

**Пилипенко Ю.М.**

Київський національний університет технологій та дизайну

**Куприсенко П.Д.**

Київський національний університет технологій та дизайну

**Кисельов В.Б.**

Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

## КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН В БЕЗҐРУНТОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

*Клімат Землі змінюється з кожним роком, що суттєво впливає на способи вирощування сільськогосподарських рослин. Жодна людина не може передбачити ті природні катаклізми, що відбудуться на протязі наступних років. Для того, щоб не залежати від примх природи потрібно забезпечити сталі умови вирощування рослин – тобто створити штучне середовище – теплицю, яка забезпечить оптимальні умови для вирощування сільськогосподарських культур. При цьому потрібно створити систему, яка б контролювала і регулювала умови, які б були оптимальними для вирощування тієї чи іншої рослини.*

*Зрозуміло, що створення таких штучних умов дасть перевагу у прогнозованості результату, але навряд чи фінансування побудови та обслуговування тисяч гектар теплиць може бути економічно вигідним. В той же час, площі, які відведені під теплиці, можна використовувати ефективніше відмовившись від ґрунтового середовища на користь альтернативних, безґрунтових, методів вирощування рослин. Одна з основних переваг при цьому те, що ми можемо розташувати рослини в декілька ярусів, тобто використовуючи третій вимір простору, «розтягнувши» теплицю по вертикалі. Це дозволяє в рази збільшити «площу посівної», краще використовувати енергетичну складову проекту, спростити систему слідкування та регулюванням параметрів для оптимізації умов вирощування рослин.*

*Одною з ключових у створенні системи моніторингу і керування є інтелектуальна та технічна складова проекту. Сучасний рівень програмного забезпечення (soft) та матеріальна база проекту (hard) дозволяють створити комп'ютерно-інтегровану систему, яка в лічені секунди реагує на зовнішні впливи і приводить систему в стаціонарний рівень роботи для кожного з параметрів, що розглядаються.*

*В даній роботі створена комп'ютерно-інтегрована модель системи аеропонного вирощування рослин у теплиці.*

**Ключові слова:** безґрунтове вирощування рослин, аеропонний тип безґрунтового вирощування рослин, алгоритм, автоматизована система, комп'ютерно-інтегрована система керування проектом, мікропроцесорна платформа Arduino, програмне забезпечення проекту.

**Постановка проблеми.** Сучасні методи вирощування рослин, такі як гідропоніка та аеропоніка, мають кілька переваг порівняно з традиційними системами на ґрунті. Ось деякі з них:

– **Ефективність використання ресурсів.** Гідропоніка та аеропоніка споживають менше води, оскільки вода циркулює і використовується більше одного разу. Вони також потребують менше площі для вирощування, оскільки можуть бути організовані у вертикальній або горизонтальній системах.

– **Контрольовані умови.** У цих системах можна детально контролювати рівень поживних речовин, вологість, температуру та інші фактори, що впливають на ріст рослин. Це сприяє оптимальному розвитку та врожаю.

– **Менше використання добрив.** У системах гідропоніки та аеропоніки добрива використовуються ефективніше, тому що вони безпосередньо доставляються до кореневої системи рослин.

– **Стійкість до шкідників.** Оскільки рослини вирощуються в контрольованому середовищі, менше ймовірність поширення шкідників та хвороб, що дозволяє зменшити застосування пестицидів.

– **Високий врожай та якість:** Контрольовані умови дозволяють досягати кращого врожаю та вищої якості продукції.

Ці методи стають все популярнішими через їхню ефективність, економічну вигідність та екологічну дружність.

Створення моделі комп'ютерно-інтегрованої системи, що відслідковує та налаштовує параметри догляду за рослинами в теплиці, дозволяє автоматизувати та управляти всіма аспектами росту рослин. Це включає контроль за рівнем вологості, кислотності розчину, температурою та освітленням.

Побудована модель забезпечує постійне спостереження за рослинами і дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни та проблеми, що можуть при цьому виникнути.

**Аналіз останніх джерел.** Гідропоніка та аеропоніка – це дві основні технології безгрунтового вирощування рослин у теплицях. Гідропоніка використовує водні розчини з поживними речовинами для культивування рослин. Вона може використовувати спеціальні субстрати, такі як камінь, пісок, волокно, перліт чи кокосова койра, для підтримки рослин. Ці субстрати не надають життєво важливих поживних речовин, а лише фізичну підтримку (рис. 1) [1].

Аеропоніка ж, натомість, не використовує субстрати. Рослини у аеропоніці вирощують у повітрі, а корені зазвичай знаходяться у вологому середовищі, де їх зрошують або розпилюють живильний розчин [2, 3].

