

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 631.371:621/31

ПОГОДЖЕНО

Директор Інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

(підпис)

« _____ » _____ 2022 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

Окушко О.В.

(підпис)

« _____ » _____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: „РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН У
ВЕСНЯНИХ 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)

Савченко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Синявський О.Ю.

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Матусевич Б.О.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

к.т.н., доц.

Окушко О.В.

(підпис)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Матусевичу Богдану Олександровичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: „Розроблення та дослідження
автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин у весняних теплицях”
затверджена наказом ректора НУБіП України від 8.12.2021 № 2066”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05. 11 .2022

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації
електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок
споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз діяльності дослідної станції.

2. Проектування автоматизації процесів у весняних теплиць.

3. Дослідження електрообладнання для вологості ґрунту весняній теплиці.

4. Вплив обробки поливної води на ріст.

5. Розрахунок електропостачання тепличного господарства.

6. Обґрунтувати заходи з монтажу та налагодження електрообладнання у
тепличному господарстві.

7. Розробити заходи з охорони праці у блоці весняних теплиць.

8. Провести техніко-економічне обґрунтування системи автоматизованого
електрообладнання для регулювання вологості ґрунту і повітря у весняних теплицях.

Дата видачі завдання 08.11.2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Синявський О.Ю.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Матусевич Б.О.

(підпис)

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 104 с., 11 рис., 28 табл., 38 джерел.

Об'єктом дослідження є процес магнітної обробки паливної води у джерельних теплицях.

Мета дослідження – обґрунтувати параметри системи електрообладнання поливу рослин у весняних теплицях та методи магнітної обробки паливної води, які дозволяють зменшити витрати енергії, води та мінеральних добрив у 10-15 разів. %, підвищити врожайність овочевих культур та якість виробленої продукції.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики, теорії планування експерименту та ін.; рН-метр рН-150МА, іонometr І-160М, тесламетри, амперметри, вольтметри.

Заземлення технічного та електрообладнання для вирощування рослин у весняній теплиці. Проведено розрахунки електроприводів, електроопалення, електропостачання, освітлення теплиць та опромінення рослин у розсаднику.

Розумна система електрообладнання для автоматичного регулювання вологості повітря та поливу рослин у теплицях.

Досліджено процес магнітної обробки паливної води в теплиці. Визначено оптимальні режими обробки та обґрунтовані параметри відповідного обладнання.

Складено рекомендації з експлуатації електрообладнання в теплицях та охорони праці. Наведено розрахунок економічної ефективності прийнятих технічних рішень.

Область використання - тепличне овочівництво.

Ключові слова: весняна теплиця, магнітна обробка, паливна вода, магнітна індукція, електрогеотермальний обігрів, вологість, електрифікація та автоматизація виробничих процесів.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	103
РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЕКЦІЙНОЇ ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ І СТАН ЇЇ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ	106
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ВЕСНЯНІЙ ТЕПЛИЦІ.....	109
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ І ПОЛИВУ РОСЛИН В ТЕПЛИЦЯХ.....	ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
РОЗДІЛ 4 МАГНІТНА ОБРОБКА ПОЛИВНОЇ ВОДИ В ТЕПЛИЦІ.....	142
РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА.....	160
РОЗДІЛ 6 ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	167
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	174
РОЗДІЛ 8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ І ҐРУНТУ У ВЕСНЯНІЙ ТЕПЛИЦІ.....	180
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	185
ДОДАТКИ.....	ПОМИЛКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУБІП України

a_{H^+} – активність водню;

B – індукція;

C – концентрація;

S_u – дисперсія;

T – температура;

t – час;

НУБІП України

δ – зазор;

E – потенціал;

E_0 – потенціал;

E_a – енергія;

U – напруга;

v – швидкість;

W – кількість;

ω – швидкість реакції;

НУБІП України

e – енергія;

F – число;

f – активності;

G – критерій;

I – струм;

Z – заряд іона.

