочів на відкритому ґрунті / GrowHow.in.ua [Як вирощувати] онлайн-журнал про вирощування, керування та агробізнес. — Режим доступу: <https://www.growhow.in.ua/zroshuvannya-ovochiv-na-vidkrytomu-grunti-obuyayemo-systemu/> - 23.07.2017 р.
3. Автоматичні системи поливу / Kiev Home. Режим доступу: <https://kievrem.com.ua/mir-landshafta/poliv/avtomaticheskie-sistemy-poliva/> — 13.09.2019 р.
4. Системи поливу – переваги і недоліки / Гребінківський міський сайт — Режим доступу: [http://www.grebenka.com/blog/sistemi\\_polivu\\_perevagi\\_i\\_nedoliki/2019-03-26-5232](http://www.grebenka.com/blog/sistemi_polivu_perevagi_i_nedoliki/2019-03-26-5232) — 26.03.2019 р.
5. Системи автоматичного поливу. Види форсунок / Avtopoliv.com.ua — Режим доступу: <https://avtopoliv.com.ua/forsunka-babler/> — 26.09.2020
6. Вирощування сільськогосподарських культур при застосуванні краплинного зрошення : навч. посіб. / О.В. Аверчев, О.В. Сидякіна, О.Г. Берднікова, Д.О. Ладичук. – Херсон : Молодий вчений, 2019. – 132 с. – ISBN 617-7640-45-4.
7. Сільське питне водопостачання в Україні: практ.посіб. / А.М. Копитін, І.П.Слободенюк - Київ, 2011
8. <https://despro.org.ua/upload/Silske%20vodopostachannja%2017%2011%202010%20111.pdf>
9. Системи автоматичного поливу / WayBackMachine – Режим доступу : <https://web.archive.org/web/20160130173238/http://www.poliv.com.ua/news/id/61> - 14.01.2016р.



10. Автоматичні системи поливу / KievHome – Режим доступу: <https://kievrem.com.ua/mir-landshafta/poliv/avtomaticheskie-sistemy-poliva/> - 10.08.2014 р.
11. Полив рослин: види, способи і інструменти / Режим доступу: <https://vseroste.com.ua/blog/poliv-roslin-vidi-sposobi-i-instrumenti> - 30.05.2020 р.
12. Волошин О.С. Класифікація автоматичних систем дозування води для сільськогосподарських потреб / О. С. Волошин // Збірник праць конференції «Погляд у майбутнє приладобудування», 18-19 травня 2021 р. – тези доповідей та виступів. – Київ : ПСОН, 2021. – С. 23 – 26.
13. Дощування // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 72.
14. Землеробство: Підручник / Гудзь В. П. — К.: ЦУЛ, 2010
15. Меліорація земель / Н. С. Єрхов, Н. И. Ільїн, В. С. Місєнєв. — 2-е видавн., перероб. та доп. — М.: Агропромиздат, 1991. — 319 с.
16. Колпаков В. В., Сухарев И. П. Сільськогосподарські меліорації / Під ред. И. П. Сухарева. — М.: Колос, 1981. — 328 с.
17. Черемисінов А. Ю., Бурлакін С. П. Сільськогосподарські меліорації: Навчальний посібник. — Вороніж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. — 247 с.
18. Таненбаум А. С. Зрошування // Енциклопедичний словник Брокгауза та Ефрона — СПб., 1890—1907.
19. Що таке крапельна стрічка і як вибрати крапельну стрічку? / Agrovinn — Режим доступу: <https://agrovinn.com/ua/articles/kapelny-i-poliv-kapelnaia-lenta/chto-takoe-kapelnaia-lenta-i-kak-vybrat-kapelnuyu-lentu> — 20.11.2014 р.
20. Зрошування / А. Н. Тихонов // Велика радянська енциклопедія : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е видав. — М. : радянська енциклопедія, 1969—1978
21. Зрошування // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 104.