Обидва підходи мають свої переваги та недоліки, і обираються залежно від конкретних умов та типу вирощуваних рослин. Гідропоніка може бути більш легкодоступною для рослин, а аеропоніка забезпечує кращий доступ до кисню та вологи для кореневої системи.

У теплицях, де рослини не піддаються впливу зовнішнього середовища, за винятком світла, необхідно створювати оптимальні умови за допомогою спеціального обладнання. Для підтримання температурного режиму використовується опалювальне обладнання, проте при досягненні температури 40°C у приміщенні рослини втрачають життєву силу та загинуть, що вимагає встановлення системи провітрювання для уникнення цієї проблеми. Сучасні системи вентиляції поєднують систему обігріву та провітрювання, що ефективно забезпечує підтримку заданого температурного режиму, незалежно від зовнішніх погодних умов [4].

Зменшення світлового потоку восени негативно впливає на рослини, тому в цей період штучне освітлення використовується активніше. У промислових теплицях включають освітлення, коли природного світла недостатньо для рослин, тим самим продовжуючи тривалість світлового дня [5].

Головна відмінність між аеропонікою та гідропонікою в тому, як подається живильний розчин



Рис. 1. Приклад гідропонного вирощування рослин



Рис. 2. Приклад вертикальної аеропонної ферми

до коренів рослин. У гідропоніці корені занурені у живильний розчин, а в аеропоніці корені періодично зволожуються живильним розчином, перебуваючи у повітрі.

Зволоження здійснюється через форсунки, які розпилюють розчин і перетворюють його у туман над коренями рослин [6].

Аеропонні системи дозволяють зекономити до 98% води, добрив – до 60% і пестицидів – майже на 100%, при цьому досягаючи максимального збільшення врожайності. «Аеропонні» рослини поглинають більше мінералів і вітамінів, що сприяє здоровому зовнішньому вигляду рослин. Ще однією перевагою є легкість пересадки рослин, які не відчувають трансплантаційного стресу [7].

В системі аеропоніки маємо підвищений рівень доставки кисню до коренів рослин, що сприяє стимулюванню росту та запобігає формуванню патогенів [8].

Розробка, що розглядається, спрямована на створення моделі комп'ютерно-інтегрованої системи управління теплицею при аеропонному методі вирощування рослин. Це дозволить не лише ефективно використати простір теплиці, а й зменшить фінансові витрати на переоблад-

нання у порівнянні з гідропонікою. Аеропоніка є оптимальним вибором для створення вертикальних ферм, оскільки коренева система безпосередньо контактує з необхідними поживними речовинами, також забезпечується багате кисневе середовище, що сприяє активному зростанню рослин. Це дозволить очікувати отримання кількох врожаїв протягом року, забезпечуючи продуктивний річний цикл.

**Мета роботи** – створення моделі комп’ютерно-інтегрованої системи керування теплицею при аеропонному способі вирощування рослин на базі мікропроцесорної платформи Arduino.

**Виклад основного матеріалу.** Розробка тестової моделі механізму – це ключовий етап у вирішенні будь-якої виробничої задачі. Створивши експериментальний макет, що відображає можливе апаратне втілення запропонованого проекту, тестова модель дозволяє визначити, наскільки ефективно працює розроблений алгоритм та який результат можна очікувати при його застосуванні в реальних умовах. Це важливий крок у впровадженні інновацій та розробці нових технологій, який дозволяє перевірити концепцію та виправити можливі недоліки до фактичного впровадження промислового втілення задачі.

Для створення тестової моделі необхідний ряд елементів. Серед основних можна виділити: систему вводу/виводу інформації, групу датчиків, виконавчий механізм та керуючий пристрій. Найбільш складним та важливим можна вважати саме керуючий пристрій, який і буде здійснювати управління всією схемою. Зазвичай, керуючий пристрій – це логічний контролер, який програмується за допомогою певних мов програмування. Для вирішення поставленої задачі було обрано мікропроцесорну платформу Arduino (рис. 3), яка буде використана для побудови макетної, не промислової, схеми [9, 10]. Її завданням буде перевірити можливість реалізації розробленого підходу і показати як саме буде працювати запропонована система автоматизації.

