

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

**ДУБИНА ІГОР АНДРІЙОВИЧ**

УДК 62-523.2

**Управління автоматизованими процесами підтримки кліматичних умов у  
теплицях**

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Автореферат

магістерської роботи на здобуття кваліфікації магістра з автоматизації та  
комп'ютерно-інтегрованих технологій

Миколаїв – 2020

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі автоматизації та КІТ

**Науковий керівник:** кандидат технічних наук, доцент  
**Прищепов Олег Федорович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри автоматизації і  
комп'ютерно–інтегрованих технологій

**Рецензент:** канд. фіз.-мат. наук  
**Кулаковська Інесса Василівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем

**Консультант:** кандидат технічних наук, доцент  
**Андрєєв Вячеслав Іванович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
завідувач відділу аспірантури і  
докторантури, доцент

Захист відбудеться «25» червня 2020 р. о 10:00 на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-406) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

З магістерською науковою роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: 54003, м. Миколаїв, вул. 68-ми Десантників, 10.

Автореферат оприлюднений «\_\_\_» червня 2020 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сучасний світ технологій дуже швидко розвивається, що сприяє створенню нових інформаційних технологій, систем автоматизації, мобільних застосунків та ін.. Кожен програмний продукт або технічне рішення у тій чи іншій мірі впливає на галузь якій це використовується. Актуальність теми обумовлена відсутністю на ринку систем, що дозволяють повністю автоматизувати процес вирощування рослин.

**Метою дипломної роботи** є покращення процесу вирощування рослин у теплиці шляхом створення спеціалізованого апаратного та програмного забезпечення.

### **Завдання:**

- 1) дослідження характеристик мікроклімату теплиці;
- 2) дослідження апаратного забезпечення моніторингу мікроклімату;
- 3) дослідження апаратного забезпечення контролю мікроклімату;
- 4) розробка схеми підключення апаратного забезпечення;
- 5) розробка програмного забезпечення для автоматизованої системи мікроклімату.

### **Практичне значення отриманих результатів:**

- проведено аналіз сучасних засобів автоматизації процесу вирощування рослин у теплиці;
- обрано апаратне забезпечення для реалізації автоматизованої системи мікроклімату;
- розроблено схему підключення апаратних компонентів;
- розроблено програмне забезпечення для одноплатного комп'ютеру;
- розроблено програмне забезпечення для мобільного телефону, що дозволяє налаштування параметрів застосунку комп'ютеру Raspberry pi.

**Структура дипломної роботи.** Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, трьох розділів, висновків, двох додатків.

Загальний обсяг роботи складає 91 сторінка, 81 рисунок та 21 посилання на літературні джерела.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** визначається актуальність теми, проводиться короткий огляд поставленої задачі. Сучасний світ технологій дуже швидко розвивається, що сприяє створенню нових інформаційних технологій, систем автоматизації, мобільних застосунків та ін.. Кожен програмний продукт або технічне рішення у тій чи іншій мірі впливає на галузь якій це використовується.

Актуальність теми обумовлена відсутністю на ринку систем, що дозволяють повністю автоматизувати процес вирощування рослин.

Існують сучасні рішення для автоматизації певних параметрів мікроклімату: системи автоматизованого зрошування, системи автоматичної вентиляції, різноманітні таймери для контролю роботи засобів освітлення та ін., але не існує повноцінної автоматизованої системи, що дозволяє контроль всіх показників одночасно.

Використання систем контролю мікроклімату теплиці, що могла б враховувати усі показники комплексно може значно спростити процес вирощування екзотичних рослин. Контроль та моніторинг усіх показників мікроклімату може виявити взаємозалежність між ними.

**У першому розділі** розглянуто принцип дії сучасних теплиць, приділено увагу особливостям різних видів теплиць: використання ґрунту для вирощування рослин за гідропонічною технологією.