22. Контролер Arduino Uno Rev3 (ATmega16U2) / Arduino.ua – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod676-arduino-uno-rev3> - 11.02.2021 р.
23. 4-х канальний модуль реле 5В 10А з опторозв'язкою (low level) / Arduino.ua – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod206-4-h-kanalnii-modyl-rele-5v-10a> - 11.02.2021 р.
24. Модуль Енкодер від RobotDyn / Arduino.ua – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod2147-modyl-enkoder-ot-robotdyn>- 11.02.2021 р.
25. LCD 2004 I2C символний дисплей 20x4 (синій) / Arduino.ua – Режим доступу: / Arduino.ua – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod2147-modyl-enkoder-ot-robotdyn>- 11.02.2021 р.
26. Водяний погрузний насос помпа 3-6 В 120 л/г / Arduino.ua – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod3722-vodyanoi-pogryjnoi-nasos-pompa-3-6-v-120lch> - 11.02.2021 р.
27. Макетна плата безпаєчна MB-102 400 отворів / Arduino.ua – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod218-maketnaya-plata-bespaecnaya-mb-102-400-tochek> - 11.02.2021 р.
28. Комплект перемичок мама-мама, тато-тато, мама-тато 120 шт. 20 см / Arduino.ua – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod1596-komplekt-peremichek-arduino-120sht> - 11.02.2021 р.

## ДОДАТОК А

Інтерфейс відображається на дисплеї 1602 з драйвером на І2С. Версій драйвера існує дві.

```
#define ENCODER_TYPE 1 // тип енкодера (0 або 1).
#define DRIVER_VERSION 1 // 0 - маркування драйвера дисплею закінчується
на 4АТ, 1 - на 4Т
#define PUPM_AMOUNT 4 // кількість помп, підключених через реле/мосфет
#define START_PIN 3 // підключені починаючи з піна
#define SWITCH_LEVEL 0 // реле: 1 - високого рівня (або мосфет), 0 - низького
#define PARALLEL 0 // 1 - паралельний полив, 0 - полив у порядку черги
#define TIMER_START 0 // 1 - відлік періоду з момента вимкнення помпи, 0 - з
моменту ввімкнення помпи
#define PERIOD 0 // 1 - період в годинах, 0 - в хвиликах
#define PUMPING 1 // 1 - час роботи помпи в секундах, 0 - в хвиликах
#define DROP_ICON 1 // 1 - відобразити капельку, 0 - буде літера "t" (time)
// назва каналів керування
static const wchar_t *relayNames[] = {
    L"Pump 1",
    L"Pump 2",
    L"Pump 3",
    L"Pump 4",
};
#define CLK 1
#define DT 2
#define SW 0
#include "GyverEncoder.h"
Encoder enc1(CLK, DT, SW);

#include <EEPROMex.h>
#include <EEPROMVar.h>
```

```

#include "LCD_1602_RUS.h"

// ----- АВТОВИБІР ВИЗНАЧЕННЯ ДИСПЛЕЮ-----
// Якщо закінчується на 4Т - це 0x27. Якщо на 4АТ - 0x3f
#ifdef (DRIVER_VERSION)
LCD_1602_RUS lcd(0x27, 16, 2);
#else
LCD_1602_RUS lcd(0x3f, 16, 2);
#endif

unsigned long pump_timers[PUPM_AMOUNT];
unsigned int pumping_time[PUPM_AMOUNT];
unsigned int period_time[PUPM_AMOUNT];
unsigned int time_left[PUPM_AMOUNT];
boolean pump_state[PUPM_AMOUNT];
byte pump_pins[PUPM_AMOUNT];
byte current_set = 2;
byte current_pump;
boolean reDraw_flag, arrow_update;
boolean now_pumping;
unsigned long period_coef, pumping_coef;
void setup() {
// ----- КОНФІГУРАЦІЯ ПІНІВ -----
for (byte i = 0; i < PUPM_AMOUNT; i++) { // прохід по всім насосам
pump_pins[i] = START_PIN + i; // налаштування масиву пінів
pinMode(START_PIN + i, OUTPUT); // налаштування пінів
digitalWrite(START_PIN + i, !SWITCH_LEVEL); // вимикаємо на всякий
випадок
}
// ----- ІНІЦІАЛІЗУЄМО КОМПОНЕНТИ -----
//Serial.begin(9600);
lcd.init();