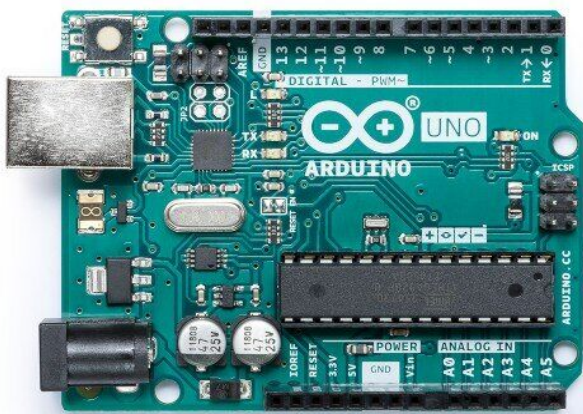


Рис. 3. Мікропроцесорна плата Arduino UNO

**Температурний контроль.** Датчиком температури обрано DS18B20. Двигун постійного струму буде моделювати роботу вентилятора. На схемі зображені індикатори, що сигналізують про регулярний (зелений) або нерегулярний (червоний) стани системи.

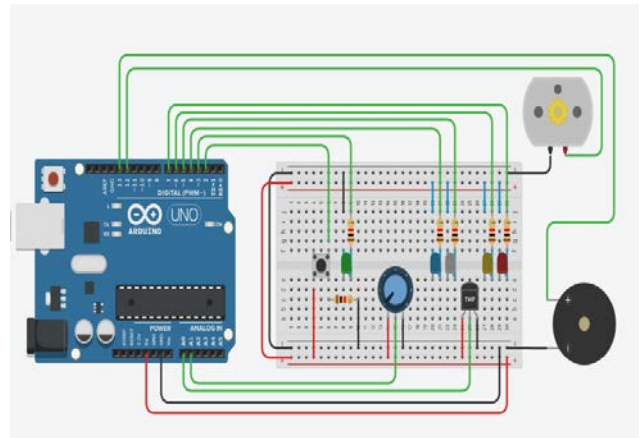


Рис. 4. Схема підключення датчика та виконавчих елементів

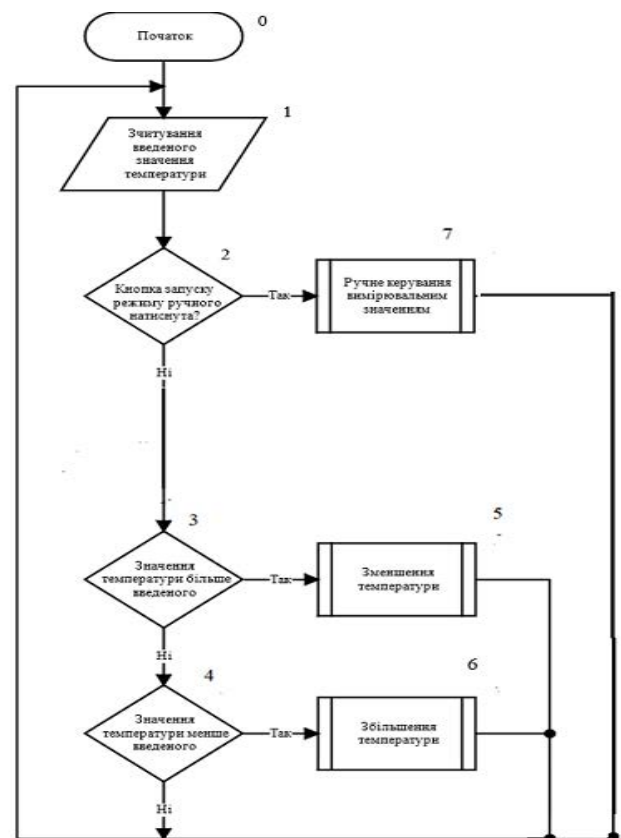


Рис. 5. Блок схема роботи контуру клімат-контролю

**Розробка та побудова контуру рівня наповненості ємності.** Потрібний рівень заповнення ємності для рідини, використаної у аеропонній системі, є важливим для стабільного функціонування та забезпечення рослин оптимальними умовами.

Недостатня кількість рідини в ємності може вплинути на розвиток рослин через недостатнє зволоження кореневої системи. Це може призвести до стресу для рослин, вплинути на їхній ріст, врожайність та якість продукції. Крім того, в екстрених ситуаціях, якщо рівень рідини виявиться недостатнім, це може призвести до пошкодження частини врожаю або навіть загибелі рослин.

Навпаки, переповнення ємності може призвести до проблем з вентиляцією та забезпеченням киснем кореневої системи рослин. Це може спричинити задушення коренів або розвиток грибків та інших проблем, які впливають на здоров'я рослин.

Отже, точний контроль та підтримання оптимального рівня заповнювання ємності є ключовими для забезпечення стабільного та здорового росту рослин у системі аеропоніки.

Для відслідковування рівня наповненості ємності в розчині встановлений датчик рівня. Вся ємність розділена на зони точками, що відображають ступінь наповнення резервуара рідиною. Ці контрольні точки допомагають автоматично керувати рівнем наповнення, уникаючи можливих проблем з переповненням або недостатнім рівнем рідини. Точка № 1, яка є критичною, може означати, що ємність майже заповнена. Це важливо для уникнення переповнення, яке може пошкодити систему або призвести до втрати рідини.

