

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
РАДІОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

ЗВІТ
З ПЕРЕДДИПЛОМНОЇ ПРАКТИКИ

Виконав:

Студент 4 курсу, групи РІ-91

Редько Андрій Олегович

Звіт прийняв:



(підпис)

Адаменко В. О.

(ПІБ наукового керівника)



(підпис)

Головня В. М.

(ПІБ керівника від кафедри)

Київ — 2023 р.

ЗМІСТ

Перелік скорочень	4
Вступ.....	5
1 Розроблене технічне завдання	6
1.1 Назва КР, шифр і підстава для виконання КР	6
1.1.1 Назва виробу:.....	6
1.1.2 Підстава для виконання:.....	6
1.2 Виконавці:	6
1.3 Виробники.....	6
1.4 Мета виконання КР і призначення продукції.....	6
1.4.1 Мета виконання:.....	6
1.4.2 Призначення продукції:.....	6
1.5 Склад продукції.....	7
1.6 Технічні вимоги.....	7
1.6.1 Вимоги призначення	7
1.6.2 Вимоги життєздатності та стійкості до зовнішніх факторів	7
1.6.3 Вимоги надійності.....	8
1.6.4 Вимоги до конструкції.....	8
1.6.5 Вимоги технологічності	8
1.6.6 Вимоги уніфікації та стандартизації	8
1.6.7 Вимоги до дизайну і ергономіки	8
1.7 Техніко-економічні вимоги.....	9
1.8 Вимоги до розроблюваної документації.....	9
1.9 Стадії та етапи проекту.....	9

1.10 Порядок приймання проекту.....	9
2 Огляд існуючих рішень	10
3 Розробка загальної структури системи	16
Висновки	19
Перелік джерел посилання	20

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АКБ — акумуляторна батарея;

ДСТУ — державний стандарт України;

КР — конструкторська робота;

МК — мікроконтролер;

ПВХ — полівінілхлорид;

ТЗ — технічне завдання.

Wi-Fi — Wireless Fidelity

ВСТУП

Автоматизовані системи вирощування рослин є важливим інноваційним кроком у сільському господарстві та садівництві. Завдяки поєднанню різноманітних датчиків та електронних, електровакуумних чи електрогідролічних систем контролю і керування, ці системи можуть забезпечувати оптимальні умови для росту та розвитку рослин у будь-яку пору року, як вдень, так і вночі. Попит на автоматичні системи вирощування рослин постійно і швидко зростає, особливо у країнах, де ефективність та виробнича потужність грають важливу роль у сільськогосподарському секторі.

Однак, наявні системи вирощування рослин часто є витратними і складними для впровадження, особливо для малого бізнесу. Таким чином доцільно розробити доступну та ефективну автоматичну систему, яка б забезпечувала оптимальний рівень догляду за рослинами.

Основною метою даної конструкторської роботи (КР) є створення компактної, бюджетної та масштабованої системи вирощування рослин, яка використовуватиме поширені компоненти та технології. Такий підхід дозволить виробляти комплекти для побудови автоматичних систем вирощування необхідної конфігурації.

Автоматичні системи вирощування рослин не лише сприяють підвищенню продуктивності, але й дозволяють оптимізувати використання ресурсів, таких як вода, розчини поживних речовин і енергія. Це сприяє швидкому, неперервному та екологічно чистому вирощуванню рослин.

Застосування автоматичних систем вирощування рослин дозволяє забезпечити точне та узгоджене управління кожним етапом росту рослин, створюючи оптимальні умови для їхнього зростання.

1 РОЗРОБЛЕНЕ ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Назва КР, шифр і підстава для виконання КР

1.1.1 Назва виробу:

Автоматична система для вирощування рослин.

1.1.2 Підстава для виконання:

Завдання видане кафедрою прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського.

1.2 Виконавці:

Редько Андрій Олегович, РІ-91, РТФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського.

1.3 Виробники

— Підготовка комплекту технічної документації: КПІ ім. Ігоря Сікорського.

— Підприємство-виробник друкованих плат: *JLCPCB* (Китай).

Виготовлення відповідно до 4-го класу точності за допомогою багат шарової технології методом пошарового нарощування.

1.4 Мета виконання КР і призначення продукції

1.4.1 Мета виконання:

Створення універсальної, модульної та автоматичної системи для вирощування рослин з можливістю віддаленого моніторингу та керування.

1.4.2 Призначення продукції:

Пристрій призначений для контролю та керування параметрами його внутрішнього середовища для ефективного та швидкого вирощування рослин та деяких кущів в будь-яку пору доби і будь-яку пору року.

