

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРТЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

НУБІП України

УДК 631.371:621.31

ПОГОДЖЕНО

Директор Інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження

проф., д.т.н.

(підпис)

КАПЛІН В.В.

« _____ » _____ 2022 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

доц., к.т.н.

(підпис)

ОКУШКО О.В.

« _____ » _____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ
ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН У ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЯХ»

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Савченко В.В.

○○ (ПІБ)

(підпис)

Синявський О.Ю.

(ПІБ)

(підпис)

Виконав

Богданець Д.П.

(підпис)

(ПІБ)

КІЇВ – 2022

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

К.Т.Н., доц. О.О. Окушко О.В.

(підпис)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Богданцю Дмитру Петровичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Розробка та дослідження світлодіодної системи
опромінення рослин у зимових теплицях»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.12.2021 № 2066”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05. 11 . 2022

Вихідні дані до магістерської роботи: «Правила улаштування електроустановок»;
«Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила
безпечної експлуатації електроустановок споживачів»; матеріали практики.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз господарської діяльності господарства

2. Проектування електрифікації процесів у теплиці.

3. Дослідження світлодіодної системи у теплицях.

4. Розрахунок системи електропостачання.

5. Обґрунтувати заходи з монтажу експлуатації електрообладнання у теплиці.

6. Заходи з охорони праці у господарстві.

7. Техніко-економічне обґрунтування

Дата видачі завдання 08.12.2021

Керівник магістерської роботи

Синявський О.Ю.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Богданець Д.П.

(підпис)

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 114 с., 22 рис., 23 табл., 29 джерел.

Метою дослідження є технологічний процес вирощування рослин у грязелікувальній установці на малих об'ємах гідропоніки зі штучним опроміненням.

Мета дослідження – розробити та обґрунтувати параметри автоматизованої системи електрообладнання вирощування овочевих культур в тепличних умовах із застосуванням світлодіодної системи опромінення рослин.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики та ін.

Додільне технічне та електрообладнання для підтримання мікроклімату та забезпечення режиму мінерального живлення рослин у теплицях на невеликих обсягах гідропоніки.

Провести дослідження автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин у малих гідропонічних теплицях.

Розглянуто питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці в тепличному господарстві.

Розроблено та досліджено систему широкосмугового випромінювання з резонансною системою живлення, проведено математичне моделювання спектрального складу світлодіодного випромінювача, обґрунтовано структуру та розрахунок системи випромінювання резонансної системи живлення, системи широкосмугового випромінювання. виправдано. розробив енергозберігаючий опромінювач та представив результати експериментальних досліджень світлодіодної системи опромінення рослин з резонансною системою живлення.

Наведено техніко-економічні показники використання системи широкосмугового випромінювання з резонансною потужністю в теплицях.

Область використання - тепличне овочівництво.

ЗМІСТ	
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКРОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІІ	13
РОЗДІЛ 2 ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ЗИМОВІЙ ТЕПЛИЦІ НА МАЛООБ'ЄМНІЙ ГІДРОПОНІЦІ	17
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СВІТЛОДІЮЩОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН У ТЕПЛИЦЯХ	29
РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	53
РОЗДІЛ 5 ЗАХОДИ З МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	66
РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКОРИСТАННЯ МІРОКОСМУГОВОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН З РЕЗОНАНСНИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ	79
ВИСНОВКИ	100
ВІСНОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	102

L

I

N

K

\

L

"

-

T

C

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
 СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

НУБІП України

Q – продуктивність;

d – діаметр;

НУБІП України

M – момент;

P – потужність;

H – напір;

g – прискорення вільного падіння;

НУБІП України

L – індуктивність;

C – ємність;

U – напруга;

I – струм;

ω – кутова швидкість;

НУБІП України

S – ковзання;

E – освітленість;

S – площа;

ρ – питома густина;

НУБІП України

η – ККД;

v – швидкість;

λ – довжина хвилі.

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Для підвищення ефективності тепличного господарства необхідно впроваджувати енерго- та ресурсозберігаючу гідропонну техніку, яка дає змогу збільшити врожайність овочевих культур на 25-30% при зниженні витрати води та мінеральних добрив на 30%, 35% і 40% відповідно.

За допомогою штучного опромінення в теплиці можна скоротити термін вирощування розсади на 25...30 днів і підвищити врожайність овочевих культур на 25...30%.

У більшості теплиць використовуються натрієві лампи високого і низького тиску, а також металогалогенні лампи TORRA для опромінення рослин. При цьому споживана потужність досягає 125 Вт/м². Спектр натрієвих ламп лише частково замінює природний спектр, необхідний для росту і розвитку рослин.

Науково і практично доведено, що для опромінення рослин можна використовувати джерела світла на основі світлодіодів різного кольору. Використання світлодіодів як штучних джерел світла дозволяє створити широкосмуговий випромінювач з регульованим спектром.

Для світлодіодного освітлення зі змінним спектром випромінювання необхідно використовувати велику кількість силових ліній для кожного кольору окремо або складну і дорогую систему управління.

Використання резонансної системи живлення джерел світла дозволяє позбутися від великої кількості проводів.

Температура і вологість повітря є основними параметрами клімату в приміщенні для вирощування. Температурний режим визначається роботою опалювальної системи і впливом сонячної радіації. Вологість повітря в теплиці визначається інтенсивністю випаровування з поверхні ґрунту і транспірації (випаровування води) рослинами. Вологість також залежить від температури повітря. Із підвищенням температури підвищується абсолютна вологість повітря (і навпаки).

Змінні зовнішні погодні умови викликають різноманітні відхилення параметрів мікроклімату захищеного ґрунту як протягом усього періоду експлуатації, так і протягом доби.

Система контролю повинна реагувати на ці відхилення, підтримуючи оптимальні температурно-вологісні умови в приміщеннях для вирощування відповідних культурних рослин, змінюючи їх відповідно до фаз їх розвитку.

Температуру повітря регулюють зміною теплової потужності системи опалення та керуванням вентиляцією. Вимірюйте температуру на робочих місцях, у безпосередній близькості від рослин. Регулювання температури допомагає не тільки створити сприятливі умови для росту рослин, але й зменшити витрати на утеплення захищеного ґрунту.

Вміст водяної пари в повітрі зазвичай вимірюють його відносною вологістю. Відносну вологість повітря в теплицях і парниках регулюють вентиляцією і зрошенням.

Для провітрювання теплиць періодично відкривають кватирки. Природне провітрювання теплиць відбувається через вентиляцію на даху і бічних стінках, які можуть відкриватися за допомогою ручного, механічного, електричного та інших приводів. Теплиці можуть мати витяжні труби через гряди і торцеву вентиляцію. Примусова вентиляція в основному використовується в теплицях з калорійним опаленням.

Автоматичне регулювання температурно-вологісного режиму в теплиці є одним із важливих факторів підвищення врожайності та зниження собівартості продукції.

Автоматизація теплиць – це комплекс технічних і організаційних заходів, спрямованих в першу чергу на зниження трудомісткості процесу вирощування, зниження енерговитрат і при цьому поліпшення якісних і кількісних характеристик продукції.

Ранні системи управління теплицею включали механічне керування температурою та зрошенням, а також перемикачі для різних насосів і вентиляторів. З роками такі системи управління вдосконалювалися і з часом

ставали більш технологічними. Пізніші версії системи склалися з кількох незалежних термостатів, контролерів вологості та таймерів. Навіть ця невелика автоматизація дозволила виростити овочі в тепличних умовах на новий рівень, підвищивши якість овочів і трохи полегшивши роботу.

Сучасні системи автоматизації теплиць – це складні системи з різноманітним обладнанням, які контролюють температуру повітря та ґрунту, освітленість та вологість, а також контролюють різноманітне технологічне обладнання та процеси, необхідні для повноцінного та ефективного виробництва.

Основні автоматизовані операції:

- приготування харчових розчинів;
- полив рослин;
- регулювання температури повітря і ґрунту;
- вентиляція (механізовані фрамуги);
- контроль вологості;
- управління освітленням, досвітленням або затіненням;
- підтримання мікроклімату в режимі реального часу за заданою програмою;
- збір інформації про роботу технологічного обладнання.

Для здійснення автоматичного керування цими операціями необхідна система збору та обробки вихідної інформації про стан автоматизованих об'єктів. Для цього система автоматизації оснащена рядом датчиків для вимірювання:

- температура повітря і ґрунту;
- вологість повітря;
- освітлення;
- тиск і температура в подавальному та зворотному трубопроводах систем поливу та опалення.

Можлива організація системи автоматизації високого рівня з розміщенням автоматизованих робочих місць для виконання операцій моніторингу та контролю для ефективного контролю та управління виробничим процесом, рухом персоналу, наприклад:

- визначення рецептури та параметрів харчових розчинів;
- визначення часу початку зрошення та його тривалості;
- визначення необхідної температури і вологості повітря;
- отримати інформацію з камер спостереження.

При необхідності можлива організація віддаленого доступу до функцій моніторингу та управління системою, періодичних звітних документів. Використовуючи глобальну мережу з будь-якої точки світу, ви зможете контролювати стан роботи в об'єктах автоматизації. Виникнення будь-яких надзвичайних ситуацій, що реєструються системою автоматизації, може супроводжуватися повідомленням електронною поштою та/або sms на виділені номери.

Сучасні системи автоматизації теплиць в основному розраховані на промислові масштаби, а що стосується індивідуальних приватних господарств, то тут сучасна промисловість випускає лише окремі компоненти, за допомогою яких неможливо створити повноцінну систему управління.

Мета дослідження – розробити та обґрунтувати параметри автоматизованої системи електрообладнання вирощування овочевих культур у теплицях з використанням світлодіодної системи опромінення рослин.

Об'єктом дослідження є технічний процес вирощування рослин у блочних теплицях з використанням невеликих об'ємів гідропоніки зі штучним опроміненням.

Предметом дослідження є структура автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин у малих гідропонних теплицях та параметри відповідного електрообладнання.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики та ін.

Теоретичне значення отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів системи електрообладнання для створення мікроклімату та мінерального живлення рослин у малих гідропонних теплицях із системою світлодіодного опромінення.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці системи електрообладнання, що дозволяє підтримувати параметри мікроклімату та режим мінерального живлення рослин на заданому рівні.

Захистила магістерську роботу:

1. Система автоматизованого електрообладнання гідропонної теплиці малого об'єму.

2. Широкопasmова енергозберігаюча система опромінення рослин з багатоканальною резонансною системою живлення.

3. Математична модель опромінювача, яка дає можливість визначити оптимальний спектральний склад випромінювання.

4. Методика розрахунку резонансних систем електропостачання.

5. Заходи експлуатації електрообладнання та безпеки праці в теплиці.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання дослідження:

1. Обґрунтувати можливість використання широкопasmової системи опромінення рослин в теплицях з резонансною потужністю.

2. Розробити математичну модель для визначення оптимального спектрального складу опромінювача.

3. Обґрунтувати параметри електрообладнання в системі широкопasmового випромінювання з резонансною системою живлення.

4. Провести економічну оцінку розробленої системи електрообладнання теплиць.

У магістерській роботі підбрано технічне та електрообладнання для підтримки мікроклімату та забезпечення режиму мінерального живлення рослин у теплицях на малих об'ємах гідропоніки, розглянуто питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці в тепличному господарстві. розглянуто та проведено дослідження широкопasmової системи опромінення рослин у теплицях з резонансним живленням, наведено техніко-економічні показники використання розробленого автоматизованого електрообладнання в гідропонних теплицях малого об'єму.

РОЗДІЛ 1

ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

1.1 Коротка технічна характеристика тепличного виробництва та процесів

в окремих приміщеннях

Теплиця світлозахисна призначена для вирощування овочів. Це принципово нова конструкція, яка за техніко-економічними показниками перевершує прозорі теплиці.

Теплиця дозволяє працювати 6 змін на рік.

На території одноповерхової теплиці розсадницьке відділення та дві камери для вирощування овочів, лабораторія, бювет, кімната кондиціонування та інші приміщення.

Термічні бокси (ТБ) призначені для створення термоізоляції в зовнішніх боксах.

Обігрів здійснюється за рахунок тепла випромінювальної установки і підтримується кондиціонерами мікроклімату.

Енергопостачання теплиці здійснюється від власної комплектної трансформаторної підстанції (КТП), розташованої у прибудові.

Живлення ЛТС напругою 10 кВ здійснюється від розподільного пункту (РП) електростанції.

Споживачі електроенергії відносяться до 2 категорії надійності електропостачання. Кількість робочих змін 3 (протягом дня). Надаємо резервне живлення.

Проект випуску вимагає розробки системи електропостачання цеху.

Для розробки системи енергозабезпечення цеху необхідно підібрати відповідне обладнання та матеріали, способи монтажу відповідно до класу будівель, умов навколишнього середовища та забезпечити роботу електроприймачів у заданих режимах.

Необхідно прорахувати економічну складову від реалізації проекту випуску.

Також необхідно здійснювати організаційно-технічні заходи з охорони праці під час монтажу, експлуатації та ремонту електроустановок і розподільних мереж.

Розміри теплиці $A \times B \times B = 48 \times 30 \times 10$ м, висота додаткових будівель по периметру 4 м.

Таблиця 1.1 - Характеристика електрообладнання

№ в плані	Найменування електрообладнання	Потужність Рн, кВт	Примітка
1	Свердильний верстат	2.5	
2	шліфувальна машина	1.5	
3	Токарний верстат	4.5	
4..9	Кондиціонер	5	
10, 11	Насосні агрегати	3	
12	Щит для загального робочого освітлення	1.2	
13	Радіаційний екран приладу	59	

1.2 Технічне обґрунтування та вибір схеми електропостачання теплиці

Розподільча мережа зазвичай реалізується за радіальною, магістральною або змішаною схемами. У цьому випадку енергопостачання цеху здійснюється за радіальною схемою. Категорія надійності енергопостачання споживачів істотно впливає на вибір схеми розподілу.

Радіальні схеми використовуються для живлення споживачів, розташованих в різних напрямках від джерела живлення, тому розподільні точки (РП) живляться радіально.

Порівняно з магістральними ланцюгами радіальні ланцюги легше

автоматизуються і мають більш високий ступінь надійності, але при їх побудові збільшується довжина мережі і кількість пристроїв керування.

Магістральні схеми рекомендується використовувати в наступних випадках:

- коли навантаження має зосереджений характер, але коли окремі вузли навантаження розташовані в одному напрямку і на відносно невеликій відстані один від одного відносно підстанції або розподільного об'єкта. Тож у нас є консольні поворотні крани, токарні та горизонтально-свердлильні верстати.

- коли навантаження розподілене відносно рівномірно.

У практиці проектування чисто радіальні і магістральні схеми використовуються рідко. Часто використовуються змішані схеми, що включають елементи перших двох.

Виходячи з економічних міркувань, для забезпечення віднесення споживачів цеху до II категорії надійності електропостачання та здешевлення схеми електропостачання обладнаємо РУ кабельною лінією від РУ ШНН ТН. Живлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Електророзподільча мережа цеху виконана за змішаними схемами електропостачання.

Виходячи з принципу побудови цих схем, електроприймачі, розташовані на відносно невеликій відстані один від одного, розділимо на дві групи, які отримують енергію від певних комутаційних пристроїв і шини.

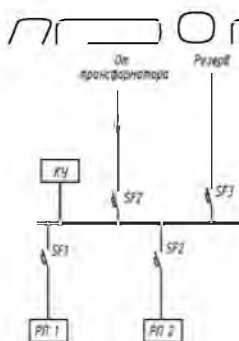


Рисунок 1.1) - Схема електроживлення.

Для живлення електроприймачів від розподільних пристроїв використовуємо радіальні та магістральні схеми. Захист ліній, що живлять електроприймачі, здійснюється автоматичними вимикачами, встановленими в розподільних пристроях і шинах.

Роздаємо електроприймачі на розподільчі пункти (РП).

Від першого РР отримують живлення такі електроприймачі:

- свердлильний верстат;
- шліфувальна машина;
- токарний верстат;
- екран радіаційного приладу.

Купуйте їжу з другого РП:

- Кондиціонер;
- насосні агрегати;
- щиток загального робочого освітлення.

За допомогою кабельних ліній через автоматичні вимикачі на ввіді розподільних пунктів живлення розподільних пунктів здійснюється за радіальними схемами.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ЗИМОВІЙ ТЕПЛИЦІ НА МАЛООБ'ЄМНІЙ ГІДРОПОНІЦІ

2.1. Вибір технологічного обладнання для вирощування рослин в

теплицях

Предметом патентного пошуку є температурно-вологісний режим у культивацийному приміщенні.

Область патентного пошуку включає індекси МПК A02G9/24 та A02G9/26, які ідентифікуються шляхом текстового пошуку з використанням вибраних технічних термінів у базах даних, що містять повні тексти або реферати патентних документів, з подальшим статистичним аналізом класифікаційних індексів. посилається на зазначені документи. Для текстового пошуку використано ключові слова: система, метод, мікроклімат, температура, вологість, автоматизований, теплиця, закритий.

2.2.2 Результати патентного пошуку

В результаті патентного пошуку були виявлені такі винаходи:

2. Патент № 2467557 «Система контролю клімату в теплиці»

Пропонована система регулювання мікроклімату в теплиці, рисунок 2.2, призначена для:

- контроль мікроклімату та моніторинг зовнішньої погоди;
- завдання програмування добового циклу зміни параметрів мікроклімату в теплиці;
- аналіз отриманих даних,
- підтримання мікроклімату в теплицях.

Система контролю мікроклімату в теплиці працює наступним чином.

У теплиці 20 мікроклімат можна підтримувати, керуючи інтенсивним нагріванням води, схемами опалення 20, положенням фрагментів 27, подачею вуглекислого газу (CO₂), сітчастою фільтрацією, випарним охолодженням і

підсистемою додаткового зволоження, пуском вентиляторів 28 і повітряне опалення. Підтримання заданої температури повітря в теплиці 2 здійснюється шляхом узгодженого регулювання температури охолоджуючої води, що надходить з водопроводу 24 і виходить з трубопроводу 25. Вентиляція, як правило, здійснюється шляхом відкриття/закриття фрамуг 27. (вікна теплиці).