Точка № 4, також критична, показує, що рівень рідини дуже низький, що може бути проблемою для системи, яка потребує рідини для свого нормального функціонування. Точки № 2 та № 3 характеризують нормальний рівень наповненості: діапазон між ними – те, що потрібно при правильній роботі системи. При досягненні точки № 3 потрібно запустити систему набору рідини, і зупинити її в точці № 2.

Ці контрольні точки дозволяють системі реагувати автоматично, вмикаючи засоби сповіщення при досягненні критичних рівнів, що сприяє уникненню можливих негативних наслідків для системи або рослин, які знаходяться в ємності.

Інтервал між точками 1 та 2 служить резервуванням для рідини, яка не була поглинута рослиною, а транспортується назад у ємність для повторного використання. Це дає можливість ефективно використовувати розчин та уникнути його втрати, оптимізуючи використання поживних речовин.

Розділення ємності на зони за допомогою контрольних точок дозволяє створити систему індикації, яка легко читається. Зелений світлодіод, який обирається для індикації у безпечній зоні (між точками 1 та 3), передає інформацію про те, що рівень наповненості є оптимальним та безпечним. Це дає операторам чітку візуальну змогу відстежувати стан системи безпосередньо через індикатори.

Система індикації за допомогою світлодіодів допомагає оперативно виявляти зміни в рівні розчину. Жовтий світлодіод сигналізує про небажану зону, коли рівень розчину опустився нижче половини. Червоний світлодіод показує критично низький рівень, що важливо вчасно виявити, оскільки це може вплинути на вирощування рослин. Синій світлодіод вказує на небезпечний рівень наповненості, що також є важливим сигналом для оператора системи. Ця система індикації допомагає уникнути критичних ситуацій та швидко реагувати на зміни рівня розчину в ємності.