НУБІП України

K – коефіцієнт;

m – маса;

μ – проникність;

ОВП – потенціал;

НУБІП України

P – потужність;

R – універсальна стала;

R_{H} – магнітний опір зазору;

R_c – магнітний опір ділянки;

r – радіус;

НУБІП України

ρ – питомий опір;

q – заряд іона;

S – площа;

S_a – ентропія;

НУБІП України

S_b – стандартна ентропія;

S_{ad}^2 – дисперсія;

ВСТУП

Тепличне виробництво є одним із найбільш енергоємних напрямків у сільському господарстві. Витрати на опалення теплиць становлять 30 ... 50% собівартості продукції. Попит на тепло та електроенергію в сучасному виробництві зростає швидше, ніж енергетичні потужності. Тому енергосистеми змушені обмежувати споживання енергії, застосовувати спеціальні режими та вимагати від споживача термінової економії. Ці обмежувальні заходи неефективні і в деяких випадках призводять до скорочення виробництва. Звідси випливає, що економити енергію слід не шляхом обмеження її надходження, а

системою науково обґрунтованих технічних заходів, основним з яких є створення енергозберігаючих технологій і систем управління енергозбереженням. Щоб знизити енергоємність процесу, Перш за все, ми повинні намагатися зменшити технологічне енергоспоживання. Ця величина визначається розміром і тепловими характеристиками будівель, а також повітряним потоком і різницею температур між повітрям і навколишнім середовищем. Чим нижча температура в приміщенні, тим менше споживання енергії. Однак зниження температури в приміщенні призводить до зниження врожайності, тому її зниження обмежене агротехнічними вимогами.

Таким чином, завдання звичайної САУ зводиться до стабілізації температури на певному рівні. Такі системи стабілізації є найпростішими енергозберігаючими системами автоматичного керування. Навіть найпростіша автоматика регулювання температури дозволяє заощадити 15-18% тепла.

Автоматика особливо ефективна в періоди мінливої хмарності, коли вручну контролювати температурний режим дуже важко. Енергію, необхідну для обігріву будь-якого типу приміщення, можна розраховувати за допомогою рівняння теплового балансу приміщення. Тепловий баланс теплиці - це сума теплової енергії і втрат електроенергії, що надходять в теплицю.

Втрати теплової енергії можна розділити на такі складові:

- втрати тепла через огорожі;
- втрати тепла через ґрунт;

- витрати тепла на випаровування вологи;

- втрати тепла через витік зовнішнього повітря.

Енергія, що підводиться до теплиці, є сумою тепла, отриманого від сонячного випромінювання, що потрапляє на відкритий ґрунт і прилади системи опалення теплиці. Виміряти втрати теплової енергії, які повинні витратитися на

підтримку мікроклімату в теплиці, можна, встановивши в теплиці датчик тепловтрат. Використання таких датчиків дозволяє автоматично контролювати температурний режим в теплиці шляхом одночасної заміни ряду датчиків

(наприклад, датчик швидкості вітру, датчик вологості, датчик потоку сонячної радіації).

Мета дослідження – обґрунтування параметрів системи електрообладнання поливу рослин у весняних теплицях та методів магнітної обробки паливної води, що дає змогу зменшити витрати енергії, води та мінеральних добрив у 10-15 разів. %, підвищити врожайність овочевих культур та якість продукції.

Об'єктом дослідження є процес магнітної обробки паливної води у джерельних теплицях.

Предметом дослідження є методи магнітного очищення води та параметри автоматизованого електрообладнання вирощування рослин у весняних теплицях.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики, теорії планування експерименту та ін.; рН-метр рН-150МА, іонометр І-160М, тесламетри, амперметри, вольтметри.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в отриманні аналітичних залежностей зміни параметрів водних розчинів при магнітній обробці, обґрунтуванні структури та параметрів системи автоматичного керування поливом рослин у теплицях.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці автоматизованого електрообладнання для поливу рослин у весняних теплицях,

визначенні способів магнітної обробки паливної води та розробці пристроїв для магнітної обробки електромагнітами.

Захистила магістерську роботу:

1. Аналітичні залежності зміни параметрів водних розчинів під час магнітної обробки.

2. Способи обробки паливної води у весняних теплицях магнітною обробкою.

3. Параметри електрообладнання для магнітної обробки водних розчинів.

4. Методика розрахунку пристроїв для магнітної обробки водних розчинів. У даній магістерській роботі розглянуто технічне та електротехнічне обладнання для вирощування рослин у весняних теплицях, теоретичні та

експериментальні дослідження зміни параметрів паливної води при магнітній

обробці та визначення оптимальних параметрів обробки, досліджено вплив магнітної обробки на обґрунтовано ріст, розвиток рослин та обґрунтовано врожайність овочевих культур, обґрунтовано параметри та розроблено методику

розрахунку пристроїв для магнітної обробки розчинів електромагнітами та

проведено їх дослідження, рекомендації щодо експлуатації електричних.

