

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 681.5:664.1:636.082.474

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
(назва ІНІ)

В.В. Каплун
(ПІБ)

(підпис)

«__» _____ 2022 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри автоматики
та робототехнічних систем
ім. акад. І.І. Мартиненка
(назва кафедри)

В.П. Лисенко
(ПІБ)

(підпис)

«__» _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

02.06.-КМР.2067"С".2021.12.08.003.ПЗ

на тему **«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ
МІКРОКЛІМАТОМ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕРМІЦЯХ НА БАЗІ
КОМПЛЕКСУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ SCHNEIDER ELECTRIC»**

Спеціальність: 151– «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр і назва)

Магістерська програма: Комп'ютерно-інтегровані системи управління
технологічними процесами у галузях АПК
(назва)

Гарант освітньої програми
професор

Виконала

В.П. Лисенко, д.т.н.проф.,

(підпис)

(П.І.Б, науковий ступінь та вчене звання)

М.М. Баленко

(підпис)

(П.І.Б студента)

Керівник магістерської роботи

(підпис)

В.П. Лисенко, д.т.н.проф.,

(П.І.Б, науковий ступінь та вчене звання)

КИЇВ-2022

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
автоматики та робототехнічних
систем ім. акад. І.І. Мартиненка

В.П. Лисенко
« »
2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

(бакалаврської/дипломної)

Баленко Мар'яні Миколаївні

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Магістерська програма: Комп'ютерно-інтегровані системи управління технологічними процесами у галузях АПК

Тема магістерської роботи «**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ НА БАЗІ КОМПЛЕКСУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ SCHNIEDER ELECTRIC**».

затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.12.2021 року №2067«С»

Термін подання студентом магістерської роботи 28.10.2022 року

Вихідні дані до магістерської роботи: завдання кафедри на виконання магістерської роботи; нормативні документи по проектуванню об'єктів автоматизації; матеріали дослідження та аналізу, наукова література з тематики магістерської роботи.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз технологічного процесу керуванням мікроклімату в теплиці.
2. Дослідження теплиці як об'єкта автоматичного керування.
3. Вибір технічних засобів та обґрунтування параметрів їх налаштувань.
4. Аналіз якості функціонування системи автоматичного керування.
5. Розробка схем системи автоматизації.
6. Рекомендації з технічного обслуговування, ремонту і безпеки праці в тепличних комплексах.

Дата видачі завдання «10» грудня 2021 року

Керівник магістерської роботи _____

(Підпис)

Лисенко В.П.

(Прізвище та ініціали)

(Завдання прийняла до виконання _____

(Підпис)

Баленко М.М.

(Прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

НУБІП України

ВСТУП

РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕПЛИЦЬ. ОГЛЯД СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ

НУБІП України

1.1. Основні параметри та класифікація теплиць

1.2. Огляд існуючих рішень керування мікрокліматом промислових тепличних комплексів.

1.3. Особливості контролю мікроклімату в приміщеннях теплиці.

НУБІП України

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ЇЇ ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ВОЛОГІСНО-ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ В ТЕПЛИЦІ, РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЦІЄЇ САК

НУБІП України

2.1. Розробка та дослідження математичної моделі технологічного процесу, аналіз статичних та динамічних характеристик, визначення передаточної функції об'єкта керування мікрокліматом в теплиці.

2.2 Розробка САК мікрокліматом в теплиці.

НУБІП України

2.3 Розробка, дослідження та побудова функціональної схеми системи керування мікрокліматом в приміщеннях закритого ґрунту.

2.4 Побудова функціональної й структурно-алгоритмічної схеми

НУБІП України

2.5 Дослідження е-ми автоматичного керування на стійкість та визначення якості її регулювання

2.6 Перехідний процес САК та визначення показників якості

2.7 Розробка та побудова принципової електричної схеми керування

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ У ТЕПЛИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

3.1. Передумови виконання нейронних мереж для моделювання різних процесів у виробництві.

НУБІП України

3.2 Використання нейронної експертної системи щодо формування енергоощадних алгоритмів керування об'єктом.

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

НУБІП України

4.1 Економічне обґрунтування проекту

4.2 Розрахунок на експлуатаційні витрати

4.3 Розрахунок заробітної плати співробітників і відрахувань які йдуть на амортизацію

НУБІП України

4.4 Розрахунок на експлуатаційні витрати та економічний ефект

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.2 Розрахунок контурного заземлення теплиці

НУБІП України

5.3 Безпека життєдіяльності при електрифікації сільськогосподарських об'єктів

6 ЕКОЛОГІЯ

6.1 Вплив парниково-тепличних господарств на навколишнє середовище

НУБІП України

6.2 Заходи, що є природоохоронними при будівництві теплиць

6.3 Способи які використовують для захисту навколишнього середовища при роботі теплиць

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Актуальність теми. В сьогоденні економічна ситуація в країні потребує від об'єктів господарської діяльності, таких як тепличні господарства, високої якості продукції, дисципліни при виконанні податкових обов'язків, адаптивності та стійкості в умовах конкуренції на ринку. Необхідним для цього є скорочення витрат та збільшення прибутку, тому підприємства мають використовувати науково-технічні розробки, за допомогою яких скоротяться платежі, зменшиться собівартість продукції, а дохід підприємства (працівників) та якість продукції при цьому підвищаться.

НУБІП України

Зростання цін на енергоносії зобов'язують дбати про ефективне використання ресурсів в системах обігріву, доосвічування, вентиляції, підкормки рослин в теплицях. Перспективними заходами щодо покращення енергоефективності споруд захищеного ґрунту є розробка сучасних конструкторських рішень, використання альтернативних джерел енергій та впровадження нових систем керування мікрокліматом.

НУБІП України

Основною науково-прикладною задачею на вирішення якої спрямована магістерська робота – розробка інтелектуальної системи енергоефективного керування мікрокліматом в промислових теплицях за допомогою технічних засобів

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕПЛИЦЬ. ОГЛЯД СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ

1.4. Основні параметри та класифікація теплиць

Теплиці - це каркаси роздубої конструкції, покриті прозорим матеріалом, в яких вирощуються сільськогосподарські культури в контрольованих умовах середовища. Тепличне вирощування, а також інші способи вирощування в контрольованому середовищі були розроблені для створення сприятливого мікроклімату, який сприяє вирощуванню сільськогосподарських культур протягом усього року або частини року, якщо це необхідно. Теплиці та інші технології вирощування рослин у контрольованому середовищі пов'язані з несезонним вирощуванням рослин і високоцінних харчових продуктів у холодних кліматичних зонах, де вирощування на відкритому повітрі неможливе.

В першу чергу парники та теплиці поділяють за функціональним призначенням, часом експлуатації, типом покриття, їх призначенням та технологією вирощування продукції в них. Класифікують промислові теплиці за матеріалом їх покриття, можуть бути:

- плівкові;

-скляні;

-склопластикові.

За конструкційними ознаками.

-ангарні (одноланкові);

-блочні (багатоланкові).

Ще теплиці можуть бути як прозорі, так і непрозорі, одноповерхові чи багаторівневого типу (багатоповерхові).

Різняться і конструкції даху теплиць є:

-аркові;

-нерівноскатні;

-односкатні;

-двоскатні дахи.

Факторами впливу на будівельні конструкції приміщень закритого ґрунту

є: найнижча середньодобова температура, вітрове, снігове навантаження.

Теплиця, яка зображена на рисунку 1.1- це теплиця блонного типу, їх використовують для вирощування різних овочевих культур, квітів, фруктів, ягід чи зелені.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд теплиці

Як основа конструкції теплиці, є каркас, який монтують із металічних чи дерев'яних конструкцій. Для промислових теплиць власники, зазвичай, обирають сталеву оцинковану основу, адже вона є досить міцною, захищеною від корозії й не потребує додаткового догляду. Фундамент роблять з буронабивних бетонних панелей, а цоколь монолітним чи збірним

залізобетонним. А покриття в таких теплицях, як правило, роблять з світлопрозорих матеріалів, які виконують з листового скла, встановлюють по алюмінієвих шпирсах і ущільнюють гумою по боках.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

1.2 Огляд існуючих рішень керування мікрокліматом промислових тепличних комплексів

Для різних видів рослин є характерними свої оптимальні режимні параметри та допустимі відхилення від цих параметрів. Основним параметром навколишнього середовища, який контролюється, є температура, контроль навколишнього середовища також може включати як підгрів, так і охолодження для пом'якшення надмірних температур, контроль освітлення або затінення, або додавання додаткового світла, рівень вуглекислого газу, відносну вологість, подачу води, поживні речовини для рослин і боротьбу зі шкідниками. Щоб обрати необхідний оптимальний режим для різних рослин, опираючись на зовнішні погодні умови, передбачене автоматичне спостереження за ними зі змогою зміни внутрішніх параметрів мікроклімату в приміщеннях теплиць.

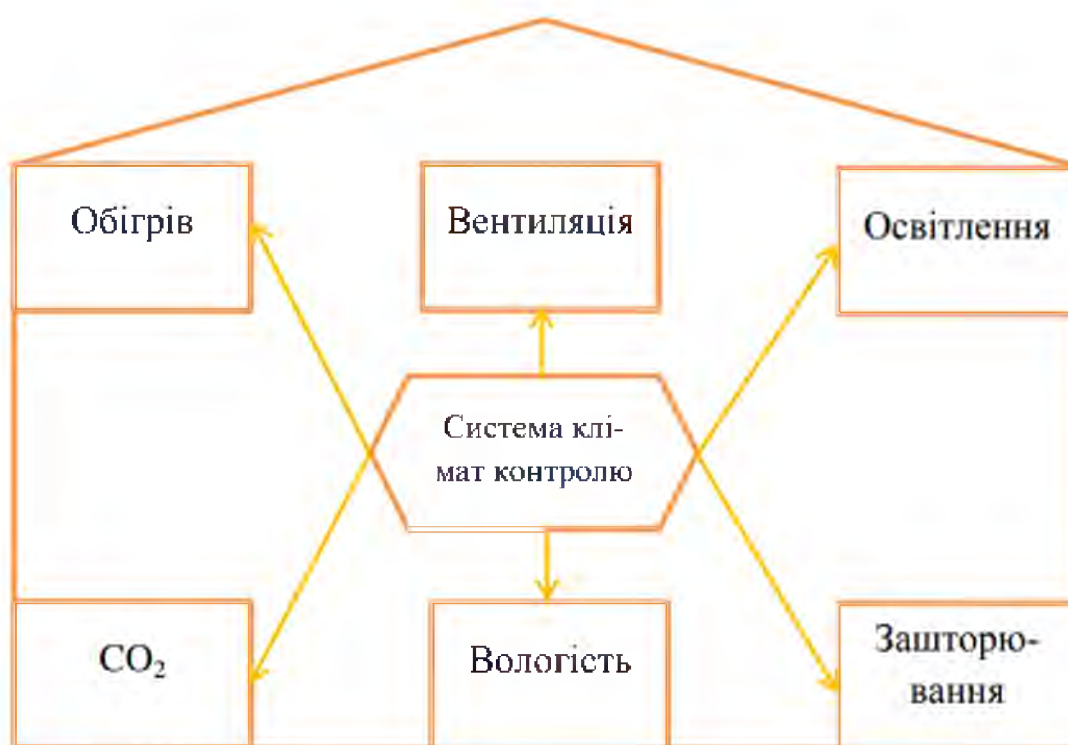


Рис. 1.2 Схематична система мікроклімату в теплиці

Найбільш енергозатратною складовою в культивацийних спорудах закритого ґрунту в холодні пори року є забезпечення необхідного мікроклімату для вирощування рослин та овочів.

Розглянемо існуючі рішення енергозабезпечення в теплицях. Напрямки в овочівництві, які є перспективними по зниженню витрат на енергоресурси: альтернативні види біологічного обігріву чи окреме керування контурами обігріву з метою наближення тепла до рослин, використання сучасних покривних матеріалів, які є енергозберігаючими, використання зашторювання (для весняно-літнього періоду), використання відходів рослинництва, для обігріву кореневмісної частини рослин у теплицях, використання тепла АЕС, ТЕЦ, встановлення міні-котельень в кожній з теплиць чи впровадження автоматизованих та комп'ютеризованих технологічних процесів.

Рішення які ми розглянули вище, дають змогу зменшити витрати на вирощування овочевих культур в закритому ґрунті. Також, вибір палива має великий відсоток впливу на економію ресурсів. Обирають таке паливо: тверде-кам'яне чи буре вугілля, деревина, відходи виробництва, селюма, рідке-продукти перегонки нафти чи газоподібне-газ чи біогаз. На паливі можливо економити при заміні котлів, ККД яких становило 89-90% на котли з терморегуляторами і подачею CO₂, ККД яких становить 95-96%, а при підвищенні ціни на газ, 4-5% економії є вагомим величиною.

Іншим, не менш важливим фактором, який має вплив на ефективність овочівництва в закритому ґрунті, є масштабне впровадження надійних в експлуатації систем контролю параметрів, автоматизованого управління та комп'ютерного моніторингу мікрокліматом. Хоча, такі системи також мають свої недоліки, один з яких перевищення температури повітря в приміщеннях теплиці, через неточне її регулювання. Перевитрати, які є внаслідок збільшення температури всього лише на 1°C дорівнюють 100-тоннам умовного палива на 1 гектар площі. Управління опаленням, додатковим освітленням, примусовою вентиляцією, поливом, підігрівом води, виконується спеціальним

блоком, який може мати декілька програм. На цей блок подаються сигнали від всіх датчиків, вона вмикає вентилятори та нагрівачі, які в свою чергу подають тепле повітря заданої температури в приміщення теплиць. Великі теплиці потребують установки автоматизованої системи обігріву, вона ж допомагає контролювати параметри мікроклімату в приміщенні.

Такі системи як: система обігріву, система освітлення, система зашторювання, система вентиляції та рециркуляції повітря, система нижнього та верхнього підігріву повітря, система крапельного зрошування, система випарного охолодження і зволоження повітря необхідно суворо контролювати адже вони прямо впливають на якість та кількість вирощеної продукції.

Всі теплиці, в залежності від властивостей матеріалів з яких її будують, характеризуються певною величиною максимальних тепловитрат. Для розрахунку яких обирають мінімальні температурні показники, що властиві даній кліматичній зоні. Необхідно розрахувати величину потужності опалювальної системи в цілому, незалежно від типу опалення, для забезпечення компенсації тепловитрат. Важко переоцінити важливість сприятливого теплового режиму для вирощуваних рослин, так як в кожного їх виду є певний діапазон температур, який забезпечує максимальний ріст і врожайність.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

1.3 Особливості контролю мікроклімату в приміщеннях теплиці.

Розглядаючи принцип роботи різних систем опалення ми бачимо наступне, джерело енергії нагріває теплоносія, а він через трубопроводи передає тепло повітря, конструкціям приміщення, ґрунту теплиці. Зазвичай джерелом енергії є паливо (вугілля, природний газ, дров'яні відходи і т.п.), а воду використовують в якості теплоносія. В системах опалення теплиць можуть бути один (безпосереднє нагрівання повітря в електричних чи газових конвекторах) чи кілька теплоносіїв (один є основним, інший допоміжним, прикладом є вода у водяних повітряно-опалювальних агрегатах). Система опалення буває повітряна чи водяна в залежності від основного теплоносія .

Найбільш енергозатратною в теплицях є система опалення. Для суттєвої економії на витратах теплоенергії застосовують сучасне обладнання та програмне забезпечення, користуються адаптивним алгоритмом роботи всіх систем, які забезпечують необхідний мікроклімат теплиці. Так, при недостатній температурі повітря в теплиці, щоб отримати максимальний нагрів від природнього сонячного випромінювання, програма спечатку перевіряє чи повністю є відчинена система зашторювання. Також, втрата тепла відбувається при провітрюванні теплиці.

Для зменшення витрат застосовують сучасні датчики вологості та тиску в повітрі, вони повідомляють контролер, що необхідно задіяти систему вентиляції, що дозволить більш точно керувати переміщенням повітряних мас в приміщенні закритого ґрунту, таким чином ми уникнемо необхідності надлишкового провітрювання. Це допоможе зменшити неохочі нам втрати повітря назовні.

В роботі пропонується виконання опалювальною системи теплиці класичним способом-це циркуляція теплоносія по трубопроводах, які проходять на різних рівнях в приміщеннях теплиці (рис.). Система включає в себе підігрів ґрунту та повітря.



Рис. 1.3 – Схема трубного опалення теплиці

Датчики температури, розташовані на різних рівнях в теплиці, підключаємо до аналогових входів контролера, таким чином забезпечимо регулярне інформування ПЛК про температуру повітря та ґрунту. Роботу керує контролер, який подає керуючий сигнал на силові реле, вони, в свою чергу замикають електричне коло і подають напругу живлення насоса для циркуляції води в системі опалення.