1.5 Склад продукції

Пристрій складається з основного модульного каркасу, зовнішніх панелей, друкованого вузла керування та живлення, нагрівального елемента, освітлювальних приладів, ємності для ґрунту чи води та елементів кріплення давачів.

До складу продукції входять такі покупні комплектуючі вироби:

- Елементи живлення (акумуляторні батареї);
- Кріпильні матеріали;
- Провідники, дроти, шлейфи;
- Радіоелектронні компоненти;
- Давачі вологості (повітря та ґрунту), освітленості, температури.

1.6 Технічні вимоги

1.6.1 Вимоги призначення

В штатному режимі пристрій працює від мережі 220 В, а за відсутності зовнішнього живлення, працює від акумуляторної батареї з вихідною напругою 12,6 В. Пристрій готовий до роботи після натискання кнопки живлення.

Передача інформації про стан системи та контроль її параметрів відбувається на частоті 2,4 ГГц за допомогою технології *Wireless Fidelity (Wi-Fi)*. Інтерфейс моніторингу та елементи керування знаходяться в мобільному застосунку, програмі для персональних комп'ютерів та на веб-сторінці особистого кабінету.

Пристрій призначений для вирощування зелені, грибів, невеликих кущів (ягід, овочів, фруктів) та невеликих корнеплодів.

1.6.2 Вимоги життєздатності та стійкості до зовнішніх факторів

Кліматичне виконання за ГОСТ 15150-69 УХЛ-3.1.

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001, С2.

1.6.3 Вимоги надійності

Напрацювання на відмову пристрою (без врахування відмови акумуляторної батареї) — не менше 10 тис. годин;

Напрацювання на відмову акумулятора — не менше 300 год.

1.6.4 Вимоги до конструкції

Конструкція має бути простою для збирання, модульною та механічно міцною. Стики між зовнішніми панелями та каркасом мають бути достатньо герметичними щоб не випускати вологу з пристрою та мінімізувати зміну температури всередині нього від зовнішніх факторів.

Інші конструкційні вимоги до складових частин конструкції пристрою уточнюються у процесі роботи.

1.6.5 Вимоги технологічності

Вимоги до виробничої, експлуатаційної та ремонтної технологічності уточнюються у процесі роботи та узгоджуються на етапі підготовки до виробництва.

1.6.6 Вимоги уніфікації та стандартизації

Зовнішні панелі та елементи каркасу мають бути універсальними і забезпечувати можливість зміни робочого об'єму пристрою.

Кількісні показники уніфікації та стандартизації не висуваються.

1.6.7 Вимоги до дизайну і ергономіки

Пристрій повинен мати мінімалістичний та інтуїтивно зрозумілий дизайн, а також мати елементи індикації та керування.

Елементи керування повинні бути ергономічними та зрозумілими для середньостатистичної дорослої людини.

1.7 Техніко-економічні вимоги

Собівартість виготовлення пристрою за серійного виробництва не має перевищувати 200 доларів США. За одиничного виробництва собівартість не повинна перевищувати 500 доларів США.

1.8 Вимоги до розроблюваної документації

Документація повинна відповідати вимогам державних стандартів України (ДСТУ) та вимогам Єдиної системи конструкторської документації.

1.9 Стадії та етапи проекту

- Написання технічного завдання (ТЗ) та його аналіз;
- Технічна пропозиція (аналіз варіантів конструкції);
- Вибір компонентів та матеріалів;
- Проектування конструкції та друкованих вузлів;
- Розрахунки, що підтверджують працездатність;
- Оформлення пояснювальної записки;
- Розробка креслень.

1.10 Порядок приймання проекту

При завершенні проекту подаються пояснювальні записки на складові частини п. 5 та набір відповідних проектно-конструкторських документів. Захист проекту проводиться публічно, згідно до установленого порядку.

2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

На сьогодні, на ринку існує багато рішень систем автоматичного вирощування рослин (так званих гроубоксів), проте сегмент ринку, на який розраховане розроблюване рішення, наповнений дорогими та сильно обмеженими у функціоналі продуктами.

Розглянемо деякі з них:

1) **Grobo Premium** [1] — це модульна гідропонна автоматична система вирощування рослин.

Система оснащена 5-ма ємностями для різних поживних речовин, що додаються до води в процесі вирощування, щоб ефективно дозувати необхідні речовини для росту конкретної рослини. Також наявні вентилятори для подачі та відводу повітря з камери системи вирощування.