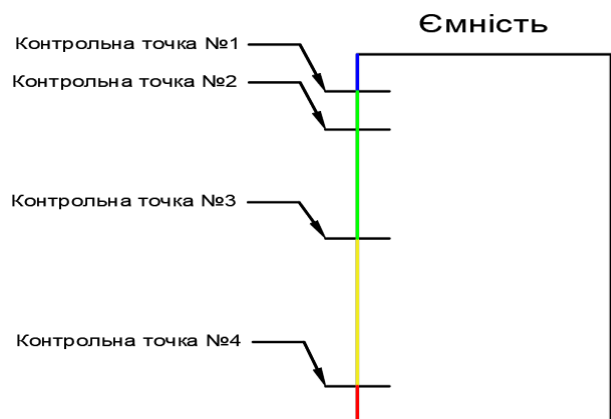


Рис. 6. Спрощена схема зон ємності

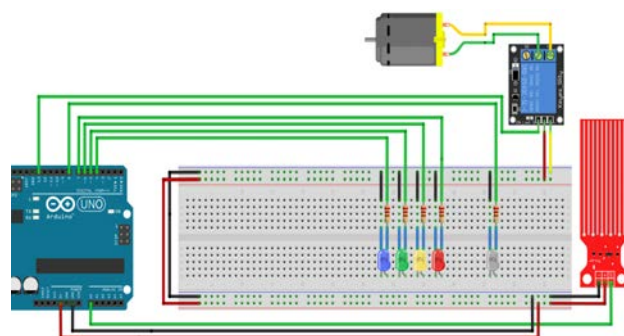


Рис. 7. Схема підключень компонентів до плати Arduino

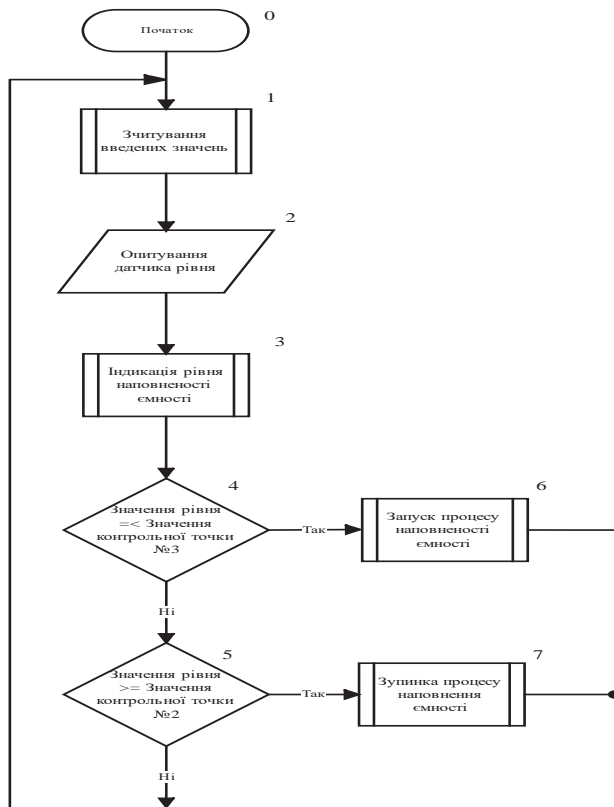


Рис. 8. Блок-схема роботи контуру підтримання рівня

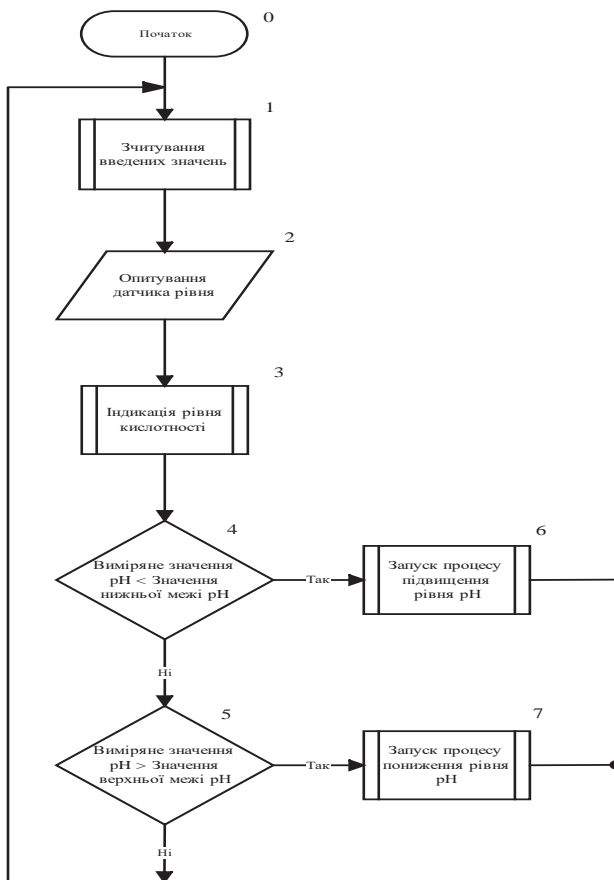


Рис. 9. Блок-схема роботи контуру підтримки рівня pH

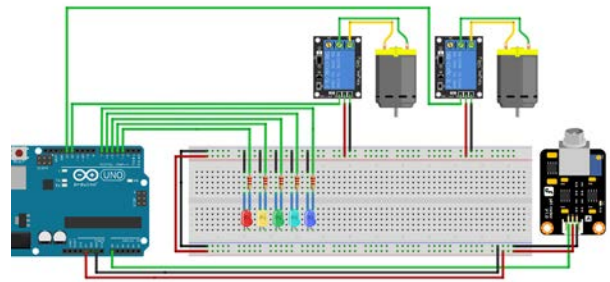


Рис. 10. Схема підключення компонентів до плати Arduino

Розробка алгоритму побудови підтримки заданого рівня кислотності в середовищі. Рівень кислотності або pH грає важливу роль у здоров'ї та рості рослин. Рівновага pH у середовищі впливає на доступність поживних речовин для рослин. Зміни в рівні pH можуть впливати на здатність рослин поглинати необхідні елементи живлення, такі як азот, фосфор, калій та інші мікроелементи.

Наприклад, якщо рівень pH занадто кислий або лужний, це може призвести до того, що деякі поживні елементи стають недоступними для рослин. Це може вплинути на їхній зріст, розвиток та врожайність. Оптимальний рівень pH допомагає рослинам максимально ефективно використовувати доступні поживні речовини для забезпечення їхнього здоров'я та виросту.

Для побудови такої системи потрібно правильно підключити компоненти до мікроконтролера або платформи, що керує системою (рис. 10). Аналоговий датчик підключається до аналогового входу «0» мікроконтролера. Насоси RS-360SH та світлодіоди підключаються до цифрових виходів та входів 13, 12 відповідно. Код, написаний для мікроконтролера, буде контролювати рівень кислотності за допомогою зчитування аналогового сигналу від датчика і включення/виключення насосів чи індикацію за допомогою світлодіодів відповідно до цього рівня (п'ять світлодіодів до цифрових входів з 3 по 7).

Розробка та побудова контуру підтримки заданого діапазону вологості середовища. Аеропоніка відрізняється від традиційного ґрунтового способу вирощування рослин саме завдяки цьому особливому середовищу. У аеропоніці корені рослин знаходяться у закритому повітряному середовищі, де вони не підкріплюються ґрунтом чи іншим середовищем. Замість цього, корені звисають у повітрі або в спеціальному контейнері, і звожуються за допомогою розпилення водного розчину.