Для забезпечення своєчасного поливу теплою водою рослини, використаємо водонагрівач з запасом теплої води (для поливу потрібен запас великої кількості підігрітої води), для того, щоб забезпечити своєчасний полив рослин теплою водою. Підігрів води до необхідної для конкретних культур температури, забезпечимо тенном, який також вликається контролером, через силове реле. Програмно-логічний контролер керує і насосом, що закачує воду в бак з резервуару для поливу рослин, в якому нагрів води працює до заданого значення і при необхідності витрачається для поливу. Обігрів реалізуємо за допомогою 3 тенів, вони теж забезпечують температурний режим ґрунту та повітря.

Система освітлення складається з датчиків освітленості, вони підключені на аналогові входи ПЛК, який при недостатні освітленні керує електроприводом системи зашторювання та при необхідності вмикає лампи через. Оптимальна освітленість забезпечує ріст рослин, компенсуючи нестачу природного світла. Система зашторювання, у спекотні дні працює як блокатор певного відсотку природного освітлення з деякою довжиною хвилі.



Рис 1.4 Система освітлення в теплиці

Система вентиляції є не менш важливою складовою мікроклімату теплиці подача свіжого повітря є єдиним способом забезпечення гранично допустимих концентрацій (ГДК) різних відпрацьованих випарів і газів, які виділяються в приміщенні теплиці. Найефективнішим способом вентиляції – є механічна вентиляція, коли повітря приводять в рух вентилятори. Вентиляційні системи бувають витяжні та приточні. Перші системи слугують для видалення забрудненого, відпрацьованого повітря з тепличних приміщень, а другі системи подають свіже, попередньо оброблене, тобто відфільтроване від пилу та сторонніх часток повітря у тринадцятьох приміщенні теплиці. Вентиляційна система складається вентиляторів приточного повітря (надходить ззовні), витяжних вентиляторів (виводить

вдпрацьоване повітря з теплиці назовні) та з датчиків вологості повітря та його тиску. Сюди ж належить електропривід браму повітрівднання. Система вентиляції є важливою складовою в мікрокліматі теплиці (хоча може здатись не виправданою економічно), тому що більшість рослин потребує різну кількість кисню чи вуглекислого газу в різну пору року чи доби. Відсутність переміщення повітряних мас чи не оптимальний їх вміст в повітрі, прямо впливає на врожайність рослин.



Рис.1.5 Система вентиляції в теплиці

Система зашторювання в надспекотну погоду закриває рослини від надлишкового впливу сонячного нагріву та ультрафіолетового випромінювання та виглядає як термоекран, підвішений під стелею теплиці.

А команда від ПЛК на відкриття термоекрану спрацьовує при пониженій температурі в теплиці чи недостатньому освітленні в ній.

НУ



И

НУ

И

НУ

И

Рис.1.6 Система зашторювання в теплиці

Система поливу (система туман) складається з насоса, тенту та вентиля. Їх роботою керує ПЛК за допомогою реле. Стіни та дах не пропускають опадів, тому система поливу є необхідною складовою в теплиці для рослин. Крім

того, об'єм води, що використовують для поливу, час поливу та температуру води, якою поливають рослини, необхідно контролювати, це впливає на врожайність рослин та їх здоров'я.

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 1.7 Система пошиву туману в теплиці

Автоматизовані системи управління мікрокліматом в теплицях використовують для спостереження, збирання, обробки, передачі збереження та аналізу інформації стану параметрів мікроклімату в теплицях

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА ЇЇ ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ВОЛОГІСНО-ТЕМПЕРАТУРНИМ РЕЖИМОМ В ТЕПЛИЦІ, РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЦЬОЇ САК.

2.1. Розробка та дослідження математичної моделі технологічного процесу, аналіз статичних та динамічних характеристик, визначення передаточної функції об'єкта керування мікрокліматом в теплиці.

Для того щоб весь рік вирощувати продукцію в теплиці, просто необхідні автоматизовані системи підігріву ґрунту, повітря та система контролю цих процесів, тому створимо математичну модель опалення та обміну вологою в теплиці. Температура повітря в теплиці t_p однаковою для всього об'єму теплиці, а температура води в трубах які опалюються t_v є середньоарифметичним значенням між вхідною температурою гарячої води та температурою води яка є на виході t_y .

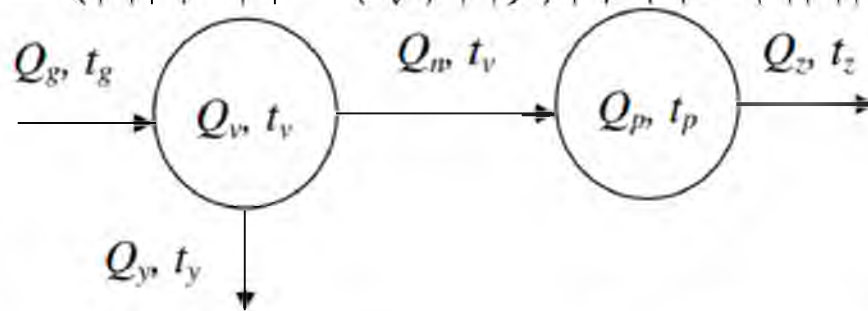


Рис.2.1 Схема потоків тепла в теплиці

На цій схемі:

t_p - температура повітря теплиці;

t_v - температура води в трубах, що опалюються;

t_g - температура на вході гарячої води

t_y - температура води на виході;

t_z - температура зовнішнього середовища;

Q_g - тепло, що знаходиться в повітрі;

Q_v - тепло, що знаходиться в воді;

Q_g - тепло, яке надійшло з водою;

Q_v - тепло, яке вийшло з водою;

Q_n - тепло, що виділилось в повітря;

Q_z - тепло, яке втратилось в навколишній простір.

В сталому режимі значення тепла, яке є у воді Q_v та тепла, яке є в повітрі

Q_g , лишаються незмінними. Виходячи з цього, ми маємо два рівняння теплових балансів, для води і повітря теплиці.

$$Q_g - Q_v - Q_n = 0, Q_n - Q_z = 0, \quad (2.1)$$

Кількість тепла, що надійшло в систему опалення теплиці за одну секунду і вийшло з неї, прямо залежить від продуктивності насоса G_n , густини води ρ_v , теплоємності води C_v і її відповідної температури. Кількість тепла ж залежить ще від об'єму води V_v в системі. Згідно з цим:

$$Q_g = C_v G_n \rho_v t_g,$$

$$Q_v = C_v G_n \rho_v t_v,$$

$$Q_z = C_v V_v \rho_v t_v$$

Кількість тепла в приміщенні теплиці, залежить від об'єму V_p теплиці, густини повітря ρ_p , його теплоємності C_p та відповідної його температури t_p .

$$Q_p = C_p V_p \rho_p t_p$$

По закону Фур'є, прорахуємо тепло, що передається через стінки труби від води до повітря, і від повітря через скло теплиці до навколишнього середовища.

$$Q_n = k_1 F_t (t_v - t_p),$$

$$Q_c = k_2 F_c (t_p - t_z),$$

Тут, k_1, k_2 - є коефіцієнтами теплопередачі через стінку труби с-ми опалення і кризь скло поверхні теплиці відповідною

F_t, F_c - засклена поверхня теплиці та поверхня труби системи опалення.

Коефіцієнти теплопередачі рахуємо за формулою:

$$k_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{vt}} + \frac{\delta_t}{\lambda_t} + \frac{1}{\alpha_{tp}}}$$

$$k_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{pc}} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_{cz}}}$$

Тут, $\alpha_{vt}, \alpha_{tp}, \alpha_{pc}, \alpha_{cz}$ - є коефіцієнтами тепловіддачі від води до стінки труб, далі від стінок труб до повітря теплиці, від повітря до скла стінок теплиці, і від нього до зовнішнього повітря.

λ_t, λ_c - коефіцієнти тепловіддачі сталі з якої зроблена труба та скла стінки конструкції, а δ_t, δ_c є товщинами стінок труб і скла відповідно.

Далі переходимо від статичної до динамічної моделі, врахувавши всі рівняння, що є поперкду, отримаємо систему диференційних рівнянь зміни к-сті тепла у воді та повітрі (густину, об'єм середовища, теплоємність води в повітря візьмемо за незмінні дані). Похідні знайдемо по середній температурі води і температурі повітря в теплиці:

$$C_v V_v \rho_v \frac{dt_v}{d\tau} = C_v G_n \rho_v t_g - C_v G_n \rho_v t_y - k_1 F_t (t_v - t_p),$$

$$C_p V_p \rho_p \frac{dt_p}{d\tau} = k_1 F_t (t_v - t_p) - k_2 F_c (t_p - t_z)$$

Вважатимемо, що $t_m = (t_v + t_p)/2$, з цього рівняння знайдемо значення
 околоріжної температури води в теплиці і підставимо його в рівняння (2.6),
 тоді спростимо і приведемо це рівняння до виду Коші:

$$\frac{dt_v}{d\tau} = \frac{2G_n}{V_v} (t_g - t_v) - \frac{k_1 F_t (t_v - t_p)}{C_v V_v \rho_v},$$

$$\frac{dt_p}{d\tau} = \frac{k_1 F_t (t_v - t_p) - k_2 F_c (t_p - t_z)}{C_p V_p \rho_p}$$

Крім обміну тепла в тепличних підприємствах, відбувається й обмін вологи, в
 основному на її кількість має вплив температура і активність процесу
 фотосинтезу. Необхідно скласти схему потоків цієї вологи:

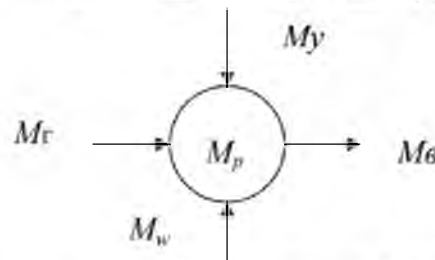


Рис.2.2- Схема потоків вологи в теплицях, які мають вентиляцію

Тут M_p - вологість теплиці.

M_u, M_v - введена і виведена вологість з вентиляційним повітрям, відповідно,

M_g - вологість, яка йде від ґрунту,

M_w - вологість, яка є від розпилювання води.

Оцінити ефективність зволоження повітря розпилюванням води можна
 оцінити за формулою Максвела:

$$\frac{dm_k(\tau)}{d\tau} = \frac{4 \cdot \pi \cdot r_k(\tau) \cdot D(\theta) \cdot m_w \cdot [P_H(\theta_w) - P(d)]}{R \cdot T}$$

m_k, r_k - маса (кг) і радіус (м) краплі;

T - температура пари, К;

$D(\theta)$ -коefficient дифузії пари повітря;

P_1, P_2 - парціальний тиск пари, який є над поверхнею краплі;

При протіканні ізобарно-адиабатичного процесу змішування вологого повітря маємо рівняння у вигляді:

$$m_v \frac{di_2}{d\tau} = G_w * i_w - G_v(i_2 - i_1)$$

$$m_w c_w \frac{d\theta_w}{d\tau} = G_v(d_2 - d_1)r + G_w(\theta w_1 - \theta w_2)c_w + G_v c_v(t_1 - t_2)$$

$$i_w = \frac{i_2 - i_1}{(d_2 - d_1) * 10^{-3}}$$

i_w -ентальпія води.

$$i_w = c_w \theta_w = 4.19 \theta_w;$$

θ_w - середня тем-ра води.

Врахуємо, що $t_w = a + b \theta_w$, й отримаємо рівняння для сталого режиму за сумісним розв'язком:

$$t_2 = \frac{G_w}{G_v a} (4.19 * \bar{\theta}_w - b * 10^{-3}) + t_1$$

З нього визначено, що температура не залежить від вологовмісту, а визначається й залежить від витрат води, яка подається в розпилювач і її температури та повітря.

$$m_v \frac{dM_p}{d\tau} = G_w * d_w - G_v(M_p - d_1)$$

Наближено запишемо ентальпію вологого повітря і отримаємо диференціальне рівняння, яке характеризує динаміку зміни вологості повітря в тепличній конструкції:

$$i_v = c_p t_v + r_0 d_v r_0 = 2500$$

$$\frac{m_v}{G_v} * \frac{dM_p}{d\tau} + M_p = G_w * 10^3 + G_v d_1$$

Тоді, математична модель яку ми отримали описана системою диф-них рівнянь:

$$\frac{dt_v}{d\tau} = \frac{2G_n}{V_v}(t_g - t_v) - \frac{k_1 F_t (t_v - t_p)}{C_v V_v \rho_v},$$

$$\frac{dt_p}{d\tau} = \frac{k_1 F_t (t_v - t_p) - k_2 F_c (t_p - t_z)}{C_p V_p \rho_p}$$

$$\frac{m_v}{G_v} * \frac{dM_p}{d\tau} + M_p = G_w * 10^3 + G_v d_1$$

Розрахуємо коефіцієнти теплопередачі, враховуючи розмінності змінних.

$$k_1 = \frac{1}{\frac{1}{1000} + \frac{0.002}{50} + \frac{1}{15}} = 11,837, \text{ Вт/м град}$$

$$k_2 = \frac{1}{\frac{1}{7,5} + \frac{0.004}{0,74} + \frac{1}{10}} = 4,189, \text{ Вт/м град}$$

Об'єм системи опалення дорівнює 80 м³, діаметр труб складає 44мм, тоді довжина нагрівальних труб і поверхня теплообміну дорівнюють

$$L = \frac{80}{\pi \cdot 0,044^2} = 51613,2, \text{ м}$$

$$F_t = 51613,2 \cdot \pi \cdot 0,048 = 7933,9, \text{ м}^2$$

Засклену поверхню теплиці прорахуємо за прямокутною формою:

$$F_c = 10000 + 500 \cdot 2 \cdot 3 + 20 \cdot 2 \cdot 3 = 13120, \text{ м}^2$$

Об'єм повітря всередині теплиці складає

$$V_v = 10000 \cdot 3 = 30000, \text{ м}^3$$

Час запізнення, розрахуємо за формулою:

$$\tau_c = \frac{80}{4 \cdot \frac{270}{3600}} = 266,7, \text{ с}$$

Додаткові коефіцієнти введемо, для зручності формування блочної імітаційної моделі:

$$a_1 = k_1 F_1 = 11,837 \cdot 7933.9 = 93913.6$$

$$a_2 = k_2 F_c = 4,189 \cdot 13120 = 54959.7$$

$$b_1 = C_v \rho_v V_v = 100 \cdot 4174 \cdot 80 = 3.353 \cdot 10^8$$

$$b_2 = C_p \rho_p V_p = 1005 \cdot 1,293 \cdot 30000 = 3.898 \cdot 10^7$$

Розв'язки рівняння вологості виглядають:

$$t_2(\tau) = B - (B - t_{20}) e^{-\frac{\tau}{T_v}};$$

$$d_2(\tau) = A_1 - (A_1 - d_{20}) e^{-\frac{\tau}{T_v}}$$

$$\varphi_2 = \frac{10^5 \cdot dz}{622(232.7t_2 - 2394)}$$

$$\text{де, } T_v = \frac{m_v}{G_v};$$

$$B = \frac{G_w}{G_v c_p} (4.19 \cdot \theta_w - r_0) + t_1;$$

$$A_1 = \frac{G_w}{G_v} 10^3 + d_1$$

І в кінці приведемо математичну модель в оперативному вигляді:

$$\begin{cases} T_1 \frac{dt_v}{d\tau} + t_v = k_1 t_x + k_2 t_p \\ T_2 \frac{dt_p}{d\tau} + t_p = k_3 t_v - k_4 t_z \\ T_3 \frac{dM_p}{d\tau} + M_p = k_5 G_w + k_6 G_v - k_7 t_z \end{cases}$$

При цьому коефіцієнти передачі об'єкту та сталі часу розрахуємо за формулами.

$$T_1 = \frac{C_v V_v \rho_v}{k_1 F_1}; \quad T_2 = \frac{C_p V_p \rho_p}{k_2 F_2}; \quad T_3 = \frac{m_v}{G_v}; \quad k_1 = \frac{2}{V_v}; \quad k_2 = \frac{k_1 F_1}{C_v V_v \rho_v}; \quad k_3 = \frac{k_1 F_1}{C_p V_p \rho_p};$$

$$k_4 = \frac{k_2 F_2}{C_v V_v \rho_v}; \quad k_5 = d_w; \quad k_6 = d_1; \quad k_7 = \frac{G_v}{F_2}$$

Проведемо моделювання системи рівнянь в пакеті Simulink, в ній побудуємо структурне схематичне математичної моделі. Для того, щоб визначити основні динамічні властивості об'єкта необхідно визначити розгінні характеристики по каналах регулювання вологості та температури в тепличному господарстві.