```

```

lcd.backlight();
lcd.clear();
enc1.setStepNorm(1);
attachInterrupt(0, encISR, CHANGE);
enc1.setType(ENCODER_TYPE);
// ----- СКИДАННЯ НАЛАШТУВАНЬ -----
if (!digitalRead(SW)) {          // якщо кнопка енкодера зажата, скинути настройки
до 1
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Reset settings");
    for (byte i = 0; i < 100; i++) {
        EEPROM.updateByte(i, 1);
    }
}
while (!digitalRead(SW));        // чекаємо відпускання кнопки
lcd.clear();                     // очищаємо дисплей, продовжуємо роботу
// ----- НАЛАШТУВАННЯ -----
if (PERIOD) period_coef = (long)1000 * (long)60 * 60; // перехід у години
else period_coef = (long)1000 * 60;                // перехід у хвилини
if (PUMPING) pumping_coef = 1000;                 // перехід у секунди
else pumping_coef = (long)1000 * 60;              // перехід у хвилини
// в комірку 100 повинен бути записан флажок 1, якщо його нема - робимо
(ПЕРШИЙ ЗАПУСК)
if (EEPROM.read(100) != 1) {
    EEPROM.writeByte(100, 1);
    // для порядку зробимо 1 комірки з 0 по 99
    for (byte i = 0; i < 100; i++) {
        EEPROM.writeByte(i, 1);
    }
}
}

```

```

for (byte i = 0; i < PUPM_AMOUNT; i++) {           // проходимо по всім насосам
    period_time[i] = EEPROM.readByte(2 * i);       // читання даних з пам'яті. На
парних - період (п)
    pumping_time[i] = EEPROM.readByte(2 * i + 1); // на непарних - полив (н)
}
// ----- ВИВОД НА ДИСПЛЕЙ -----
// вивести буквені написи
lcd.setCursor(1, 0);
//lcd.print("Pump #");
lcd.print(relayNames[0]);
lcd.setCursor(1, 1);
lcd.print("Prd: ");
lcd.setCursor(10, 1);
lcd.print("t");
lcd.print(": ");
arrow_update = true;      // флаг на оновлення стрілки
reDraw();                 // вивести на дисплей
reDraw();                 // вивести на дисплей (флаг стрілок скинувся, виведем
числа...)
}

void loop() {
    encoderTick();
    periodTick();
    flowTick();
}

void periodTick() {
    for (byte i = 0; i < PUPM_AMOUNT; i++) {       // прохід по всім насосам
        if ( ( millis() - pump_timers[i] > ( long)period_time[i] * period_coef )
            && ( pump_state[i] != SWITCH_LEVEL)
            && !(now_pumping * !PARALLEL)) {

```

```

    pump_state[i] = SWITCH_LEVEL;
    digitalWrite(pump_pins[i], SWITCH_LEVEL);
    pump_timers[i] = millis();
    now_pumping = true;
}
}
}
void flowTick() {
    for (byte i = 0; i < PUPM_AMOUNT; i++) {           // прохід по всім насосам
        if ( ( millis() - pump_timers[i] > ( long)pumping_time[i] * pumping_coef )
            && ( pump_state[i] == SWITCH_LEVEL ) ) {
            pump_state[i] = !SWITCH_LEVEL;
            digitalWrite(pump_pins[i], !SWITCH_LEVEL);
            if (TIMER_START) pump_timers[i] = millis();
            now_pumping = false;
        }
    }
}
void encISR() {
    enc1.tick();           // відпрацювання энкодера
}
void encoderTick() {
    enc1.tick();           // відпрацювання энкодера
    if (enc1.isRelease()) { // якщо був натиснут
        arrow_update = true; // флаг на оновлення стрілки
        redraw();           // оновити дисплей
    }
    if (enc1.isTurn()) { // якщо був зроблений поворот
        switch (current_set) { // дивимось, яка опція зараз змінюється
            case 0:           // якщо номер помпи

```

```

    current_pump = enc1.normCount;          // отримати значення з енкодера
    break;
case 1:                                     // якщо період роботи помпи
    period_time[current_pump] = enc1.normCount; // отримати значення з енкодера
    break;
case 2:                                     // якщо час роботи помпи
    pumping_time[current_pump] = enc1.normCount; // отримати значення з
енкодера
    break;
}
reDraw();                                  // оновити дисплей
}
}
void reDraw() {
    if (arrow_update) {                    // якщо змінився режим витбору
        if (++current_set > 2)             // змінити current_set в рамках 0.. 2
            current_set = 0;
        if (current_set == 0) update_EEPROM(); // якщо переключились на вибір
помпы, оновити дані
        switch (current_set) {             // дивимось, яка опція зараз обрана
            case 0:                         // якщо номер плати
                enc1.setCounterNorm(current_pump); // говоримо енкoдeрy працювати з
номером помпи
                enc1.setLimitsNorm(0, PUPM_AMOUNT - 1); // обмежуємо
                // витерти попередню стрілку та намалювати нову
                lcd.setCursor(0, 0); lcd.write(126); lcd.setCursor(9, 1); lcd.print(" ");
                break;
            case 1:
                enc1.setCounterNorm(period_time[current_pump]);
                enc1.setLimitsNorm(1, 99);