Наведено опис характеристик сучасних пристроїв вимірювання показників мікроклімату. Проведено аналіз термометрів, розглянуто їх класифікацію. Надано опис класифікації ступеню захисту цих пристроїв.

Досліджено також принцип роботи автоматизованих пристроїв поливу. Описано способи підключення гігрометрів для визначення пологості до пристрою контролю потоку води.

Окремо увагу приділено увагу опису засобам контролю живлення, що дозволяють здійснювати регулювання роботи пристроїв освітлення. Розглянуті найбільш розповсюджені засоби контролю: автоматизовані таймери-реле та їх класифікацію.

Досліджено довжину світлових хвиль, що необхідні для вирощування рослин: довжина хвилі для здійснення фотосинтезу та росту. Описані джерела світла необхідної довжини.

Наведено опис систем вентиляції та додаткових засобів забезпечення параметрів мікроклімату: забезпечення рівню CO<sub>2</sub> та ін.

### **У другому розділі**

У розділі було проведено аналіз засобів, що мають достатньо обчислювальних потужностей для виконання ролі блоку керування. Досліджено можливості мікроконтролерів та плат Arduino, обрано найбільш оптимальний варіант одноплатний комп'ютер Raspberі Pi.

Raspberry Pi. Це лінійка одноплатних комп'ютерів, що представлена кількома моделями. Усі моделі базуються на архітектурі ARM. Для виконання дипломної роботи оптимальної є модель Raspberry Pi B. Ця модель обладнана процесором ARM11 з тактовою частотою 700Мгц та об'ємом ОЗУ 512Мб. Робота з периферійними пристроями реалізується інтерфейсами GPIO (26 входів/видів), що реалізує UART, I2C, SPI. Реалізовано можливість підключення периферійних пристроїв USB. Наявність інтерфейсу Ethernet, GPIO, можливість підключення Wi-Fi та відносно невелика ціна роблять цей варіант найбільш оптимальним.

Проведено аналіз інтерфейсів для підключення периферійного обладнання у одноплатному комп'ютері Raspberі Pi. На основі проведено аналізу обране обладнання для виміру показників мікроклімату: обрано датчик DHT22, що для підключення використовує інтерфейс GPIO, гігрометр на основі компаратору, датчик освітлення на основі того ж компаратору.

Обрано найбільш оптимальний засіб для забезпечення освітлення у моделі теплиці – світлодіодна стрічка SMD 5050.

Описано засіб для здійснення поливу. Обрано помпу RS-360SH, що здатна створювати водяний потік потужністю до літру за хвилину.

Розроблено схему підключення апаратного забезпечення до інтерфейсу GPIO одноплатного комп'ютеру. Продемонстровано зібраний макет теплиці для проведення випробувань.