Подаватимемо стрибкоподібний сигнал, величиною, що рівний номінальному значенню управляючого параметру. Підтримуючою та управляючою дією для підтримання необхідної температури є подача гарячої води в трубопроводі G_v ; для регулювання вологості ж подаємо стиснене зволожене повітря G_w . Як збурюючу дію беремо температуру зовнішнього середовища t_z .

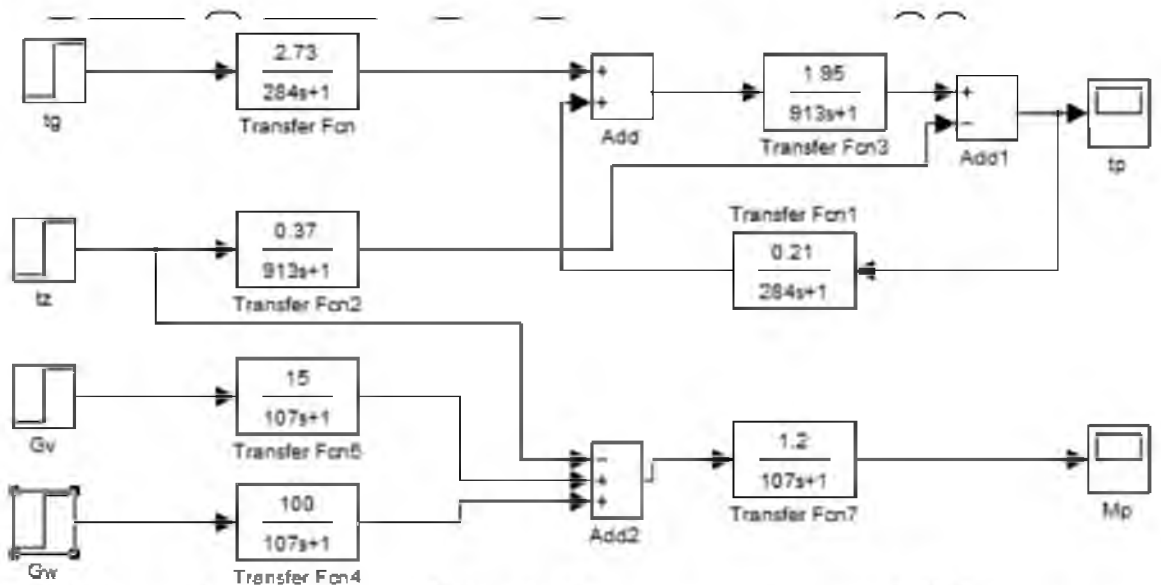


Рис.- Структурна схема математичної моделі об'єкта

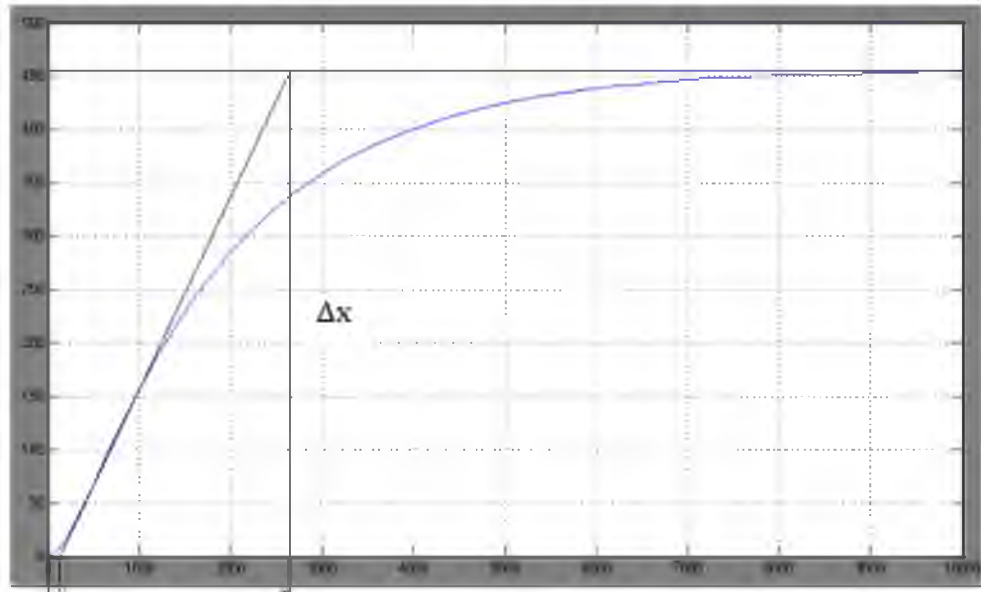


Рис.- Крива розгону об'єкта п каналу рег-ня температури в теплиці

Визначимо динамічні властивості об'єкта по каналу рег-ня температури в теплиці, врахувавши, що цей стрибокоподібний сигнал на вході $\Delta U = 90^{\circ}\text{C}$

$$\tau_{3n} = 100\text{с}, T_{06} = 2500\text{с}, k_{06} = \frac{\Delta x}{\Delta U} = \frac{455}{90} = 5,05$$

$$W_{0y(u)}(s) = \frac{5.05}{2500s + 1} e^{-s100}$$

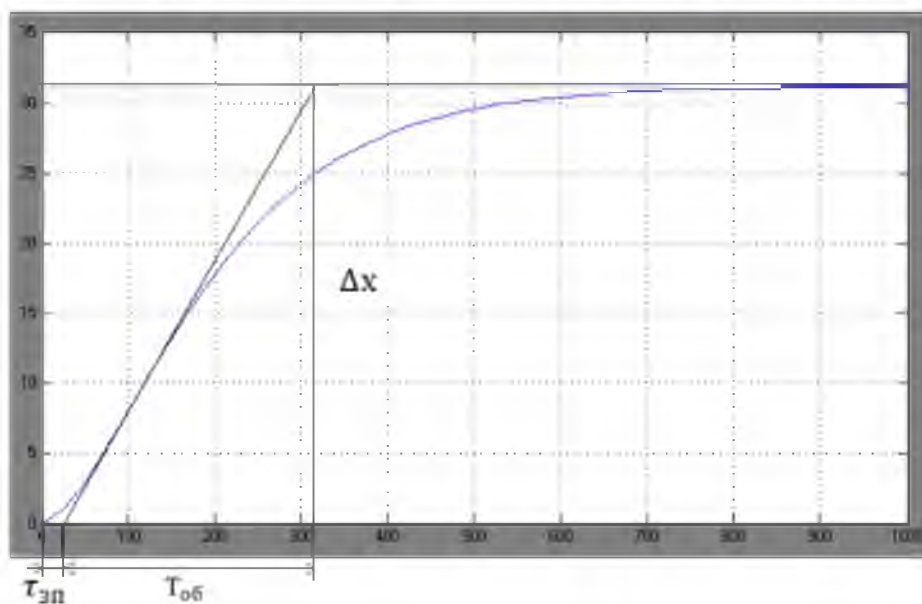


Рис. Крива розгону об'єкта по каналу регулювання вологості в теплиці

Визначаємо динамічні властивості по каналу регулювання вологості з об'єкті:

$$\tau_{зп} = 27\text{с}, T_{об} = 310\text{с}, k_{об} = \frac{\Delta x}{\Delta U} = \frac{31,5}{35} = 0,9.$$

$$W_{об}(s) = \frac{0,9}{310s + 1} e^{-s \cdot 27}$$

2.2 Розробка системи автоматичного керування мікрокліматом в теплиці

Підвищення рівня автоматизації є задачею яка завжди актуальна, вона дозволяє підвищити відповідність сучасним вимогам, збільшити можливості конкретних систем автоматизації і їх техніко-економічні ефективності.

Показником рівня автоматизації вважається та частина роботи з управління процесом, яка виконується, без участі людини, тобто автоматично. Важливою

умовою, підготовки підприємств до автоматизації, є механізація всіх основних і допоміжних операцій. Також важливим є використання типової комплексно-механізованих потокових ліній, що дає можливість застосовувати розроблені

для них типові схеми автоматизації. Комплексна автоматизація, механізація

виробничих процесів залежить та безпека виробничого персоналу залежить від правильного розташування обладнання виробничих процесів.

Великий вплив під час підготовки технологічної дільниці чи об'єкта до автоматизації несе за собою вибір основних технологічних параметрів, по яких йде здійснення об'єктивного управління процесом.

Високий рівень автоматизації та механізації виробничих процесів характеризує теплицю як виробничий об'єкт, тому що приготування живильного розчину, контроль та підтримання температури, освітленості, вологості, і т.д. є повністю механізованими і частково автоматизованими процесами.

За допомогою засобів автоматизації та контролю, якими оснащене головне обладнання, в повній мірі забезпечують вимоги технології та техніки безпеки, разом з підвищенням продуктивності праці.

В магістерській роботі запропонована розробка автоматизованої системи управління мікрокліматом в теплиці, що побудована на базі технічних засобів Schneider Electric (обчислювальна техніка, програмований логічний контролер (ПЛК) та персональні комп'ютери (ПК)). За допомогою розробленої системи автоматизації ми забезпечимо комплексний контроль управлінням мікроклімату в теплиці в ручному та автоматичному режимах.

Безперебійна робота промислового обладнання й точне і чітке управління технологічним процесом, ось які, що повинна виконувати сучасна система автоматизації. В даній магістерській роботі забезпечена автоматизація в автоматичному режимі управління з використанням мікропроцесорного контролера та ручному режимі з щита управління за допомогою ручних задатчиків і ключів управління.

Центральним пристроєм системи автоматизації є програмований логічний контролер.

Від правильного вибору засобів автоматизації та приладів багато залежить безперервна та надійна робота системи автоматизації. Фактори, що є основними при виборі засобів автоматизації та приладів:

- особливості технологічного середовища;
- вимоги, які є необхідними для безпеки протікання технологічного процесу;
- вимоги відносно надійності системи автоматизації яка повинна бути;
- матеріальні кошти, на які розраховують та які є виділеними на придбання матеріалу, комплектуючих приладів та засобів автоматизації.

Центральним керуючим пристроєм САК є програмований логічний контролер.

На його вхідні модулі подають сигнали про стан в якому зараз знаходяться технологічні параметри і управляючі вхідні сигнали. До вихідних модулів

ПЛК підключені виконавчі механізми і регулюючі органи. Контролер як центральний управляючий орган використовують для значних переваг перед

традиційними локальними технічними способами керування. Алгоритм

управління реалізований з допомогою програми, в якій враховують технологічні вимоги до роботи всієї установки. Це забезпечує застосування

оптимальних алгоритмів управління.

Після аналізу даних процесів ставимо наступні вимоги для вибору засобів автоматизації.

- наявність агресивних середовищ та збурюючих дій, що потребують особливої уваги при виборі засобів автоматизації;
- вибір виконавчих механізмів та датчиків потребує особливої уваги через різноманітність комунікаційних трубопроводів, які мають різні розміри.

В якості ПЛК оберемо Modicon M580 – це перший в світі ePAC (programmable automation controller), основою якого є Ethernet. Такий

підхід дозволяє комбінувати вилучені і розподілені пристрої введення / виводу в межах однієї мережі, знімаючи тим самим обмеження на архітектуру

системи автоматизації. При цьому використовуються переваги модулів введення / виведення X80, що дозволяє зменшити витрати на обслуговування

і навчання і використовувати останні технічні досягнення і стандарти.

Інноваційність:

- Відкрита магістральна лінія зв'язку Ethernet
- Висока точність
- Безпечне виконання
- Оптимізація енергоспоживання
- Вбудовані рішення з інформаційної безпеки

Фактори які впливають на вибір датчиків і первинних перетворювачів:

- Діапазон первинного перетворювача має відповідати номінальним значенням діапазону, відповідно до технологічного процесу, тобто підбираємо датчики таким чином, що номінальне значення входить в діапазон. Виконавчі механізми підбрані за пропускну здатністю.

- Клас точності має відповідати відповідно до стандарту, в нашому випадку це клас точності який є не нижче ніж 0,5%.

- Монтажні розміри засобів автоматизації мають відповідати комунікаціям і апаратам, де їх встановлено.

- Матеріали, з яких вироблені засоби автоматизації не мають піддаватися діям агресивного середовища.

Первинні перетворювачі були обрані з уніфікованими вихідними сигналами, для зручного підключення. Вони мають вихідний сигнал 4 - 20 мА. Тоді якщо первинний перетворювач без уніфікованого виходу підбираємо нормуючі перетворювачі.

Вибір вторинних приладів, відбувається з урахуванням діапазону і точності, що згадувались вище. Також підбрані прилади, до яких можливо підключення сигналів від первинних перетворювачів. Ці прилади, мають в своєму складі кнопку для переходу з автоматичного режиму в ручний, і ручку потенціометра, в якості ручного задатчика. (Для того контура, в якому є аналогове регулювання).

Діаметри трубопроводів і умовний прохід клапанів впливають на вибір виконавчих механізмів та регулюючих органів. Підбрані клапани виконані з матеріалів, які не реагують на вплив агресивних середовищ.

Двигуни і клапани обираємо, так що керуючий сигнал співпадає з сигналом із контролера. Для потужних електроклапанів і двигуна підбрано проміжні реле і магнітний пускач.

2.3 Розробка функціональної схеми автоматичного керування мікрокліматом в теплиці

Функціональна схема автоматизації регулювання мікрокліматом в промислових теплицях зображена на рисунку Програмований логічний контролер слугує центральним приладом збору інформації, регулювання та керування системами мікроклімату.

Регулювання Ш- закону по параметрах мікроклімату, контури управління електродвигунами і електроклапанами та індикації параметрів забезпечить система автоматизації. Канали регулювання мікроклімату, нижній та верхній рівень температури теплоносія, вологості повітря й керування кутом нахилу фрамуг.

Від сприймаючих елементів інформація прямує до ПЛК Modicon M580, інформація обробляється, після чого сигнал управління надходить до певного регулюючого органу чи виконавчого механізму.

НА

НА

НА

НА

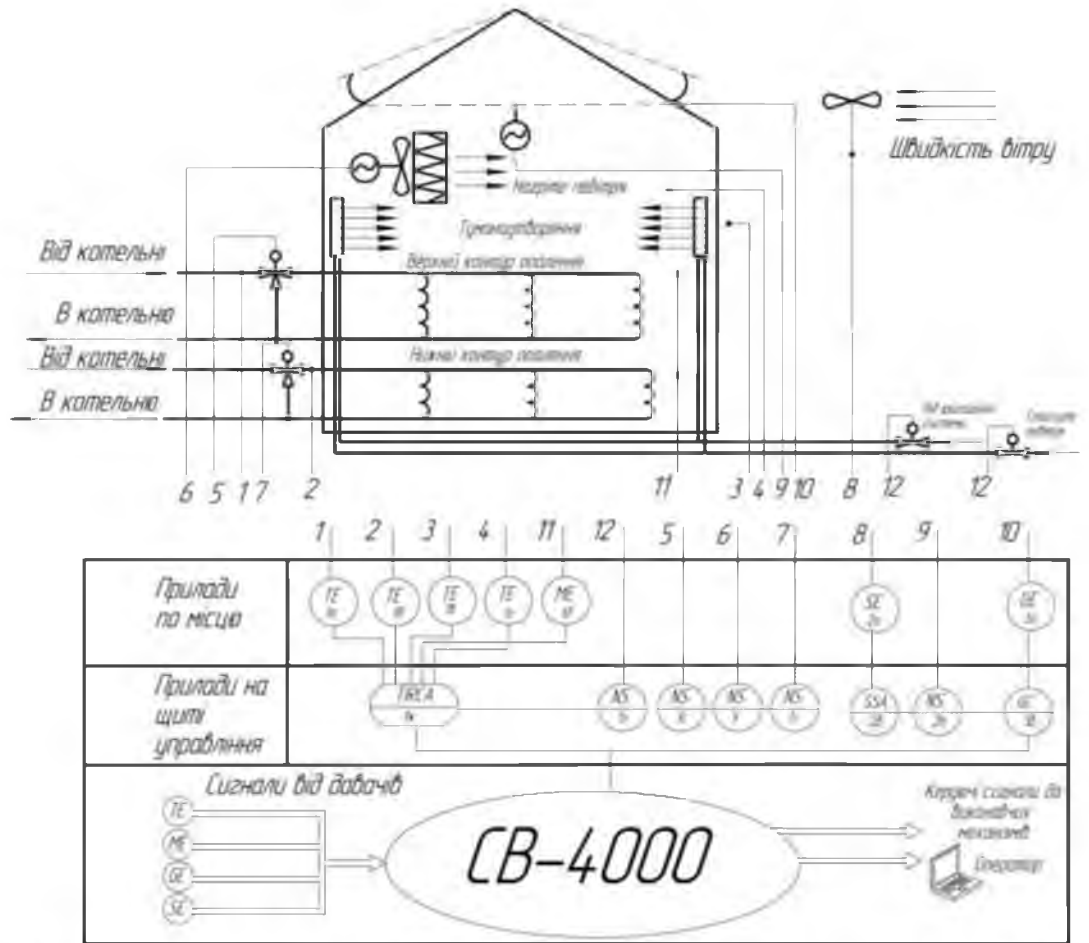


Рис. .. Функціонально-технологічна схема регулювання мікроклімату в конструкціях теплиці

Технологічне обладнання, яке використаємо при створенні САК: вентилятори, теплосесії, датчики вологості, температури, повітророзподілювачі, теплогенератори та контролер.