Цей метод дозволяє рівномірно розподіляти вологу навколо коренів рослин, оскільки вод-

ний розчин розпилюється форсунками в повітрі, утворюючи туманну дисперсію, яка надає кореням доступ до необхідних поживних речовин. Це дозволяє оптимально забезпечити рослини вологою, поживними речовинами та киснем, сприяючи їхньому здоров'ю та росту.

Ефективне використання водних ресурсів є однією з ключових переваг аеропоніки порівняно з традиційним ґрунтовим вирощуванням. Система зрошення у аеропоніці регулюється в залежності від вологості середовища, де знаходяться корені рослин. Це дозволяє економити воду, оскільки процес зрошення починається або припиняється, коли це дійсно потрібно для збереження оптимального рівня вологості.

Проте, важливо дотримуватися оптимальних значень вологості, оскільки недостатній рівень вологи може загрожувати здоров'ю коренів рослин та призводити до втрат у врожаї. Розробка контуру для підтримки потрібного рівня вологості - це важлива складова аеропонного процесу, що дозволяє підтримувати оптимальні умови для здоров'я рослин та максимізації врожаю.

Датчик вологості підключений до цифрового виходу 2 плати, що дозволяє отримувати від нього дані про рівень вологості. Група світлодіодів, які індикують цей рівень, підключена до відповідних виходів 4–7 плати Arduino, що дає візуальну інформацію про поточний стан; індикації роботи насосу відображається світлодіодом, що підключено до виходу 8, а підключення самого насосу йде через реле, підключеного до виходу плати.

Зрозуміло, що для всіх блок-схем нашої системи керування були написані та відлагоджені коди програм, що дозволяють зробити діючим наш проєкт.

**Висновки.** В роботі розглянуті безґрунтові способи та вирощування рослин і описані їх переваги та недоліки у порівнянні зі звичними методами вирощування рослин. Визначені основні контури, по яким буде йти аналіз процесу аеропонного способу вирощування рослин, та оптимальні значення параметрів, що вимірюються та контролюються під час роботи системи керування. Створена модель комп'ютерно-інтегрованої системи керування теплицею при аеропонному способі вирощування рослин на базі мікропроцесорної платформи Arduino.

Для кожного вимірювального параметру описані датчики вимірювання та методика їх інтегрування у систему. Розроблені алгоритми та написаний і відлагоджений програмний код, за яким працює розглянута система керування. Розро-

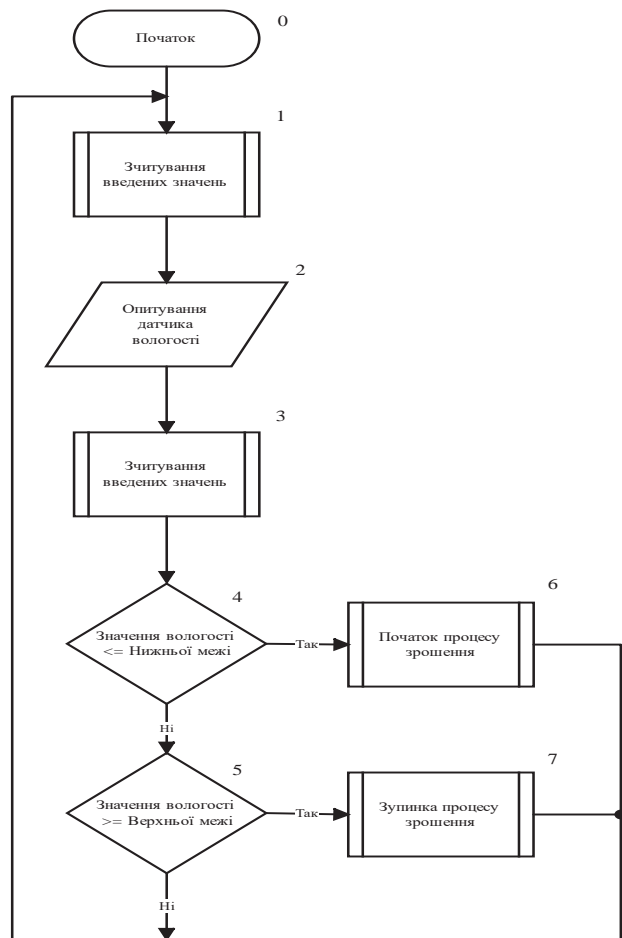


Рис. 11. Блок-схема роботи контуру зрошення

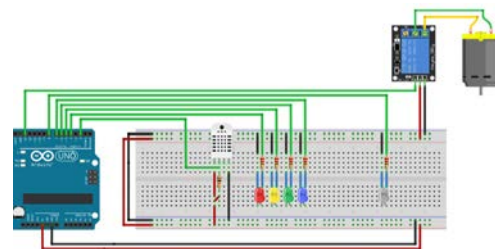


Рис. 12. Схема підключень компонентів до плати

блена імітаційна модель схеми роботи автоматичної системи керування теплицею та протестована її робота.