Для забезпечення більш ефективного вирощування використовується світлодіодна лампа потужністю 150 Вт, що може працювати у 8 різних світлових спектрах, для досягнення великих врожаїв та максимальної швидкості вирощування.

Для моніторингу параметрів та оновлення робочої програми використовується з'єднання з мережею інтернет за допомогою *Wi-Fi*.

Дана система використовує кондуктометричні датчики для визначення визначення рівня поживних речовин у воді, а також датчики, що вимірюють рівень *pH* та рівень води.

Розміри (Ш x Г x В): 355 x 355x 1220 (710 для росту) мм.

Маса: 39 кг.

Матеріал корпусу: холоднокатана сталь.

Ціна на дану систему може сягати 3 тис. доларів США.

Серед недоліків слід відзначити неможливість вирощування рослин у ґрунті, відсутність масштабованості (можна змінювати лише внутрішні модулі), велику вагу та малі внутрішні розміри.

Зображення даної системи автоматичного вирощування рослин представлено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 — *Grobo Premium* [1]

2) *Plantui Smart Garden 6* [2] — невелика гідропонна система автоматичного вирощування рослин та розсади, що може розміщуватись будь-де у будинку.

Система може вирощувати одночасно до 6 окремих рослин.

В якості елементів освітлення рослин, для швидкого росту, використовуються 18 світлодіодів, що працюють у діапазоні хвиль, який ефективним для фотосинтезу.

Є спеціальні комплекти для зміни висоти зони росту від 30 до 37 см.

Розміри (Д x В): 290 x 370 мм.

Маса: 2,45 кг.

Матеріал корпусу: ABS-пластик.

Ціна на дану систему може становити від 300 до 500 доларів США.

Серед недоліків слід відзначити, як і в попередній системи, неможливість вирощування рослин у ґрунті, відсутність масштабованості (можна змінювати лише висоту зони вирощування), малі внутрішні розміри, а також відсутність систем дистанційного моніторингу та керування.

Зображення даної системи автоматичного вирощування рослин представлено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 — *Plantui Smart Garden 6* [2]

3) *Niwa One* [3] — гідропонна система закритого типу середніх розмірів для вирощування рослин.

Дана система має повний клімат-контроль: керування освітленістю, температурою всередині камери вирощування, вентиляцією, рівнем води та

вологістю повітря. Також вона оснащена системою поливу та введення поживних речовин.

Для контролю та моніторингу параметрів вирощування рослин у даної системи є зручний та інформативний мобільний застосунок, який отримує інформацію від системи вирощування за допомогою *Wi-Fi*. При цьому доступ до системи може відбуватись з будь-якого куточка світу, оскільки усі дані надходять до власного хмарного сервісу.

Можна вмикати як автоматичний режим роботи, так і керувати кліматом всередині вручну і налаштовувати власні програми вирощування.

Розміри (Ш x Г x В): 490 x 210 x 910 (680 для росту) мм.

Маса: невідома.

Матеріал корпусу: алюміній та полівінілхлорид (ПВХ).

Ціна на дану систему може становити від 250 до 500 доларів США.

Серед недоліків слід відзначити, як і в попередній системі, неможливість вирощування рослин у ґрунті, відсутність масштабованості, малі внутрішні розміри та використання звичайних світлодіодних ламп.

Зображення даної системи автоматичного вирощування рослин представлено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 — *Niwa One* [3]

4) *Opcom Farm Cube* [4] — модульна система відкритого типу для вирощування рослин.

Дана система може вирощувати рослини як гідропонним методом, так і у ґрунті. Для більшої ефективності процесу вирощування використовуються комбіновані світлодіодні лампи, що можуть працювати у різних світлових спектрах, залежно від задачі чи типу рослини.

Наявна система циркуляції повітря, керування освітленням, рівнем води та поживними речовинами.

Для керування використовується передня панель або пульт дистанційного керування. В комплекті з системою є багато корисних елементів та пристосувань, за допомогою вирощування рослин та обслуговування системи стає значно простішим. повний клімат-контроль: керування освітленістю, температурою всередині камери вирощування, вентиляцією, рівнем води та вологістю повітря. Також вона оснащена системою поливу та введення поживних речовин.

Система може вирощувати одночасно до 6 окремих рослин.

Розміри (Ш x Г x В): 622 x 337 x 485 мм.

Маса: 6 кг.

Матеріал корпусу: алюміній.

Ціна на дану систему починається від 250 доларів США.