Вибір первинного перетворювача для вимірювання температури

Вимоги до датчиків.

-статична характеристика однозначності та лінійності (вона не повинна перевищувати 0,1...3%);

-стабільність характеристик в часі;

-висока чутливість;

-мінімальний зворотній вплив,

НУБІП України

-стійкість до збурюючих явищ природного середовища;

-зручність в монтажі та обслуговуванні.

Два етапи які проходять вимірювальні перетворювача при їх виборі:

✓ Перший етап, ми визначаємо різновид перетворювача, за умовами його роботи та типом параметра, що контролюється.

✓ Другий етап, знаходження його типорозміру.

Межі вимірювання датчика мають охоплювати діапазон змін величини яку він контролює і мають бути найближчими до цих діапазонів, разом з цим має забезпечуватись необхідна переважувальна здатність датчика з можливість підключення його до обраного електронного пристрою управління. Не потрібно забувати й про швидкодію чи інерційність вимірювального перетворювача, вона характеризується постійною часу T .

Тож, в першу чергу звертаємо увагу на те, в якому діапазоні зміни температури повітря має забезпечувати спроектована нами система регулювання. Діапазон коливань температури в теплиці знаходиться в межах $10...26^{\circ}\text{C}$. Підберемо під цей діапазон мідний термометр опору TCM-50M, його діапазон коливань коливається в межах $-50...150^{\circ}\text{C}$, а інерційність дорівнює 15c . У процесі вимірювання, цей перетворювач на заданому рівні не має вносити ніяких недопустимих динамічних похибок, тому постійна часу T_{CE} має бути меншою від постійної часу об'єкту T_{OY} . При постійній часу яка дорівнює 2500c постійна часу вимірювального перетворювача, разом з якою можна знехтувати його інерційність, повинна бути не більшою за $T_{\text{OY}}=250\text{c}$, коли постійна часу TCM-50M=15c.

Зовнішній вигляд обраного датчика і його статична характеристика показані на рис

НУБІП України

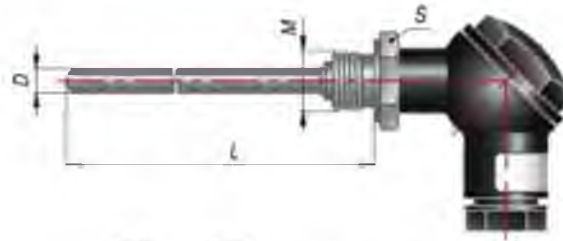


Рис... Датчик температури TSM-50M

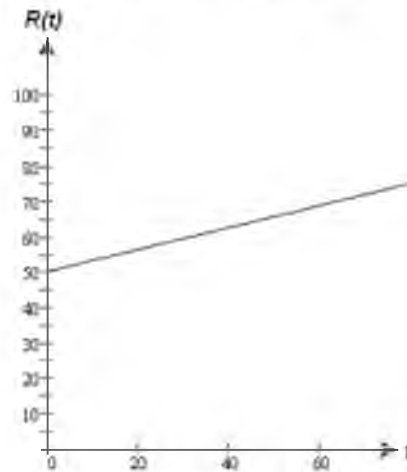


Рис.... Статична Характеристика TSM-50M

Термометри опору за своїми динамічними властивостями є інерційними ланками, їх передаточна функція виглядає:

$$W(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1}$$

Знаходимо її наступним чином:

$$m_D \cdot C_D \frac{d\Delta\theta_D}{dt} = \alpha_D \cdot F_D \cdot (\Delta\theta_{nv} - \Delta\theta_D)$$

Тут C_D -теплоємність датчика $\text{кДж/кг}^\circ\text{C}$, m_D -маса датчика, F_D -поверхня теплообміну, м^2 , θ_D - температура датчика $^\circ\text{C}$, θ_{nv} -температура повітря $^\circ\text{C}$, α_D - коефіцієнт теплопередачі.

НУБІГ Україна

$$R_{\theta} = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\Theta_{\theta})$$

Де R_0 - опір датчика, коли темп 0°C , Ом, $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3}$

Запишемо рівняння у відхиленнях і одержимо

НУБІ аїни

$$\Delta R_{\theta} = \alpha \cdot R_0 \cdot \Delta\Theta_{\theta}$$

$$\Delta\Theta_{\theta} = \frac{\Delta R_{\theta}}{\alpha \cdot R_0}$$

Підставимо рівняння (...) в (...), перетворимо і одержимо:

НУБ іїни

$$\frac{m_{\theta} \cdot C_{\theta}}{\alpha_{\theta} \cdot F_{\theta}} \cdot \frac{d\Delta R}{dt} + \Delta R = \alpha \cdot R_0 \cdot \Delta\Theta_{\theta}$$

А в канонічній формі рівняння виглядає:

НУБ іїни

$$T \cdot \frac{d\Delta R}{dt} + \Delta R = k \cdot \Delta\Theta_{\theta}$$

$$T = \frac{m_{\theta} \cdot C_{\theta}}{\alpha_{\theta} \cdot F_{\theta}}; \quad k = \alpha \cdot R_0$$

НУБІП Україна

Для датчика ТСМ-50М: $k = 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0,21$

$T = 15\text{с.}$ - показник теплової інерції.

Вигляд передаточної функції для термометру опору:

НУБІП аїни

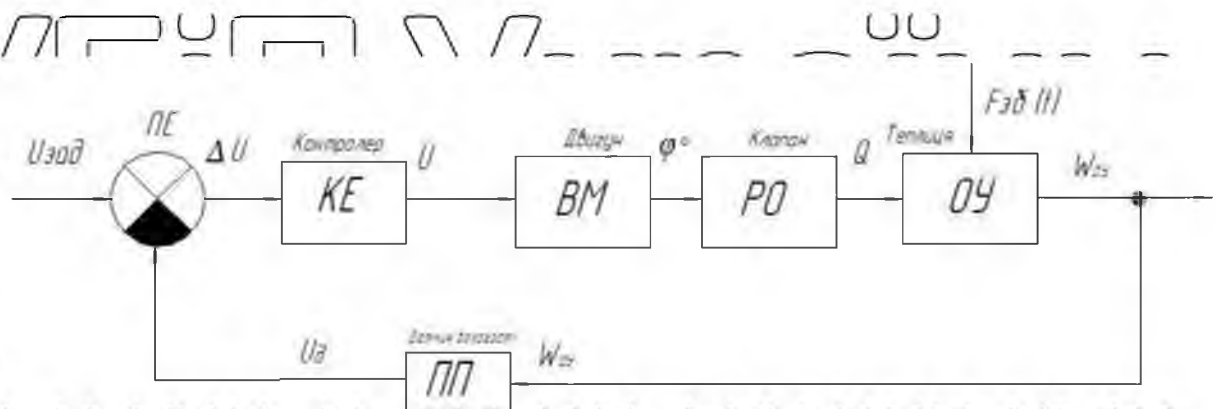
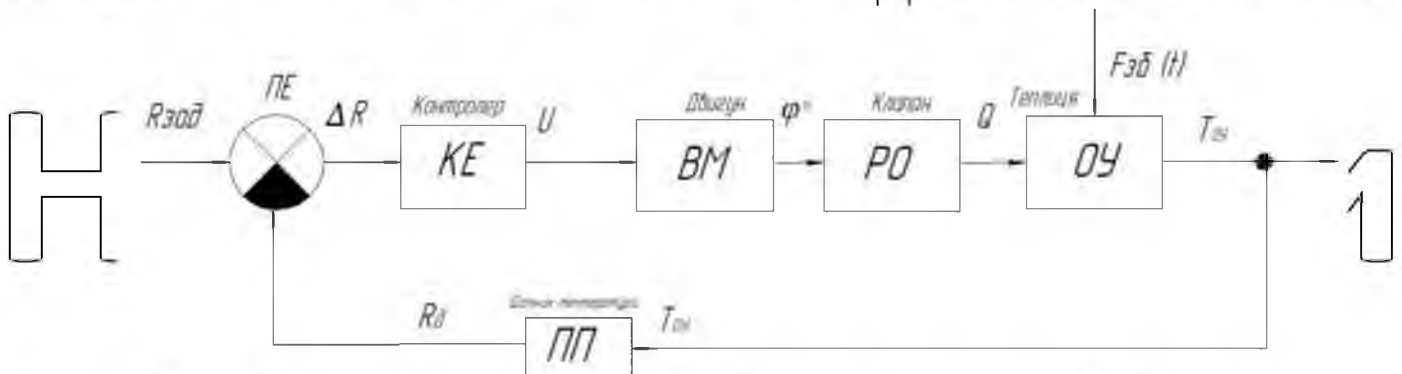
$$W_{\theta}(s) = \frac{0,21}{15 \cdot s + 1}$$

НУБІП Україна

2.4 Побудова функціональної й структурно-алгоритмічної схеми

Функціональна схема САК – це така схема, на якій показані функціональні елементи самої системи, разом з їхніми зв'язками між собою.

Функціональні елементи, як правило, позначаються у вигляді фігури прямокутної форми, в середині якої написана скорочена назва певного елемента. Зв'язки між цими елементами зображують лініями, а стрілками – їх напрямки.



На даних функціональних схемах САК показані наступні елементи:

Регулятор - KE - керуючий елемент;

Клапан - PO - регулюючий орган;

Двигун - BM - виконавчий механізм;

Теплиця - ОУ - об'єкт управління;

ТСМ-50- ІПТ - первинний перетворювач

$R_{от}$ - температура повітря в теплиці;

$R_{зад}$ - задане значення температури;

$\Delta R = R_{зад} - R_{оу}$; $T_{вим}$ - значення температури що вимірюється;

U - напруга керування;

$F_{зб}$ - збурююча дія на ОУ.

Датчик вологості-ПП - первинний перетворювач Miniap2;

$U_{зад}$ - задане значення температури;

$U_{оу}$ - температура повітря в теплиці;

$$\Delta U = U_{зад} - U_{оу};$$

ϕ - значення температури, що вимірюється;

U - напруга керування;

$F_{зб}$ - збурююча дія на ОУ;

Структурною алгоритмічною схемою САК називають зображення, на якому графічно показується динамічні властивості функціональних елементів системи. Ця система описує математичну модель процесу керування. На ній показано типові динамічні ланки системи і з'єднання між ними.

Структурну алгоритмічну схему САК створюють за допомогою функціональної схеми та передаточними функціями елементів певної системи. Ці елементи зображуються так само як і на функціональній схемі - у вигляді фігури прямокутної форми, а стрілками вказують відповідних напрям.

Передаточні функції записують у графічні зображення системи.

Розмінявши завдання і передаточні функції елементарних ланок ми отримаємо такі передаточні функції для елементів системи:

- 1) Передаточна функція об'єкт управління по каналу регулювання температури та вологості:

$$W_{oy}(s) = \frac{5.05}{2500s + 1} e^{-s100}$$

$$W_{oy}(s) = \frac{0.9}{310s + 1} e^{-s27}$$

НУБІП України

2) Передаточна функція регулятора:

$$W_{OY(U)}(s) = 3.47 + \frac{1}{1750 \cdot s}$$

НУБІП України

3) Передаточні функції датчиків температури та вологості:

$$W_T(s) = \frac{0.21}{15 \cdot s + 1}$$

$$W_W(s) = \frac{0.181}{30 \cdot s + 1}$$

НУБІП України

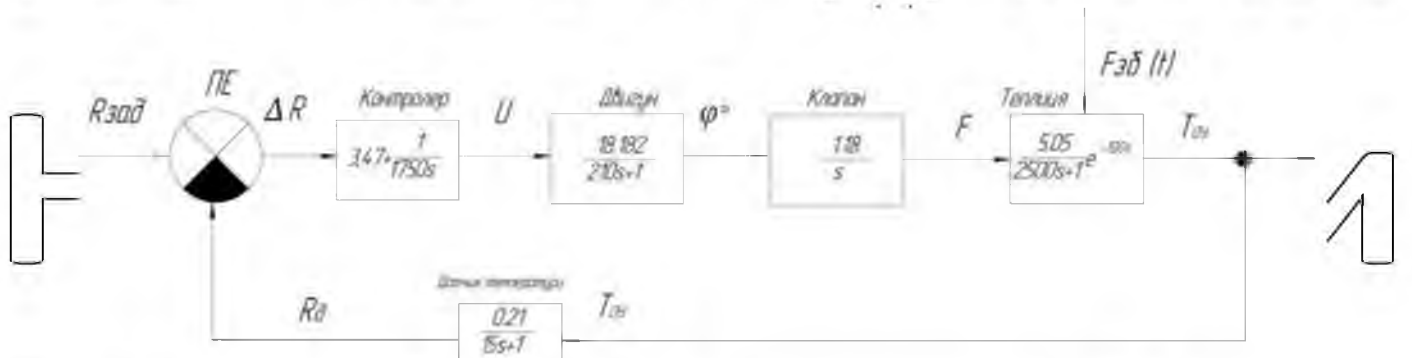
4) Передаточна функція виконавчого механізму:

$$W_{BM}(s) = \frac{18,182}{210 \cdot s}$$

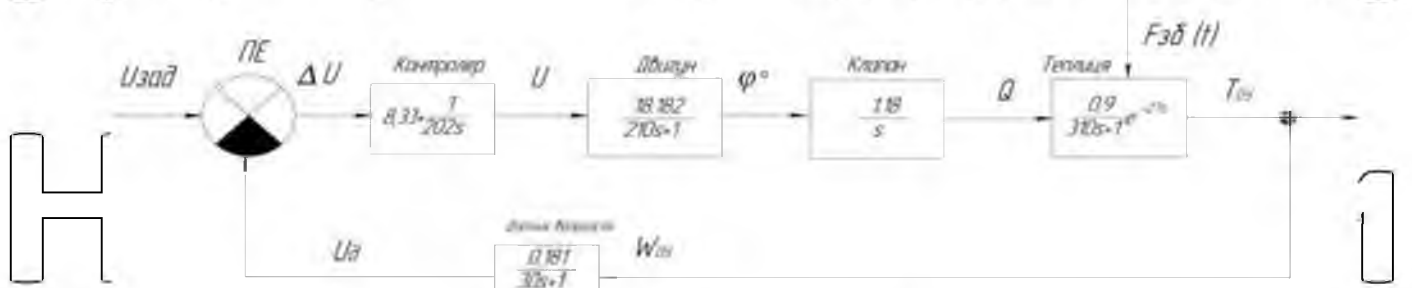
НУБІП України

5) Передаточна функція регулюючого органу:

$$W_{PO}(s) = \frac{k_{PO}}{s} = \frac{1,18}{s}$$



НУБІП України



НУБІП України

2.5 Дослідження с-ми автоматичного керування на стійкість ті визначення якості ті регулювання

По каналу регулювання температури передатна функція розімкнутої с-ми керування мікрокліматом виглядає як:

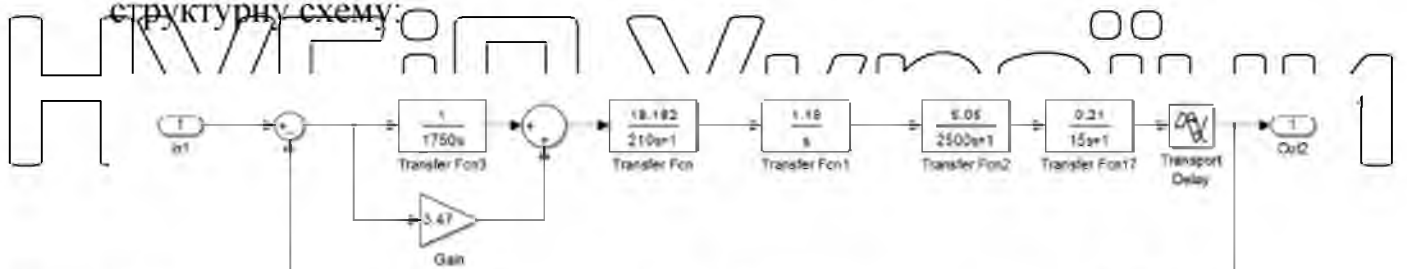
$$W_{роз(t)}(s) = W_{KE(t)}(s) \cdot W_{BM}(s) \cdot W_{PO}(s) \cdot W_{CE(t)}(s) \cdot W_{OY(t)}(s);$$