обладнання та захист працівників, розроблено заходи в блонці весняних теплиць, наведено техніко-економічні показники використання системи автоматизованого електрообладнання поливу рослин у теплицях.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЕКЦІЙНОЇ ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ І СТАНЦІЇ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

В останні роки спостерігається тенденція до автоматизації різноманітних процесів у багатьох сферах людської діяльності, як у промисловому виробництві, так і в сільському господарстві. Неминучим є етап автоматизації виробництва, результатом якого має стати якісна конкурентоспроможна продукція, призначена для задоволення потреб держави та окремих її громадян.

Автоматизація виробництва не тільки підвищує якість продукції, але й підвищує продуктивність праці, знижує витрати праці, знижує собівартість продукції. Автоматизація також впливає на умови праці на краще. Процесу широкого застосування автоматизації сприяє розвиток технічних засобів автоматизації.

Все це досить просто для малого бізнесу та фермерських господарств, іншими словами,

У зв'язку з розвитком теплової енергетики стало вигідно будувати тепличні комплекси поблизу великих джерел теплостачання для використання їх для опалення. Наразі потреба в теплі та електроенергії в сільськогосподарському виробництві зростає швидше, ніж енергетичні потужності, тому енергосистеми

змушені:

- обмежити споживання енергії;
- представлення спеціальних режимів;
- вимагати економії від споживача.

Ці обмежувальні заходи неефективні та призводять до скорочення виробництва. З цього випливає, що економити електроенергію та теплову енергію необхідно не шляхом обмеження її надходження, а системою науково обгрунтованих технічних заходів, основним з яких є створення енергозберігаючих технологій та систем управління енергозбереженням.

Ручне регулювання температури пов'язане з певними труднощами. При цьому оператор не завжди може реагувати на всі зміни контрольованих факторів, і тому межі зміни температури повітря в ручному режимі в 5 ... 10 разів

перевищують допустимі. Навіть найпростіша автоматика регулювання температури дозволяє зберегти тепло на 15..18%. Автоматика особливо ефективна в періоди мінливої хмарності, коли вручну контролювати температурний режим дуже важко.

Температурні умови, в яких розвивається рослина, мають великий вплив на всі процеси його життєдіяльності:

- фотосинтез;
- дихання;
- випаровування;
- кореневе живлення.

Будь-яке відхилення від сприятливого для рослин температурного режиму негативно позначається на розмірі та якості врожаю. При цьому слід враховувати, що рослина потребує різної температури навколишнього середовища на різних етапах свого життєвого циклу. Волога і вуглекислий газ необхідні для нормального росту, розвитку і плодоношення рослин і в певних пропорціях залежно від температури повітря. Таку ж температуру середовища слід визначати з рівнем освітленості.

Таким чином, на рослину впливають відразу кілька факторів середовища.

Враховати цей ефект і створити оптимальне поєднання параметрів мікроклімату в теплицях можна лише за допомогою автоматизації технологічних процесів.

Економії енергії на опалення приміщень можна досягти за рахунок:

- з встановленням додаткових тимчасових огорож, наприклад, розміщення полімерної плівки між склом і трубами опалення (екранування бічних огорож теплиці дозволяє зберегти тепло до 20%);
- регулярний ремонт вікон і ретельне регулювання вентиляційного пристрою, забезпечення їх повного закриття;
- за рахунок раціонального розміщення теплопроводів (згідно вимог СНиП П-100-75 в зону висотою 1 м над поверхнею землі має подаватися не менше 40% загальної кількості тепла);
- шляхом підвищення теплоізоляції зовнішніх частин теплотраси;

- завдяки автоматичному контролю температури, який може знизити температуру повітря в теплиці, не порушуючи технологічний процес вирощування овочів.

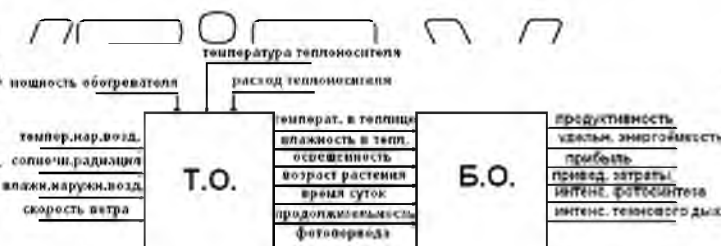
Автоматичні пристрої можуть забезпечити значну економію тепла, знижуючи температуру повітря в нічний час і в умовах недостатнього освітлення.