Серед недоліків слід відзначити внутрішні розміри та відкритий тип камери для вирощування, відсутність зручної системи моніторингу, відсутність контролю температури, а також, що модульність реалізована за допомогою встановлення блоків один на одного. Також замість інтегрованих датчиків використовуються окремі прилади та пристосування для вимірювання провідності води (з метою визначення концентрації поживних речовин), для вимірювання рівня pH та інші. Тобто система є лише напівавтоматичною.

Зображення даної системи автоматичного вирощування рослин представлено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 — *Opcom Farm Cube* [4]

Отже всі розглянуті системи мають свої переваги та недоліки, при цьому не задовольняючи потреби сучасного ринку автоматичних систем вирощування рослин. Тому розробка актуалізованої системи є доцільною.

3 РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ

В результаті конструкторської роботи розроблено структурну схему автоматичної системи вирощування рослин, яка зображена на рисунку 3.1.

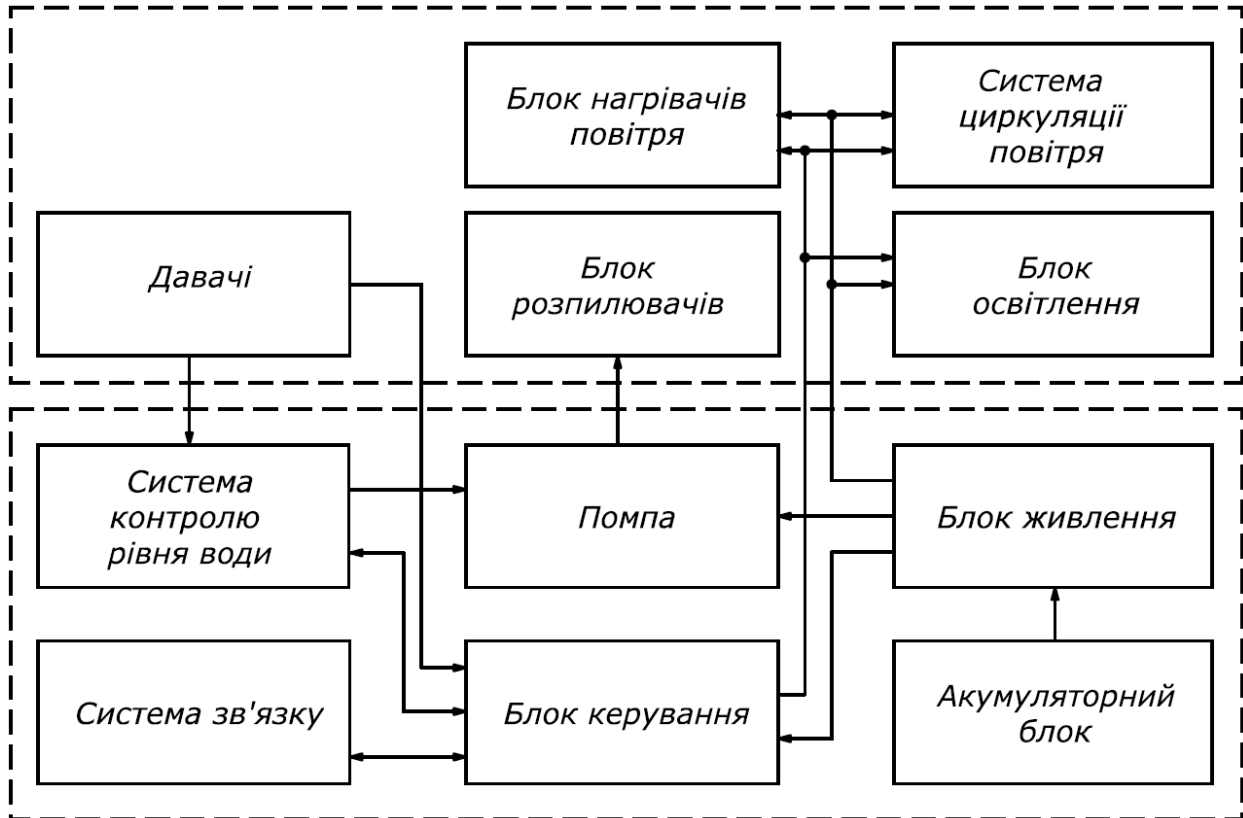


Рисунок 3.1 — Структурна схема системи

Дана структурна схема описує функціонально завершені блоки розроблюваної автоматичної системи вирощування рослин. І на ній можна побачити, як мають бути пов'язані відповідні блоки між собою.