По каналу регулювання вологості передатна функція розімкнутої с-ми автоматичного керування мікрокліматом в приміщеннях закритого ґрунту має вигляд:

$$W_{роз(W)}(s) = W_{KE(W)}(s) \cdot W_{BM}(s) \cdot W_{PO}(s) \cdot W_{CE(W)}(s) \cdot W_{OY(W)}(s);$$

Знайдемо АФЧХ по каналу регулювання температури. Амплітудно-фазово частотна характеристика показує зміну амплітуди й фази вхідного сигналу яка залежить від частоти вхідного сигналу з амплітудою, що дорівнює одиниці

Використаємо пакет прикладних програм Matlab і отримаємо структурну схему:



НУБІП України

НУБІП України

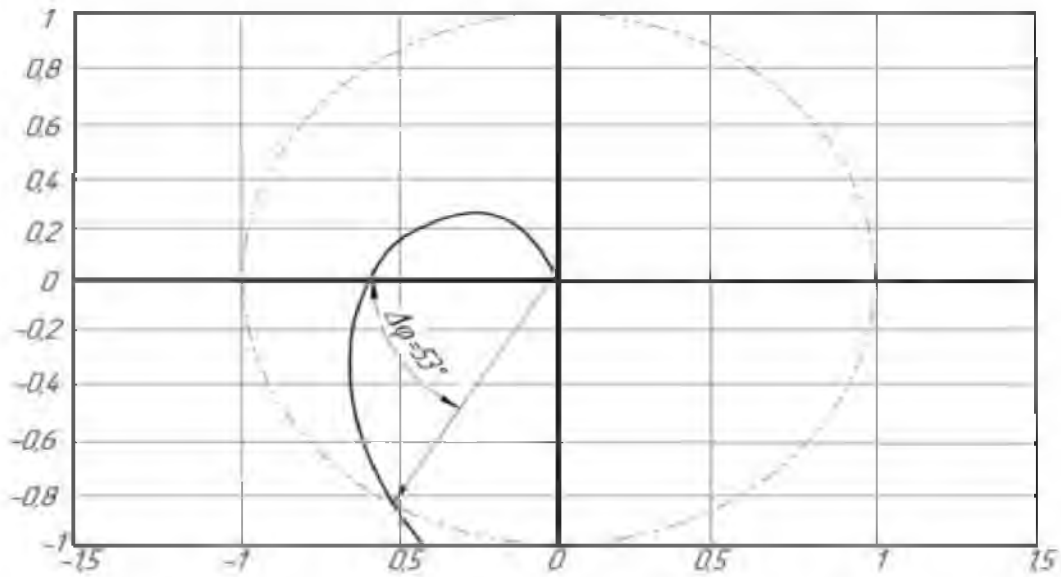


Рис... Вигляд годографу Найквіста

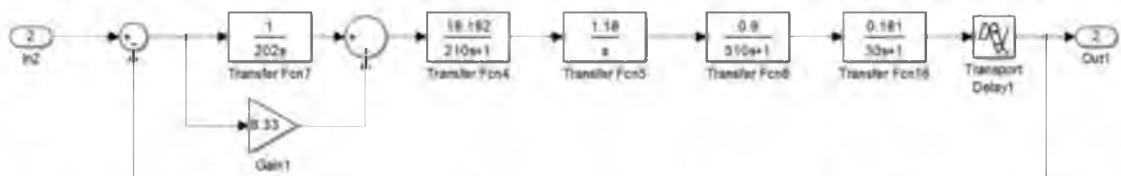


Рис.. Схема необхідна для побудови годографа Найквіста за каналом регулювання вологістю

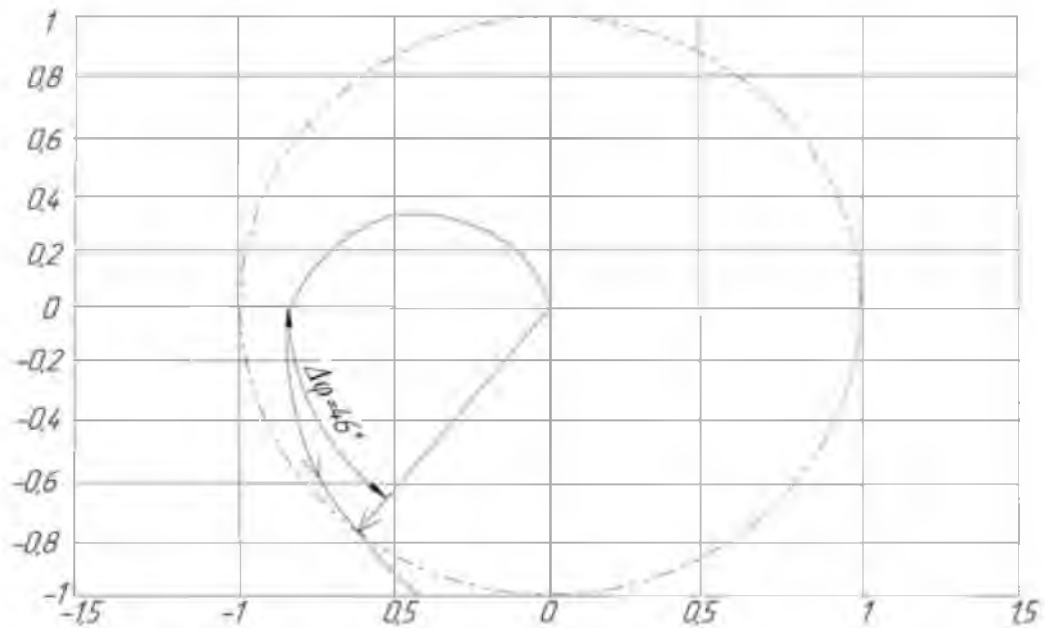


Рис... Вигляд годографу Найквіста для рег-ня вологості

Проаналізувавши вигляди годографів Найквіста за двома каналами, побачимо, що при зміні частоти починаючи з 0 до безкінечності цей годограф не охоплює координати $(-1,0)$ тому система є автоматично-регульована стійкою. Тоді автоматичною програмою визначений запас стійкості за амплітудою ΔL_1 та ΔL_w

і він дорівнює:

$\Delta L_1 = 21 \text{ дБ}$, та $\Delta L_w = 18 \text{ дБ}$

І графічним методом визначаємо запас по фазі:

$\Delta \varphi_1 = 53^\circ$ та $\Delta \varphi_w = 46^\circ$.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2.6 Перехідний процес САК та визначення показників якості

Приміщення теплиці - це об'єкт управління. Завдяки реєстрам опалення, які подають тепло, температура в теплиці має стабільні межі. Біля неї знаходиться котельня, яка подає гарячу воду. Керуючий пристрій подає сигнал для регулювання кількості води в калорифері. Вологість повітря в теплиці змінюється у разі підвищення або пониження температури, а також по причині дихання рослин. У такому випадку є два варіанти вирішення проблеми: вентиляція повітря для пониження вологості або розпилення води (створення «туману») для збільшення вмісту вологи. Повітря ззовні, нещільність конструкції, а також часті відчинення дверей, все це збурююча дія (F).

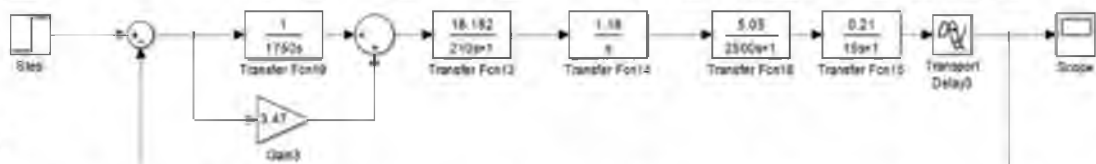


Рисунок 2.24 – Перехідний процес керування температурою в теплиці

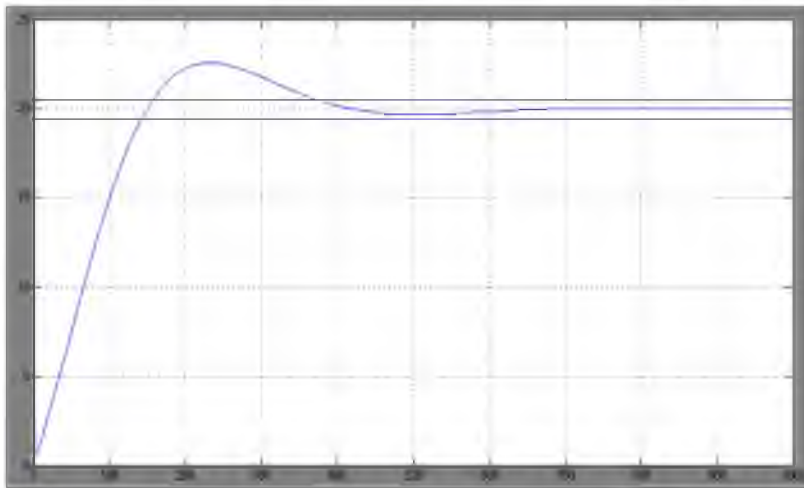


Рисунок 2.25 – Перехідний процес керування вологістю температури в теплиці

Проаналізувавши графік перехідного процесу САК температури, можна визначити, що статична похибка відсутня, оскільки час регулювання системи

$t_p = 360\text{с}$, а кількість напівхвиль дорівнює 2 ($n=2$). Пере регулювання складає $\sigma = \frac{y_{\max} - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100\% = \frac{22 - 20}{20} \cdot 100\% = 10\%$.

Не задовольняє технічним вимогам, адже не виходить з межі 20%.

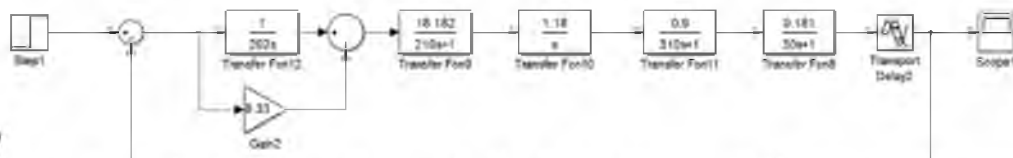


Рисунок 2.26 – Перехідний процес керування вологості в теплиці

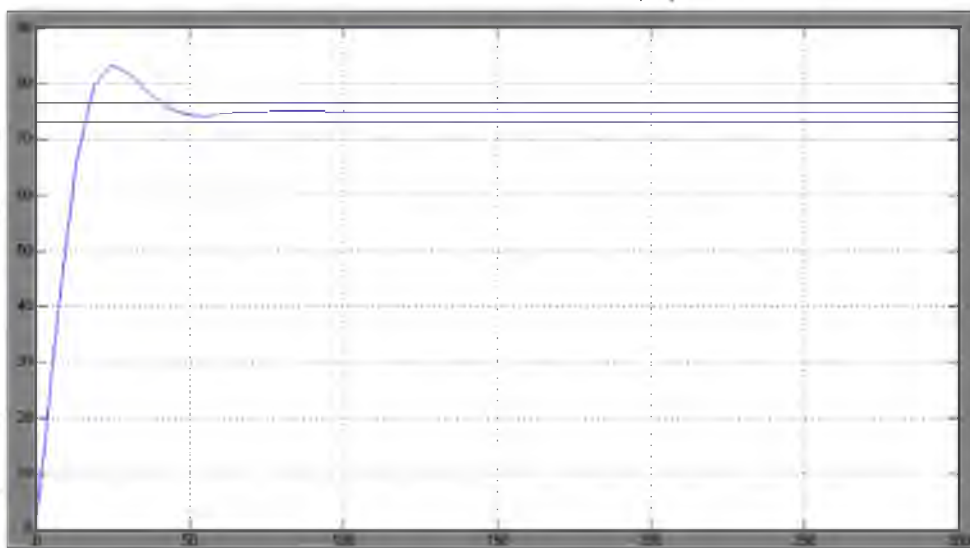


Рисунок 2.27 – Перехідний процес керування вологості в теплиці

Проаналізувавши даний графік Перехідного процесу САК вологості, можна визначити, що час регулювання $t_p = 40\text{с}$ кількість напівхвиль $n=2$, а статична похибка відсутня. Пере регулювання також не виходить за межі 20%, а отже також задовольняє технологічним вимогам.

$$\sigma = \frac{y_{\max} - y(\infty)}{y(\infty)} \cdot 100\% = \frac{83 - 75}{75} \cdot 100\% = 10,7\%$$

Після проведених досліджень, робимо висновок, що для підтримки необхідного рівня температури та вологості варто обрати ПІ-закон регулювання, який з легкістю можна реалізувати будь-яким контролером.

2.7 Розробка та побудова принципової електричної схеми керування

Проектним документом, визначаючим повний склад електричних елементів, їх зв'язків з повним уявленням про принцип роботи схеми називають принциповою електричною схемою. Наведемо цю схему керування мікроклімату на рис. ...

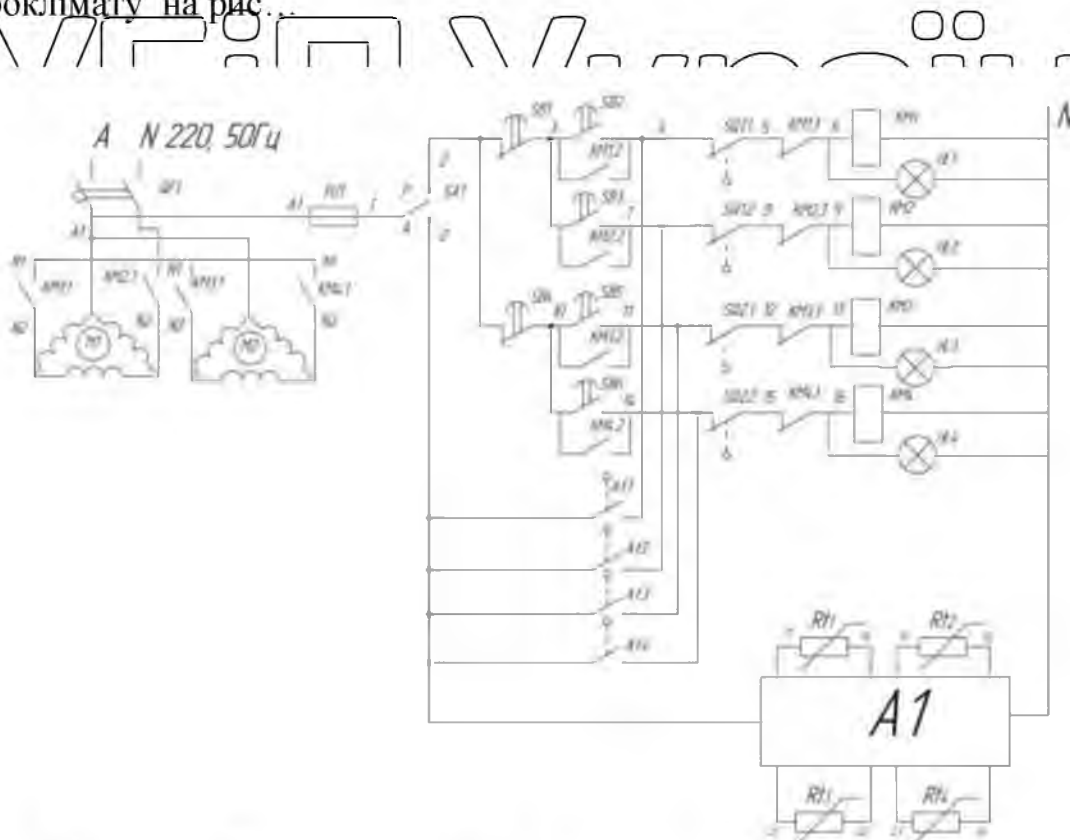


Рис. ... Принципова електрична схема

Під час включення автоматичного вимикача 'QF1' починається подача живлення на схему. Від положення в якому знаходиться перемикач 'SA1' режими в яких може працювати установка є ручним та втоматичним.

Система виконанні ручного режиму за допомогою кнопок 'SB2', 'SB3' і 'SB5', 'SB6' здійснює повертання заслінки, за допомогою першої пари кнопок, а за допомогою іншої пари виконується регулювання кута нахилу фрамуг. Коли йде натиск на кнопки починається подача живлення на відповідні до них котушки магнітних пускатів, а саме 'KM1'... 'KM4'.