1, 2. Характеристика теплиці як об'єкта управління

З особливостей сучасної технології тепличного виробництва як об'єкта терморегуляції (зміна ступеня забруднення огорож, збільшення об'єму листової маси і т.д.). При цьому агротехнічні норми передбачають високу точність стабілізації температури (1°C), своєчасну зміну в залежності від рівня фотосинтезично-активної радіації, фази розвитку рослини і часу доби. Усі ці обставини зумовлюють високі вимоги до вдосконалення роботи та якості засобів автоматизації. Уявімо об'єкт господарювання (теплицю) у вигляді чорного ящика (рис. 1); вихідні значення показані праворуч (температура, вологість, освітлення всередині теплиці).

На рисунку 1 показані контрольовані кількості вище. До них відносяться параметри охолоджуючої води. Контрольовані фактори показані зліва на малюнку. До них відносяться зовнішня температура, сонячна радіація, зовнішня вологість, швидкість вітру. Перераховані вище контрольовані фактори можна віднести до так званих збурень, що призводять до відхилень від оптимальних режимів. Структурна схема теплиці як об'єкта управління наведена на рисунку

2.1.



Рисунк 1.1) Теплиця як об'єкт контролю (біологічного та технічного).

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ВЕСНЯНІЙ ТЕПЛИЦІ

2.1. Технологічний процес вирощування овочів у весняних теплицях

3.1. Енергозберігаючі системи автоматичного керування

Енергозберігаючі системи автоматичного керування це системи, спрямовані на реалізацію технологічного процесу з меншими енерговитратами порівняно з існуючими. Найефективнішими є ЕСАУ, які забезпечують мінімальні витрати електроенергії:

$$Q_P \rightarrow \text{кВт}, (3.1.1)$$

де Q_P - споживання електроенергії, використаної на закупівлю продукції, кВт*год;

$$Q = Q_t + Q_{\text{пін}}, (3.1.2)$$

де Q_t - витрати енергії на здійснення технологічного процесу, $Q_{\text{пін}}$ - втрати енергії, викликані недосконалістю технології, обладнання та матеріалів.

Щодо теплиць, то це ми візьмемо як умову Q_t - витрати на компенсацію втрат тепла з поверхні теплиці в навколишнє середовище. До втрат енергії через недосконалість технології відносяться втрати, пов'язані з відкриттям дверей і воріт теплиці.

Умова (3.1.1) зазвичай доповнюється деякими обмеженнями, що характеризують діапазон зміни факторів і пов'язані з мінімально допустимою температурою, нижче якої порушується розвиток рослин.

Щоб знизити енергоємність процесу, перш за все, необхідно прагнути знизити технологічні енерговитрати. Ця величина визначається розмірами і теплотехнічними характеристиками будівель, а також витратою повітря і різницею температур повітря і навколишнього середовища. Чим нижча температура в кімнаті, тим вона нижча Q_m . Проте зниження внутрішньої

температури призводить до зниження врожайності, тому її зниження обмежене агротехнічними вимогами. Дослідним шляхом для кожної культури визначено температуру повітря, нижче якої знижується продуктивність. Таким чином, завдання САУ зводиться до стабілізації температури на певному рівні. Такі системи стабілізації є найпростішими ЕСАУ.

Однак стабілізація температури і вологості в теплиці – не найкраще вирішення проблеми. Справа в тому, що в реальних умовах розвиток рослин відбувається за постійно мінливих параметрів мікроклімату. Так, температура повітря вночі зазвичай нижча, ніж вдень, а навесні й восени, ніж улітку. Живі

організми протягом тривалого періоду еволюції пристосовувалися до таких змін. Тому необхідна для їх розвитку температура (і вологість) повинна змінюватися в залежності від часу доби і стадії розвитку рослин. Завдання має відповідно змінитися. Системи, які виконують таке завдання, називаються програмним забезпеченням ESSAU.

Системи періодичної роботи є третім типом ЕССАУ з температурним режимом теплиці, спрямованим на зниження технологічно корисних витрат енергії.

Короткочасне зниження або підвищення температури або вологості в приміщенні не викликає зміни продуктивності рослин. Тому короткочасне призупинення тепла кілька разів протягом доби можна розглядати як своєрідне загартовування живих організмів, що водночас призводить до певної економії енергії. Для кожного виробу необхідно дослідним шляхом визначити допустиму тривалість підвіски теплої підлоги.