Рівень CO_2 підтримується включенням спеціальних пальників або регулюванням подачі концентрованого CO_2 через регулятор 29. Завісний екран зменшує втрати тепла в теплиці (теплогран, горизонтально та/або вертикально)

і обмежує сонячне випромінювання як за величиною, так і за часом (затіннення або затемнення екрана). Наявність і тип екрану визначається конструкцією теплиці і кліматичною зоною теплиці.

За допомогою підсистеми випарного охолодження та додаткового зволоження можна підвищити вологість повітря в теплиці 2 та охолодити її.

Циркуляційні вентилятори дозволяють вирівняти температуру повітря всередині 2 з 28 теплиць і певною мірою, знизити вологість повітря. Повітрянагрівачі на основі електронагрівачів і циркуляційних вентиляторів (не показані) розміщені групами коаксіально по довгих сторонах теплиці і забезпечують при необхідності швидкий догрівання тепличного повітря.

Контролер блоку 3 контролює мікроклімат відповідно до заданої добової норми температури повітря в теплиці 2. Також визначено основні характеристики використовуваних передавачів.

Для теплиці 2 в контролері можливе налаштування багатьох параметрів під час роботи, які дозволяють точно налаштувати управління і, як наслідок, визначити якість мікроклімату.

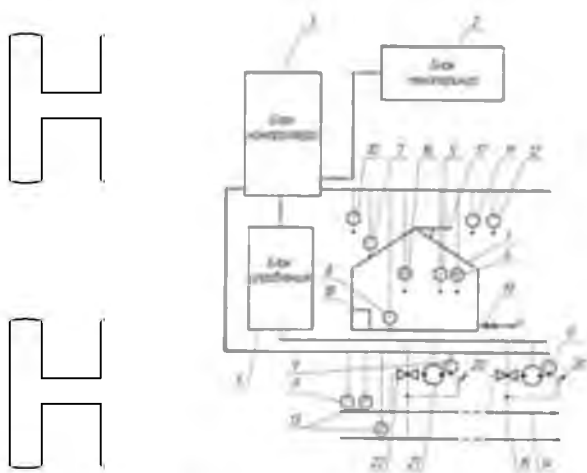


Рисунок 2.2 - Функціональна схема

2. Патент № 2592202 «Спосіб автоматичного регулювання світлового температурного режиму в теплиці та система його реалізації»

У винаході запропоновано розділити вегетаційний період рослин на рівні проміжки часу, тривалість яких вибирається на порядок меншою за постійну часу найцивилишнього порушення. Вимірюйте вологість, температуру та освітлення в теплиці для кожного циклу. Отримайте вік рослини від лічильника віку рослин і отримайте сигнал від лічильника, який вимірює тривалість певного фотоперіоду. Надішліть зібрані дані на комп'ютерний контролер, який розрахує середню температуру попередньої ночі на наступний день, потім розрахує і задасть оптимальні світлові та температурні параметри повітря всередині теплиці.

3. Патент № 2407280 «Пристрій і спосіб зволоження повітря в теплицях і парниках»

Принцип роботи апарату: охолодження і осушення повітря відбувається безпосередньо в повітряному просторі теплиці шляхом розпилення або за допомогою холодної води з точки роси повітря теплиці. Об'єм і температура води, що подається в одиницю часу, мають такі параметри, що при проходженні води, що подається через повітряний простір теплиці, конденсується більше вологи, ніж кількість води, яка випаровується з повітря теплиці. Обсяг води за одиницю часу, що розбризкується в повітряний простір теплиці, становить не

менше 50 л на м² площі теплиці за годину. Частина води, що подається в повітряний простір теплиці, повертається в повітряний простір теплиці для рециркуляції.

За допомогою цього застосування спрощується процес і скорочуються експлуатаційні витрати на контроль вологості та температури повітря в теплиці.

Температура використовуваної води від 0 до 25 градусів.

Вологість повітря в теплиці можна підтримувати на бажаному рівні, регулюючи температуру охолоджувальної води

На схемі, рисунок 2.2, показаний варіант виконання цього пристрою. Цифра 2 позначає водорозподільний пристрій, за допомогою якого вода у вигляді крапель 3 потрапляє в повітряний простір теплиці. Цифра 4 позначає ємності для збору падаючої води. Зібрана вода виводиться через відповідний патрубок 5 з теплиці. Зовні теплиці теплообмінник 6 з'єднаний з вихідним патрубком 5, призначеним для охолодження води. На фіг.7 показаний блок водопостачання, 8 і 9 додаткові пристрої для зовнішнього випарного охолодження води в баку.

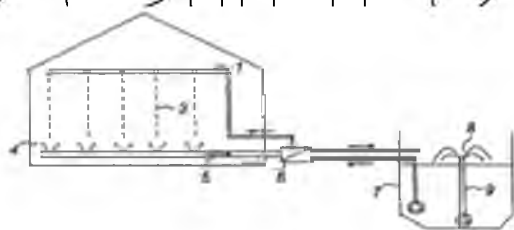


Рисунок 2.2 - Схема пристрою

4. Патент № 260530 «Пристрій клімат-контролю теплиці»

Пристрій має блок керування, блок керування, вимірювальні датчики та підсистему виконавчих механізмів. До складу підсистеми вимірювальних датчиків входять датчики параметрів повітря та ґрунту в теплиці та датчики параметрів середовища. Виконавчими механізмами запропонованого пристрою

є привід надувних вентиляторів міжплівкового простору, привід електромагнітних клапанів регулятора подачі вуглекислого газу та вузлів системи опалення.

Основна відмінність від аналогічних систем полягає в тому, що пристрій використовує нагрітий CO₂, впускаячи його в міжявковий простір, що дозволяє контролювати температуру в теплиці.

Пропонований пристрій для контролю параметрів мікроклімату в теплиці зображено на рисунку 2.3, на якому представлена схема запропонованого пристрою. У теплиці - 2, 2 - блок моніторингу на базі персонального комп'ютера диспетчера, підключений до блоку управління - 3, 4 - блок управління, 5 - датчик температури повітря в теплиці, 6 - датчик відносної вологості в теплиці, 7 - внутрішній датчик температури скляної поверхні теплиці, 8 - датчик температури ґрунту, 9 - датчики температури теплоносія в контурах опалення, 20 - датчик температури зовнішнього повітря, 22 - датчик інтенсивності сонячного випромінювання, 22 - датчик швидкості та напрямку вітру, 23 - загальний датчик тиску теплоносія в теплиці пряма і зворотна труби 24 і 25 відповідно, 26 - датчик концентрації вуглекислого газу CO₂,

5. Патент № 2379882 «Повітряний компенсатор терморегулятора»

Винахід дозволяє з необхідною точністю компенсувати теплові потоки: через огорожу (стіни і скло), зовнішні потоки повітря за рахунок його фільтрації, обігрів приміщення від сонячних променів.

Повітряний компенсатор, рисунок 2.4, містить датчики температури в приміщенні 2, зовнішньої температури 2, температури огорожі 3, датчик швидкості вітру 4, а також має вихід першого колектора 5, який з'єднаний з датчиком освітленості 7 через інвертуючий підсилювач. 6. перший колектор є виходом повітряного компенсатора, другий колектор 8, вихід якого підключений до входу функціонального перетворювача 9, а плюсовий вхід - до регулятора температури повітря в приміщенні 20, негативний вхід - до датчик зовнішньої температури 2.

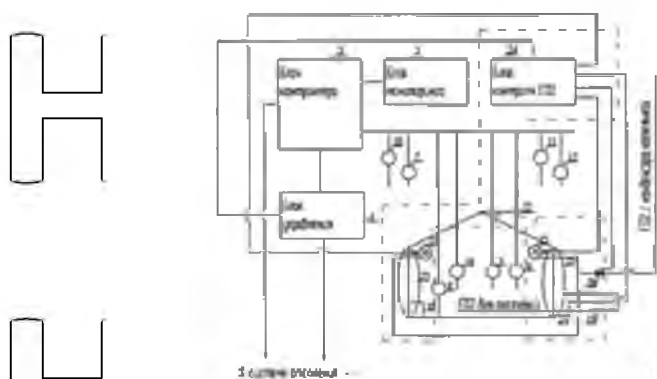


Рисунок 2.3 - Функціональна схема

Для підвищення точності керування, поліпшення компенсації та стійкості до компенсатора додано помножувач 22/1 потенціометричний датчик положення вентиляційних отворів 22, його вхід з'єднаний з датчиком швидкості в тру 4, а він - з виходом. Другий вхід помножувача 22 з його виходом на вхід 5 першого колектора, вихід функціонального перетворювача 9 - на перший вхід помножувача 22, решта входів колектора 5 дільники 23, 24, 25 з'єднані до датчиків температури повітря в приміщенні, зовнішнього повітря та температури скла.

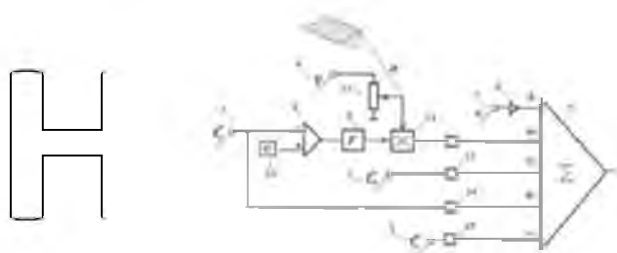


Рисунок 2.4 - Повітряний компенсатор

Принцип роботи повітряного компенсатора.

Сигнал від датчика освітленості 7 через інвертуючий підсилювач 8 надходить на перший колектор 8, і зі збільшенням освітленості параметр температури теплоносія зменшується.

Для компенсації завад, викликаних огорожею (вікнами) і швидкістю вітру, сигнал теплової кривої з виходу функціонального перетворювача 9 множить

на напругу від потенціометричного датчика положення вітрових вентиляторів 22, датчик швидкості 4.

Для компенсації збурень від краю огорожі сигнал від датчика температури 3 вимірюється дільником 25, а сума сигналів, отриманих дільниками 23 і 24 від датчиків внутрішнього повітря 2 і зовнішнього повітря 2, віднімається суматором 5. Коефіцієнти 23, 24 і 25 вибираються так, щоб ця компенсація дорівнювала 0 за відсутності освітлення, вітру та опадів.

Таким чином, вихідний сигнал компенсатора виходить підсумовуванням сигналів з виходів двох додаткових компенсаційних контурів освітлення та співвідношення температур повітря вулиці, салону та огорожі (с/а), а також за допомогою компенсації криву опалення для швидкості вітру та ступеня відкриття вентиляційних отворів, а також нахил кривої опалення, помножений на добуток швидкості вітру та положення вентиляторів.

Патент № 2228425 «Спосіб автоматичного регулювання температури в теплиці та система для його реалізації»

1. Опалювальний прилад поділяється на дві групи, потужність нагрівачів першої групи визначається різницею втрат через огорожу і потужністю потоку сонячної радіації та потужністю нагрівачів нагрівальних приладів, друга група становить 20-25% від максимальної потужності першої групи.

2. Спеціальний обчислювальний пристрій забезпечений двома цифровими виходами, один з яких видає оптимальну температуру, другий - потужність, необхідну для її підтримки, перший вихід подається на контролер системи опалення з меншою потужністю, а другий на вища сила. контролер через відповідні цифро-аналогові перетворювачі.

3. Для опалення теплиць, обладнаних електронагрівачами, в якості пускового елемента використовується тиристорний контролер з імпульсно-імпульсним керуванням, вхід якого з'єднаний з виходом вимірювача потужності обчислювального пристрою.

4. Існує два режими, при яких встановлюється оптимальна температура повітря в теплиці. Розрахунок для денного режиму ведеться наступним чином:

а. Оптимальна температура повітря в теплиці визначається за критерієм максимальної продуктивності;

б. Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої огорожі теплиці визначається.

$$k = k_{ст} k_{сс} k_{в} k_{инф}, (2.2)$$

де $k_{ст}$ - коефіцієнт тепловіддачі через різні типи закритих конструкцій теплиці;

$k_{сс}$ - від розташування огорож відносно основних точок (для СВ, ПЗ сторін, $k_{сс} = 1.10$, З, ПД, $k_{сс} = 1.05$, Ю, $k_{сс} = 1.0$);

$k_{в}$ - за швидкістю вітру;

$k_{инф}$ - інфільтрація залежить від типу огорожі 2.05..2.4.

с. Визначається природна температура теплиці.

д. Розрахунок для нічного режиму такий.

е. Датчики рівня освітленості рослин і щільності потоку сонячної радіації вимикаються, оскільки в цей період $T_{ест} = T_{п}$.

ф. Отримане тестове значення $T_{проп}$ порівнюється з оптимальним значенням температури за критерієм максимальної продуктивності: якщо

$T_{ест} > T_{проп}$, то при роботі вентиляції замість опалення дається команда на перехід на літній режим роботи; якщо $T_{ест} < T_{проп}$, дискримінант обчислюється.

г. Вибрано критерій оптимізації.

В результаті патентного пошуку були виявлені наступні напрямки розвитку систем контролю мікроклімату:

- намагатися економити енергію;

- підвищення точності регулювання основних параметрів;

- покращення наочності подання інформації про стан теплиці;
- збільшення кількості датчиків і виконавчих систем.

2.2 Огляд системи управління промисловістю

Як приклад розглянемо систему контролю мікроклімату ФК-403-65 фірми НПО «ФІТО» [2]. Перевага була віддана цій компанії в зв'язку з тим, що її продукція широко використовується в різних регіонах країни, в тому числі в тепличних комплексах Тепличного СПК м. Вологда.

Розглянута система надає користувачеві гнучкі можливості управління мікрокліматом в теплиці шляхом налаштування параметрів мікроклімату і стратегії управління виконавчими механізмами протягом доби.

Розробники системи контролю включили в концепцію мікроклімату три параметри: температуру повітря, вологість і концентрацію вуглекислого газу. Теплиця обладнана виконавчими системами для управління вищезазначеними параметрами: опалення, вентиляція, підгодівля CO₂, контроль екрану, контроль циркуляції повітря, випарне охолодження та додаткове зволоження.

За допомогою датчиків, встановлених у теплиці, здійснюється безперервне вимірювання температури повітря, вологості повітря, вмісту CO₂ та інших параметрів (залежно від комплектності датчиків) у кількох точках. Крім того, вимірюються зовнішні метеорологічні параметри: температура повітря, інтенсивність сонячної радіації; швидкість і напрям вітру.

На основі заданих та вимірених параметрів мікроклімату, а також з урахуванням стратегії керування виконавчими системами, контролер керування реалізує алгоритми керування виконавчими механізмами.

Блок-схема системи представлена на рисунку 2.5. Управління системою здійснюється електронним блоком, який включає сам контролер управління, інтерфейсну частину, індикатори та елементи управління. Інтерфейсна частина містить вимірювальні схеми для аналогових і дискретних датчиків.

Окремий релейний пристрій містить релейні перемикачі для автоматичного та ручного керування АД: насосами, змішувальними клапанами, приводами передньої вентиляції, редукторами тощо, а також світлодіодні індикатори для індикації режимів роботи АД.

Вимірювання температури та вологості повітря в теплицях здійснюється за допомогою аналогових датчиків температури AD592, 2-провідних цифрових термометрів AnalogDevices DS28B20 та високоточних датчиків відносної вологості Honeywell HIH 3620, розміщених відповідно в загальному вентиляційному приміщенні. Осередок для підвищення точності та стабільності вимірювань. Вимірювання температури в контурах опалення скла, ґрунту, зовнішнього повітря та охолоджувальної води виконується аналогічно за допомогою як аналогових датчиків температури AD592, так і 2-провідних цифрових термометрів від AnalogDevices. Концентрацію CO₂ в повітрі визначають датчики eSense I P50 компанії SenseAir.

Алгоритм регулятора керування базується на пропорційно-інтегрально-диференціальному законі, отриманому із закону P шляхом додавання інтегральних та диференціальних поправок. Кожен параметр мікроклімату розраховується за законом P, потім складається прогноз зміни параметра, до якого додаються інтегральні та диференціальні поправки. Особливістю алгоритму є те, що кожен параметр мікроклімату розраховується окремо від кожної збурюючої величини, після чого використовується принцип пріоритетів для розподілу впливу на виконавчі системи. Такий підхід дозволяє змінити стан системи виконання навіть до моменту, коли настроюваний параметр почне змінюватися.

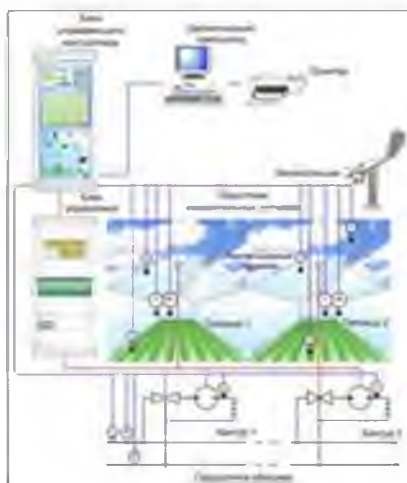


Рисунок 2.5 - Структурна схема системи (2 варіанти теплиці)

2.3 Огляд системи управління приватною теплицею

Розглянемо систему регулювання мікроклімату індивідуальної дачної теплиці, запропоновану в [2].

У статті пропонується контроль і регулювання наступних параметрів:

- температура і вологість повітря;
- температура і вологість ґрунту;
- освітлення.



Рисунок 2.6 - Структурна схема системи клімат-контролю теплиці



Блок-схема Система, показана на рисунку 2.6, структурована як окремі блоки, кожен блок дозволяє контролювати та регулювати один параметр. До складу кожного функціонального блоку входять вимірювальний елемент (датчик), підсилювач сигналу датчика та електронний перемикач для керування зовнішнім передавачем.