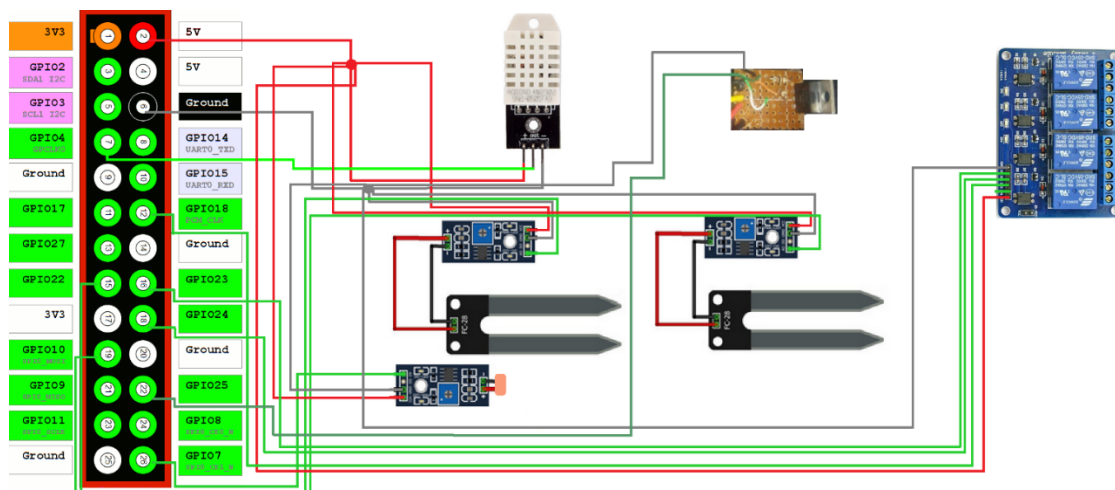


Рисунок 1 – Макетна схема розробленого пристрою

У третьому розділі досліджено доступні для встановлення на одноплатний комп'ютер операційні системи. Досліджено переваги та недоліки доступних операційних систем. Обрано операційну систему Raspbian, алгоритм встановлення та необхідні програмні засоби.

Наведено основні кроки налаштування обраної операційної системи одноплатного комп'ютері. Описано інтерфейс меню Rasp-config: розглянуто алгоритм налаштування віддаленого доступу, налаштування використання дискового простору. Проведено налаштування мережевого інтерфейсу за допомогою налаштувань interfaces, приведено опис налаштувань бездротових мереж.

Розглянуто мови програмування, що підтримують можливість роботи з інтерфейсом GPIO. З розглянутих мов програмування обрано найбільш оптимальний варіант – мову Python.