Контакти магнітних пускатів та кнопок є дубльованими за рахунок цього вони виконують самопідтримання.

Кожен ланцюг передбачає неможливість одночасного ввімкнення двох реле для 1 заслінк, за рахунок розмикаючих контактів КМ3...КМ4. Коли заслінка досягає своє максимальне положення вмикаються вимикачі SQ1 та SQ2. Кнопки стопу SB1 та SB4 забезпечують ручну зупинку системи. Після подачі напруги на магнітні пускачі вмикаються сигнальні лампи HL1... HL4.

Регулятор АП керує схемою в автоматичному режимі, відповідають за ввімкнення його контакти магнітних пускачів А11...А14, а його робота основана на показниках з датчиків тем-ри RT1...RT4.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІ РЕЖИМІВ У ТЕПЛИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

3.1. Передумови виокремлення нейронних мереж для моделювання різних процесів у виробництві.

Виділяють чотири типи завдань, які мають виконувати штучні нейронні мережі, щоб вирішувати задачі з керування електротехнічних комплексів в які входять й тепличні господарства:

1. Класифікація. Підхід в нейромережі який є особливо ефективним і завданні експертного оцінювання, він об'єднує в собі здатність комп'ютера обробки чисел і здатність його мозку до розпізнання і узагальнення.

2. Пошук залежностей. Завдяки навчальній вибірці нейронної мережі можна будувати залежності одного параметра до інших, яка має вигляд складної функції.

3. Кластеризація – набір прикладів розбивають на декілька областей, вони називаються кластерами, а поділ йде за загальними ознаками, а число цих кластерів є невідомим спочатку. За допомогою кластеризації можемо уявити в наочному вигляді неоднорідні дані. А потім, щоб більш детально дослідити кожний кластер використання різних методів дослідження дозволяє уявити неоднорідні дані в більш наочному вигляді.

4. Прогнозування нейронних мереж широко застосовують, щоб спрогнозувати різні фактори й показники.

Через складність чи неможливість класичної оцінки в спорудах закритого ґрунту при вирощуванні різних овочів, необхідно знайти залежності від яких залежить кількість та якість вирощеної продукції.

До штучного нейрону входить група синапсів та аксон. Синапси це однонаправленні вхідні зв'язки, які з'єднані з входами інших нейронів, а аксон – вихідний канал, крізь його сигнал (збудження або гальмування) надходить на

синапси наступних нейронів. Кожний з входів множать на відповідний ваговий коефіцієнт (вагу), який є аналогічним синаптичній силі, разом з цим всі добутки додаються і визначають рівень активації.

Центральне місце, в нечіткій логіці належить поняттю теорії нечіткого управління і поняттю нечіткого виводу. Системою нечіткого виводу називають процес отримання нечітких висновків при потрібному керування об'єктами на основі нечітких передумов та умов, які надають інформацію про стан об'єкта в якому він знаходиться. Основними концепціями які поєднують процеси теорії нечітких множин є лінгвістичні змінні, функції приналежності, методи нечіткої імплікації і т.і. Етапи які входять розробку та застосування с-м нечіткого виводу.



Рисунок 3.1 - Діаграма процесу нечіткого виведення в нечітких САР

Для формального представлення емпіричних експертів використовують базу правил систем нечіткого виведення експертів в різних предметних областях у вигляді нечітких продукційних правил. Базою нечітких продукційних правил в системах нечіткого виводу є с-ма яка є відображенням знань експертів про методи керуванням об'єктом в різноманітних ситуаціях.

як вони реагують і який характер мають при функціонуванні в різних умовах, вони містять в собі формалізовані людські знання.

3.2 Використання нейронечіткої експертної системи щодо формування енергоощадних алгоритмів керування об'єктом.

Система бази відображень нечітких правил використовує знання експертів про правила управління об'єктом у різних ситуаціях, як вони реагують і який характер мають при функціонуванні в різних умовах, вони містять в собі формалізовані людські знання.



Рисунок 3.2 Алгоритмічна схема система прийняття рішень

Враховуючи параметри мікроклімату їх фіто температурні показники, спроектуємо схему нечіткого вводу, щоб вирішити задачі для зниження енерговитрат у спорудах закритого ґрунту.

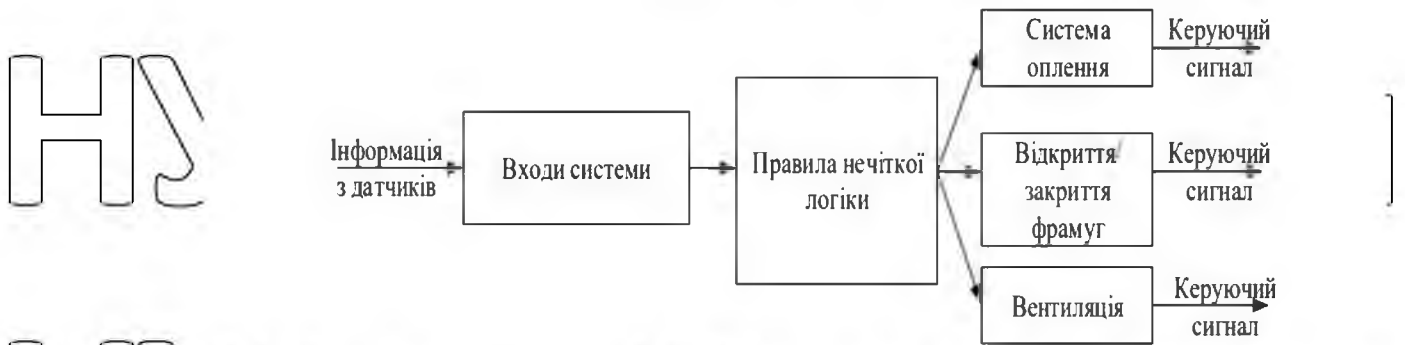


Рисунок 3.3 - Структурна схема системи прийняття рішень

Використання нечітких операцій, нечіткої бази відповідно з поточними значеннями входів й отримання висновку, який має вид нечіткої множини нахивають нечітким логічним висновком.

До загального механізму логічного висновку входять такі етапи: введення нечіткості, нечіткий висновок, дефазифікація чи ж приведення до чіткості і композиція.

Безі ч вхідних даних в нечітку множинну перетворісе фазифікатор, завдяки функції приналежності, а далі дефазифікатор видішує задану в зворотному напрямку – він за допомогою великої кількості нечітких висновків формує однозначне рішення щодо вхідної змінної, вони виконуються виконавчим модулем цієї нечіткої системи.

За рахунок правил які використовують, різновидів методу дефазифікації та логічними операціями розразняють різні алгоритми нечіткого виведення.

Моделі Сугено, Ларсена, Мамдани, Цукамото це моделі нечіткого висновку які існують. Найбільш поширеними є моделі Сугено та Мамдани. За допомогою модулю fuzzy можливо будувати нечіткі системи за цими найпоширенішими моделями.

Системи Мамдани та Сугено різняться між собою різними способами задачі значень вихідних змінних з яких складається база знань. База знань в системах Мамдани з таких правил "Якщо $x_1 =$ низький і $x_2 =$ середній, то $y =$ високий, база знань системи Сугено складається з правил виду "Якщо $x_1 =$ низький і $x_2 =$ середній, то $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$ ". Ще одною відмінністю між системами є значення вихідних змінних, в системах Сугено значення вихідної змінної задають лінійною комбінацією вхідних змінних, а в системах Мамдани нечіткими термами.

Враховуючи правила нечіткої логіки при розробці системи управління мікрокліматом вхідні та вихідні дані є комбінаціями з лінійних змінних, обираємо систему моделі Сугено.

Поставлену задачу вирішуємо таким чином, що регулювання мікроклімату в теплицях закритого ґрунту враховуючи правила нечіткої логіки, визначаючи керуючу дію, згідно з правилами нечіткої логіки врахований інтервал часу T , рівень CO_2 в повітрі теплиці C , вхідні температура в теплиці $T_п$, зовнішня $T_з$, внутрішня $T_п$, та вологість повітря $V_п$, а вихідними значеннями є стан двигунів системи опалення O , стан двигунів вентиляції V , стан двигунів приводу фрамуг Φ .

Проведемо виведення керуючої дії:

$$T = T_1 \& T_3 = T_3 \& T_п = T_п \& C = C_1 \& V_п = V_п \text{ then } O = X, \Phi = X, V =$$

X,

Тоді, якщо вхідні параметри є відповідними до заданих інтервалів й виконана умова вмкнення систем вентилявання або провітрювання, вентилявання, як наслідок є суттєве зменшення енерговитрат. На рисунку 6 зображена система кер-ня мікрокліматом в закритій споруді штучного клімату. Ця система оснащена групами датчиків вимірювання температури рослин 1, повітря теплиці 2 й температури яке є зовні 3, аналогово-цифровий перетворювач 4, блок керування з вбудованими правилами нечіткої логіки 5,

цифро-аналоговий перетворювач 6, виконавчі механізми 7 та регулюючі органи 8 для управління мікрокліматом.

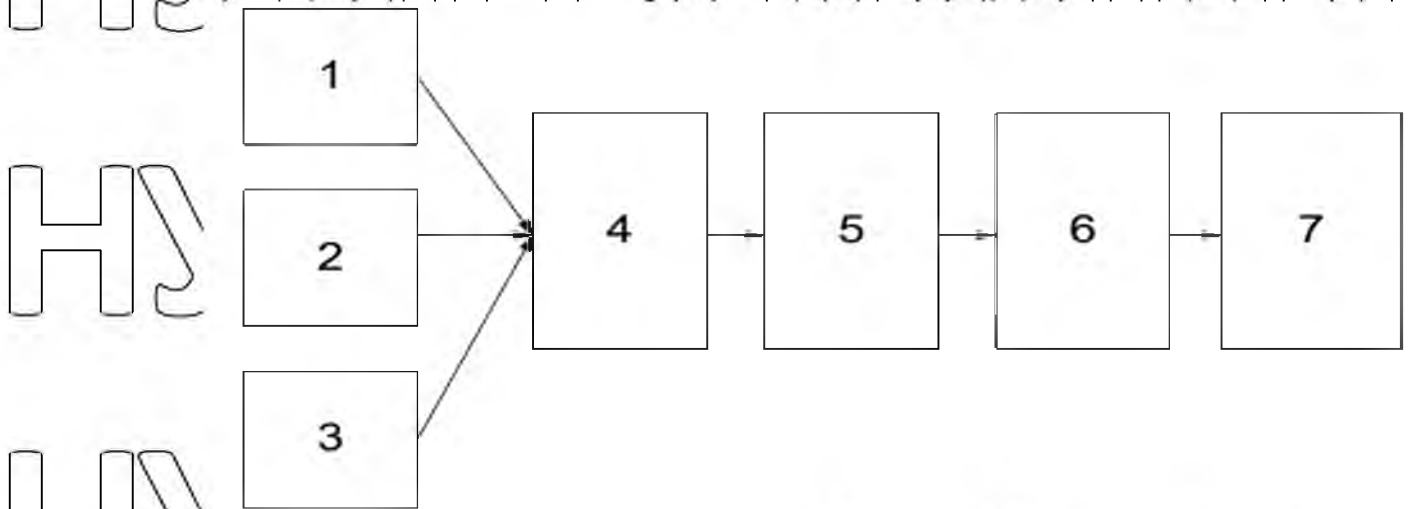


Рисунок 3.4 – Структурно-алгоритмічна схема регулювання параметрів мікроклімату в теплиці з урахуванням правил нечіткої логіки

Входи які має експертна система, згідно з її структурою (рис. 3.5):

- зовнішня температура T_{zov} ,
- внутрішня вологість V_{vn} ;
- температура всередині теплиці T_{vn} ,
- рівень вуглекислоти в атмосфері теплиці CO_2 ,
- час доби T_{me} ,

виходи:

- відкриття чи закриття фрагмт F_{fram} ,
- включення двигунів с-ми опалення $O_{palennia}$,
- ввімкнення вентиляторів $Vent$.

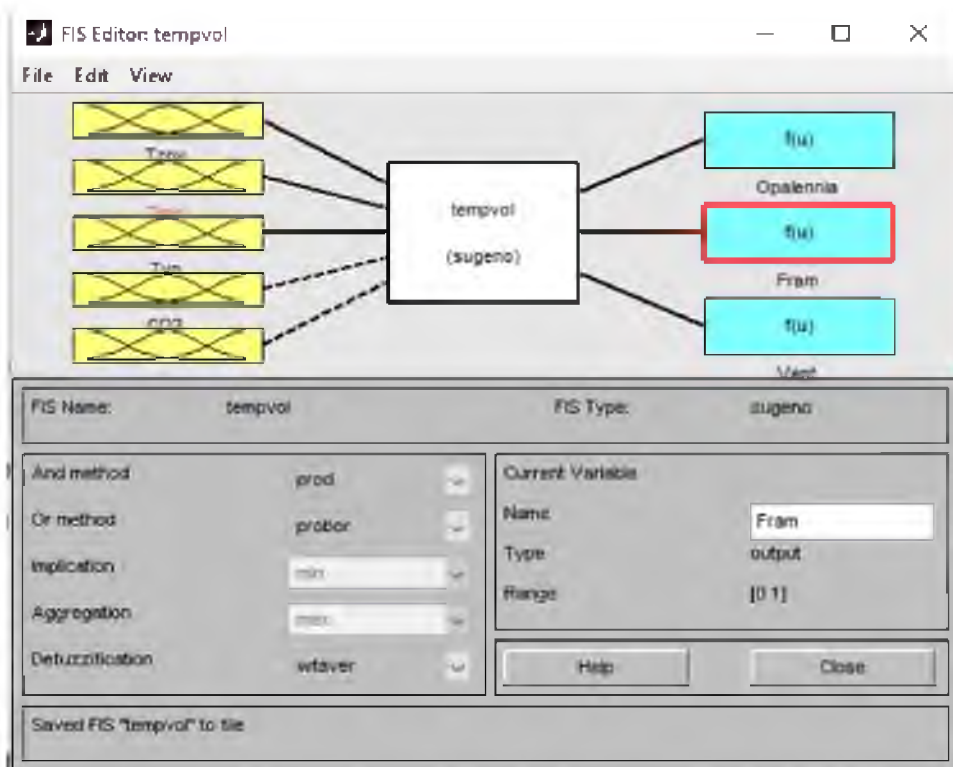


Рисунок 3.5 – Зображення структурної схеми системи прийняття рішень

Далі задаємо інтервали функції належностей змінних. Прийmemo, температурні зміни зовнішньої температури це межі від $-20 \dots$ до $+20$ градусів Цельсію. Взявши до уваги, дані з Гідрометцентру, які описують діапазон зміни замової температури $-7 \dots +1^{\circ}\text{C}$, поділимо на три блоки заданий інтервал.

Нормою значення буде $tz2$, вище норми буде $tz3$, а $tz1$ – нижче норми, відповідно.

Розглянемо тарифи на електроенергію для промислових об'єктів від Київенерго: нічний 00.00-6.00- $T1$, напівпіковий 6.00-8.00, 10.00-18.00, 22.00-24.00- $T2, T4, T6$, та пік 8.00-10.00 та 18.00-22.00- $T3, T5$ і відберемо параметри функції належності змінної часу.

Параметри функції належності внутрішньої температури задаємо, на основі технологічних параметрів для вирощування томатів в тепличних підприємствах. Нормою внутрішньої температури $tv1$ в діапазоні $+25 \dots +30^{\circ}\text{C}$, $tv2$ значення від $+18$ до $+25^{\circ}\text{C}$ $tv3$ в межах значень $+10 \dots +18^{\circ}\text{C}$.

НУБІП УКРАЇНИ

Параметри функції вуглекислоти в приміщеннях закритого ґрунту. Нижче норми значення $100 < C1 < 400$ см³/лм³ значення які є нормою для технології вирощування томатів $400 < C2 < 700$ см³/лм³ та значення які є вижчими за норму $800 < C2 < 1200$ см³/лм³.

НУБІП УКРАЇНИ

Ф-ції належностей вологості в середині теплиці підбираємо за рахунок даних переданих технологами, (нижчими норми є значення в межах V1 0%...40%, нормою є значення V2 40%...80% та вищими за норму V3 80%...100%.