У систему також входить таймер для відключення блоку керування освітленням на ніч і контролю часу зволоження.

Всі блоки виготовлені на мікросхемах серії K276. Датчики саморобні і є дільниками напруги. Живлення реалізовано за допомогою понижуючого трансформатора і мостового випрямляча з конденсаторним фільтром.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОСЛИН У ТЕПЛИЦЯХ

Проведено аналіз існуючих систем контролю мікроклімату теплиці.

Промислові системи клімат-контролю розглянуто на прикладі системи FC-403-65 НВФ «ФІТО» [1]. Ця система має кілька переваг:

- можливість виконання до 20 програм на день;
- плавний перехід від параметрів однієї програми до параметрів іншої програми;
- система гнучкого керування параметрами для різних систем виконання;
- велика кількість контрольованих параметрів;
- можливість спостереження за динамікою мікроклімату;
- алгоритм роботи контролера управління дозволяє прогнозувати зміни параметрів мікроклімату та вчасно вживати певних заходів;

- аварійний індикатор.

До недоліків системи можна віднести:

- висока ціна системи;
- Розрахований на промислові масштаби;
- управлінський персонал повинен мати певну кваліфікацію.

Також розглядається система для любителів невеликих теплиць.

До його переваг можна віднести:

- низька ціна;
- доступність для повторення;
- простота управління.

До недоліків системи можна віднести наступне:

- кожен параметр мікроклімату налаштовується окремо, без урахування взаємного впливу параметрів;
- відсутня можливість плавної зміни режиму «день-ніч»;
- система розроблена за одноконтурною схемою, через що спостерігаються великі коливання параметрів мікроклімату.

Розроблена система повинна відповідати таким вимогам:

- мати прийнятну ціну;
- мати простий інтерфейс;
- забезпечити плавний перехід між денним і нічним режимами;
- забезпечити правильність налаштування параметрів мікроклімату відповідно до технічного завдання.

Виходячи з вимог до системи, що розробляється, найбільш прийнятним прототипом є система, розроблена співробітниками НВФ «ФІТО».

3.1 Розробка блок-схеми системи керування

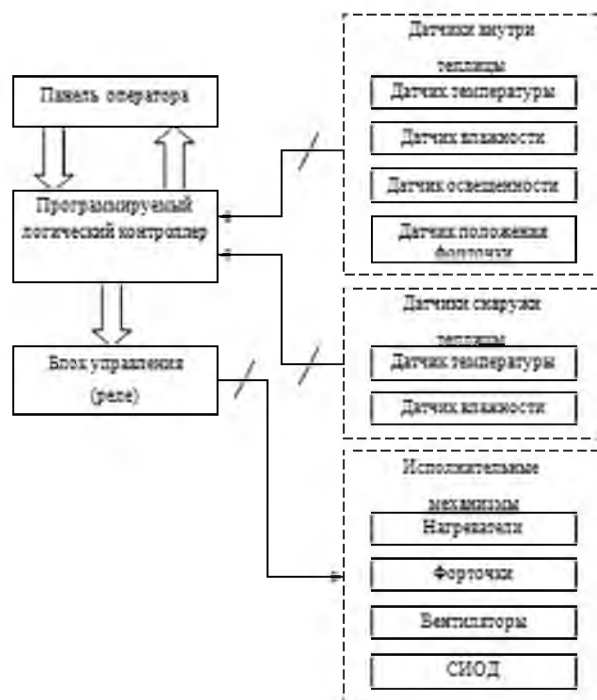


Рисунок 3.1 - Структурна схема системи керування

Основним елементом управління є програмований логічний контролер. Для керування та введення параметрів мікроклімату використовується панель оператора. Виконавчі механізми підключаються до блоку управління через блок силових реле.

На схемі показані датчики, які використовуються в системі керування. У системі використовуються чотири види датчиків: температури, вологості, освітленості та положення вікна. Хоча регулювання базується на температурі та вологості, необхідність вимірювання освітленості виникає через прямий зв'язок між цими трьома параметрами. Для мінімізації похибки у визначенні сонячної радіації, що проникає всередину теплиці, всередині теплиці розміщений датчик освітленості. Також в теплиці є датчик температури і датчик вологості. Кількість цих датчиків вибирається згідно з результатами, наведеними в [3], де показано, що для визначення температури в будь-якій точці теплиці необхідно і достатньо мати значення температури в геометричному центрі. Підраховано, що теплиця та вологість є рівномірними.

Зовні теплиці розміщують датчик температури і вологості. Ці датчики вимірюють температуру та вологість зовнішнього повітря для розрахунку контрольних параметрів.

У теплиці використовуються чотири типи робочих систем: опалення, віконна вентиляція, примусова вентиляція, випарне охолодження та додаткове зволоження повітря (SIOD).

Опалення здійснюється не тільки за ступенем розбіжності між заданою та виміряною температурами всередині теплиці, а й з урахуванням впливу швидко мінливих факторів, таких як сонце, зовнішня температура, зовнішня вологість, що дозволяє прогнозувати зміни температури в теплиці та вчасно протидіяти цим змінам.

Вентиляція використовується для видалення гарячого повітря з теплиці і заміни його прохолоднішим зовнішнім повітрям і зниження відносної вологості всередині теплиці.

SIOD знижує температуру повітря на 5-10 градусів і створює в теплиці необхідну вологість.

Логіку роботи системи можна описати наступним чином: контролер отримує інформацію від датчиків температури і вологості, розташованих всередині теплиці, порівнює отримані значення з заданими, і при розбіжності в

параметрах розподіляє її. впливають на приводи, щоб мінімізувати зміщення, що виникає в результаті. Зовнішня температура і вологість, а також освітлення використовуються для розрахунку швидкості зміни параметрів всередині теплиці, виходячи з чого підбираються ті чи інші виконавчі механізми.

3.2 Вибір промислового контролера

Аналізуючи структурну схему системи керування, можна зробити висновок, що для керування мікрокліматом в умовах закритого ґрунту необхідний мікроконтролер з 6 входами, силовими клемми та 4 виходами, який можна підключити до виконавчих механізмів, що керують мікрокліматом.

Для невеликої дачної теплиці розробляється система управління, схематично зображена на рисунку 3.2. Корисна площа даної теплиці становить 18 м^2 , її об'єм - 32 м^3 . Враховуючи невеликі розміри теплиці, плата контролера в поєднанні з панелью оператора має значні переваги як за монтажем системи, так і за її вартістю.

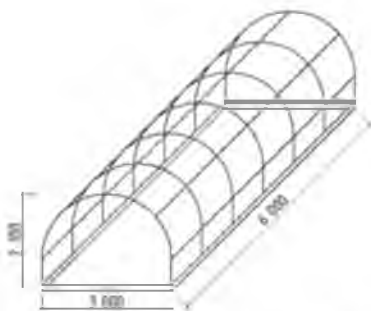


Рисунок 3.2 – Модель теплиці

Велика кількість промислових контролерів пропонується як вітчизняними, так і закордонними компаніями. Майже будь-який сучасний промисловий контролер, розроблений для широких завдань, має більше 10 входів/виходів і достатньо пам'яті для програм користувача. В результаті вирішальним фактором

при виборі того чи іншого контролера є його ціна і наявність безкоштовного програмного забезпечення для програмування.

Найбільш підходящим контролером за функціоналом і ціною є контролер SMH2010C, розроблений інженерами ТОВ «Сенетікс». 3.3 наведено загальний вигляд контролера.

SMH 2010 C 832 — це компактний, високошвидкісний програмований контролер (ПЛК), розроблений для керування операціями в системах, які вимагають введення/виведення. Панельна версія контролера дозволяє використовувати його одночасно з панеллю оператора, яка встановлюється у відповідні отвори зовні електричних щар. Встановлене в контролері програмне ядро дозволяє створювати спеціальні керуючі програми для контролера на мові функціональних блоків (FBD) за допомогою спеціального інструментального пакету SMLogix, що працює під керуванням MS Windows [6].

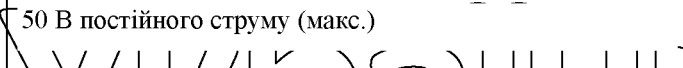

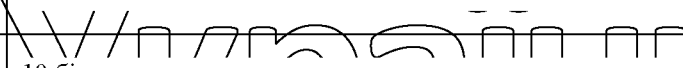


Рисунок 3.3 - Огляд контролера

Технічні характеристики контролера наведені в таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики ПЛК SMH 2010 C

Параметр	Значення
Дискретне число виступи	вісім
Дискретний тип виводу	транзистор з відкритим стоком
Максимальний струм навантаження виступи	1 А, (безперервна робота) 5 А, (імпульс 300 мкс, шпаруватість 50)

Вихідна напруга	50 В постійного струму (макс.)
Навантаження	
Дискретне число входи (макс.)	12
Рівень напруги цифровий вхідний сигнал	Логічний «0» - від 0 до 3,4 В постійного струму. напруга Логічна «1» - від 4,0 В до 50 В, швидко. напруга
Максимальна частота записи	100 Гц 
Аналогове число записи	Для термометрів опору (максимум) - 4 канали Або для сигналу 0-10 В - 6 каналів Або для сигналу 4-20 мА - 6 каналів
Аналогова роздільна здатність записи	10 біт
Аналогове число виходи (макс.)	4 (0 - 10 В) 
Аналогова роздільна здатність виступи	10 біт
вантажопідйомність аналоговий вихід	3 мА
Послідовні порти	1 - RS 485 1 - RS 232 з оптоізоляцією 1 - RS 485 з оптоізоляцією
Внутрішній протокол	Modbus RTU SB-2
Розширення	До 832 каналів введення/виведення
Шина розширення	Modbus RTU
Контроль пам'яті програми	128 Кб
ручний EEPROM	32 Кб
EEPROM	8/36/68 Кб
Термін опитування, мінімум	5 мс
Погодинний таймер (WDT)	внутрішній
Клавіатура	Фільм, 22 ключа, 6 функціональний
Екран	Монохромний LCD (з підсвічуванням) або монохромний VFD, 4 рядки x 20 персонажів.
рамка	ABS пластик

Напруга живлення	24 В постійного/змінного струму напруга
Робоча напруга DC напруга	18 ... 36В
Робочий стрес Змінна напруга	15 ... 30В
Споживання енергії	макс. 4,5 Вт
Термінальний тип	Комбі
Макс. поділ підключений провідник	2,5 мм ²
Ізоляція	Принаймні 20 МОм між кожним вступ і корпус
Час скинути програму	2 секунди (Збій живлення виникає при відключенні електроенергії менше 80% номіналу за період, більш тривалий час простою харчування).
Вага пристрою	максимум 500 гр
Захист пам'яті	При повному вимкненні живлення вміст пам'яті зберігається. Без використання акумулятора вміст зберігається лише EEPROM, Flash
Термін служби батареї	20 000 годин
Функції самодіагностики	Помилки ЦП (сторожовий таймер) таймер), збій шини введення/виведення, відсутність пам'яті.
Ступінь захисту ІЕС	IP65 (передня панель)

На підставі таблиці 3.1 можна зробити висновок, що контролер існує в трьох модифікаціях, які відрізняються аналоговими входами. У розробленій системі ми використовуємо аналогові датчики з потенційним виходом. Такі датчики доступні за ціною, не перевантажують входи контролера, легко регулюються за рівнями напруги.

Усі приводи в розробленій системі знаходяться в одному з двох станів: увімкнено або вимкнено, тому для роботи їм потрібні дискретні виходи контролера, до яких підключені виконавчі реле.

Інженери компанії пропонують для контролера спеціальний блок RPS 2014 В, який містить 8 реле та джерело живлення для контролера. 3.4 показаний загальний вигляд блоку реле.



Рисунок 3.4 - Блок реле

Враховуючи вищесказане, для КС підходить контролер Є2010С-7121-01-5. Дана модифікація контролера складається з 6 аналогових входів для сигналів 0-10 В і придатна для використання у вологих приміщеннях завдяки ступеню електрозахисту.

3.3 Вибір датчиків і розробка схем їх підключення

Для вимірювання температури всередині та зовні теплиці ми оберемо датчики AD22100S від Analog Devices.

Вихідним сигналом датчика є напруга, пропорційна виміряній температурі:

$$U_{out} = \frac{U_{оп}}{5} (1,375 + 0,0225 * T), \text{ В}, (3.1)$$

де U_{out} - вихідна напруга, В;

$U_{оп}$ - опорна напруга, В;

T температура, К

Діапазон вимірюваних температур від -50°C до $+150^{\circ}\text{C}$ з похибкою $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Діапазон вихідної напруги від 0,25 до 4,75 В.

Схема підключення датчика показана на малюнку 3.5.



Рисунок 3.5 - Схема підключення датчика температури

В елементах DA1, R1, R2 підсилювач сигналу підготовлений для адаптації виходу датчика до входу контролера. Як DA1 використано операційний підсилювач К140УД8. Визначаємо опори R1 і R2 з умови:

$$U_{\text{вих}} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) U_{\text{вх}}, \text{ V}, \quad (3.2)$$

де $U_{\text{вих}}$ - вихідна напруга, В;

$U_{\text{вх}}$ - вхідна напруга, В.

Виразимо співвідношення опорів: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} - 1$. Підставляючи значення

напружень, отримуємо: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{10 \text{ В}}{4,75 \text{ В}} - 1 = 1,105$. Приймаю $R_2 = 20 \text{ кОм}$, ми

отримуємо $R_1 = 18 \text{ кОм}$, $R_3 = 10 \text{ кОм}$. Відповідно до технічного опису мікросхеми К140УД8.

Для вимірювання вологості ми використовуємо ємнісні датчики вологості серії HIH-4000-003 від Honeywell. Ці датчики виготовлені на основі терморезистивного полімеру та відрізняються високою надійністю.

На малюнку 3.6 показано графік залежності вихідної напруги від відносної вологості. Як видно з малюнка, вихідний сигнал датчика лінійно залежить від виміряної вологості. Значення вихідної напруги, що відповідає поточній відносній вологості, визначається за формулою:

$$U_{out} = U_{оп}(0,0062 * \varphi + 0,16), \text{ V}, \quad (3.3)$$

де U_{out} - напруга на виході датчика, В;

$U_{оп}$ - опорна напруга, В;

φ - Відносна вологість, %.

Ця формула дійсна при температурі навколишнього середовища 25°C. Враховуючи температуру навколишнього середовища, значення відносної вологості можна знайти за такою формулою:

$$\varphi_{ист} = \varphi_{изм} / (1,0546 - 0,00216 * t), \text{ \%}, \quad (3.4)$$

де $\varphi_{ист}$ - фактичне значення вологості, %;

$\varphi_{изм}$ - виміряне значення відносної вологості, %;

t - температура, °C.

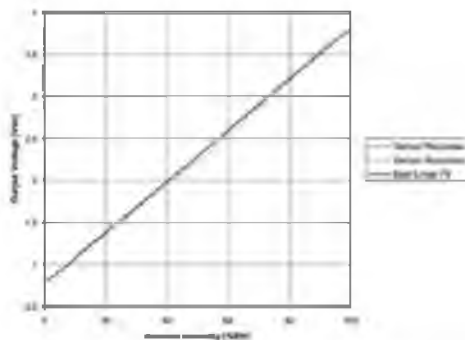


Рисунок 3.6 - Залежність вихідної напруги від вологості повітря

Датчик вимірює відносну вологість в діапазоні 0...100% з точністю не менше $\pm 2\%$, а вихідна напруга становить 1,0...4,0 В у всьому діапазоні.

Схема підключення датчика НН-4000-003 показана на малюнку 3.7.

НУБІП України

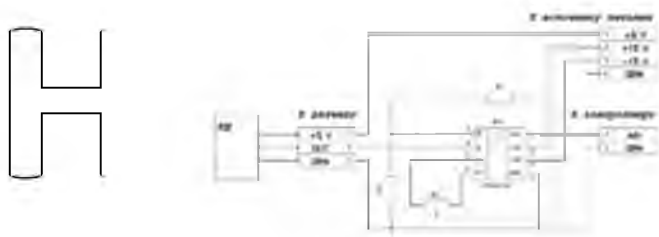


Рисунок 3.7 - Схема підключення датчика вологості

Схема, показана на малюнку 3.7, така ж, як і схема підключення датчика температури (див. рис. 3.5). Різниця полягає в іншому номіналі резистора R1.

Підставляючи значення напругень, отримуємо: $\frac{R_2}{R_1} = \frac{10 \text{ В}}{4 \text{ В}} - 1 = 1,5$. Приймаю $R_2 = 20 \text{ кОм}$, ми отримуємо $R_1 = 13 \text{ кОм}$.

Для вимірювання природного освітлення теплиці ми використовуємо датчик FS-3 фірми Micronics.

Датчик світла ФС-3 призначений для перетворення рівня освітленості поверхні в напругу постійного струму. Вихідний сигнал датчика пропорційний освітленості і відповідає стандарту (напруга 0...10 В). Номінальне значення чутливості становить 100 мВ/лк. У діапазоні від 100 до 100 000 люкс вихідна напруга прямо пропорційна освітленості. Схема включення датчика наведена на рисунку 3.8.

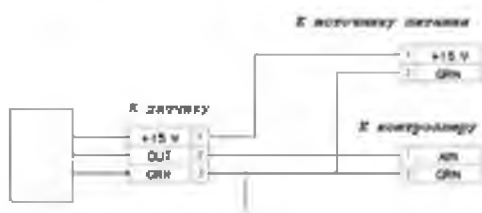


Рисунок 3.8 - Типова схема спрацьовування датчика ФС-3

Датчик положення вікна виготовлений на основі потенціометра з опором 1300 Ом. Схема підключення датчика показана на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 - Схема підключення датчика положення вікна

3.4 Вибір механізмів передачі та розробка принципів схем їх з'єднання

Для підвищення температури повітря в теплиці ми використовуємо інфрачервоні обігрівачі Ресанта. Ці типи опалювальних приладів мають високий ККД, малу інерційність, компактні розміри, простоту монтажу і невисоку вартість, що робить їх привабливими для використання в теплицях.