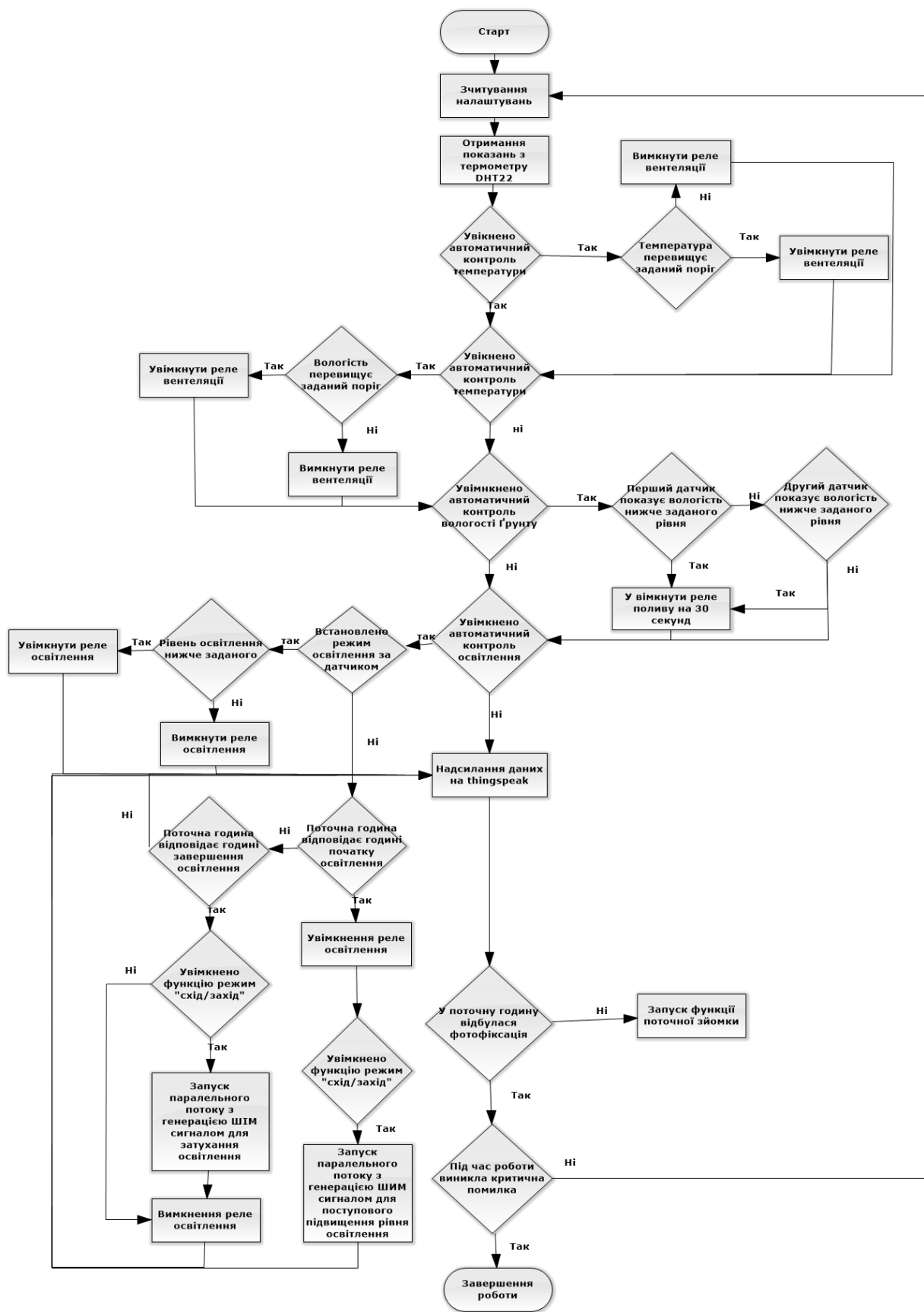


Рисунок 2 – алгоритм роботи застосунку

Описано бібліотеки для підключення периферійного обладнання та цифрових виходів GPIO. Досліджено менеджер пакунків pip, що дозволяє

завантаження необхідних бінарних файлів. Описано фрейворк для реалізації API контролю розробленого пристрою. Представлено загальну структуру застосунку одноплатного комп'ютеру.

Python є об'єктно-орієнтованою мовою програмування, що в свою чергу вимагає дискретизації компонентів. Відобразити взаємодію компонентів можливо за допомогою діаграми класів (рис. 3).