НУБІП УКРАЇНИ

Основою бази знань перонечіткової с-ми є продукційні правила їх задають враховуючи параметри технологічного процесу.

```
1. If (tz is tz1) and (time is T1) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
2. If (tz is tz1) and (time is T2) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
3. If (tz is tz1) and (time is T3) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
4. If (tz is tz1) and (time is T1) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
5. If (tz is tz1) and (time is T2) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
6. If (tz is tz1) and (time is T3) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
7. If (tz is tz1) and (time is T3) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
8. If (tz is tz1) and (time is T2) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
9. If (tz is tz1) and (time is T1) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
10. If (tz is tz2) and (time is T1) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
11. If (tz is tz2) and (time is T2) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
12. If (tz is tz2) and (time is T3) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
13. If (tz is tz2) and (time is T1) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
14. If (tz is tz2) and (time is T2) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
15. If (tz is tz2) and (time is T3) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
16. If (tz is tz2) and (time is T1) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
17. If (tz is tz2) and (time is T2) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
18. If (tz is tz2) and (time is T3) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
19. If (tz is tz3) and (time is T1) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
20. If (tz is tz3) and (time is T2) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
21. If (tz is tz3) and (time is T3) and (tv is tv1) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
22. If (tz is tz3) and (time is T1) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
23. If (tz is tz3) and (time is T2) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
24. If (tz is tz3) and (time is T3) and (tv is tv2) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
25. If (tz is tz3) and (time is T1) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
26. If (tz is tz3) and (time is T2) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
27. If (tz is tz3) and (time is T3) and (tv is tv3) then (l is l)(l is l)(l is l) (1)
```

Н

Н

Н

НУБІП УКРАЇНИ

Рисунок 3.6 – Вікно перегляду продукційних правил

Для формального зображення емпіричних експертних знань в різних предметних областях призначена база правил систем нечіткого виведення, які зображені у формі нечітких продукційних правил. В загальному, база нечітких продукційних правил, є відображенням знань експертів про методи керування об'єктом при різних ситуаціях, який характер вони мають при функціонуванні в різних умовах, вони включають в себе формалізовані людські знання.

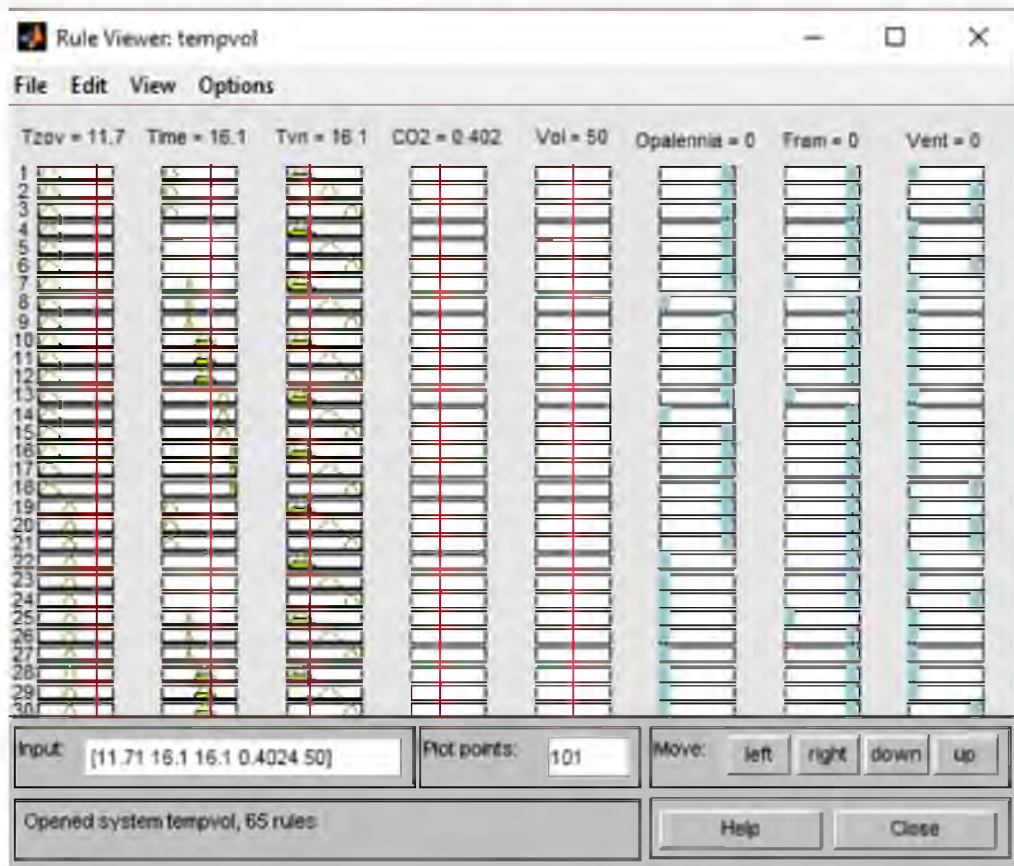


Рисунок 3.7 –Результати роботи системи прийняття рішень

Результати моделювання відобразимо в таблицях 3.1 та 3.2. Початковими умовами з температурою ззовні -7°C протягом всього дня і ночі температура яка має бути в теплиці дорівнює 18 градусам по Цельсію протягом всієї доби. Розрахунок показників в таблицях проедемо використавши значення навантажень двигунів в системі, що забезпечують параметри мікроклімату на рівні який задано. Візьмемо вартість електроенергії за кіловат згідно ІРАТ «Київобленерго» за 2018 рік та отримаємо загальну к-сть витрат

на електричну енергію протягом погодинної зони тарифікації. В таблицях 3.1 та 3.2 наведено витрати електроенергії які є фактичними та витрати які ми прогнозуємо за нашими результатами роботи нейронічної експертної системи.

Таблиця 3.1 Навантаження двигунів системи підтримки мікроклімату протягом доби без використання нейронічної експертної системи

Тариф		Нічний	Напівпік	Пік	Напівпік	Пік	Напівпік	Всього
Вартість електроенергії, грн./ кВт		0,25	1,02	1,8	1,02	1,8	1,02	
Технологічний процес	Обладнання							
Система опалення	Циркуляційні насоси, кВт	35	35	35	35	35	35	
Вентилювання	Фрамуги, кВт		18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	
	Вентилятори, кВт	-	-	-	-	-	-	
Газовий режим	Циркуляційні насоси кВт	11	11		11	11		
Зашторювання	Мотор-редуктори, кВт		9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	
Всього спожито електроенергії, кВт		46	73,7	62,7	73,7	73,7	62,7	392,5
Спожито на загальну суму за період, грн.		11,5	75,174	112,86	75,174	132,66	63,954	471,32

Таблиця 3.2 Навантаження двигунів системи підтримки мікроклімату протягом доби з використанням нейронної/експертної системи

Тариф		Нічний	Напівпік	Пік	Напівпік	Пік	Напівпік	Всього
Вартість електроенергії, грн./ кВт		0,25	1,02	1,8	1,02	1,8	1,02	
Технологічний процес	Обкладання							
Система опалення	Циркуляційні насоси, кВт	35	17	28	35	17	28	
Вентилювання	Фрамуги, кВт		18,5		18,5		18,5	
	Вентилятори, кВт	-	-	-	-	-	-	
Газовий режим	Циркуляційні насоси, кВт	11	11		11	11		
Зашторювання	Мотор-редуктори, кВт		7		7		7	
Всього спожито електроенергії, кВт		46	53,5	28	71,5	28	53,5	280,5
Спожито на загальну суму за період, грн.		11,5	54,57	50,4	72,93	50,4	63,954	294,37

Тоді, при виконанні умов коли вхідні параметри є відповідними заданим інтервалам й виконана умова включення с-м вентиляювання, обалювання та вентиляювання, це суттєво зменшує енерговитрати в цій системі.

За рахунок результатів які ми отримали , ми можемо заощадити на витратах на електроенергію коли йде подача теплоносія в контури опалення теплиці. Запропонована с-ма дозволяє аналізувати стан навколишнього середовища в приміщеннях теплиці та дозволяє зменшити витрати на вартість електроенергії на 10-15% за добу.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Економічне обґрунтування проекту

Показники які охарактеризовують економічну ефективність:

- зниження витрат, які йдуть на традиційні теплоносії;

- використання корисної площі покриття теплиці;

- підвищення продуктивності праці;

- час за який відбувається окупність капіталовкладень;

- майбутній річний економічний ефект.

Спорудження, обладнання та будова для теплиці беруть на себе основні капіталовкладення:

$$K = C_0 + B,$$

тут C_0 – вартість споруд та спорудження теплиць, грн.;

B – вартість устаткування, яка є балансовою, грн.

Балансову вартість споруд та будівель врахувавши всі витрати на монтаж та транспортування визначимо за формулою:

$$C_0 = V_0 \cdot K_v,$$

де

V_0 – об'єм тепличного комплексу, $V_0 = 2160 \text{ м}^3$;

K_v – вартість 1 м³ приміщення теплиці, $K_v = 50$ грн

Для проектного тепличного комплексу:

$$C_{пр} = 2160 \cdot 50 = 108\,000 \text{ грн.}$$

Для теплиці яка існує:

$$C_{існ} = 2160 \cdot 50 = 108\,000 \text{ грн.}$$

Ціни на комплектуючі технічні засоби Sknieder Electric занесені в табл.

6.1

Таблиця 6.1 - Ціни на комплектуючі технічні засоби

Найменування	Одиниця виміру	Ціна, грн.
ДСП 2x1,5x0,02	м	8400
Дерев'яний брус 10x10	м	21760
Труба алюмінієва d10	м	720
Скло	м ²	15360
Прокат алюмінієвий 2x1,5	м ²	7200
Електроventильатор ПВУ	шт.	420
Втулка d15	шт.	1620
Разом		55480

Капіталовкладення які йдуть на проектувану теплицю:

$$K_n = C_{np.} + B.$$

$$K_n = 108000 + 66576 = 174576 \text{ грн.}$$

4.2 Розрахунок на експлуатаційні витрати

До витрат на експлуатаційні витрати входять, оплата праці, амортизаційні відрахування, відрахування на поточний ремонт, відрахування на електроенергію і т.д.. Річну програму теплиці розрахуємо за формулою:

$$P_k = T \cdot Q \cdot t,$$

де T - число робочих днів тепличного комплексу в рік, $T = 240$ днів,

Q - продуктивність теплиці, $Q_{\text{існ.}} = 4$ т/міс; $Q_{\text{пр}} = 4,5$ т/міс;

t - кількість робочих годин теплиці в день, $t_{\text{існ.}} = 7$ год, $t_{\text{пр}} = 7$ год.

Для теплиці яка існує річна програма дорівнює:

$$P_{\text{існ.}} = 240 \cdot 4 \cdot 7 = 6720 \text{ т.}$$

Для теплиці яку проектуємо річна програма дорівнює:

$$P_{\text{пр.}} = 240 \cdot 4,5 \cdot 7 = 7560 \text{ т}$$

4.3 Розрахунок заробітної плати співробітників і відрахувань які йдуть на амортизацію

Враховуючи в дністки та перерахунки витрати на оплату праці визначають формулою:

$$Z_{\text{оп}} = [(T \cdot 3,2 \cdot m_1 \cdot t_1) + (T \cdot 2,8 \cdot m_2 \cdot t_2)] \cdot 1,9$$

де T - число робочих днів в теплиці;

3,2; 2,8 - тарифні ставки для оператора і для працівника в годину;

m_1, m_2 - числа операторів і працівників;

В нашій теплиці якщо не брати до уваги посадку, доставку добрив та прибирання, працює 2 людини за рахунок переважання автоматизації в

теплиці; в теплиці яка існує працює 4 людини за рахунок того, що переважає ручна праця, 1,9 - коефіцієнт, він враховує нарахування.

Фонд оплати праці в теплиці яка існує:

$$Z_{оп.існ.} = [(240 \cdot 3,2 \cdot 2 \cdot 8) + (240 \cdot 2,8 \cdot 2 \cdot 8)] \cdot 1,9 = 43776 \text{ грн.}$$

Фонд оплати праці в проєктованому тепличному комплексі:

$$Z_{оп.пр.} = [(240 \cdot 3,2 \cdot 2 \cdot 8) + (240 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 8)] \cdot 1,9 = 33561 \text{ грн.}$$

Амортизаційні витрати, що йдуть на відрахування на будівлі, обладнання машини складають з себе амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{B \cdot K_a}{100},$$

Тут B - балансова вартість ос-х фондів, грн.;

K_a - коефіцієнт щорічних відрахувань які йдуть на амортизацію, %.

Відрахування на амортизаційні витрати для споруд:

- для нашої теплиці:

$$Z_{ам.існ.} = \frac{113817 \cdot 3,1}{100} = 3528 \text{ грн.}$$

- для тепличного комплексу, який проєктують:

$$Z_{ам.пр.} = 3348 \text{ грн.}$$

Відрахування на амортизаційні витрати для обладнання:

-для теплиці яку проєктуємо:

$$Z_{ам.пр.} = \frac{66576 \cdot 12}{100} = 7989 \text{ грн.}$$

Витрати, що йдуть на поточний ремонт споруд складає 3% від початкової вартості:

для теплиці яка є:

$$Z_{п.р.исн.} = \frac{113817 \cdot 3}{100} = 3414 \text{ грн.}$$

для проєктовансі теплиці:

$$Z_{п.р.пр.} = \frac{108000 \cdot 3}{100} = 3240 \text{ грн.}$$

Формула для розрахунку витрат на електроенергію.

$$Z_e = 240 \cdot N \cdot 7,1$$

де N – витрати на електроенергію, які йдуть на добу кВт·год;

7,1 – ціна на електроенергію, грн/кВт·год;

240 – кількість робочих днів в тепличному комплексі.

$$Z_{e,пр} = 240 \cdot 188,5 \cdot 7,1 = 321204 \text{ грн.}$$

$$Z_{e,исн.} = 240 \cdot 193 \cdot 7,1 = 328872 \text{ грн.}$$

Загальна сума, яка йду на експлуатаційні витрат складає:

$$Z_{екс} = Z_{оп} + Z_{ам.с} + Z_{т.р.} + Z_e,$$

$$Z_{екс. исн.} = 43773 + 3528 + 3414 + 321204 = 371919 \text{ грн.}$$

$$Z_{екс. пр.} = 33561 + 3348 + 3240 + 328872 = 369021 \text{ грн.}$$

4 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.4 Розрахунок на експлуатації витрати та економічний ефект

Експлуатаційні витрати як йдуть на вирощування розсади в теплиці визначають за формулою:

$$C_k = \frac{z_e}{P_k},$$

тут P_k — програма продуктивності яка розрахована на рік для теплиці, грн.

- Експлуатаційні витрати на продуктивність тепличного комплексу в існуючій теплиці:

$$C_{n.існ.} = \frac{371919}{6720} = 55,3 \text{ грн./т.}$$

- Експлуатаційні витрати на продуктивність тепличного комплексу в проєктованій теплиці:

$$C_{n.пр.} = \frac{369021}{7560} = 48,8 \text{ грн./т.}$$

Економія в рік на експлуатаційні витрати:

$$E = (C_{n.існ.} - C_{n.пр.}) \cdot P_{кп}$$

$$E = (55,3 - 48,8) \cdot 7560 = 49140 \text{ грн.}$$

Витрати на працю за добу:

- в даній теплиці: $qm_{існ.} = 4 \cdot 8 = 32$ люд-год;

- в проєктованому тепличному комплексі: $qm_{пр.} = 3 \cdot 8 = 24$ люд-год

Витрати праці які йдуть на виробництво:

в існуючій та проєктованих теплицях відповідно:

$$Z_{m \text{ існ.}} = \frac{32}{48} = 0,67 \text{ люд-год /т;}$$

$$Z_{m \text{ пр.}} = \frac{24}{55,2} = 0,43 \text{ люд-год /т.}$$

Отже, економія на приготування 1т розсади дорівнюватиме:

$$t = Z_{m \text{ існ.}} - Z_{m \text{ пр.}}$$

$$t = 0,67 - 0,43 = 0,24 \text{ люд-год /т.}$$

А, економія праці в теплиці яку проєктуємо відносно існуючої теплиці

с складе:

$$E = t \cdot P_{к.пр}$$

$$E = 0,24 \cdot 7560 = 1814,4 \text{ люд-год.}$$

Капіталовкладення які йдуть на отримання 1т розсади:

$$K_{к.в.} = \frac{K}{P_k}$$

для теплиці, яка існує

$$K_{к.в. \text{ існ.}} = \frac{224124}{6720} = 33,4 \text{ грн/т;}$$

для теплиці, яку проєктуємо.

$$K_{к.в.пр.} = \frac{215368}{7560} = 28,5 \text{ грн/т.}$$

Річні приведені витрати роз-ть за формулою:

$$P_{пр} = Z_э + K \cdot E_n$$

Для снуючого та прсентованого теплнчних комплексів:

$$P_{пр. існ.} = 371919 + 224124 \cdot 0,2 = 416743,8 \text{ грн.}$$

$$P_{пр.пр} = 369021 + 215368 \cdot 0,2 = 412094,6 \text{ грн.}$$

Приведені витрати які йдуть на вирощування 1 т розвали для:

$$P_{існ.} = \frac{416743,8}{6720} = 62 \text{ грн.}$$
$$P_{пр} = \frac{412094,6}{7560} = 54,5 \text{ грн.}$$

За наступною формулою визначимо річний економічний ефект:

$$E_{річ} = [(C_{к існ.} + K_{кв існ.} \cdot 0,2) - (C_{к пр.} + K_{кв пр.} \cdot 0,2)] \cdot P_{к пр.}$$

$$E_{річ.} = [(55,3 + 33,4 \cdot 0,2) - (48,8 + 28,5 \cdot 0,2)] \cdot 7560 = 56548,8 \text{ грн.}$$

Термін за який відоувається окупієть капіталовкладень складе:

$$T_0 = \frac{K}{E_{річ}}$$

$$T_0 = \frac{174576}{56548,8} = 3,08 \text{ року}$$

В таблицю 6.2 вносимо результати розрахунків.