```



```

    lcd.setCursor(0, 1); lcd.write(126); lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(" ");
    break;
case 2:
    enc1.setCounterNorm(pumping_time[current_pump]);
    enc1.setLimitsNorm(1, 99);
    lcd.setCursor(9, 1); lcd.write(126); lcd.setCursor(0, 1); lcd.print(" ");
    break;
}
arrow_update = false;
} else {
    // вивести всі цифрові значення на їх місця
    if (current_set == 0) {
        lcd.setCursor(1, 0);
        lcd.print("      ");
        lcd.setCursor(1, 0);
        lcd.print(relayNames[current_pump]);
    }
    lcd.setCursor(5, 1);
    lcd.print(period_time[current_pump]);
    if (PERIOD) lcd.print("h ");
    else lcd.print("m ");
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print(pumping_time[current_pump]);
    if (PUMPING) lcd.print("s ");
    else lcd.print("m ");
    }}
// оновлюємо дані в пам'яті
void update_EEPROM() {
    EEPROM.updateByte(2 * current_pump, period_time[current_pump]);
    EEPROM.updateByte(2 * current_pump + 1, pumping_time[current_pump]);}

```

УДК 551.579.5

О.С. Волошин, студент гр. ПГ-71  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ДОЗУВАННЯ ВОДИ ДЛЯ СІЛЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ

**Анотація.** В даній роботі представлена класифікація систем автоматичного дозування води за типом дощувача. Також були описані типи систем автоматичного дозування води за об'ємом використання води. Кожна з них має свої переваги та недоліки.

**Ключові слова :** автоматична система поливу, зрошення, дощувач, дозування води, ротор.

### ВСТУП

Сільське господарство провідна галузь у світі, адже саме це виробництво в кінцевому рахунку забезпечує людство продуктами харчування. Актуальною у будь-який час потребою залишається економія ресурсів і при цьому збільшення обсягу виробленої продукції.

Україна вважається сільськогосподарською країною, адже має сприятливі умови для розвитку цієї галузі. Та все одно завжди відкрите питання, як зменшити використання часу, фінансових затрат і природних ресурсів.

Обов'язковою умовою плодоношення і росту усіх рослин є регулярна система поливу. Забезпечення якої майже не можливе ручним способом. В такому випадку затрачується багато часу та зайвої води.

В наш прогресивний час великим підприємствам та холдингам не вигідно утримувати велику чисельність робочого складу для таких базових речей як полив. Такі дії значно збільшують собівартість продукції, що в будь-якому випадку зменшує прибуток і робить підприємства менш конкурентоспроможними.

Для вирішення всіх цих питань можна застосовувати автоматичну систему поливу (АСП). Відповідно проаналізувавши вид рослин, що потрібно поливати та обрати і правильно налаштувати систему.

### КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ДОЗУВАННЯ ВОДИ

На сьогоднішній день існує велика різноманітність систем зрошення. У світі вже давно використовують такі системи, які дозволяють збільшити ефективність і зменшити вартість готової продукції [1].

Автоматичні системи поливу, в першу чергу, класифікуються за типом використовуваного зрошувача:

АСП з використанням роторів — вода потрапляє на поверхню вищевказаної деталі під час її обертання. Як результат, зрошення проходить безперервно і по всій площі сектора. До переваг відноситься рівномірність поливу усієї ділянки округлої форми, але недоліком є те, що рослини в не доступних для дощувача місцях отримують недостатньо вологи, через зону дії роторів, це компенсується кількістю встановлених роторів. На рис. 1 представлена роторна АСП [5].



Рисунок 1. Роторна АСП



Рисунок 2. Імпульсна АСП

Імпульсні АСП — використовується відсікач, який розбиває воду, а поворотний механізм забезпечує її рівномірний розподіл по ділянці. До переваг можна віднести те, що полив здійснюється точково, не по всій площині дії. На рис. 2 представлена імпульсна АСП [5].

АСП з використанням статорів — забезпечують зволоження важкодоступних місць на ділянці. Перевагою є те що, геометрія покритої ділянки буде мати прямокутну форму, до 15 м<sup>2</sup>. На рис. 3 представлена АСП з використанням статорів[3].