Для промислового використання комп'ютерно-інтегрована система на базі Arduino недоцільна. Вибір повноцінного програмованого логічного контролера (ПЛК) для керування системою керування теплицею з безґрунтовим вирощуванням рослин у наближених до промислових умовах – це розумне рішення. ПЛК здатний керувати великою кількістю виконавчих елементів та оптимально забезпечити збір, обробку та відповідь на дані, отримані від вимірювальних датчиків.

Один з головних плюсів використання ПЛК полягає у його надійності та стабільності роботи в умовах високого навантаження та промислових умовах. Це сприяє підтримці стабільної роботи системи і знижує ризик виникнення непередбачених ситуацій. Також, можливість налаштування за допомогою комп'ютера полегшує процес управління та дозволяє зручно налаштувати і вдосконалити роботу системи.

**Засоби, що дозволять створити систему автоматизації для безгрунтового вирощування врожаю в реальному житті.** ПЛК160 від фірми «ОВЕН» – відмінний вибір для побудови системи автоматичного керування (рис. 130). Завдяки його дискретним та аналоговим входами/виходами ви зможете ефективно контролювати та взаємодіяти з різноманітними пристроями та сенсорами, що потрібні для вашої системи.

Цей ПЛК має значні можливості для програмування та налаштування, а це означає, що ви зможете гнучко адаптувати його до потреб вашого проекту. Крім того, важливо враховувати документацію та підтримку, яку надає виробник, щоб забезпечити вашу систему всім необхідним.

Обраний контролер ПЛК160 від фірми «ОВЕН» має дуже потужний функціонал для автоматизації та керування системою. Деякі з його характеристик:

- Дискретні та аналогові входи/виходи: Це дозволить вам збирати та керувати сигналами різних типів, що є важливим для автоматизації різних процесів.
- Швидкісні входи для оброблення енкодерів: Це корисно для точного визначення позицій та руху різних механізмів.
- Можливість ведення архіву роботи: Це дозволить вам зберігати та аналізувати дані про роботу системи в реальному часі.
- Програмування у системі Codesys v. 2: Це середовище програмування є потужним та досить популярним для автоматизації. Воно має широкі можливості та допоможе створити потрібні для вас алгоритми.
- Можливість передавання даних через Ethernet або GSM-мережі: Це дозволить вам віддалено керувати та отримувати дані з контролера.
- Послідовні порти (RS-232, RS 485): Для зв'язку з різними пристроями або системами це може бути дуже корисно.
- Дві системи живлення (220 В та 24 В): Це дасть вам гнучкість вибору джерела живлення для ваших пристроїв.

Ці характеристики роблять обраний контролер потужним та гнучким інструментом для автоматизації та керування вашою системою.



Рис. 13. Програмований логічний контролер ПЛК160

Вимірювальні прилади є також важливою частиною в реалізації розроблюваної системи автоматичного керування. Тому в додачу до обраного програмованого логічного контролера компанії «ОВЕН» також було розглянуто їх вимірювальну продукцію.

Компанія має широкий вибір датчиків для вимірювання температури, тому для розроблюваної системи обраний термометр опору ДТС034 з кабельним виводом (рис. 14).



Рис. 14. Термоопір з кабельним виводом ДТС034

Розглядаючи вимірювальну продукцію компанії «ОВЕН» разом з обраним програмованим логічним контролером, можна додати цілий список датчиків для різних характеристик об'єктів.

Датчик температури типу ДТС034 (рис. 14) може бути використаним для вимірювання температури в системі автоматичного керування. Цей опорний термометр, як правило, має хорошу точність і може бути надійним для вимірювання температурних параметрів у різних умовах.

Кабельний вивід такого типу дозволить вам легко підключити датчик до системи, розташувавши його у відповідному місці для точного вимірювання температури.

Будь ласка, зверніть увагу на рекомендації щодо правильного підключення та калібрування цього датчика відповідно до вимог вашої системи керування. Також важливо врахувати особливості електричного підключення та умови експлуатації для досягнення найкращих результатів вимірювання температури.

Інтегруючи цей датчик з датчиком вологості, ви зможете отримувати актуальні дані про вологість середовища, що є критично важливим для оптимального росту та розвитку рослин. Дані вологості

забезпечують повнішу картину умов середовища, яка допоможе у вирішенні проблем та забезпеченні оптимальних умов для росту рослин.