Загальна потужність обігрівачів розраховується за формулою:

$$P_{\text{наг}} = S_{\text{пок}} * \Delta T * k, \text{ Вт}, (3,5)$$

де $P_{\text{наг}}$ - сумарна потужність нагрівачів, Вт;

$S_{\text{пок}}$ - площа покриття теплиці, м²;

ΔT - різниця температур всередині та зовні теплиці, °С;

k - коефіцієнт теплопередачі (для полікарбонату товщиною 4 мм становить 3,9 Вт / м²).

Для стандартної склепінчастої теплиці площею 18 м² $S_{\text{пок}} = 36$ м². В кінці квітня мінмальна температура повітря -10°С, мінімальна температура в теплиці +18°С, потім $\Delta T = 28$ °С. Підставивши значення у формулу (3.4.1), отримаємо:

$$P_{\text{наг}} = 36 * 28 * 3,9 = 3931 \text{ Вт}. (3,6)$$

Ресанта випускає три види обігрівачів різної потужності: 800, 1500, 2000 Вт. Виходячи з отриманого значення необхідної потужності, нам знадобиться два обігрівача потужністю 2000 Вт.

Рекомендована виробником схема підключення нагрівача наведена на рисунку 3.10.

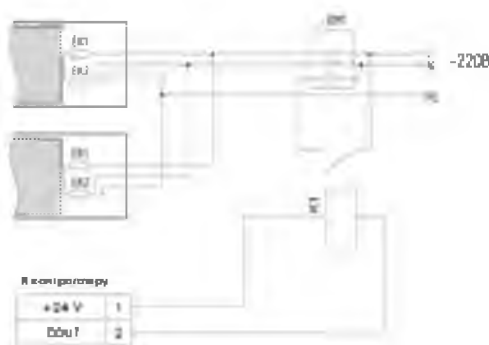


Рисунок 3.10 - Схема підключення нагрівача

На схемі KM1 показаний магнітний пускач, розрахований на номінальне навантаження 4 кВт. Як KM1 ми вибираємо ES 220 від Hager.

Вентиляція в теплиці здійснюється двома способами: фраугами та вентиляторами. Управління фраугами здійснюється лінійними приводами.

Ступінь відкриття фрауг визначається потенціометрами, встановленими в лінійних приводах.

Для розробленого проекту ми виберемо лінійні приводи серії SANM-10 від SKF. Дана серія має широкий асортимент приводів з різними параметрами, що дозволяє підібрати потрібний варіант практично для будь-якої теплиці.

На малюнку 3.11 показана типова схема комутації виконавчого механізму.

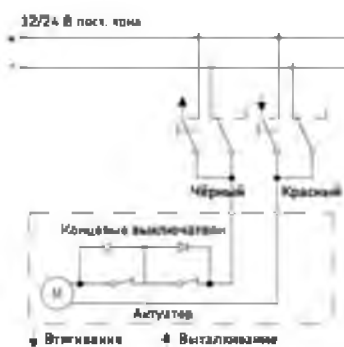


Рисунок 3.11 - Типова схема пуску передач

Приводи цієї серії працюють від напруги постійного струму 12/24 В.

Напрямок обертання електродвигуна визначається напрямком електричного струму, що легко реалізується двома схемами реле. Виконавчий пристрій має кінцеві вимикачі, які захищають електродвигун від перевантаження.

Для примусової вентиляції виберемо недорогий витяжний вентилятор Electrolux EAF-100. Цей вентилятор призначений для установки у вологих приміщеннях, що дозволяє використовувати його для вентиляції теплиць. Продуктивність вентилятора становить 100 м³/год, що гарантує повітрообмін за 19 хвилин в теплиці об'ємом 32 м³. Вентилятор працює при напрузі 220 В і споживає 15 ВА. Принципова схема вентилятора показана на малюнку 3.12.

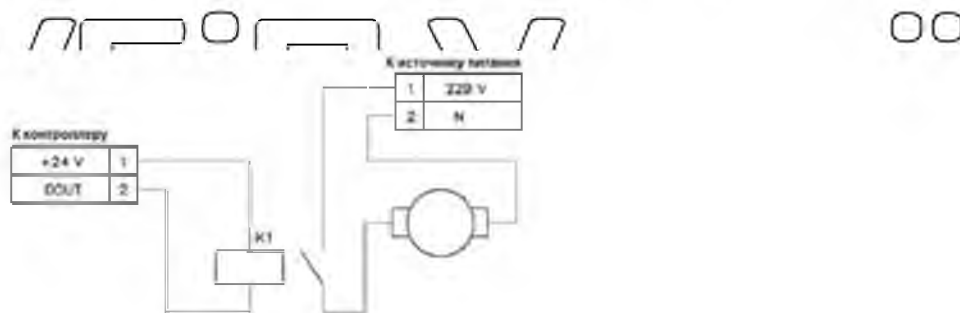


Рисунок 3.12 - Принципова схема включення вентилятора

Система SIOD складається з напірного насоса в системі, водяних баків і фільтрів, спринклерів і системи трубопроводів. На малюнку 3.13 представлена функціональна схема SIOD для невеликої теплиці.

Зі схеми легко зрозуміти, що виконавчим механізмом в SIOD є насос, який підвищує тиск в системі. При включенні насоса вода потрапляє в повітряний простір теплиці у вигляді дрібних крапель, які через спринклери перетворюються в пару. Під час випаровування відносна вологість підвищується, а температура повітря знижується.

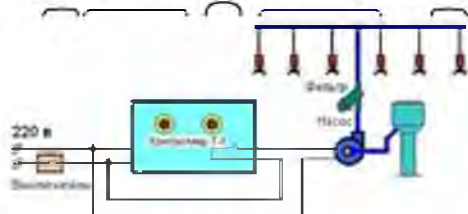


Рисунок 3.13 - Функціональна схема JODI

На ринку є багато готових наборів систем туманоутворення, як низького, так і високого тиску. В індивідуальній приватній теплиці найбільш зручні комплекти низького тиску. Для теплиці площею 18 м² підійде комплект НД-15 від Туман-ПРО. У комплекті використовується насос XTL-3210 від Shysky Tech Co. Насос працює при напрузі 12 В постійного струму і споживає 80 Вт електроенергії. Принципова схема насоса показана на рисунку 3.14.

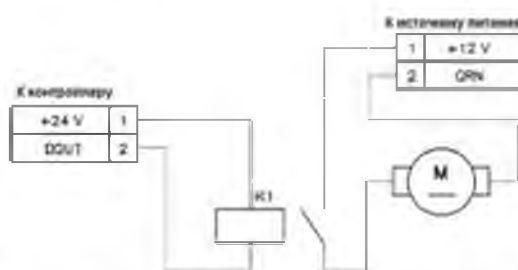


Рисунок 3.14 - Принципова схема введення насоса SIOD

3.5 Концепція дизайну

Основою системи управління є SMH 2010 PLC C2010C-7121-01-5. ПЛК має клемні колодки для підключення зовнішніх пристроїв (блок живлення, датчики, виконавчі механізми тощо). Для підключення датчиків використовуємо цисть аналогових входів контролера AIN0-AIN5. Аналогові входи призначені для

підключення датчиків з потенційним сигналом 0-10 В. Аналогові датчики температури AD22100S від Analog Devices і аналогові датчики відносної вологості НН-4000-003 від Honeywell з вихідною напругою від 0,25 до 4,75 В для CS. Він вибирається з вихідною напругою від 1 до 4 В. Вихідний сигнал від датчиків не відповідає вибраному стандарту ПЛК. Ми використовуємо неінвертуючий підсилювач в операційному підсилювачі, щоб узгодити вихід датчика з входом контролера. Схеми заміни датчика Рис. 3.5 і 3.7 показано. У Додатку 1 показано принципову схему плати сумісності датчика. У схемі використовуються чотири мікросхеми к140уд8, на яких зібрані підсилювачі сигналу датчика. Також показані клемні колодки для підключення живлення, датчиків і входів контролера.

Датчик освітленості та віконний потенціометр мають стандартні вихідні сигнали 0-10 В і підключаються до входів ПЛК без додаткового обладнання.

У системі використовуються чотири типи виконавчих механізмів, які управляються релейним блоком RPS 2014-B. Релейний блок складається з восьми виконавчих реле, п'ять з яких використовуються в системі керування.

У додатку 2 наведена принципова схема системи клімат-контролю теплиці.

На схемі показані клемники: ПЛК, релейний блок, плати узгодження датчиків, а також виконавчі пристрої.

Блок PLC і блок реле з'єднуються за допомогою спеціального кабелю CB2014-DB9-8. Датчики, виконавчі механізми, плата сумісності датчиків підключаються за допомогою гнучкого дроту, для чого провід зачищається на довжину 8 мм і скручується спеціальним кінцем, вставленим в отвір клемної колодки і затягнутим гвинтом.

3.6 Розробка алгоритму програми управління

Алгоритм керуючої програми базується на результатах експериментальних досліджень, наведених у [3]. Дослідження проводили в різних захищених поверхневих спорудах з однаковими умовами роботи протягом двох років.

Досліджено чотири основні параметри мікроклімату: освітлення, температура, вологість, концентрація CO₂ та їх взаємодія. Результати дослідження наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Взаємодія параметрів мікроклімату

Опції	Параметри мікроклімату в приміщенні			
	освітлення	Температура	Вологість	CO ₂
Освітлення (↑/↓)	(↑/↓)	(↑/↓)	(↓/↑)	(↓/↑)
Температура (↑/↓)	-	(↑/↓)	(↓/↑)	(↓/↑)
Вологість (↑/↓)	-	(↓/↑)	(↑/↓)	-
Концентрація CO ₂ (↑/↓)	-	-	-	(↑/↓)

Неважко помітити, що домінуючим фактором у формуванні тепличного мікроклімату є природне освітлення. Підвищення рівня освітленості викликає підвищення температури, що, у свою чергу, викликає зниження відносної вологості повітря. Підвищення вологості повітря викликає зниження температури. Температура і вологість повітря не впливають на природне освітлення. Концентрація CO₂ не враховується в нашій системі.

Всі параметри, наведені в таблиці, були виміряні всередині теплиці, але не можна заперечувати істотний вплив температури і вологості зовнішнього повітря на мікроклімат теплиці. Відповідно до математичної моделі, описаної в [4], швидкість зміни температури і вологості в теплиці визначається такими виразами:

$$\frac{dT_{\text{внутр}}(t)}{dt} = \frac{1}{\rho C_v V_m} [Q_n(t) + S_n(t) - \lambda Q_m(t)] - \left(\frac{v_v(t)}{V_m} + \frac{k_{m,огр}}{\rho C_v V_m} \right) [T_{\text{внутр}}(t) - T_{\text{внеш}}(t)], \quad (3.7)$$

$$\frac{d\varphi_{\text{внутр}}(t)}{dt} = \frac{1}{V_v} Q_m(t) + \frac{\alpha S_n(t)}{V_v \lambda} - \left(\frac{v_v(t)}{V_v} \right) [\varphi_{\text{внутр}}(t) - \varphi_{\text{внеш}}(t)], \quad (3.8)$$

де $T_{\text{внутр}}$, $T_{\text{внеш}}$ - температура повітря всередині та зовні теплиці відповідно, °C;

- $\varphi_{\text{внутр}}, \varphi_{\text{внеш}}$ - відносна вологість повітря всередині та зовні теплиці, %;
- $k_{\text{т.огр}}$ - коефіцієнт теплопередачі матеріалу огорожі теплиці, Вт/м²;
- $V_{\text{т}}, V_{\text{в}}$ - відповідно опалювальний і зволожений об'єми теплиці, м³;
- ρ - густина повітря, кг/м³;
- $c_{\text{в}}$ - питома теплоємність повітря, кДж·кг⁻¹·К⁻¹;
- $Q_{\text{н}}$ - потужність тепличних повітрянагрівачів, Вт;
- $Q_{\text{т}}$ - показники системи туманоутворення, q/s;
- $S_{\text{n}}(t)$ - сонячна радіація, що поглинається теплицею, Вт;
- λ - питома теплота випаровування, кДж/кг;
- $v_{\text{в}}(t)$ - повітрообмін, що забезпечується системою вентиляції теплиці, м³/с;
- α - коефіцієнт масштабування, прийнятий постійним.

Наведена вище математична модель пояснює зміни температури та вологості в теплиці шляхом алгебраїчного додавання потоків тепла (енергії) з різних джерел. На основі такого підходу розроблено алгоритм керування температурно-вологісним режимом теплиці. На рисунку 3.15 представлена блок-схема алгоритму підтримки температури та вологості. На рисунках 3.16-3.21 показані блок-схеми алгоритмів підпрограми.

Алгоритм реалізований у вигляді нескінченного циклу. На початковому етапі зчитуються значення з датчиків, встановлених в системі. На підставі отриманих результатів розраховуються швидкості зміни температури і вологості, виявляються відмінності між заданими значеннями і вимірними значеннями. Наступний етап: порівняння значень, отриманих в результаті математичних розрахунків. За результатами порівняння вибираються способи впливу на виконавчі механізми.

Подивимося, як працює програма, на прикладі нижче. Нехай задана температура більша за виміряну, а задана вологість менша за виміряну. Припустимо, що за результатами розрахунків похідна температури більше нуля.

похідна вологості менше нуля, різниця температур більше нуля, а різниця вологості менше нуля. Відношення різниці температур до швидкості зміни температури більше нуля, а абсолютне значення більше 10 і менше 60 хвилин.

По температурі система стабілізується досить швидко, нічого робити не потрібно. Відношення різниці вологості до швидкості зміни вологості перевищує

нуль і перевищує 60 хвилин за абсолютною величиною. По вологості необхідно збільшити швидкість її зміни, перейти до підпрограми підвищення вологості.

Вологість повітря регулюється трьома системами. Припустимо, що примусова вентиляція не працює,

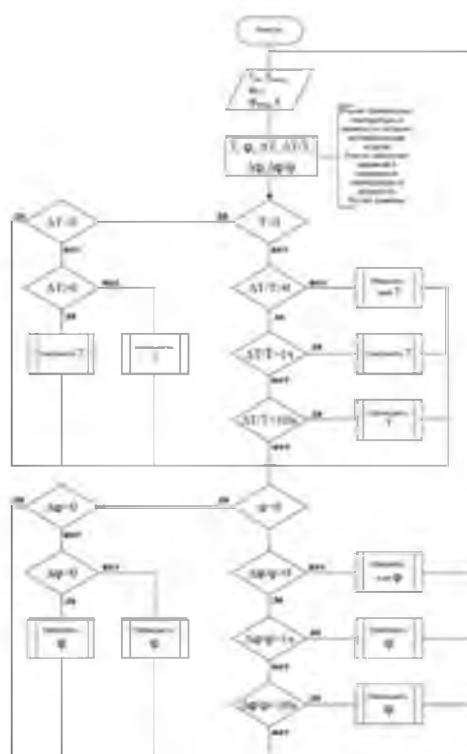


Рисунок 3.15 – Алгоритм основної програми

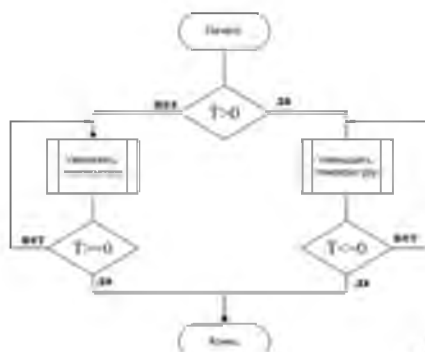


Рисунок 3.16 – Алгоритм підпрограми зміни знака похідної температури

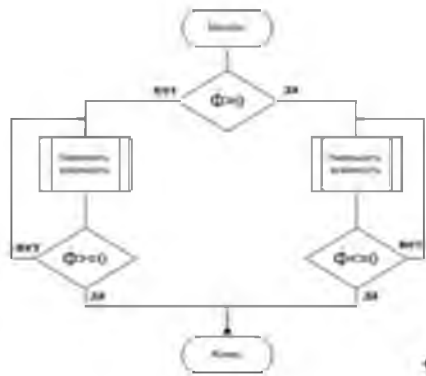


Рисунок 3.17 - Алгоритм підпрограми зміни знака похідної вологості



Рисунок 3.18 – Алгоритм підпрограми підвищення температури



Рисунок 3.19 – Алгоритм підпрограми зниження температури



Рисунок 3.20 - Алгоритм підпрограми підвищення вологості

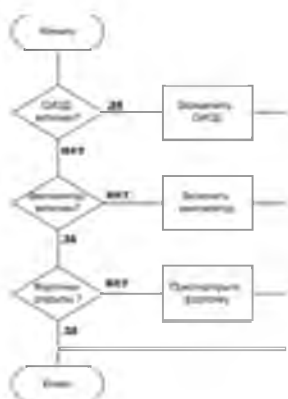


Рисунок 3.21 – Алгоритм підпрограми зниження вологості

НУБІП України

НУБІП України

3.7 Розробка програми управління

Для програмування логічних контролерів Segnetics S пропонує пакет рMLogix, за допомогою якого створюються програми користувача на мові FBD функціональних блоків.

FBD (Function Block Diagram) — це графічна мова програмування стандарту IEC 61131-3. Призначений для програмування програмованих логічних контролерів (PLC). Програма формується зі списку схем, які виконуються послідовно зверху вниз. Ланцюжки можна маркувати. Інструкція перемикача міток дозволяє змінювати послідовність виконання схем для програмування умов і циклів.

Програмування використовує бібліотечні блоки та рідні блоки, написані FBD або іншими мовами IEC 61131-3. Блок (елемент) — підпрограма, функція або функціональний блок (I, АБО, НІ, тригери, таймери, лічильники, блоки обробки аналогового сигналу, математичні операції тощо).