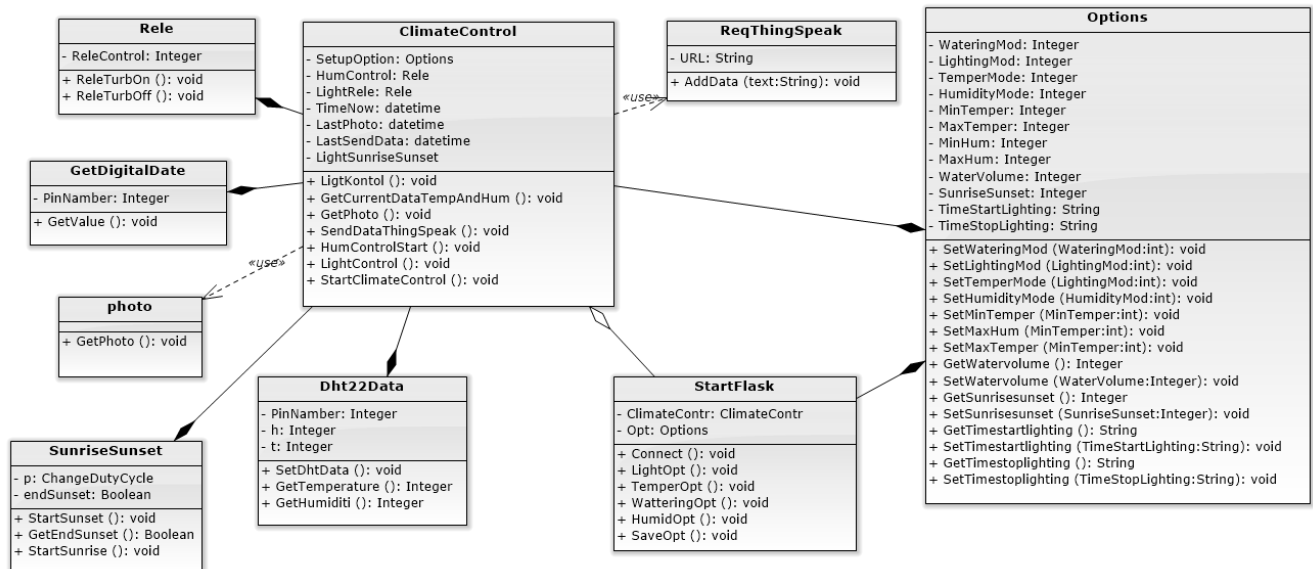


Рисунок 3 – Діаграма класів застосунку Raspberry Pi

Проаналізовано можливості підключення стороннього сервісу для зберігання історії показань та графічного відображення thingspeak.

Представлено опис розробки мобільного застосунку контролю. Описано основні складові графічного інтерфейсу вікна контролю температури та вологості, вікна контролю освітлення, контролю поливу, перегляду статистики. Описано складові API для надсилання даних та повернення збережених параметрів.

Уякості ОС для засобу керування обрано Android. Android базується на ядрі linux, але застосунки для нього працюють на специфічній віртуальній машині Java. Ця особливість потребує використння при розробці спеціалізованого середовища розробки – Android studio.

Android studio прийшло на зміну плагіну ADT для платформи Eclipse. Середовище побудоване на базі вихідного коду продукту IntelliJ IDEA Community Edition, що розвивається компанією JetBrains. Android Studio розвивається в рамках відкритої моделі розробки та поширюється під



ліцензією Apache 2.0. Це середовище підтримує можливість встановлення та відлагодження застосунків, як на реальних пристроях так і на віртуальних.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

У виконаній дипломній роботі проведено аналіз сучасних теплиць та технологій, що в них використовуються. Під час дослідження сучасних теплиць визначено їх основні функції – підтримка параметрів мікроклімату та захист рослин від впливу зовнішніх факторів. Виділено два основні типи теплиць: ті що використовують ґрунт для вирощування рослин та гідропонічні.

Досліджено основні пристрої для регулювання мікроклімату у теплиці: термометри гігрометри, датчик CO<sub>2</sub> та ін. Проведено аналіз принципів роботи сучасних термометрів – контактного та безконтактного методів. Наведено принцип роботи систем автоматизованого поливу.

Розглянуто принципи контролю світлового дня. Досліджено особливості хвиль світла, що необхідні для вирощування рослин. Приведено аналіз засобів контролю тривалості світлового дня. Окремо проаналізовано засоби контролю вентиляції.

Проведено аналіз можливості використання мікроконтролерів у якості основи системи автоматизації контролю мікроклімату. Розглянуто можливість застосування плат Arduino у якості основного засобу контролю. Обрано найбільш оптимальний клас пристроїв одноплатні комп'ютери.

Серед одноплатних комп'ютерів обрано Raspberry Pi, що обладнаний потужним процесором з тактовою частотою 700Мгц. Обраний комп'ютер дозволяє підключення периферійного обладнання з інтерфейсом GPIO та реалізацією UART, I2C, SPI.

У якості засобів моніторингу показників мікроклімату обрано DHT22, що моніторить показники температури та вологості з найменшим показником похибки. Розроблено схему підключення даного датчику до одноплатного комп'ютеру.

Контроль освітленості реалізовується за допомогою фоторезистору та цифрового компаратору. Підключення цього датчику реалізовано на основі трьох виході GPIO. За схожим принципом реалізовано контроль вологості ґрунту, задіяно компортатор та три виходи інтерфейсу GPIO.

У якості елемента контролю зовнішніх пристроїв підключено модуль реле на 4 контакти. Розроблено схему підключення обраного модулю, що потребує 6 контактів для підключення – 2 контакти живлення та 4 для передачі даних (1 контакт на кожен канал).