Основні характеристики даного датчику:

діапазон:  $-50 \dots +150^{\circ}\text{C}$ ;

допустимі відхилення:  $\pm 0,30^{\circ}\text{C}$

ступінь захисту: IP54;

Датчик вологості ПВТ100 (рис. 15) від компанії «ОВЕН» є корисним інструментом для вимірювання вологості середовища. Він конвертує відносну вологість у стандартні сигнали струму 4–20 мА, які можна передавати через інтерфейс RS-485 за протоколом Modbus RTU. Ця можливість передачі даних через цифровий інтерфейс дає змогу зручно і точно збирати дані та інтегрувати їх у систему керування.

Датчик рівня VEGASON 62 від компанії Vega (рис. 16) є корисним для вимірювання рівня рідини в ємностях. Його діапазон вимірювання від 0,4 до 8 метрів і точність  $\pm 10$  мм забезпечує надійні дані про рівень заповнення ємності. Це дозволяє точно контролювати рівень рідини в ємності, що є важливим для підтримання оптимальних умов у системі аеропоніки.



Рис. 15. Датчик вологості ПВТ100



Рис. 16. Ультразвуковий рівнемір VEGASON 62

Точне вимірювання рівня рідини допомагає уникнути переповнення або недостатнього заповнення ємності, що може вплинути на ефективність та стабільність вирощування рослин в системі аеропоніки.

#### Список літератури:

1. Lara Darling. Hydroponics, Aquaponics, Aeroponics (3 Books In 1) / Lara Darling // Amazon Digital Services LLC – KDP Print US, 2020 – 38 с.
2. Руденко М. Чудова гідропоніка / М. Руденко // Vivat 2017. – 143 с.
3. Аеропоніка. 2020. URL: <https://www.renovablesverdes.com/uk/aeroponia/>
4. Обігрів теплиці. 2021. URL: <https://plastok.com.ua/obihriv-teplitsi-v-zimovii-period-vidi-ta-osoblivosti>
5. Освітлення в теплицях. 2019. URL: <https://polikarbonatvs.com.ua/ua/articles/article9-htm/>
6. Cerreto Rossouw. Automating Hydroponics: The Complete Guide To Food Security At Home. CreateSpace 2018. 64 с.
7. Thomas W. Gurley Aeroponics: Growing Vertical. CRC Press, 2020. 221 с.
8. Howard M. Resh Hydroponic Food Production. CRC Press, 2022. 39 с.
9. Петин В. А., Биняковский А. А., Практична енциклопедія Arduino / В. А. Петин, А. А. Биняковский – вид. Balka-Book, 2017. 158 с.
10. Пилипенко Ю.М. Електроніка, мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації. Робота з мікропроцесорною платформою Arduino. К.: КНУТД, 2021, 59 с.

#### Pylypenko Yu.M., Kupryienko P.D., Kyselov V.B. COMPUTER INTEGRATED SYSTEM GROWING OF PLANTS IN A SOILLESS ENVIRONMENT

*The Earth's climate changes every year, which significantly affects the methods of growing agricultural plants. No one can predict the natural cataclysms that will occur in the coming years. In order not to depend on the vagaries of nature, it is necessary to provide stable conditions for growing plants - that is, to create an artificial environment – a greenhouse, which will provide optimal conditions for growing agricultural crops. At the same time, it is necessary to create a system that would control and regulate the conditions that would be optimal for growing this or that plant.*

*It is clear that the creation of such artificial conditions will give an advantage in the predictability of the result, but it is unlikely that financing the construction and maintenance of thousands of hectares of greenhouses can be economically profitable. At the same time, the areas set aside for greenhouses can be used more effectively by abandoning the soil environment in favor of alternative, soilless, methods of growing plants. One of the main advantages is that we can arrange plants in several tiers, that is, using the third dimension of space, «stretching» the greenhouse vertically. This makes it possible to increase the «sowing area» several times, to better use the energy component of the project, to simplify the monitoring system and to adjust the parameters to optimize the conditions for growing plants.*

*One of the key elements in the created monitoring and control system is the intellectual and technical component of the project. The modern level of software (soft) and the material base of the project (hard) make it possible to create a computer-integrated system that reacts to external influences in a matter of seconds and brings the system to a stationary level of work according to each of the considered parameters.*

*In this work, a computer-integrated model of the system of aeroponic cultivation of plants in a greenhouse was created.*

**Key words:** soilless plant cultivation, aeroponic type of soilless plant cultivation, algorithm, automated system, computer-integrated project management system, Arduino microprocessor platform, project software.