Кожен окремий ланцюжок графічно є виразом, що складається з окремих елементів. Наступний блок підключається до виходу блоку, утворюючи ланцюжок. У ланцюжку блоки виконуються в строго закритому порядку.

Результат розрахунку схеми записується у внутрішню змінну або видається на вихід ЦЛК [5].

Алгоритм, показаний на малюнку 3.15, складається з трьох частин: датчики голосування, обчислення похідних, пошук відмінностей параметрів і відповідних зв'язків, а також вплив на виконавчі механізми.

Алгоритм не визначає блоки, що відповідають за введення користувачем параметрів управління і відображення поточних значень на екрані.

Використовуючи принципи структурованого програмування, введення даних від датчиків і розрахунок теплового потоку здійснюється у вигляді окремого макроблоку, що значно підвищить наочність програми.

Для підключення датчиків у програмі SMLogix необхідно підключити блок аналогового входу до макроблоку Sensor v1.9, який необхідно налаштувати на вимірювання сигналу 0-10 В, що індикує датчик типу 7.

Наступним кроком є обчислення похідних за допомогою наступних виразів.

Втрати тепла від огорожі теплиці:

$$Q_{\text{тепл}} = 140,4 \Delta T, \text{ J}, (3.9)$$

де ΔT - різниця температур, °С.

Тепловий потік від віконної вентиляції:

$$Q_{\text{форт}} = 3859,2 \Delta T \alpha, \text{ J}, (3.10)$$

де ΔT - різниця температур, °С;

α - ступінь відкриття вікна, повна.

Споживання тепла на випаровування:

$$Q_{\text{снод}} = 56400 \text{ Дж}, (3.11)$$

Тепловий потік від нагрівачів:

$$Q_{\text{нагр}} = 4000 \text{ Дж}, (3.12)$$

Потік тепла через примусову вентиляцію:

$$Q_{\text{вент}} = 32,6 \Delta T, \text{ J}, (3.13)$$

де ΔT - різниця температур, °C.

Код макроблоку наведено в додатку 3.

Решта програми реалізована на з'єднаних логічних блоках. Для контролю положення вікна використовується таймер затримки, який обмежує час роботи лінійного приводу.

Готова програма мовою FBD наведена в Додатку 4.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

4.1. Розрахунок електронавантажень, вибір джерела живлення

4.1 Розрахунок електричних навантажень розподільної електричної мережі

Метод розрахункової потужності є основним методом розрахунку електричних навантажень, який зводиться до розрахунку електричних навантажень групи електроприймачів. Метод розроблений

Тяжпромелектропроект і враховує значення теплової постійної часу різних елементів для ліній напругою до 1 кВ. Вихідною інформацією для цього методу є перелік електроприймачів із зазначенням їх номінальної потужності. Для кожного електроприймача K_i , значення коефіцієнта активної і реактивної потужності підбираються згідно з довідковою літературою.

Визначення електричних навантажень здійснюється методом розрахункового коефіцієнта потужності. При розрахунку навантаження, розробленого інститутом «Тяжпромелектропроект» (м. Москва), цей метод є базовим і враховує теплову постійну часу елементів сонячної електростанції.

Його застосування можливе, коли відомі одинична потужність електроприймачів, їх кількість і технологічне призначення.

Це основний метод обчислення електричних зарядів, який (P_p, Q_p, S_p, I_p) проектні навантаження групи електроприймачів.

$$P_p = K_p \cdot P_{см} \quad (4.1)$$

$$Q_p = Q_{см} \text{ година } n_9 \leq 10, \quad (4.4)$$

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{см} \text{ година } n_9 \geq 10, \quad (4.3)$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (4.4)$$

де P_p – розрахункове активне навантаження, кВт;

Q_p – розрахункове реактивне навантаження, квар;

S_p – розрахункове повне навантаження, кВА;

$K_p = f(K_{u.c.p}, n_{\Sigma})$ визначається за таблицями;

n_{Σ} – ефективна кількість енергоприймачів;

$K_{u.c.p}$ – середній коефіцієнт використання групи електроприймачів;

$P_{c.m.}$ – середня активна потужність за найбільш навантажену зміну, кВт;

$Q_{c.m.}$ – середня реактивна потужність за найбільш навантажену зміну, квар;

$$P_{c.m.} = K_u \cdot P_{H\Sigma}, \quad (4.5)$$

$$Q_{c.m.} = P_{c.m.} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.6)$$

де K_u – норма використання електроприймачів;

P_H – номінальна активна групова потужність, приведена до тривалого режиму, без урахування резервних електроприймачів, кВт;

$\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності;

$$K_{u.c.p} = \frac{P_{c.m.}}{P_{H\Sigma}}, \quad (4.7)$$

де $P_{c.m.}$, $P_{H\Sigma}$ – повна та номінальна активна потужність за зміну в групі електроприймачів, кВт.

Знаючи потужність секції і режими роботи електроприймачів, можна розподілити навантаження між комутаційними апаратами.

Таблиця 4.1 – Зведена відомість електричних навантажень заповнюється відповідно до розподілу навантажень по розподільним об'єктам.

Розраховуємо навантаження на розподільні пристрої.

Знайдемо встановлену потужність для кожної групи електроприймачів за формулою:

НУБІП України

$$P_{уст} = N \cdot P_{ном} \quad (4.8)$$

де N – кількість електроприймачів;

$P_{ном}$ – номінальна потужність електроприймача, кВт.

Розрахувати навантаження на RP1:

Свердильний верстат

НУБІП України

$$P_{уст} = 2,5 \cdot 1 = 2,5 \text{ кВт}$$

шліфувальна машина

НУБІП України

$$P_{уст} = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ кВт}$$

Токарний верстат

НУБІП України

$$P_{уст} = 4,5 \cdot 1 = 4,5 \text{ кВт}$$

Радіаційний екран приладу

НУБІП України

$$P_{уст} = 59 \cdot 1 = 59 \text{ кВт}$$

Загальна потужність на RP1

НУБІП України

$$P_{RP1} = 2,5 + 1,5 + 4,5 + 59 = 67,5 \text{ кВт}$$

ми визначаємо $\cos\varphi_{cp}$ для RP1

$$\cos\varphi_{cp} = \frac{\sum \cos\varphi_i \cdot P_{HPi}}{\sum P_{HPi}} \quad (4,9)$$

$$\cos\varphi_{cp} = \frac{0,5 \cdot 2,5 + 0,5 \cdot 1,5 + 0,5 \cdot 4,5 + 0,95 \cdot 59}{67,5} = 0,9$$

Аналогічно розрахуємо для RP 4. Розрахункові дані занесемо в таблицю

4.1.

Визначаємо поворотні навантаження за формулами 4.5, 4.6.

Розрахунок для RP1:

Свердильний верстат

$$P_{CM} = 0,14 \cdot 2,5 = 0,35 \text{ кВт}$$

$$Q_{CM} = 0,35 \cdot 1,73 = 0,6 \text{ квар}$$

Аналогічний розрахунок робимо і для інших електроприймачів.

Результати включені в таблицю 4.1.

Розрахунок середньої потужності для найбільш навантаженого об'єму решти електроприймачів проводиться так само за формулами 4.5, 4.6.

Розрахунок загальної середньої потужності для найбільш завантаженої черги згідно WP1:

$$P_{CM\Sigma} = 0,35 + 0,21 + 0,63 + 44,25 = 45,4 \text{ кВт}$$

$$Q_{CM\Sigma} = 0,6 + 0,36 + 1,1 + 146 = 148 \text{ квар}$$

Розрахунок для RP4 такий же, як і для RP1.

Отримані результати включені в таблицю 4.1.

ми визначаємо $K_{иср}$ для всіх РП

НУБІП УКРАЇНИ

$$K_{\text{уср}} = \frac{\sum K_{\text{ui}} P_{\text{Hi}}}{\sum P_{\text{HP1}}} \quad (4.10)$$

ми визначаємо $K_{\text{уср}}$ Для RP1:

НУБІП УКРАЇНИ

$$K_{\text{уср}} = \frac{45,4}{67,5} = 0,7$$

Розрахункові дані вносимо в таблицю 4.1.

Визначимо ефективну кількість енергоприймачів за формулою:

НУБІП УКРАЇНИ

$$n_{\text{э}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{\text{НОМ}i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{\text{НОМ}i}^2} \quad (4.11)$$

НУБІП УКРАЇНИ

Розрахунок для RP1:

$$n_{\text{э}} = \frac{(2,5 + 1,5 + 4,5 + 59)^2}{2,5^2 + 1,5^2 + 4,5^2 + 59^2} = 1,3$$

Кінь $n_{\text{э}} = 1$ (круглий) і $K_{\text{уср}} = 0,6$ розрахунковий коефіцієнт навантаження

НУБІП УКРАЇНИ

$$K_{\text{р}} = 1,8$$

Визначимо розрахункові навантаження за формулами 4.1, 4.4, 4.3, 4.4:

Розрахунок для RP1:

$$P_{\text{р}} = 1,8 \cdot 45,4 = 81,7 \text{ кВт}$$

оскільки $n_{\text{э}} \leq 10$, потім, $Q_{\text{р}} = 1,1 \cdot 167 = 184 \text{ квар}$

НУБІП УКРАЇНИ

$$S_{\text{р}} = \sqrt{81,7^2 + 184^2} = 201,7 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

НУБІП України

Розрахунок для РП4 проводиться так само за формулами 4.1-4.4.

Результати включені в таблицю 4.1.

Визначаємо струми в комутаційних апаратах

НУБІП України

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (4.14)$$

де U_H - номінальна напруга лінії, В.

НУБІП України

Розрахунок для РР1:

$$I_p = \frac{837}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1209 \text{ А}$$

НУБІП України

Розрахунок для РР4 такий же, як і для РР1.

Результати включені в таблицю 4.1.

Знаючи всі розрахункові значення для РП1 і РП4, розраховуємо сумарне

розрахункове активне навантаження РУШНН без КУ за формулою:

НУБІП України

$$P_{p\text{РУШНН без КУ}} = P_{p\text{РР1}} + P_{p\text{РР4}} \quad (4.13)$$

$$P_{p\text{РУШНН без КУ}} = 837 + 412 = 1249 \text{ кВт}$$

НУБІП України

Визначаємо середньозважене значення коефіцієнта активної потужності

РУШНН без КУ:

$$\cos \varphi_{\text{ср}} \text{ без КУ} = \frac{0,9 \cdot 817 + 0,8 \cdot 412}{1249} = 0,85$$

НУБІП України

Варто того $\cos \varphi_{\text{ср}} = 0,85$

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{ср}} = 0,6$$

Знайдемо загальну розрахункову потужність РУШНН без КУ:

$$S_{p\text{РУШННбезКУ}} = \frac{P_{p\text{РУШННбезКУ}}}{\cos \varphi_{\text{ср без РУШННбезКУ}}} \quad (4,14)$$

$$S_{p\text{РУШННбезКУ}} = \frac{1249}{0,85} = 1469 \text{ кВА}$$

Визначаємо сумарне максимальне реактивне навантаження РУШНН без

КУ:

$$Q_{p\text{РУШННбезКУ}} = \sqrt{S_{p\text{РУШННбезКУ}}^2 - P_{p\text{РУШННбезКУ}}^2} \quad (4,15)$$

$$Q_{p\text{РУШННбезКУ}} = \sqrt{1469^2 - 1249^2} = 77,3 \text{ кВар}$$

Номінальний струм РУШНН без КУ визначається за формулою 4.14:

$$I_{p\text{РУШННбезКУ}} = \frac{1469}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 2120 \text{ А}$$

Результати включені в таблицю 4.1.

Розрахунок і вибір пристроїв компенсації реактивної потужності

Передача значної кількості реактивної потужності від енергосистеми до споживачів викликає додаткові втрати активної потужності та енергії в усіх елементах системи електропостачання.

Компенсація реактивної потужності або підвищення коефіцієнта потужності електроустановок промислових підприємств має велике значення і є частиною загальної проблеми підвищення ефективності систем електропостачання та поліпшення якості електроенергії, що постачається споживачеві.

В результаті значення коефіцієнта потужності ($\cos \varphi = 0,85$) занадто мала, то потрібна компенсація реактивної потужності за допомогою компенсуючого пристрою (КУ).

Розрахункову реактивну потужність ТЕЦ можна визначити із співвідношення:

$$Q_{к.р.} = \alpha \cdot P_p (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \varphi_k), \quad (4.16)$$

де $Q_{к.р.}$ - проектна потужність МС;

α - коефіцієнт, що враховує зростання $\cos \varphi$;

$\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності до компенсації;

$\operatorname{tg} \varphi_k$ - коефіцієнт реактивної потужності після компенсації.

Компенсація реактивної потужності проводиться до значення, яке базується на досвіді експлуатації $\cos \varphi = 0,92-0,95$.

Заохплюватися $\cos \varphi = 0,92$ визначити $\operatorname{tg} \varphi_k$. Значення P_p і $\operatorname{tg} \varphi$ взято з таблиці 4.1. Запитуючи, знаючи тип КУ за довідковою літературою $Q_{к.р.}$,

вибираємо стандартний КУ, близький до потужності. Після вибору стандартної КУ визначаємо фактичне значення $\cos \varphi_{ф}$ приблизно $\operatorname{tg} \varphi_{ф}$ за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi_{ф} = \operatorname{tg} \varphi - \frac{Q_{см}}{\alpha \cdot P_p}, \quad (4.17)$$

де $Q_{см}$ - значення потужності вибраного КУ.

$$Q_{к.р.} = 0,9 \cdot 120 \cdot (0,6 - 0,4) = 225 \text{ квар}$$

На основі довідкових таблиць [7] виділимо два компенсаційні пристрої для централізованої компенсації закритої установи $1 \times \text{ФКУ-0,4-50-45-U3}$ з паспортними даними:

- номінальна напруга компенсаційного пристрою 0,4 кВ;

- нормативні реактивні потужності компенсуючих пристроїв дорівнюють 50 і 45 квар.

Після проведення заходів компенсації реактивної потужності за формулами визначаємо фактичне значення коефіцієнтів реактивної та активної потужності.

$$\operatorname{tg} \varphi_{\phi} = 0,6 - \frac{1 \cdot 25}{0,9 \cdot 124} = 0,16,$$

$$\cos \varphi_{\phi} = (\operatorname{arctg}(0,16)) = 0,96,$$

що в межах ліміту $\cos \varphi = 0,92 \cdot 0,96$, розрахунок і вибір КУ зроблено правильно.

Отримані результати включені в таблицю 4.1.

4.4 Розрахунок і вибір проводів ліній електроживлення

Вибір перерізу провідників для ліній електроживлення цеху виготовлення пам'ятників здійснюється дозволеним способом нагріву.

Вибір перерізу жили для нагріву з тривалим струмом навантаження зводиться до порівняння номінального струму з табличним значенням, допустимим для прийнятих марок проводів або кабелів і умов їх прокладки. При виборі необхідно дотримуватися такої умови:

$$I_{\text{н.доп}} \geq I_p,$$

де $I_{\text{доп}}$ - допустимий тривалий струм.

I_p - номінальний струм лінії, А.

Розрахунок перетину провідників почнемо з визначення номінального

струму лінії за формулою 4.4.

Відповідно до [5] величину довготривало допустимого струму визначаємо за умовами нагріву з довготривалим номінальним струмом.

Перетин провідника вибираємо за значенням допустимої сили струму.

Отримані дані вносяться до зведеної відомості засобів захисту та ліній електропередач.

Переріз провідників ліній, що живлять електрообладнання, визначається за формулою:

$$I_p = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi'} \quad (4.18)$$

де P_H - номінальна активна потужність електроприймача, кВт;

U_H - номінальна напруга лінії живлення, кВ;

$\cos \varphi'$ - коефіцієнт активної потужності після компенсації, відн.

Визначаємо перетин і підбираємо живильний кабель РР1 (лінія Іп).

$$I_p = \frac{817}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,9} = 1300 \text{ А}$$

Відповідно до [5] визначимо значення довготривало допустимого струму для режиму опалення з довготривалим номінальним струмом:

$$I_{доп} = 175 \text{ А}$$

Виходячи зі значення тривалого струму, вибираємо перетин жили для проводу АВВГ 4х95, який складається з алюмінієвих жил, ізольованих ПВХ ізоляцією.

З РР1 визначаємо перетин провідників ліній, що живлять модульну колону

машин (лінія 1п):

$$I_p = \frac{8,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,5} = 25,8 \text{ A}$$

Відповідно до [5] визначимо значення довготривало допустимого струму для режиму опалення з довготривалим номінальним струмом:

$$I_{\text{доп}} = 27 \text{ A}$$

Виходячи зі значення тривалого струму, вибираємо перетин жили для проводу АПВ 4х30, який складається з алюмінієвих жил, ізольованих ПВХ ізоляцією.

Перевіримо кабель на втрати напруги за формулою

$$\Delta U = \frac{I_p \cdot l (z_0 \cos \varphi + x_0 \sin \varphi)}{U_n}$$

$$\Delta U = \frac{1300 \cdot 24 (0,169 \cdot 0,9 + 0,0596 \cdot 0,017)}{400} = 1,2\%$$

Оскільки втрата напруги в лінії менше 5%, то кабель підібраний правильно. Розрахунок для інших електроприймачів буде проводитися таким же чином.

Розрахунок і підбір проводів і кабелів для інших електроприймачів буде проводитися аналогічно. Дані розрахунку зведемо в таблицю 4.4.

4.3 Розрахунок параметрів і вибір пристроїв захисту розподільної електромережі

В даний час автоматичні вимикачі широко використовуються для захисту: в цехових розподільних пристроях, у відгалуженнях від магістральних шинних каналів, а також в щитах трансформаторних підстанцій. Рекомендується

використовувати автоматичні вимикачі серії ВА. Номінальний струм машини $I_{н.а.}$ та його емітенти $I_{н.р.}$ вибрати відповідно до тривалого номінального струму лінії:

$$I_{н.а.} \geq I_p,$$

$$I_{н.р.} \geq I_p.$$

Робочий струм електромагнітного або комбінованого розчплювача $I_{ср.з}$

перевіряється максимальним короточасним струмом лінії:

$$I_{ср.з} \geq 1,25 \cdot I_p \quad (4,19)$$

$$I_{кр} = 7 \cdot I_{ср.з} = 8,75 \cdot I_p \quad (4,40)$$

При виборі електричних вимикачів необхідно по можливості забезпечити вибірковість їх роботи. Якщо в автоматичних вимикачах є тільки електромагнітні розчплювачі на випадок короткого замикання, вибіркоче розмикання зазвичай не передбачається.