Отже, система має складатись з основного блоку керування, що виконує роль обчислювального та контролюючого вузла і передає відповідні дані до користувача за допомогою дисплею або за допомогою системи зв'язку. Також дана система отримує команди від користувача через систему зв'язку або за допомогою кнопок на лицьовій панелі знизу пристрою.

Наступним важливим блоком є блок живлення, що виконує роль розподілення живлення та формування необхідних вихідних напруг для кожного з блоків системи. Акумуляторний блок, що під'єднаний до блоку живлення виконує роль резервного джерела, що вмикається тоді, коли зникає живлення від

мережі 220 В. Тривалість його роботи повинна забезпечувати підтримку всіх необхідних процесів для вирощування рослин близько 24 годин. Цього часу має бути достатньо для виявлення несправностей системи та їх виправлення.

За допомогою системи контролю рівня води не тільки контролюється рівень води у ємності під час вирощування рослин гідропонним способом, а й контроль рівня води у резервуарі, де зберігається певна кількість води для підтримки необхідного рівня та виконання розпилення чи поливу, за такої необхідності.

Дана система збирає дані з датчиків вологості повітря, вологості ґрунту чи рівня води у ємності і резервуарі, а потім передає їх до основного блоку керування, де виконуються необхідні операції сповіщення, корекції рівнів води, запуску процесів поливу, розпилення тощо.

Серед датчиків також є датчі температури та датчі освітленості, які необхідні для контролю параметрів середовища вирощування рослин.

Наповнення ємності водою, подача води у розпилювачі чи для поливу рослин здійснюється за допомогою помпи, що відповідно керується системою контролю рівня води.

Блок розпилювачів виконує розпилення води з різним розміром крапель, від туманоподібної хмари до крупних крапель, що більш ефективні у випадку звичайного поливу. Таким чином змінюючи тиск у системі можна адаптувати систему під вирощування різних типів рослин, у тому числі, наприклад, грибів.

Блок освітлення необхідний для рослин, що потребують світло для фотосинтезу. Даний блок керується від основного блоку керування і змінює освітленість залежно від встановленої програми та даних з датчиків освітленості.

Блок нагрівачів повітря виконує роль підігріву повітря до оптимальної температури, що особливо важливо в холодну пору року чи у холодних підвальних приміщеннях. Даний блок також керується блоком керування, залежно від того, яка температура була виміряна датчиками температури.

Система циркуляції повітря необхідна для компенсації накопичення вологи, надмірного нагріву повітря та відведення/підведення повітря у процесі роботи

системи. Відповідно, таким чином виконується і охолодження повітря, оскільки кондиціонери є дорогими та громіздкими рішеннями, що споживають велику кількість електроенергії.

Таким чином структура даної системи автоматичного вирощування рослин передбачає вимірювання та регуляцію багатьох параметрів, що є важливими для ефективного росту різноманітних рослин.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання переддипломної практики було розроблено ТЗ, проведено аналіз існуючих на ринку рішень, та виконано розробку структурної схеми системи.

Вище зазначене ТЗ визначає необхідні елементи конструкції пристрою, його призначення та функціональні особливості. Також визначаються обмеження на електронні компоненти, пристрої та електронні модулі.

В результаті розробки можна прийти до висновку, що конструкція повинна мати гарну герметичність та механічну міцність, бути модульною та простою в користуванні. Вразливі до зовнішніх впливів та негерметизовані електронні модулі і компоненти мають бути розміщені таким чином, щоб не зазнавати шкідливих впливів під час роботи системи та не знижувати її ефективність.

Також можна прийти до висновку, що для реалізації такої системи необхідно розробити декілька окремих електронних модулів, що виконуватимуть функціонально завершені задачі і не будуть впливати один на одного, а також їх можна буде розміщувати більш ефективним чином і дублювати, за необхідності.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. *Grobo | Premium Automated Hydroponic Grow Box System* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://healthy-sprout.com/products/grobo-premium-automated-hydroponic-grow-box-system> — 21.04.2023 — Назва з екрану.
2. *Plantui Smart Garden 6* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://plantui.com/product/smart-garden-6/> — 21.04.2023 — Назва з екрану.
3. *Niwa will let you grow your own at home – using your smartphone* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.stuff.tv/news/niwa-will-let-you-grow-your-own-home-using-your-smartphone/> — 21.04.2023. — Назва з екрану.
4. *Opcom Farm Cube* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.opcomfarm.com/newproduct.php?Item=7&id=500> — 21.04.2023. — Назва з екрану.