АСП з використанням форсунок боблерів — вони є додатковим комплектуючих обладнанням до стаціонарних зрошувальних комплексів забезпечують полив чагарників і дерев. Їх перевагою є те що, вони діють на конкретний кущ або дерево. Такі системи вмикаються контролером раз в 1-4 тижні. Монтуються вони на окремій гілці трубопровода, бо їх режим роботи дуже відрізняється від перерахованих вище. Цей вид АСП є найекономнішим для поливів садів та ягідників. На рис. 4 представлена АСП з використанням боблерів[5].



Рисунок 3. АСП з використанням статорів



Рисунок 4. АСП з використанням боблерів

АСП з використанням трубної мережі — компенсаційні трубки з крапельними отворами. Вони прокладаються в ґрунті на глибині до 10 см. Або на поверхні і через краплинні канали, що не забиваються землею, забезпечують надходження рідини з продуктивністю до 4 літрів на годину. При цьому вода поступає до коренів рослин безпосередньо, підвищуючи кількість кисню в ґрунті, створюючи необхідну вологість, знижуючи можливість появи грибкових захворювань.



Рисунок 5. Трубна мережа

Цей тип зрошувальної системи зручний для внесення добрив. До недоліків можна віднести складність правильного укладання, необхідність фільтрації води - в цьому випадку прочистити отвори, що забилися, досить складно. На рис. 5 представлена АСП з використанням трубної мережі[4].

Незалежно від обраного типу зрошувача, звертають увагу на продуктивність, кут подачі та напір води. Від значень цих показників залежить якісне отримання рослинами необхідної кількості вологи.

Загальним недоліком систем автоматичного поливу вважаються високі матеріальні витрати на покупку і монтаж обладнання.

Існує два основних типи поливу за кількістю використаної води: низького та високого дозування води. І обидва можуть бути ефективно використані у садівництві в залежності від потреби [2].

До низьковитратних систем належать:

Туманізатори — системи, що дозволяють регулювати мікроклімат з середини. Вони працюють завдяки розсіюванню води на краплі розміром 5-10 мікрометрів. Ця система актуальна для рослин, яким необхідно завжди підтримувати певну відносну вологість повітря. До прикладу, томати, баклажани, перець, квасоля, баштанні потребують 60-65% вологості повітря; капуста, морква, буряк, кріп, петрушка, щавель, цибуля порей — 70-75%, а огірок, салат, шпинат, селера, цибуля на зелений лист — усі 80-90%.

Крапельні емітери та крапельні трубки, які дозовано подають воду прямо під корінь рослини. Автоматичні системи із застосуванням крапельного поливу використовують, переважно, для дерев, чагарників, деяких квітників та тих рослин, які не можна або неефективно поливати дощувальних способом [2].

До високовитратних систем належать:

роторні дощувачі — голівка, що обертається та охоплює велику площу поливу з відстанню від 5 до 25 м. Такий тип зрошувача працює під великим тиском та має різні витрати води — від помірно малих до великих витрат;

віялові дощувачі — сектор поливу охоплює всю площу. Працює за малих тисків при невеликій витраті води. Радіус дії до 5 м;

МР-ротатор — поєднує в собі обертання струменя води і одночасне охоплення всієї площі зрошення. Працює такий за малого тиску і має малу витрату води. Радіус дії такого зрошувача від 2 до 9 м.

При плануванні ділянки краще відразу встановлювати систему поливу. Проектування та встановлення систем автоматичного поливу вимагає дуже серйозного підходу.

Автоматичні системи зрошення виключають проблему стоку води при переливі, а датчики, якими укомплектовані системи, визначають рівень випадання опадів і відключають зрошення, якщо воно не потрібно[3].

## **ВИСНОВКИ**

В даній роботі було представлено та проаналізовані основні види систем автоматичного поливу. Кожна з них має свої переваги та недоліки. Вибір системи залежить від конкретних цілей та потреб.

Основною кваліфікаційною ознакою є тип дощувача. Найчастіше використовують такі, як: ротор, імпульсний відсікач, статор, форсунка боблер. Також не менш важливою ознакою є об'єм використання води. До низькозатратних відносять: туманізатори, крапельні емітери та трубки. До високозатратних відносять: роторні дощувачі, віялові дощувачі, МР-ротатор.

До переваг автоматичної системи поливу можна віднести те, що при правильному підборі, встановленні і експлуатації забезпечується комплексний і автономний полив.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

[1] Сучасні технології поливу: тенденції зрошення, що вже працюють / Український проект бізнес-розвитку плодоовочівництва (UHBDP). — Режим доступу: <https://uhbdp.org/ua/eco-technologies/articles/1622-suchasni-tekhnohii-polyvu-novi-tendentsii-zroshennia-shcho-vzhe-pratsiuiut> /— 20.06.2018 р.