Підібрано периферійне обладнання для реалізації моделі теплиці: кулер на 12В для реалізації системи вентиляції, діодна стрічка, що випромінює світло з необхідною довжиною хвилі. Окремо обрано помпу, що зможе виконувати роль системи поливу.

Розроблено схему підключення обраного обладнання до одноплатного комп'ютеру. Описано засоби використання ШІМ сигналу для реалізації функцій поступового увімкнення та вимкнення освітлення. Обрано обладнання для підключення бездротової мережі та здійснення спостереження.

Наведено опис алгоритму налаштування операційної системи з використанням вбудованого інструменту. Описано процес розробки програмного забезпечення для одноплатного комп'ютеру за допомогою мови Python. Детально описано підключення бібліотек роботи з інтерфейсом GPIO та датчиками. Описано сервіси, що дозволяють сторонню обробку даних: їх зберігання та обробку графічне відображення.

Розроблено застосунок для керування системою автоматизації на операційної системи Android. Для застосунку керування розроблено інтерфейс встановлення показників вологості температури та вологості, інтерфейс встановлення режиму роботи освітлення, поливу, відображення збережених показників статистики, поточного кадру з камери, перегляду відомостей про автора.

## АНОТАЦІЯ

дипломної роботи студенту 671 групи Дубина Ігора Андрійовича на тему: «Система управління автоматизованими процесами підтримки кліматичних умов у теплицях»

Данна дипломна робота присвячена розробці апаратних та програмних засобів контролю мікроклімату у теплиці.

Актуальність теми обумовлена відсутністю на ринку систем, що дозволяють повністю автоматизувати процес вирощування рослин.

Об'єктом дослідження є процес керування мікрокліматом в середині теплиці.

Предметом дослідження є апаратне забезпечення, що забезпечує контроль мікроклімату у теплиці.

Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновку та Двох додатків.

У вступі визначається актуальність теми, проводиться короткий огляд поставленої задачі.

У першому розділі проведено аналіз теплиць, а саме наведено огляд датчиків моніторингу та засобів контролю мікрокліматичних умов.

У другому розділі проведено дослідження апаратного забезпечення, що необхідно для реалізації функцій системи управління автоматизованими процесами підтримки кліматичних умов у теплицях.

У третьому розділі описано послідовність дій для налаштування одноплатного комп'ютеру. Наведено опис процесу розробки застосунку.

У висновку проводиться аналіз проведеної роботи та отриманих результатів.

У додатку код розроблених застосунків.

Ключові слова:, Android застосунок, розробка, python, java.

Робота містить, 81 рисунок, 21 літературних джерела та 2 додатків.

Загальний обсяг дипломної роботи складає 91 сторінок.

## ABSTRACT

### **Dubyna I. «The control system of automated processes maintains climatic conditions in heat»**

This Master's thesis is devoted to the development of hardware and software for microclimate control in the greenhouse.

The urgency of the topic is due to the lack of systems on the market that allow you to fully automate the process of growing plants.

The object of the study is the process of microclimate control in the middle of the greenhouse.

The subject of the study is the hardware that provides control of the microclimate in the greenhouse.

Thesis consists of an introduction, three sections, a conclusion and two appendices.

The introduction determines the relevance of the topic, a brief overview of the task.

In the first section the analysis of greenhouses is carried out, namely the review of sensors of monitoring and means of control of microclimatic conditions is resulted.

In the second section, a study of the hardware required to implement the functions of the control system of automated processes to maintain climatic conditions in greenhouses.

The third section describes the steps for setting up a single-board computer. A description of the application development process is given.

In conclusion, an analysis of the work done and the results obtained.

The application contains the code of the developed applications.

Keywords : Android application, development, python, java.

The work contains 81 figures, 21 references and 2 appendices. The total volume of the thesis is 91 pages.