Вибираємо захисний пристрій для РП1.

$$I_p = 1300 \text{ A}$$

Для захисту ліній до РП1 вибираємо з довідкової літератури автоматичний вимикач типу ВА 51-35 с. $I_{н.а.} = 250 \text{ A}$, $I_{н.р.} = 160 \text{ A}$.

давайте перевіримо:

$$I_{кр} = 8,75 \cdot 1300 = 11375 \text{ A}$$

$$I_{кр} < 10 \cdot I_{н.р.}$$

$$11375 \text{ A} > 1600 \text{ A}$$

Умова виконана, тобто автоматичний вимикач підбрано правильно.
Розрахунок автоматичних вимикачів для інших електроприймачів буде проводитися таким же чином.

Результати розрахунків і типи вибраних автоматичних вимикачів вносяться в зведену відомість (табл. 4.4).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5

ЗАХОДИ З МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ТЕХНІЧНОЇ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

5.1. Заходи з монтажу та налагодження електрообладнання

При розміщенні електроустановок і систем автоматизації необхідно враховувати вимоги до монтажу електрообладнання, які встановлюються згідно з державними стандартами, технічними умовами та іншими нормативними документами, а також технічною документацією заводів-виробників обладнання.

У процесі розміщення електрообладнання та систем автоматизації необхідно враховувати, що біля кожної установки має бути передбачено місце для розміщення приладів контролю та перевірки технічної документації обслуговуючим персоналом у процесі проведення ремонтно-профілактичних робіт. Щити і пульти управління повинні розташовуватися в місцях, передбачених проектом. Щити кріпляться до конструкцій, фундаменту і один до одного тільки роз'ємними з'єднаннями. Всередині панелей монтується прилади, виконуються внутрішні підключення, підключається зовнішня проводка. Входи до щитів і пультів управління здійснюються через труби, захисні манжети. Провід і труби в місцях приєднання до приладів і записників, а також прилади маркують відповідно до монтажної схеми.

Встановлені екрани та пульти дистанційного керування заземлені (на 36 В змінного струму та 110 В постійного струму, а також усі екрани та пульти дистанційного керування у потенційно вибухонебезпечних установках).

Прилади і засоби автоматизації приймаються до монтажу тільки після проходження стендових випробувань і наявності чинного акта випробувань.

За наявності вібрації в місцях встановлення приладів гвинтові кріплення повинні мати пристрої, що запобігають samozакручування (пружинні шайби, контргайки, шпильки).

Механізми примусу встановлюються після роботи органів контролю. При їх установці необхідно забезпечити правильне взаємне розташування валів і валів, яке б виключало перекося і заклинювання в процесі експлуатації.

Внутрішні з'єднання виконуються екранованими або неекранованими кабелями, ізольовані проводи прокладаються в трубах для захисту від механічних пошкоджень і прямого контакту з навколишнім середовищем, при цьому використовуються тільки мідні проводи. У середині вимикачів, ящиків і шаф дроти не захищені, вони зібрані в пучки і прокладені у відкритих пластикових каналах.

Для відводу конденсату з захисних трубок їх розташовують під кутом 1 до 100 до фітингів і заглушок.

Проводи, якими подається напруга, а також ті, що з'єднують датчики з приймачами пунктів контролю, повинні мати діаметр не менше 1,5 мм.

Силові ланцюги повинні бути розділені, а ланцюги управління, сигнальні ланцюги можуть бути з'єднані в загальний екранований або броньований кабель.

Прокладка кабелів і проводів за проектом здійснюється наступним чином: уздовж конструкцій, в лотках, коробах і кабельних колекторах. Кабелі прокладаються в землі. При цьому на дно укладають шар піску або просіяного ґрунту шаром не менше 100 мм. Глибина укладання кабелю не менше 0,7 м.

Кільцеві схеми проводів і кабелів використовуються для визначення кінців проводів і жил кабелю. Знайдені торці позначаються спеціальними розмічальними смугами. Після монтажу проводиться огляд і випробування проводки.

5.2. Визначення об'єму робіт з експлуатації електрообладнання і кількість обслуговуючого персоналу

4.1 Позначення СС

Система клімат-контролю теплиці призначена для оптимізації вирощування біологічних об'єктів в теплиці площею 18 м² з початку квітня до кінця жовтня, зниження трудовитрат на регулювання температури і вологості повітря.

Температура і вологість повітря задаються користувачем за допомогою кнопок на панелі управління і контролюються на екрані.

Система використовує п'ять датчиків для моніторингу параметрів внутрішнього та зовнішнього клімату.

У процесі роботи контролер згідно з програмою керує системами виконання (теплова, світлодіодна, віконна та припливна вентиляція), забезпечуючи стабільність заданих параметрів.

4.2 Склад СС

SU включає:

- 1) Контролер управління, інтегрований з панелью оператора (SMH-2010 C2010C-7121-01-5);
- 2) Блок реле (RPS 2014 B);
- 3) Інтерфейсний кабель релейної коробки з ПЛК (CB2014-DB9-8);
- 4) Плата сумісності датчиків;
- 5) 2 датчика температури (AD22100S);
- 6) 2 датчики відносної вологості (НН-4000-003);
- 7) Датчик освітленості (ФС-3);
- 8) Потенціометр.
- 9) 2 інфрачервоних обігрівача потужністю 2000Вт.
- 10) Магнітний пускач (ЕС 220);
- 11) 4 лінійних передавача (САНВ-10);
- 12) Вентилятор (ДСП-100);
- 13) SMD (ND-15).
- 14) Блок живлення.
- 15) З'єднувальні дроти.

4.3 Розміщення елементів КС

Блок живлення, блок реле, магнітний пускач, плата сумісності датчиків розташовані в електрощиті 4. Блок керування розташований у кришці електрощита. Електрощит розташований в спеціальній стійці всередині теплиці, за якою знаходиться контейнер для світлодіода. Дозволяється розміщувати електрощит у спеціальному кріпленні (барабані) поза теплицею.

Датчики температури та вологості зовнішнього повітря розташовані у вентиляційній камері під кришкою 6 бічних стінок теплиці.

Датчики температури, вологості та освітленості, призначені для вимірювання параметрів мікроклімату всередині теплиці, закріплені в спеціальній вентиляційній камері, встановленій на кронштейні в центрі теплиці

5. Потенціометр положення вентиляції інтегрований з лінійним приводом.

Інфрачервоні обігрівачі встановлюють у верхній частині теплиці на відстані 0,5 м від бічних стін 1.

Лінійні приводи підключаються до відповідних вентиляційних отворів, виконаних у верхній частині теплиці 3.

Вентилятор підрізають зверху до однієї з бічних стінок теплиці 2.

Світлодіод встановлюється згідно з інструкцією по застосуванню.

Розташування основних компонентів системи показано на рисунку 4.3.1.



Рисунок 4.1 – Розміщення елементів КС

4.4 Встановлення КС

Встановлюємо виконавчі механізми, сенсорні осередки, електричний щит за схемою, наведеною на рисунку 4.1.

Прокладаємо кабельні траси до трансмітерів і датчиків. Провід розміщуємо в циліндричних кабель-каналах, кріпимо їх до каркаса теплиці за допомогою капронових стяжок.

4.5 Введення в експлуатацію та налаштування КС

Перед початком роботи системи управління необхідно переконатися, що всі елементи системи встановлені правильно. Зверніть особливу увагу на високовольтні електричні кола. Після перевірки та усунення виявлених недоліків ми заповнюємо потужність JODI та запускаємо мережу.

Після запуску регулятора встановіть необхідну температуру і вологість. Установка системи завершена.

5.3. Планування робіт з ремонту та обслуговування електрообладнання

Метою планування технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання є складання річного графіка їх виконання, а також повного річного графіка технічного обслуговування і ремонту і квартальних графіків технічного обслуговування.

Рекомендується встановити графік технічного обслуговування та ремонту двору в цілому або тимчасово, виходячи з пунктів сезонного використання. Ми беремо число за часовий період і декаду для квартального графіка.

Можливе складання графіків технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання з поділом на частини виробничих приміщень. Якщо обладнання використовується сезонно, технічне обслуговування планується на початку та в кінці сезону. Перед початком сезону можливе надання ТР на техніку, яка використовується тривалий час. Проведення технічного обслуговування і ремонту не повинно порушувати технічний процес виробничого процесу, тобто максимально використовувати технічні перерви, неробочі зміни, крім вихідних.

Лнії підлягають капітальному ремонту в процесі такого ж ремонту будівель і споруд.

5.4. Заходи по підвищенню надійності електропостачання зимової теплиці та визначення втрат від перерви в електропостачанні

Залежно від надійності електропостачання промислові споживачі поділяються на три категорії. Об'єкт проектування відноситься до споживачів другої категорії.

Рівень надійності системи електропостачання при даному рівні розвитку техніки залежить від собівартості продукції. При заявлених витратах систему електропостачання можна зробити із заданим ступенем надійності. Ці завдання вирішуються шляхом пошуку такого рішення, яке вимагає мінімальних державних фінансових грошових витрат для підвищення надійності та зменшення втрат споживачів через перебої в електропостачанні.

Для визначення збитків господарству складається «Журнал відключень», в якому зазначаються час і дата відключення, найменування об'єкта відключення, обсяг недовідпущеної електроенергії, а також фактичні збитки, завдані ферми через простої обладнання.

Відключення електроенергії максимум на 1 годину.

Розмір збитку визначається за формулою:

$$V = Z \cdot F \cdot t, (5,6)$$

де Z – питомий збиток, грн.;

F – загальна площа теплиці, м²;

t – тривалість відключення електроенергії, год.

$$V = 4 \cdot 6000 \cdot 1 = 24000 \text{ грн.}$$

Збиток від відключення електроенергії на 1 годину в гідропонній теплиці становить 24 000 грн.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ОХОРОНА ПРАЦІ

з

Передмова

Д

Охорона праці в теплицях забезпечується системою законодавчих, нормативних, соціально-економічних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку і здоров'я працюючого персоналу. Безпека всіх осіб, які безпосередньо користуються цими установками, залежить від знання, розуміння і правильного виконання електротехнічним персоналом вимог електробезпеки при монтажі та експлуатації електроустановок.

Вимоги безпеки праці слід враховувати вже при проектуванні реконструкції електромережі теплиці. Зміни в усіх галузях народного господарства, і перш за все в аграрному секторі, означають підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва за рахунок комплексної електрифікації та автоматизації як окремих технічних (особливо фізично складних) процесів, так і цілих технічних ліній, виробництв і підприємств. Це призводить до підвищення інтенсивності взаємодії практично всіх категорій працівників сільськогосподарства та промисловості з електроустановками різного призначення та напруги. Водночас важливого значення набуло вдосконалення електрозахисних засобів, що запобігають ураженню електричним струмом.

Належна увага приділяється охороні праці та гігієні праці, виключенню професійних захворювань і виробничого травматизму в теплиці. Щорічно на ці цілі виділяються кошти, витрачання яких заборонено.

6.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Заходи з охорони праці в господарстві здійснюються на основі плану поліпшення умов охорони праці та санітарно-гігієнічних заходів. В господарстві працює кабінет охорони праці.

Новоприйняті працівники проходять вступний та первинний інструктаж на робочому місці.

Вступний інструктаж проводить головний спеціаліст того ж господарства, куди вступає новий працівник, з обов'язковою присутністю інженера з охорони праці за ДАСТ. Він реєструється в особовій картці працівника. Основний інструктаж на робочому місці проводить начальник відділення. Допуск до самостійної роботи робиться відмітка в протоколі реєстрації інструктажу на робочому місці та в особистій картці із зазначенням дати та підписом викладача та слухача.

Перепідготовка проводиться всіма працівниками не рідше 1 разу на 6 місяців (електромонтери - 1 раз на 3 місяці) за програмою інструктажу на робочому місці. Виправте його як основний.

Особи, пов'язані з електроприладами, проходять навчання згідно з "Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів". Електромонтажники КВП і А проходять медичний огляд кожні два роки. У разі виявлення порушень працівниками правил техніки безпеки проводяться позапланові інструктажі.

Контроль за станом охорони праці в господарстві здійснює комісія з охорони праці при профспілковому комітеті, яку очолює старший інспектор з охорони праці.

Працівники сільського господарства забезпечені засобами індивідуального захисту та спеціальним одягом.

Виробничих травм за останні 3 роки не було. Аналіз витрат на заходи з охорони праці наведено в таблиці 6.1

Для боротьби зі шкідниками та хворобами рослини обробляють пестицидами. Для цього обов'язкова наявність спеціального одягу, протигазів типу ПШ-1 та респіраторів типу РУ-60.

Для попередження обслуговуючого персоналу розроблено систему сигналізації, яка подає світлові та звукові сигнали під час обробки отрутохімікатами, термічної обробки ґрунту та живлення рослин вуглекислим

газом. Принципова електрична схема попереджувального сигналу показана на рис. 6.1. Сигналізація вмикається з пульта в пульті і А. При вході в теплицю загоряється табличка «НЕ ЗАХОДИТИ – ОТРУТА», «НЕ ЗАХОДИТИ – ГАЗ», «Обережно, ПАР!». При відкритті дверей в теплицю в час, коли вхід в неї заборонено, на приладовій панелі загоряється сигнал «ДВЕРІ В ТЕПЛИЦЮ ВІДКРИТО».

Зняття сигналу після виконання вищезазначених робіт здійснюється за допомогою кнопки зняття сигналу з панелі керування. Одночасно лунає дзвінок і загоряється лампочка «ВЕНТИЛЯЦІЯ ВКЛ». Звуковий сигнал припиняється після закінчення проміжного часу, встановленого реле часу.

Щоб запобігти передачі інфекції, перед входами в теплицю встановлюють ящик з тирсою, змочений дезинфікуючим розчином.

У коридорі зв'язку не виключена можливість пошкодження ізоляції проводів і кабелів рухомими механізмами. Для цього необхідно переконатися, що вони прокладені в металевих трубах і лотках відповідно до ПУЕ.

Безпека обслуговування електроустаткування залежить від характеру середовища, в якому воно працює. Визначення класів і категорій економічних об'єктів наведено в таблиці 6.2.

Необхідна кількість діелектричних захисних засобів для нормальної роботи проєктованих електроустановок розраховується виходячи з відомої кількості електроустановок проєктованого об'єкта згідно з "Мінімальними нормами оснащення електроустановок захисними пристроями при введенні їх в експлуатацію".

6.2. Безпечність об'єкта проєктування

6.2.1. Визначення категорій приміщення та класів виробничих зон

Теплиці особливо небезпечні ступенем отруєння парами розчинів мінеральних добрив. Визначаємо класи і категорії теплиць і заносимо інформацію в таблицю 6.2.

6.2.2. Визначення потенційно небезпечних частин електроустановок

До потенційно небезпечних частин електроустановок належать струмопровідні частини, на яких може виникнути напруга через пошкодження ізоляції. Ці частини підлягають захисному заземленню або нейтралізації в мережах напругою до 1000 В з глухо заземленим нулем.

У випадку окремих типів електрообладнання потенційно небезпечними частинами є:

- металеві корпуси для трансформаторів
- каркас і проводка для вимикачів на інші комутаційні пристрої
- вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів
- металеві оболонки та екрани кабелів і проводів
- труби сталеві для електропроводки

Наступне не вважається потенційно небезпечним:

- ізоляторні ганки або шпильки на дерев'яних опорах
- металеві хомути та кріплення для проводів
- труби для проходу проводів крізь стіни і особливо кабельної траси.

6.3. Заходи щодо забезпечення належних умов праці персоналу на об'єкті проектування

Для безпечної роботи обслуговуючого персоналу очікуються такі фактори:

- вимикачі в теплиці та інших приміщеннях повинні бути встановлені в окремих сухих приміщеннях,
- Струмову проводку прийнято виконувати проводами АВР, прокладеними в трубу, і кабелем АВВГ, опір ізоляції проводів не менше 0,5 МОм,
- Щоб запобігти появі небезпечного потенціалу на нульовому проводі, його прийнято рівномірно ділити на фази,
- Висота підвісок світильника 2,4 м.

- Металеві корпуси, які можуть потрапити під напругу в разі пошкодження ізоляції, повинні бути обнулені, підключивши їх до нейтрального проводу або заземлення.

Для захисту працюючих від отруєння парами розчинів мінеральних добрив у приміщеннях використовують вентиляційні пристрої, а також датчики, що вчасно вмикають ці пристрої.

На всіх шкідливих для здоров'я роботах працівники безкоштовно видаються спеціальним одягом, взуттям і засобами захисту. До списків професій,

пов'язаних з роботою в зазначених умовах, видів спеціального одягу та умов

його використання входять: «Правила і порядок видачі, зберігання і використання спеціального одягу, спеціального взуття та засобів захисту»

Для безпечної роботи під час обслуговування електроустановок проектом передбачені основні та додаткові засоби обслуговуючого персоналу, розрахунок яких наведено в таблиці 6.4.

6.6. Блискавкозахист будівель і споруд на об'єкті проектування

Для безпечної роботи обслуговуючого персоналу очікуються такі фактори:

- вимикачі в теплиці та інших приміщеннях повинні бути встановлені в окремих сухих приміщеннях,

- Загальноприйнято силову проводку виконувати проводами АВР, закладеними в трубу, і кабелем АВВГ, опір ізоляції проводів не менше 0,5 МОм,

- Щоб запобігти появі небезпечного потенціалу на нульовому проводі, його прийнято розділяти рівномірно на фази,

- Висота підвіски світильника 2,4 м,

- Металеві корпуси, які можуть опинитися під напругою в разі пошкодження ізоляції, повинні бути обнулені, підключивши їх до нейтрального проводу або заземлення.