Таблиця 6.2 - Економічна ефективність проекту який розробляємо

<i>Показники</i>	<i>Варіанти теплиць</i>	
	<i>Існуючий</i>	<i>Проектований</i>
Річна програма	6720	7560
Капіталовкладення:		
- основні	224124	215368
- питомі	33,4	28,5
Витрати виробництва на 1 т розсади:		
- праці, люд.-год;	0,67	0,43
- експлуатаційні, грн.	55,3	48,8
- наведені, грн.	62	54,5
Економія:		
- Праці, люд.-год;	-	1814,4
- експлуатаційні витрат, грн.	-	49140
Термін окупності капітальних вкладень, років.	-	3,1

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.2 Розрахунок контурного заземлення генераторів

За наступною формулою визначаємо опір розтікання струму по одиночному заземлювачу з труби діаметром 25 ... 50 мм :

$$R_{mp} = 0,9 \cdot (p / l_{mp}),$$

тут p - питомий опір ґрунту, його обирають в залежності типу, Ом·см (для чорнозему - 900 ... 5300 для піску воно дорівнює 40 000 ... 70 000, для суглинку - 4000 ... 15 000 та для глини 800 ... 7000). Приймаємо те що структура ґрунту в чорноземі за однаковий та приймаємо його середнє значення 3000 Ом·см;

l_{mp} - довжина труби, м

$$R_{mp} = 0,9 \cdot \left(\frac{900}{3}\right) = 270 \text{ Ом.}$$

Далі визначимо орієнтовну к-сть вертикальних заземлювачів не враховуючи коефіцієнт екранування:

$$n = R_{mp} / r,$$

де r – опір заземлюючого пристрою який є допустимим, Ом

$$n = 270 / 4 = 68 \text{ шт.}$$

Допустимий опір пристрою заземлення має бути не більшим за 4 Ом для електричних установок напругою до 1000 В згідно з правилами електроустановок (ПУЕ). За таблицею 7.2 розмістивши вертикальні заземлювачі на плані, визначимо відстань між ними та коефіцієнт екранування заземлювачів.

Таблиця 7.2 Коефіцієнт екранування заземлювачів $\eta_{тр}$

Число труб (кутників)	Відношення відстані між трубами	$\eta_{тр}$	Відношення відстані між трубами	$\eta_{тр}$	Відношення відстані між трубами	$\eta_{тр}$
4	1	0,66...0,72	2	0,76...0,8	3	0,84...0,86
6	1	0,58...0,65	2	0,71...0,75	3	0,78...0,82
10	1	0,52...0,58	2	0,66...0,71	3	0,74...0,78
20	1	0,44...0,5	2	0,61...0,66	3	0,68...0,73
40	1	0,38...0,44	2	0,55...0,61	3	0,64...0,69
60	1	0,36...0,42	2	0,52...0,58	3	0,62...0,67

Бракувавши коефіцієнт екранування за формулою визначимо кількість вертикальних заземлювачів:

$$n_1 = n / \eta_{тр}$$

$$n_1 = 68 / 0,36 = 188 \text{ шт.}$$

Далі визначимо довжину з'єднувальної смуги:

$$l_n = n \cdot a$$

тут, a — відстань між заземлювачами:

$$a = \frac{2(a+b)}{n} = \frac{2(60+24)}{68} = 2,5 \text{ м.}$$

$$l_n = 188 \cdot 2,5 = 470 \text{ м.}$$

Далі необхідно уточнити значення $\eta_{тр}$, бо якщо $a/l_{тр} = 2,5/3 = 0,83$ це є меншим за 3, тоді $\eta_{тр}$ приймаємо за одиницю.

Наступним кроком ми перерахуємо к-сть вертикальних електродів та периметр потрібної заземлюючої смуги.

$$n_1 = 68 / 1 = 68 \text{ шт.}$$

$$l_n = 68 \cdot 2,5 = 170 \text{ м.}$$

Розрахункова довжина з'єднувальної смуги є незначно більшою за периметр теплиці, отже довжина з'єднувальної смуги дорівнює периметру теплиці додати 12 ... 16 м:

$$a_n = l_n + 12.$$

$$a_n = 170 + 12 = 182 \text{ м.}$$

Опір розтікання електричного струму визначимо через з'єднувальну смугу:

$$R_n = 2,1 \cdot (p / l_n),$$

$$R_n = 2,1 \cdot \left(\frac{900}{182}\right) = 10,38 \text{ Ом.}$$

Результуючий опір всього заземлюючого пристрою визначимо за формулою:

$$R_3 = \frac{R_{mp} R_n}{\eta_n R_{mp} + \eta_{mp} R_n n_1},$$

Коефіцієнт η_n екранування сполучної смуги, обираємл з таблиці 7.2 і він дорівнює $\eta_n = 0,7$.

$$R_3 = \frac{270 \cdot 10,38}{0,7 \cdot 270 + 1 \cdot 10,38 \cdot 68} = 3,1 \text{ Ом.}$$

Порівняємо отриманий результуючий опори всього заземлювального пристрою разом з допустимим опором. Розмістимо з'єднувальну смугу та вертикальні заземлювачі на плані теплиці. В таблицю 7.3 винесемо коефіцієнти екранування з'єднувальної смуги.

Таблиця 7.3 - Коефіцієнти екранування з'єднувальної смуги

Відношення відстані між заземлювачами до їх довжини	Число труб					
	4	8	10	20	30	40
1	0,45	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

5.3 Безпека життєдіяльності при електрифікації сільськогосподарських об'єктів

Використання засобів автоматизації та високопродуктивної техніки зобов'язує власників тепличних комплексів для переведення на індустріальну основу сільського господарства

Електричну енергію в сільськогосподарському господарстві та виробництві застосовується в повній мірі. Основна частина електричної енергії перетворюється в механічну в електроприводах пересувних та стаціонарних сільськогосподарських знарядь і машин. Основна кількість енергії йде на обігрів парників, повітря в опалювально-вентиляційних установках, підлогах в тваринницьких приміщеннях та ін.

Електрична енергія має безсумнівні переваги серед інших видів енергії.

Через те що енергія є невидимою, є без запаху, є беззвучною, немає кольору, і саме тому є дуже небезпечною. Ті хто не знають основ електробезпеки або знає та порушує їх. Якщо безграмотно, недбало і неуважно поводитись з

електроенергією, як в побуті так і на виробництві, нещасні випадки є не тільки не виключеними, а й більш ніж вірогідними. Тому питання навчання правил електробезпеки людей які працюють та проживають поруч з підприємствами є особливо актуальною.

Причини численних випадків травматизму пов'язаних з електричним струмом є такими:

- порушені правила електробезпеки в зоні яка є під охороною лінії електропередачі (ЛЕП);
- можливий дотик до провідників, які є під напругою;
- порушення правил електробезпеки при ремонті несправностей які виникають в розподільних щитах та на підстанціях, під час експлуатації обладнання та пересувних машин на токах і тваринницьких фермах;

- використання варювальних трансформаторів які є несправними;
- відсутність занулення електроустаткування;
- виконання технології монтажу і демонтажу електроустановок з помилками;

- заміна під напругою електроламп;
- використання несправного інструменту і т. д.

Основні правила електробезпеки повинні знати, перш за все, електромонтери, механізатори, різноробочі

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Теплиці з електричним обігрівом

Є дві категорії парників та теплиць з електричним обігрівом за ступінню небезпеки згідно ПТЕ і ПТБ:

1) категорія А – електронагрівальні елементи з напругою живлення втще 65, обігрів за допомогою незольованих опорів, які прокладають в землі або повітрі чи електродів які закладають в землю;

2) категорія Б – при напрузі живлення нагрівальних елементів, що не перевищує 65 В за рахунок обігріву за допомогою електродів, які прокладені по повітрю чи в землі і коли напруга вище 65 В, але прокладають нагрівальні елементи в азбоцементних трубах чи застосовують спеціальні нагрівальні кабелі.

У сільському господарстві обігрів культуриваційних споруд виконують за допомогою сталевих незольованих дротів, прокладених в трубах або ґрунті, також є спеціальні нагрівальні проводи ПОСХВ і електрокалорифери. Ділянки які знаходяться під парниками і теплицями категорії А обносяться парканом висота якого 2 м, вони віддалені від найближчих споруд на відстані не менше 1 м. Обслуговує електрифіковані парникові та тепличні господарства спеціально підготовлений персонал - електромонтери, кваліфікаційна група яких по техніці безпеки є не нижчою ніж III. На них лежить відповідальність за правильну і безпечну роботу експлуатаційних електроустановок в парниках і теплицях.

Перед тим як включити парники і теплиці категорії А майстер електромонтер має перевірити та переконатися, що на ділянці немає людей, далі він закриває вхід на територію і вивішує плакати: «Вхід на територію заборонено», «Під напругою! Небезпечно для життя». В парниках і теплицях такої категорії праця можлива тільки при повному знятті з напруги обладнання. Включенням може бути тільки електричне освітлення.

Категорія Б теплиць і парників є менш небезпечною ніж категорія А, за ступінню небезпеки ураження електричним струмом, але це не привід для недотримання суворих правил техніки безпеки. Перед їх включенням на ел.

Обігрів, майстер електромонтер має сповістити всіх працівників підприємства про включення та повісити плакат, що попереджує «Під напругою! Небезпечно для життя».

Прилади для автоматичного регулювання вологості та температури в спорудах закритого ґрунту виконані при напрузі яка є не вищою ніж 36 В. Рукоятки регуляторів для установок які змінюють режими, зазвичай, виготовлені з матеріалів які є ізолюючими. Автоматичним регулюванням температури та вологості в тепличних та парникових підприємствах може персонал підприємств, пройшовши перед цим інструктаж з електробезпеки в присутності електромонтера на робочому місці. Звіт, про те що інструктаж був проведений, записують до спеціального журналу, в якому обов'язковим є розпис особи, що проводила інструктаж та особи, яку інструктували.

Електрифіковане парниково-тепличне господарство має бути з електричною схемою всього господарства закритого ґрунту, з інструкціями по експлуатації та безпечному обслуговуванні електроустановок, разом з комплектом захисних засобів.

Щоб виключити небезпеку ураження крою напр. заборонено виконання будб-яких змін в системах комутації елек-го тепличного підприємства, без згоди організації в якій є право на змуну схеми.

6 ЕКОЛОГІЯ

6.1 Вплив парниково-тепличних господарств на навколишнє середовище

Не менш важливою з проблем, які має вирішувати людство є використання природних ресурсів яке є раціональним та охорона навколишнього середовища.

Зміни які відбуваються в навколишньому середовищі яке представляє собою єдину природну екологічну с-му, призводять до невиправних потім негативних наслідків. Через інтенсивну обробку земель пришвидшується розвиток ерозійних процесів. Отрутохімікатами, які застосовують люди при вирощенні продовольства, негативно впливає на їх здоров'я, шкодить тваринному світу та рибним господарствам.

Заходи які застосовують для захисту середовища навколо нас: першим є захист від ерозій ґрунтів, запровадження системи яка буде науково обґрунтованою для захисту від щілинників, бур'янів та хвороб- рослин, впровадження широкого застосування методів захисту які є біологічними, розумне використання заселення які є сільськогосподарськими, випасання худоби, яке буде регульованим і інші заходи.

Важливими аспектами в охороні навколишнього середовища та вирощуванні овочів в умовах закритого ґрунту є те, що земельну ділянку, яку відводять під будівництво тепличних комбінатів, має бути відповідною до державних санітарно-епідеміологічних правил і нормативів.

Ще при плануванні та будівництві заходи щодо охорони навколишнього середовища мають бути передбаченими.

6.2 Заходи, що є природоохоронними при будівництві теплиць

Заходи, що є природоохоронними при будівництві теплиць:

- попередньо знімають родючий шар ґрунту, складують його в відвали

які є тимчасовими і в подальшому використовують при впорядкуванні;

- водонесні підземні мережі та споруди мають бути загерметизовані відповідно до глибини промерзання ґрунтів та сейсмічності району будівництва;

- надвірний туалет має бути з водонепроникним вигребом;

- щоб запобігти попаданню дренажних стоків у підземні води передбачено пристрій с-ми дренажу закритого типу який збирає і відводить стоки в каналізаційну мережу, після чого очищує і повторно використовує;

- має бути місце для тимчасового зберігання відходів, в таких місцях де забруднення земель буде виключеним;

В результаті роботи двигунів техніки та автотранспорту, форбувальних, зварювальних і земляних робіт є очікуваним викид забруднюючих атмосферне повітря речовин в період будівництва.

Виконуючи будівельно-монтажні роботи нагріваючи воду, розігрівуючи ізоляційні матеріали використовують спеціальні нагрівальні установки, для забезпечення більш ефективного використання палива, зменшуючи при цьому небезпеку пожежі.

Важливе раціональне використання води в будівельному виробництві, не допускаючи випадків забруднення відходами паливно-мастильних матеріалів водою стічними водами. Заборонено миття автотранспорту та будівельної техніки в водоймах. Не може бути допущеним протік паливно-мастильних матеріалів на землю. Заборонені стоянка, ремонт, або мийка техніки на будмайданчику.

Вивезення відходів, будівельного сміття на смітник є своєчасним, категорично заборонено захаращення будівельного майданчика. Є неприпустимим так би мовити "поховання" сміття та відходів на території будмайданчика та поруч з ним. Для утилізації побутового сміття використовують типові контейнери, а для будівельних відходів використовують спеціалізований кузов в подальшому сміття вивозять.

Категорично заборонене при будівництві та виробництві смердючих чи отруйних речовин. Спалювати та розігрівати відходи, сміття, а також матеріали суворо забороняється. Біотуалети використовуються для відведення побутових стечів.

6.3 Способи які використовують для захисту навколишнього середовища при роботі теплиць

Антропогенні фактори мають негативний вплив на навколишнє середовище. У зв'язку з цим є актуальним питання збалансованого та раціонального застосування мінеральних добрив в тепличних комплексах.

Щоб запобігти забрудненню навк. середовища використовуючи мінер.

Добрива в роботі необхідно:

- оптимальні норми мають бути внесені в відповідні строки,
- має бути обраний оптимальний спосіб використання,

- застосовування тільки хелатних форм мікроелементів;

- рівномірне розподілення їх по площі.

Важчим є усунення токсичності мікроелементів, ніж їх надлишків. Як зрозумілий наслідок є неможливість та неприпустимість порушення технологічної дисципліни при внесеннях мікродобрив в тепличних господарствах.

Значно забруднюють воду, ґрунт та повітря засоби хімізації які використовують, небезпечним є накопичення цих засобів в продуктах рослинництва і як наслідок попадання їх в організм людини і тварин.

Значну частину забруднюючих речовин, що надходять в результаті антропогенної діяльності в біосферу, являють собою сполуки неорганічної природи, які включаються в природний біологічний кругообіг речовин. Найбільш типові забруднювачі, які токсично впливають на живі організми, - важкі метали. Накопичуючись в рослинній продукції, вони знижують її якість і харчову цінність.

Заходи які передбачають для охорони навколишнього середовища:

- підтримка благоустрою та належного санітарного стану території тепличного господарства;

- обладнання, яке застосовують при підживленні і хімічній обробці субстратів, споруд, рослин і ґрунту, закінчивши роботи промивається на спеціальних майданчиках;

- всі залишки від рослин та горючих технологічних відходів, що не були забрудненими отрутохімікатами, в кінці робочого дня виносять з робочих приміщень і вивозять на спеціалізований майданчик і в подальшому утилізують. Спалюють відходи в спеціальних місцях для цього.

НУБІП України

НУБІП України