[2] Зрошування овочів на відкритому ґрунті / GrowHow.in.ua [Як вирощувати] онлайн-журнал про вирощування, управління та агробізнес. — Режим доступу: <https://www.growhow.in.ua/zroshuvannya-ovochiv-na-vidkrytomu-grunti-obuyayemo-systemu/> - 23.07.2017 р.

[3] Автоматичні системи поливу / Kiev Home. Режим доступу: <https://kievrem.com.ua/mir-landshafta/poliv/avtomaticheskie-sistemy-poliva/> — 13.09.2019 р.

[4] Системи поливу – переваги і недоліки / Гребінківський міський сайт — Режим доступу: [http://www.grebenka.com/blog/sistemi\\_polivu\\_perevagi\\_i\\_nedoliki/2019-03-26-5232](http://www.grebenka.com/blog/sistemi_polivu_perevagi_i_nedoliki/2019-03-26-5232) — 26.03.2019 р.

[5] Системи автоматичного поливу. Види форсунок / Avtopoliv.com.ua — Режим доступу: <https://avtopoliv.com.ua/forsunka-babler/> — 26.09.2020

*Наук. керівник – к.т.н., доц.Півторак Д.О.*

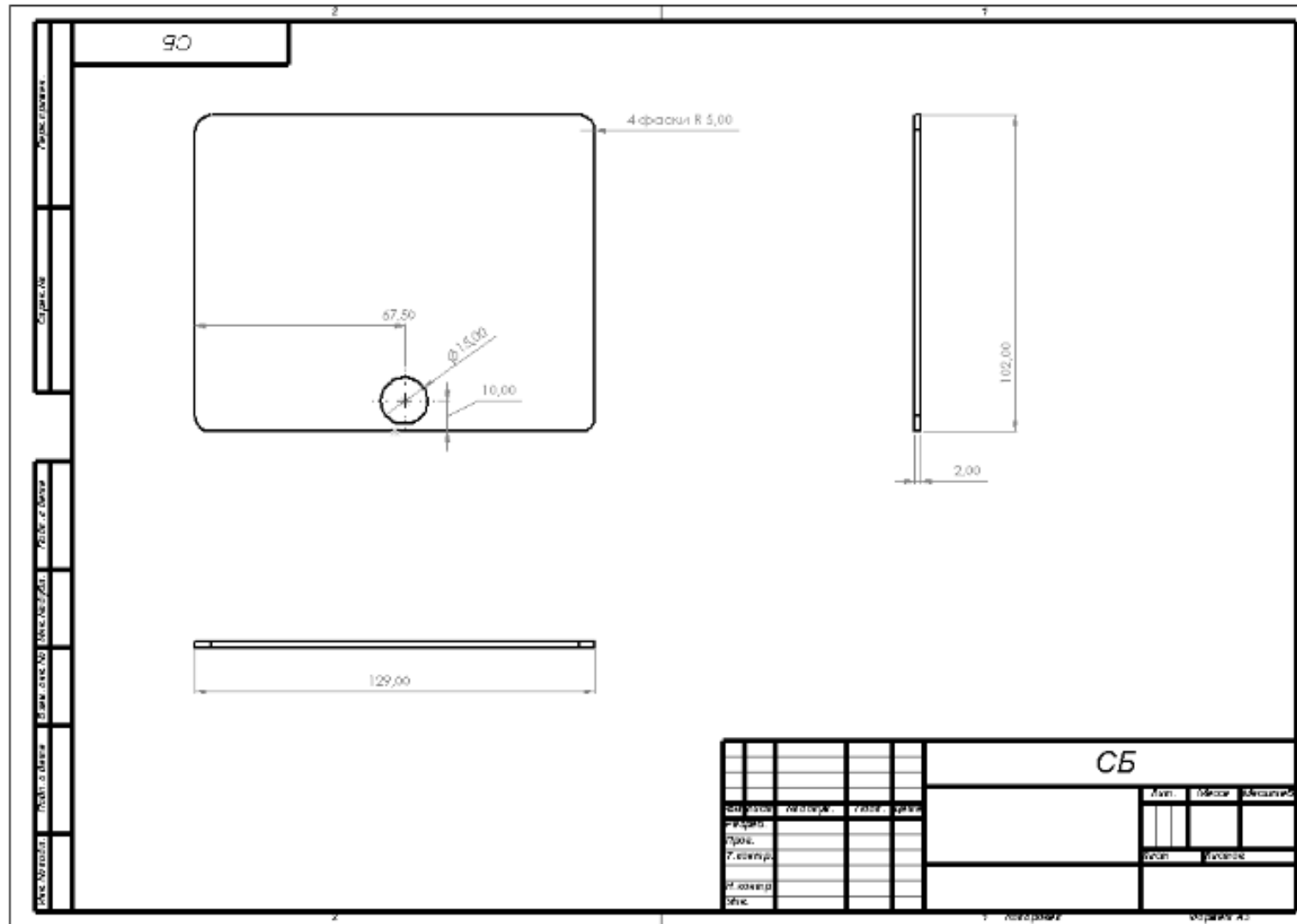


Рисунок 1. Креслення бокових кришок корпусу

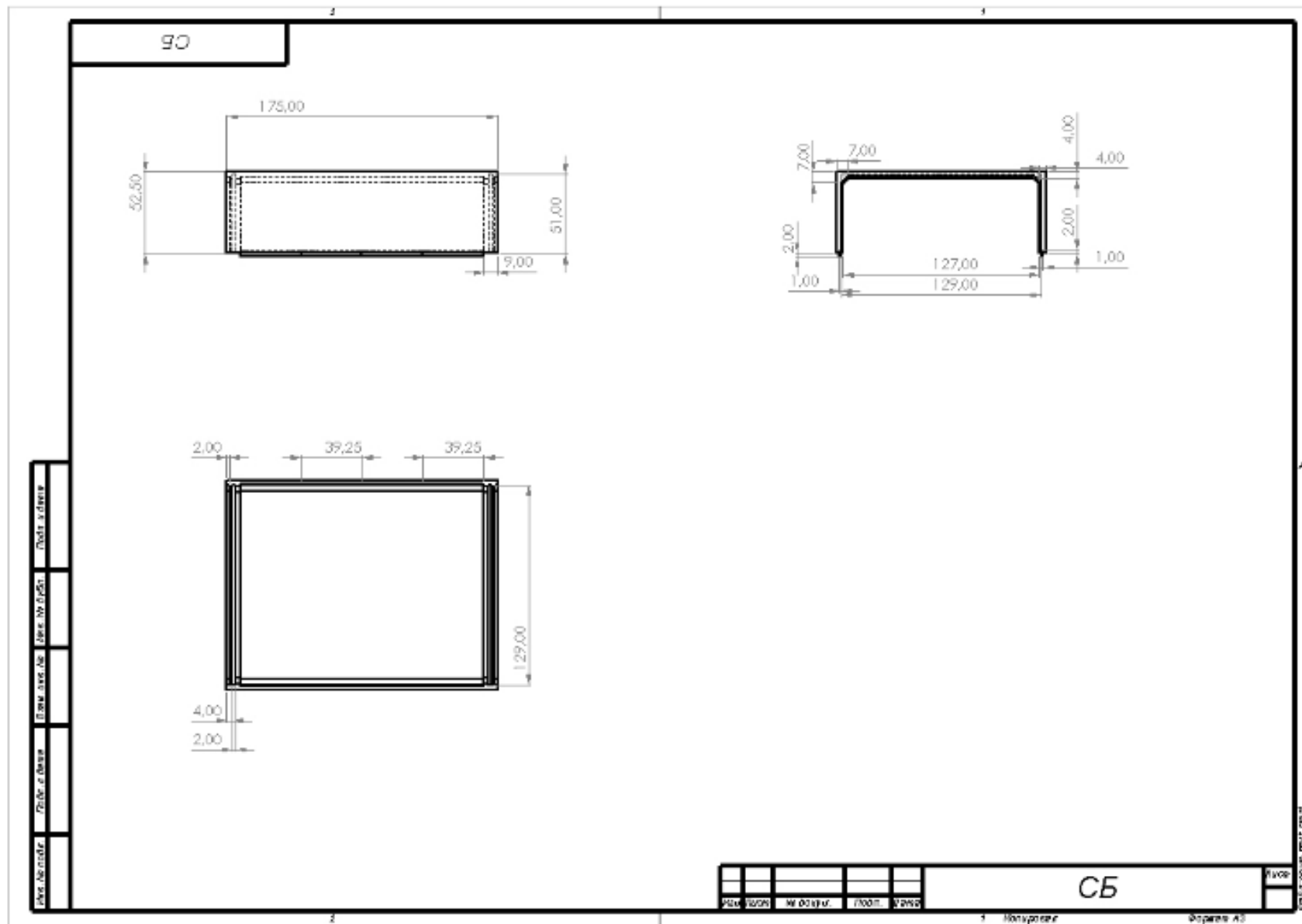


Рисунок 2. Креслення нижньої кришки корпуса

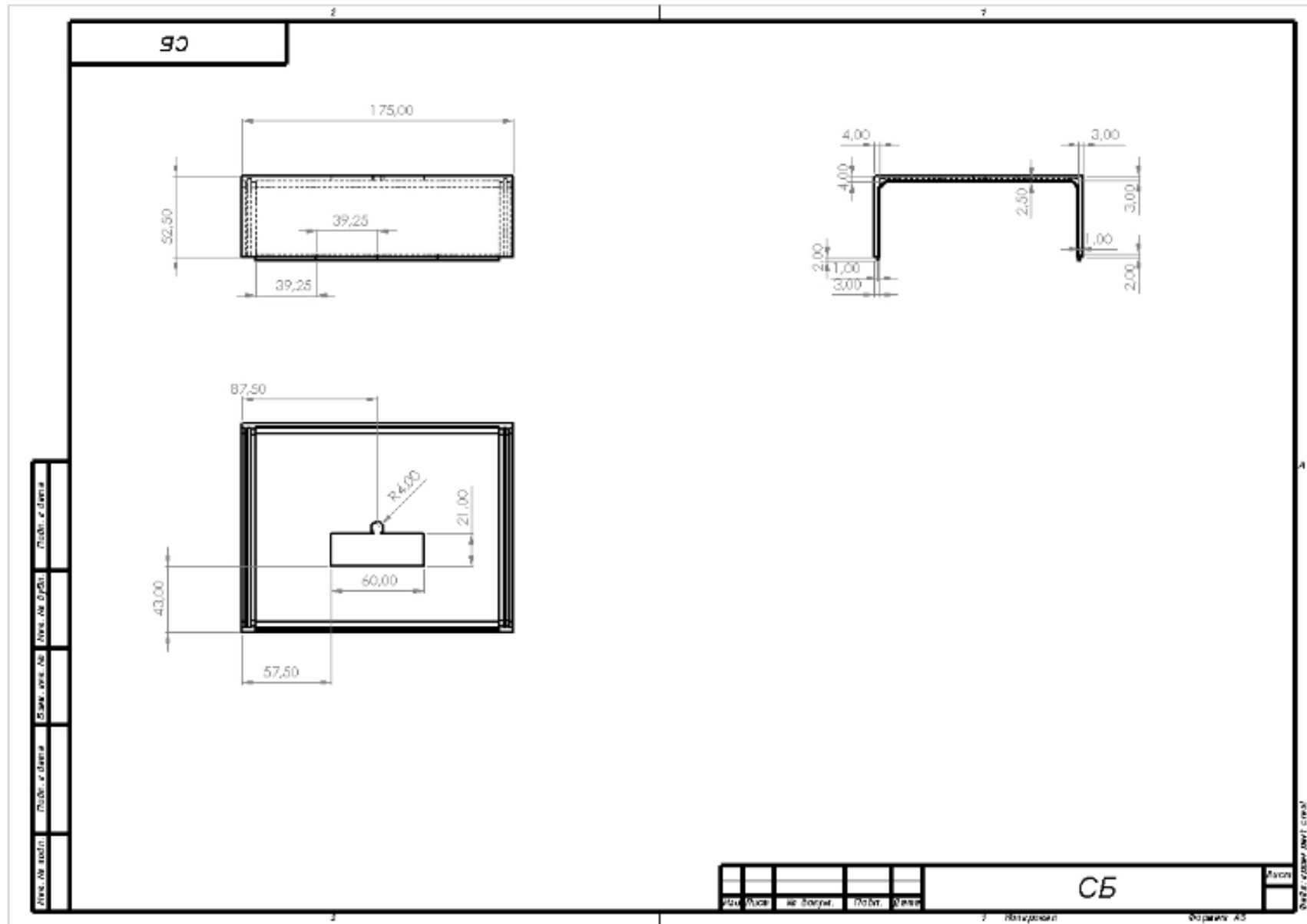


Рисунок 3. Креслення верхньої кришки корпусу