Для захисту працюючих від отруєння парами розчинів мінеральних добрив у приміщеннях використовують вентиляційні пристрої, а також датчики, що часно вмикають ці пристрої.

На всіх шкідливих для здоров'я роботах працівники безкоштовно забезпечуються спецодягом, взуттям і засобами захисту. У переліку професій, пов'язаних з роботою в зазначених умовах, види спеціального одягу та умови його використання: «Правила і порядок видачі, зберігання і використання спеціального одягу, спеціального взуття та засобів захисту»

Для безпечної роботи під час обслуговування електроустановок проектом передбачені основні та додаткові засоби обслуговуючого персоналу, розрахунок яких наведено в таблиці 6.4.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ ШИРОКОСМУТОВОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН З РЕЗОНАНСНИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ

7.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору схеми електропостачання тепллиці

Економічна оцінка розглянутого варіанту складається з визначення капітальних вкладень і річних витрат. Суть цього методу полягає в тому, що кошторисні витрати являють собою приведену до однакового розміру (рік) суму річних експлуатаційних витрат і капітальних витрат.

Орієнтовні витрати визначаються за формулою:

$$Z = (E_H \cdot K) + C, \quad (7.1)$$

де E_H - нормативний ККД (для розрахунків енергетичних установок

$$E_H = 0,15).$$

K - капітальні вкладення в елементи системи енергозабезпечення;

C - річні експлуатаційні витрати.

Розрахунок постійних витрат.

Капітальні вкладення в елементи системи електропостачання складаються з витрат на обладнання та монтаж.

$$K = K_{об} + K_{м}, \quad (7.2)$$

де $K_{об}$ - вартість електрообладнання, руб.;

$K_{м}$ - вартість монтажу, вартість монтажних робіт умовно може бути прийнята в розмірі п'ятнадцяти відсотків від вартості обладнання.

Розрахунок виконується за формою таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Вартість електрообладнання

назва	одиниця вимірювання	Кількість	Вартість, руб	
			одиниці	Загальний
Тип КУ (КРМ-07-50-25 УЗ)	PCS.	один	36500000	36500000
РПІ типу ПР85-3-051 УЗ	PCS.	2	1000000	2000000
РПІ типу ПР85-РУЦНН	PCS	один	950000	950000
ВА 51-33	PCS	один	31710	31710
ВА 55-35	PCS	один	35000	35000
ВА 51-31	PCS	один	31700	31700
Модульна колона	PCS	7	750000	3150000
Кабель АВВГ 7х95	м	тридцять	97120	2913600
Трос АВВГ 7х35	м	5	35000	175000
Провід АР 7х50	м	десять	11550	115500
Провід АР 7х6	м	тридцять	2000 рік	60000
Провід АПВ 7х2,5	м	56	800	77800
Труба	м	тридцять	70000	1200000
Загальне:				77206710
Транспортно-покупні витрати 7% від загальної суми				3307770
Загальне:				50511180

Вартість монтажних робіт умовно дорівнює 15% від вартості обладнання:

$$K_m = 0,15 \cdot K_{об} \quad (7.3)$$

$$K_m = 0,15 \cdot 50511180 = 7576677 \text{ руб.}$$

Визначаємо капітальні вкладення в елементи системи енергопостачання за формулою (7.2):

$$K = 50511180 + 7576677 = 58087857 \text{ руб.}$$

Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Річні витрати, пов'язані з експлуатацією електрообладнання, визначаються як сума:

$$C = C_a + C_n + C_3, (7.7)$$

де C_a - витрати на амортизацію, руб.

C_n - вартість втрат електроенергії, руб.

C_3 - операційні витрати, руб.

Витрати на амортизацію розраховуються за такою формулою:

$$C_a = (P_k/100 \cdot K_{ок}) + (P_{эм}/100 \cdot K_{эм}), (7.5)$$

де P_k - вартість кабельних ліній, руб.;

$P_{эм}$ - вартість силового електрообладнання, руб.;

$K_{ок}$ - ступінь зносу кабельних ліній 5,3%;

$K_{эм}$ - коефіцієнт зносу енергетичного електрообладнання 6,7%;

$$C_a = (4508900/100 \cdot 5,3) + (4269781/100 \cdot 6,4) = 2971632 \text{ руб.}$$

Експлуатаційні витрати, пов'язані з виконанням планово-профілактичних робіт та обслуговуванням електрообладнання, приймаються приблизно 5% від усіх експлуатаційних витрат:

$$C_3 = 0,05 \cdot (C_a + C_n + C_p), (7.6)$$

де C_p - витрати на ремонт;

C_n - вартість втрат електроенергії;

C_a - амортизаційні відрахування.

Витрати на ремонт C_p береться в розмірі 2% капітальних витрат.

$$C_p = 0,02 \cdot K (7,7)$$

$$C_p = 0,02 \cdot 58087857 = 1161757 \text{ руб.}$$

Вартість втрат електроенергії C_n Виходячи з тарифу за кВт*год, він

визначається за такою формулою:

$$C_n = \Delta \mathcal{E}_z \cdot V_{ср} (7,8)$$

де $\Delta \mathcal{E}_z$ - річна вартість втрат електроенергії, кВт*год;

$V_{ср}$ - Тариф за кВт*год, руб., 1237,2 руб.

Річні втрати енергії складаються з втрат у трансформаторах і кабельних лініях. Потреба в електричній енергії на технологічні потреби визначається

виходячи з максимальної активної потужності технологічного (силового)

обладнання за такою формулою:

$$\mathcal{E}_{тн} = P_{тн} \cdot \Phi_{\partial} (7,9)$$

де $P_{тн}$ - максимальна активна потужність енергетичного обладнання, кВт;

Φ_{∂} - річний фактичний фонд ресурсу обладнання, год., 3670 год.

$$\mathcal{E}_{тн} = 1407 \cdot 4000 = 5628000 \cdot ч$$

Прийнято згідно ЄС ППР (з урахуванням зміни та типу виробництва).

Втрати електроенергії прийнято умовно в розмірі 9% корисного споживання, в тому числі:

- в цехових мережах і трансформаторах - 30% загальних втрат;
- в двигунах - 20% загальних втрат;
- в робочих машинах - 50% загальних втрат

Включена частина (отримана електроенергія) визначається як сума корисних витрат і втрат електроенергії за формулою:

$$\mathcal{E}_{пр} = \mathcal{E}_e + \frac{\mathcal{E}_e}{100} \cdot 9 \quad (7.10)$$

$$\mathcal{E}_{пр} = 562800 + \frac{562800}{100} \cdot 9 = 613452 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Визначимо величину загальних втрат за формулою:

$$\Delta \mathcal{E}_e = 0,09 \cdot \mathcal{E}_e \quad (7.11)$$

$$\Delta \mathcal{E}_e = 0,09 \cdot 562800 = 50652 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Визначимо величину втрат в магазинних мережах і трансформаторах ($\Delta \mathcal{E}_{тр}$), двигуни ($\Delta \mathcal{E}_{дв}$), в робочих машинах з урахуванням їх частки в загальних

втратах ($\Delta \mathcal{E}_{рм}$):

$$\Delta \mathcal{E}_{тр} = 0,3 \cdot \Delta \mathcal{E}_e \quad (7.12)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{тр} = 0,3 \cdot 50652 = 15196 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{дв} = 0,2 \cdot \Delta \mathcal{E}_e \quad (7.13)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{дв} = 0,2 \cdot 50652 = 10130 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

$$\Delta \mathcal{E}_{рм} = 0,5 \cdot \Delta \mathcal{E}_e \quad (7.17)$$

$$\Delta \mathcal{E}_{рм} = 0,5 \cdot 50652 = 25326 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

На основі розрахункових даних встановлюємо енергетичний баланс

теплиці:

Таблиця 7.2 – Енергетичний баланс парника

Стаття витрат	Плановий енергетичний баланс, кВт · ч
Наступна частина:	
отримали електроенергію	613752
Частина витрат:	
корисне споживання	562800
Втрати електроенергії:	50652
в цехових мережах і трансформаторах	15196
в двигунах	10130
в робочих машинах	25326

Вартість втрат електроенергії C_7 визначається за формулою 7.8:

$$C_7 = 50652 \cdot 12372 = 62666654 \text{руб.}$$

Експлуатаційні витрати C_9 визначається за формулою 7.6:

$$C_9 = 0,05 \cdot (2971632 - 62666654 + 1161757) = 3340002 \text{руб.}$$

Річні витрати, пов'язані з експлуатацією електрообладнання, визначаються за формулою 7.7:

$$C = 2971632 - 62666654 - 3340002 = 68978288 \text{руб.}$$

Кошторисні витрати визначаються за формулою 7.1:

$$Z = (0,15 \cdot 5808785) + 68978288 = 77691467 \text{руб.}$$

7.2 Розрахунок плати за спожиту електроенергію

Плата за спожиту електроенергію для промислових та приватних до них споживачів визначається за формулою:

$$P_{\text{эл}} = v \cdot \mathcal{E}_2, (7.15)$$

v - додатковий тариф за 1 кВт/год спожитої електроенергії, розрахований за лічильником, що діє на момент розрахунку, 1237,2 руб./кВт·h;

\mathcal{E}_2 - кількість спожитої електроенергії, кВт/год.

Оплата за спожиту енергію за формулою 7.19

$$P_{\text{эл}} = 1237,2 \cdot 613452 = 75896281 \text{ руб.}$$

7.3 Розрахунок чисельності персоналу енергооб'єктів цеху

Розрахунок трудомісткості ремонтних робіт

Трудомісткість ремонтних робіт визначається за такою формулою виходячи з обсягів річних ремонтних робіт і норм часу:

$$T_p = V_k \cdot \tau_k + V_c \cdot \tau_c + V_m \cdot \tau_m (7.16)$$

де V_k, V_c, V_m - річний обсяг ремонтів з капітального, середнього та дрібного ремонтів тощо. одиниць

τ_k, τ_c, τ_m - норми часу на одну ремонтну одиницю при виробництві капітального, середнього та малого ремонтів, н. година

Відповідно до ЄС PPR ми приймаємо:

$$- \tau_k = 15 \text{ н. час}$$

$$- \tau_c = 7 \text{ н. час}$$

$$- \tau_m = 1,2 \text{ н. час}$$

Річний обсяг ремонтних робіт визначається за такою формулою виходячи з періодичності ремонтів:

$$v_i = R \cdot n_i, (7.17)$$

де R – кількість встановленого обладнання, с. одиниць;
 n_i – періодичність ремонту.

Умовно можна прийняти, що середній ремонтний блок протягом року включає:

- капітальний ремонт $n_k = 0,15$;
- середнього технічного обслуговування $n_c = 1,5$;
- дрібний ремонт $n_m = 2$.

Річний обсяг ремонтних робіт визначається за формулою 7.17:

- при капітальному ремонті:

$$v_k = 14 \cdot 0,15 = 2,1 \text{ р. ед.}$$

- середнє обслуговування:

$$v_c = 14 \cdot 1,5 = 21 \text{ р. ед.}$$

- для дрібного ремонту:

$$v_m = 14 \cdot 2 = 28 \text{ р. ед.}$$

Для кожного ремонту визначимо трудомісткість ремонтних робіт за формулою:

$$T_{P(i)} = v_i \cdot \tau_i (7,18)$$

- при капітальному ремонті

$$T_{P(k)} = 2,1 \cdot 15 = 31,5 \text{ н. час}$$

- середнє обслуговування:

$T_{P(c)} = 21 \cdot 7 = 147 \text{ н. час}$
НУВІП України

- для дрібного ремонту:

$T_{P(m)} = 28 \cdot 1,2 = 33,6 \text{ н. час}$
НУВІП України

Загальна трудомісткість визначається за формулою:

$T_p = T_{P(k)} + T_{P(c)} + T_{P(m)} (7,19)$
 $T_p = 31,5 + 147 + 33,6 = 212 \text{ н. час}$
НУВІП України

Розрахунок чисельності працівників енергетики здійснюється за

категоріями:

НУВІП України

- електрослюсар з ремонтних робіт,
- електромонтажники для технічного обслуговування обладнання,

- керівники та спеціалісти;

- технічні виконавці.

Кількість електриків, які будуть виконувати ремонтні роботи, визначається за формулою (результат розрахунку округлюється до цілого):

$Ч_{рем} = \frac{T_p}{\Phi_{эф} \cdot K_e} (7,20)$
НУВІП України

де $\Phi_{эф}$ - річний ефективний фонд часу працівників,

K_e - коефіцієнт виконання норм виробітку (1,3).

$Ч_{рем} = \frac{212}{2032 \cdot 1,3} = 14$
НУВІП України

Кількість електриків, які будуть проводити технічне обслуговування обладнання, визначається за формулою:

$$Ч_{мо.} = \frac{R \cdot S}{H_{об}}, (7.21)$$

де R – кількість обладнання, встановленого в ремонтних підрозділах,

S - коефіцієнт робочої зміни (2),

$H_{об}$ - норма обслуговування 1-го працівника в одну зміну (90 руб. од.).

$$Ч_{мо.} = \frac{14 \cdot 2}{90} = 1ч$$

Чисельність керівників і спеціалістів умовно вважається до 20% чисельності виробничих працівників:

$$Ч_{рук} = (Ч_{рем} + Ч_{мо.}) \cdot 0,2 (7,22)$$

$$Ч_{рук} = (1 + 1) \cdot 0,2 = 1ч$$

Чисельність працівників приймається 30% від чисельності керівників і спеціалістів:

$$Ч_{служ} = Ч_{рук} \cdot 0,3 (7,23)$$

$$Ч_{служ} = 1 \cdot 0,3 = 1ч$$

Розрахункові дані наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Чисельність працівників об'єктів тепличної енергетики

Категорії працівників	Населення
-----------------------	-----------

Виробничий персонал:	
- Електрики для ремонту	один
- Електрики для виконання ремонту	один
- Керівники та спеціалісти	один
- Співробітники	один
Загальний	чотири

7.7 Розрахунок річного фонду заробітної плати персоналу енергооб'єктів заготівельного агрегату

Фонд оплати праці визначається за категоріями працівників. Розрахунок річного фонду оплати праці ремонтних робітників проводиться виходячи з складності ремонтних робіт, чисельності і кваліфікації ремонтних робітників, керівників, спеціалістів і технічних виконавців.

Розрахунок фонду оплати праці ремонтників.

Річний фонд заробітної плати працівників включає:

- тарифний фонд;
- нагороди;
- додаткові платежі;
- додатковий фонд.

Тарифний фонд оплати праці ремонтників визначається як сума коштів, розрахованих за видами ремонту за такою формулою:

$$\Phi ЗП_m = T_p \cdot ЧТЦ(i), (7,27)$$

де T_p - трудомісткість відповідного ремонту, н. годинник;

$ЧТЦ$ - погодинна ставка за розрядом роботи, руб.

Середні категорії посад по підприємствах:

по капітальному ремонту - 7;

середній ремонт - 7;

малий - 3.

Відповідно ми визначимо погодинну оплату за категоріями:

$$\text{ЧТЦ}(1) = \frac{T_{\text{ст}}^{\text{мес}}(1)}{\Phi_{\text{ср.м.}}} \cdot (7,25)$$

де $\Phi_{\text{ср.м.}}$ – середньомісячний фонд робочого часу в звітному році;

$$T_{\text{ст}}^{\text{мес}}(1) - \text{тарифна ставка першого розряду за місяць, що діє на момент розрахунку.}$$

$$\text{ЧТЦ}(1) = \frac{700000}{1693} = 4135 \text{руб}$$

Погодинна тарифна ставка вищих розрядів визначається залежно від тарифного коефіцієнта відповідного розряду:

$$\text{ЧТЦ}(i) = \text{ЧТЦ}(1) \cdot K_{m(i)}, \quad (7,26)$$

де $K_{m(i)}$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду.

Визначаються погодинні тарифні ставки, для розрахунку необхідні їх значення:

- погодинна ставка третього розряду:

$$\text{ЧТЦ}(3) = \text{ЧТЦ}(1) \cdot K_{m(3)} = 4135 \cdot 1,35 = 5582 \text{руб./ч}$$

погодинна ставка четвертого розряду:

$$\text{ЧТЦ}(4) = \text{ЧТЦ}(1) \cdot K_{m(4)} = 4135 \cdot 1,57 = 6492 \text{руб./ч}$$

Тарифний фонд оплати праці (ФЗП) за всі види ремонту:

- при капітальному ремонті:

НУБІП України

$$\Phi ЗГ_k = T_{P(K)} \cdot ЧТЦ4) (7,27)$$

$$\Phi ЗГ_k = 315 \cdot 6492 = 204498 \text{руб}$$

- середнє обслуговування:

НУБІП України

$$\Phi ЗГ_c = T_{P(C)} \cdot ЧТЦ4) (7,28)$$

$$\Phi ЗГ_c = 147 \cdot 6492 = 954324 \text{руб}$$

- для дрібного ремонту:

НУБІП України

$$\Phi ЗГ_M = T_{P(M)} \cdot ЧТЦ3) (7,29)$$

$$\Phi ЗГ_M = 33,6 \cdot 5582 = 187555 \text{руб}$$

Загальний тарифний фонд оплати праці електромонтерів з ремонтних робіт:

НУБІП України

$$\Phi ЗГ_m = \Phi ЗГ_k + \Phi ЗГ_c + \Phi ЗГ_M (7,30)$$

НУБІП України

$$\Phi ЗГ_m = 204498 + 954324 + 187555 = 1346377 \text{руб}$$

Приймаються премії та надбавки (П) у розмірі 30% колективного фонду

оплати праці:

НУБІП України

$$П = \Phi ЗГ_m \cdot 0,30 (7,31)$$

$$П = 1346377 \cdot 0,3 = 403913$$

Основна заробітна плата ($\Phi ЗГ_{осн}$) тариф визначається як розмір фонду оплати праці та премій:

НУБІП України

$$\Phi ЗП_{осн} = \Phi ЗП_{тп} + П(7,32)$$

$$\Phi ЗП_{осн} = 1346377 + 403913 = 1750290 \text{ руб}$$

Приймаємо додаткову зарплату в розмірі 15% від основної зарплати:

$$\Phi ЗП_{доп} = \Phi ЗП_{осн} \cdot 0,15(7,33)$$

$$\Phi ЗП_{доп} = 1750290 \cdot 0,15 = 262544 \text{ руб}$$

Річний фонд заробітної плати визначається як сума основного та додаткового фондів:

$$\Phi ЗП = \Phi ЗП_{осн} + \Phi ЗП_{доп}(7,37)$$

$$\Phi ЗП = 1750290 + 262544 = 2012834 \text{ руб}$$

Розрахунок фонду оплати праці робітників з капітального ремонту обладнання.

Тариф $\Phi ЗП_{тп}$ Електромонтажники, які здійснюють технічне обслуговування електрообладнання, визначаються за такою формулою з урахуванням їх кількості та кваліфікації:

$$\Phi ЗП_{тп} = \Phi_{эф} \cdot Ч_{то} \cdot ЧТС(7,35)$$

де $ЧТС$ – погодинна ставка відповідно до категорії працівників, приймаємо середню категорію працівників - 7;

$\Phi_{эф}$ – ефективний фонд робочого часу, що дорівнює 2032 годинам у звітному році;

$Ч_{то}$ – Кількість працівників.

$$\Phi ЗП_{тп} = 2032 \cdot 1 \cdot 6492 = 13191744 \text{ руб}$$

НУБІП України

Приймаємо премії та доплати в розмірі 30% тарифного фонду оплати праці за формулою 7.37:

$$П = 13191744,30 = 3957523 \text{ руб}$$

НУБІП України

Основна заробітна плата ($\Phi ЗП_{осн}$) тариф визначається як розмір фонду оплати праці та премій:

НУБІП України

$$\Phi ЗП_{осн} = 13191744 - 3957523 = 17149267 \text{ руб}$$

Приймаємо додатковий оклад у розмірі 15% від основного окладу за формулою 7.39:

НУБІП України

$$\Phi ЗП_{доп} = 17149267 \cdot 0,15 = 2572390 \text{ руб}$$

Річний фонд оплати праці визначається за формулою 7.37:

НУБІП України

$$\Phi ЗП = 17149267 + 2572390 = 19721657 \text{ руб}$$

Розрахунок фонду оплати праці керівників, спеціалістів і технічних виконавців

Розрахунок фонду заробітної плати керівників, спеціалістів і технічних виконавців здійснюється на підставі фонду заробітної плати.

НУБІП України

Місячний оклад керівників, спеціалістів і технічних працівників визначається за такою формулою на основі Єдиного тарифного розкладу працівників народного господарства Республіки Білорусь:

НУБІП України

$$\Phi = T_{ст(1)} \cdot K_{т(1)}, (7,36)$$

де $T_{оп(i)}$ – місячна тарифна ставка за I розрядом;

$K_{п(i)}$ – тарифний коефіцієнт для відповідної категорії працівників (береться за Єдиним тарифним розрядом).

$$Q_{стм.} = 700000 \cdot 3,04 = 2128000 \text{ руб}$$

$$Q_{техн.сп.} = 700000 \cdot 2,17 = 1519000 \text{ руб}$$

Річний фонд оплати праці визначається для кожної категорії працівників:

- старший майстер:

$$\Phi ЗП_{э.стм.} = Q_{стм.} \cdot 12 \cdot n_{(7,37)}$$

- технічні керівники:

$$\Phi ЗП_{э.техн.сп.} = Q_{техн.сп.} \cdot 12 \cdot n_{(7,38)}$$

де n – кількість працівників даної категорії.

$$\Phi ЗП_{э.стм.} = 2128000 \cdot 12 \cdot 1 = 25536000 \text{ руб}$$

$$\Phi ЗП_{э.техн.сп.} = 1519000 \cdot 12 \cdot 1 = 18228000 \text{ руб}$$

Ми приймаємо винагороди в таких розмірах:

- керівникам і спеціалістам - 70 відсотків річного фонду заробітної плати;

$$P_{рук} = \Phi ЗП_{э.рук.} \cdot 0,4_{(7,39)}$$

$$P_{рук} = 25536000 \cdot 0,4 = 10214400 \text{ руб}$$

- для технічних керівників - 30%

$$P_{\text{технісп}} = \Phi ЗП_{\text{г.технісп}} \cdot 0,3 (7,70)$$

$$P_{\text{технісп}} = 18228000 \cdot 0,3 = 5468400 \text{руб}$$

Заробітна плата визначається як сума річного окладу та бонусів:

- для керівників і спеціалістів.

$$\Phi ОТ_{\text{рук.}} = \Phi ЗП_{\text{г.рук.}} + П_{\text{рук.}} (7,71)$$

$$\Phi ОТ_{\text{рук.}} = 25536000 - 10214400 - 35750400 \text{руб}$$

- для технічних керівників:

$$\Phi ОТ_{\text{технісп}} = \Phi ЗП_{\text{технісп}} + П_{\text{технісп}} (7,72)$$

$$\Phi ОТ_{\text{технісп}} = 18228000 - 5468400 = 23696400 \text{руб}$$

Розрахункові дані зведені в таблицю 7.5

Таблиця 7.7 - Розрахунок фонду оплати праці

Категорії працівників	Документ про тарифний оклад, руб.	Преміум, руб.	Документ про основну заробітну плату, руб.	Документ про додаткову заробітну плату, руб.	Річна заробітна плата, руб.
Електрики-ремонтники	1376377	703913	1750290	262577	2012837
Електриками технічний обслуговування	13191777	3957523	17179267	2572390	19721657
Загальний	17538121	7361736	18899557	2837937	21737791
Керівники та спеціалісти	25536000	10217700	35750700	-	35750700
технічний виконавців	18228000	5768700	23696700	-	23696700
Загальний	58302121	20077236	78376357	2837937	81181291

7.5 Розрахунок вартості енергетичних компонентів інструментального цеху

Енергетична складова продукції інструментального цеху включає такі види витрат:

- оплата електроенергії,
- вартість матеріалів;
- витрати на оплату праці;
- оклад (оклад) $H_{фзп}$;
- амортизація;
- Інші витрати.

Витрати матеріалів на ремонт і обслуговування електрообладнання (М)

умовно становлять 90% річного фонду оплати праці виробничих робітників:

$$M = ФЗП \cdot 0,9 (7,73)$$

$$M = 81181290,9 = 73063167 \text{ руб}$$

Зарплата ($H_{фзп}$) включає:

- відрахування до фонду соціального захисту (прийнято в розмірі 37%);

$ФЗП$)

- обов'язкове страхування (приймається в розмірі 0,6%). $ФЗП$)

Таким чином, виплати заробітної плати визначаються за виразом:

$$H_{фзп} = O_{фсоцзащ} + ОС, (7,50)$$

де $O_{фсоцзащ}$ - відрахування до фонду соціального захисту населення;

ОС - обов'язкове страхування

З урахуванням процентного співвідношення складових заробітної плати від річного фонду заробітної плати формула (7,50) набуде такого вигляду:

$$H_{\text{фзп}} = 0,34 \cdot \Phi ЗП_{\text{г}} + 0,006 \cdot \Phi ЗП_{\text{г}} \quad (7,51)$$

$$H_{\text{фзп}} = 0,34 \cdot 81181294 + 0,006 \cdot 81181294 \\ = 27601639 + 487088 = 28088727 \text{ руб}$$

Річна амортизація електрообладнання визначається за формулою:

$$A = K_{\text{об}} \cdot \frac{H_a}{100} \quad (7,52)$$

де $K_{\text{об}}$ - балансова вартість електрообладнання цеху, руб.

H_a - середня норма амортизації (припустимо 15%)

$$A = 472067100 \cdot 0,15 = 70810070 \text{ руб}$$

Інші витрати умовно приймаються в розмірі 3% від суми попередніх витрат:

$$P_{\text{пр}} = (P_{\text{эл}} + M + \Phi ЗП_{\text{г}} + H_{\text{фзп}} + A) \cdot 0,03 \quad (7,53)$$

$$P_{\text{пр}} = (758962814 + 73063162 + 81181294 + 28088727 + 70810070) \cdot 0,03 = \\ = 28451310 \text{ руб}$$

Розрахункові дані наведені в таблиці 7.6

Таблиця 7.6 – Розрахунок вартості енергетичних компонентів тепличної продукції

Найменування витрат	Сума витрат

	терги	%
Плата за електроенергію	758962817	78
Матеріальні витрати	73063162	7.5
Витрати на оплату праці	81181291	8.3
Розрахунки заробітної плати	28088727	3
а) Відрахування до фонду соціального страхування	27601639	
б) обов'язкове страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань	787088	
Амортизаційні відрахування	7081007	0.3
Інші витрати	28751310	2.9
Загальний	976828311	100

Питома вартість 1 кВт*год електроенергії:

$$I_{уд} = \frac{\sum I}{\mathcal{E}_{год}}, (7,57)$$

де $\sum I$ – загальні витрати, пов'язані з енергозабезпеченням цеху (енергетична складова), руб.

$\mathcal{E}_{год}$ – річне споживання електроенергії, кВт*год (за даними енергетичного балансу).

$$I_{уд} = \frac{9976828311}{613452} = 1592 \text{руб./кВт/ч}$$

Розраховані техніко-економічні показники занесемо в таблицю 7.5.

Таблиця 7.5 – Техніко-економічні показники

Найменування показників	Примітка	одиниці	Значення
Теплична зміна	C	см	2
Максимальна споживана потужність	P_{max}	кВт	107.7
Річне споживання електроенергії	\mathcal{E}_e	кВт·ч	613752
Втрата електроенергії	$\Delta \mathcal{E}_e$	кВт·ч	50652

Вартість основних засобів	$K_{об}$	терти	50511180
Амортизаційні відрахування	$A_{ЛЕ}$	терти	7081007
Вартість спожитої електроенергії	$П_{эл}$	терти	738962817
Вартість втрат електроенергії	$C_{т}$	терти	62666657
Орієнтовні витрати	З	терти	77691767
Загальна трудомісткість ремонту	$T_{Р}$	Н.ЧАС	$\varnothing(1)$
Чисельність персоналу в енергетиці	$Ч_{обш}$	нація	чотири
в тому числі:	$Ч_{рем}$	нація	один
робітники з обслуговування			
робітники з обслуговування	$Ч_{то}$	нація	один
керівників і спеціалістів	$Ч_{рс}$	нація	один
робітників	$Ч_{сл}$	нація	один
Річна заробітна плата працівників енергетики	$\Phi ЗП_{обш}$	терти	81181291
в тому числі:			
керівників і спеціалістів	$\Phi ЗП_{рс}$	терти	35750700
робітники з обслуговування	$\Phi ЗП_{рем}$	терти	2012837
робітники з обслуговування	$\Phi ЗП_{то}$	терти	19721657
робітників	$\Phi ЗП_{сл}$	терти	23696700
Вартість продукції магазину енергоносіїв	I	терти	976828311
Питома величина енергетичної складової	$U_{уд}$	руб./кВт/л	1592 рік

ВИСНОВКИ

1. Аналіз технологій вирощування овочів у закритому ґрунті показує, що найбільш перспективними є маломасштабні гідропонні технології, які дозволяють отримувати вищі врожаї порівняно з підземними теплицями з меншими витратами води, мінеральних добрив та енергії.
2. Доцільні технічні засоби створення мікроклімату та мінерального живлення рослин у теплицях.
3. Налагоджена система автоматизованого електрообладнання для створення необхідного мікроклімату, водопостачання, приготування та подачі живильного розчину, освітлення виробничих приміщень теплиць.
4. Розроблено математичну модель, яка дозволяє обґрунтувати спектральні характеристики широкопугового джерела випромінювання, на основі якої розраховано конструкцію лампи, що складається з чотирьох кольорових світлодіодів з довжинами хвиль 400 нм, 470 нм, 525 нм. і 600 нм (зі співвідношенням потужностей 3,2% : 10,3% : 16,1% : 70,4%), з відсотком збігу спектрального розподілу енергії лампи з функцією на основі спектру фотосинтетичної дії 57,7%.
5. Перевірений склад обладнання, що включає широкопугові випромінювачі та багатоканальну систему живлення. Розраховано основні характеристики силової частини системи електропостачання потужністю до 31,2 кВт та параметри ламп потужністю до 300 Вт.
6. Виконано розрахунок електричної мережі 0,38 кВ та встановлено потужність ТП 10/0,4 кВ.
7. Розроблено заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтовано структуру електротехнічної служби та визначено її чисельність, встановлено графіки технічного обслуговування та

поточного ремонту електрообладнання в теплиці. Розглянуто питання охорони праці та пожежної безпеки в теплиці.

8. Економічний розрахунок заміни існуючої системи випромінювання на основі ламп ДНаЗ на нову показав, що річний економічний ефект від одного блоку становить 416 тис. грн., а термін окупності нової системи – 1,7 року.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електропривод і автоматика: підручник / [Синявський О.Ю., Савчанка В.В., Казирський В.В. тощо], під ред. О.Ю. Синявський – К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019. – 619 с.

2. Основи електроприводу: підручник / Ю.В. М. Лауриненко, П. І. Савченко, О.Ю. Синявський та ін. – К.: Ліра-К, 2016. – 524 с.

3. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посібник для студентів ВНЗ / Іноземцев Г.Б., Казирський В.В., Лут М.Т., Радзько І.П., Синявський О.Ю. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К., 2014. – 526 с.

4. Лут М.Т., Радзько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Охорона праці в електроустановках у сільській місцевості: навчальний посібник для студентів ВНЗ / Лут М.Ц., Радзько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К. : Видавництво «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.

5. Чарвінський Л. С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та випромінювання. Посіб. – К.: Видавництво «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.

6. Казирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу : підр. / В. У. Казирський, В. У. Каплун, С. М. Волошин. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.

7. Садівництво відкритих і закритих ділянок: Підручник/ К.К. Плешков, Н.М. Ткаченко, Л.М. Шульгіна - 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Högre skola, 1991. - 351 с.

8. Довідник для сільського електрика. За редакцією кандидата технічних наук В.С. Олейника - 3-тє видання, перероблене і доповнене. – К.: Урожай, 1989. - 262 с.

9. Стасюкевич А.А., Тамашпольський Ю.Н., Гардій Н.В. Теплиця з маломасштабним гідрокультурою // Картопля та овочі. – 1988. - №1. - С. 40-41.

10. Тепличне плодівництво на малих об'ємах гідропоніки / Г. Сімітчієв, В. Каназирська, К. Мілієв, П. Журав; Пер. з Болгарії. М.: Агропромиздат, 1985. – 136 с.

11. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів і потокових ліній / Е.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лауриненко, О.С. Марчанка, Д.Г. Вайцюк. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.

12. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів охорони праці Терміни та визначення".

13. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.

14. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд України.: - К.: Рабатт, 1995. - 260с.

15. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж / Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. – 81с.

16. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Держнагляд охорони праці України. – К.: Аснова, 1997. – 265 с.

17. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. / Держінспекція праці в Україні.: - К.: Аснова, 1998. – 380 с.

18. Правила влаштування електроустановок. – Міненерго України, 2010. –

716 с.

19. . Правила влаштування електроустановок. – Міненерго України, 2010. – 716 с.

20. Соколов А. В. Підвищення ефективності систем освітлення та опромінення / Стребков Д. С., Юферов Л. Ю., Александров Д. В., Соколов А. В.

// Механізація та електрифікація сільського господарства. 2014. № 1 (32). С.13-16.

21. Соколов А.В. Дослідження резонансної системи передачі електричної енергії високої частоти / Юферов Л.Ю., Роцин А.А., Александров Д.В., Соколов А.В. // Альтернативна енергетика та екологія. 2014. № 8 (148). С. 89-93.

22. Соколов А. В. Ефективність використання штучного освітлення рослин / Соколов А. В., Юферов Л. Ю. // Труды ГАСН. 2013. Т. 111. № 1. С. 163-165.

23. Соколов А.В. Вимірювач фотосинтетично активного випромінювання / Юфер'єв Л. Ю., Соколов А. В. // Патент на корисну модель РФ № 137973; подано 9 листопада 2012 р.; опубліковано: 27.02.2014. бул. № 6.

24. Соколов А.В. Результати випробувань системи широкосмугового освітлення рослин / Соколов А.В., Юферов Л.Ю. //Інновації в економіці АПК. 2014. № 1 (6). С. 40-45.

25. Соколов А.В. Індикатор потужності ПАР для освітлювальних установок / А.В. Соколов. // Інновації в сільському господарстві. 2013. № 1 (3). С. 9-.

26. Соколов А.В. Розробка трансформаторів напруги для резонансних систем електронпередачі малої потужності // Стребков Д.С., Юферов Л.Ю., Соколов А.В., Прошкін Ю.А. 2010. Вип. 2. С. 332-340.

27. Соколов А.В. Резонансна світлодіодна система освітлення закритого ґрунту / Юфер'єв Л.Ю., Соколов А.В., Юферева А.А. // Напівпровідникова світлотехніка. 2014. Т. 2. № 28. С. 78-80.

28. Казирський В., Савчанка В., Синявський О. Передпосівна обробка насіння в магнітному полі. У: Посібник з досліджень відновлюваної енергії та електричних ресурсів для сталого сільського розвитку. IGI Global, США, 2018, стор. 576 – 620. (Scopus)

29. Заблудзкий М., Савчанка В., Синявський О., Плюгін О., В. Взаємодія магнітного поля з біологічними об'єктами рослинного походження. 2018 38-а міжнародна конференція IEEE з електроніки та нанотехнологій, ELNANO 2018, матеріали 8477484, с. 261-266.