Різновидом переривчастого режиму є так званий «розірваний» режим, при якому обігрів повністю не відключається, а лише знижується потужність нагріву на прийнятний проміжок часу. Втрати енергії також можна зменшити за рахунок поліпшення динаміки керування, тобто. зменшити максимальні динамічні відхилення і тривалість переходів. Це досягається шляхом переходу від системи контролю по відхиленню до комбінованої. У цій системі управління здійснюється по двох незалежних каналах: зміною витрати гарячої води і її

температури. Перехід на таку систему керування дозволив знизити температуру зворотної води, зменшити кількість циркуляційних насосів і, як наслідок, енерговитрати на їх роботу.

Важливим способом зниження енерговитрат на одиницю продукції є підвищення продуктивності та продуктивності праці. Однак зауважимо, що прагнення отримати максимальний продукт з економічної точки зору не завжди виправдано, оскільки цей продукт може коштувати дуже дорого. Тому доцільно використовувати системи керування, які забезпечують оптимізацію за будь-яким попередньо вибраним технологічним, економічним, екологічним чи енергетичним критерієм, поряд із системами керування, які забезпечують оптимізацію продуктивності.

Оптимальним називається технологічний процес, який забезпечує найбільший ефект за одним із заданих критеріїв або їх сукупністю. Цей процес характеризується певним набором параметрів (режимом). Відхилення від оптимального режиму призводить до непоправної втрати продукту, енергії та грошей.

Для забезпечення оптимальної технології необхідна організація оптимального управління, завданням якого є створення комплексу умов, які забезпечать оптимальне значення критерію ефективності в будь-який момент часу. Ці критерії включають: критерій зниженої вартості, критерій питомого енергоспоживання та критерій чистого прибутку.

Вибір критерію визначається кон'юктурою, що склалася, тобто. економічні та соціальні завдання, які в даний час є центральними для підприємства.

Для створення енергозберігаючих систем регулювання температури, перш за все, необхідно визначити алгоритми роботи таких систем, підготувати функціональні та принципові схеми, створити спеціальні обчислювальні пристрої, датчики та контролери.

3.2 Математичні моделі продуктивності

Першим кроком до розробки автоматичної системи регулювання температури в теплиці є визначення математичних моделей, тобто твердження, що визначають зв'язок між параметрами середовища та вибраними критеріями ефективності процесу.

Незалежно від складності обраного критерію, математична модель повинна визначати вплив факторів навколишнього середовища на продуктивність, енергоємність, матеріальні ресурси та ефективність праці обслуговуючого персоналу. Якщо витрати енергії можна визначити з умов

теплового балансу, то необхідно мати достатньо надійні математичні моделі продуктивності для врахування впливу умов зовнішнього середовища на біологічні об'єкти. Для отримання таких моделей необхідно побудувати велику кількість експериментів і обробити отриманий матеріал. Експерименти можуть

бути активними, що ставляться у фітотронах за вторинними планами, а також проводитися шляхом безперервної реєстрації значень параметрів навколишнього середовища в процесі експлуатації будівель.

Як уже зазначалося, найважливішою групою ЕСАУ є системи, що забезпечують оптимальність деяких заздалегідь обраних критеріїв. Економія енергетичних ресурсів є потужним інструментом зниження собівартості сільськогосподарської продукції, а заощаджена енергія може бути використана для збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. Використовуючи критерій питомої енерговитратності, можна отримати найдешевшу за теплоємністю сільськогосподарську продукцію.

Умова мінімального споживання енергії вже була розглянута вище (3.1.1):

$$Q/P \rightarrow \min$$

Пізніше, ніжче Q розберемося з енерговитратами на виконання технологічного процесу. Вартість технологічних енерговитрат, як правило, визначається з рівняння теплового балансу сільськогосподарської структури:

НУВБІП УКРАЇНИ

$$Q = \int_0^T (k(t_1 - t_4)S - Q_3) dt \quad (3.2.1)$$

де Q_3 – кількість енергії, що надходить у теплицю за одиницю часу за рахунок радіації;

НУВБІП УКРАЇНИ

k – коефіцієнт тепловтрат;

$t_{\text{чотири}}$ – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q_3 = q_3 C_3 \eta_3, \quad (3.2.2)$$

де C_3 – площа, яку займає теплиця, m^2 ;

НУВБІП УКРАЇНИ

q_3 – потік сонячної радіації, $\text{kВт}/\text{m}^2$;

η_3 – коефіцієнт, що характеризує прозорість огорожі теплиці (скло, плівка);

$$K = K_0 + K_{\text{одинадцять}} \varphi_2 - K_{22} \text{Водин} + K_{12} \varphi_2 \text{Водин}, \quad (3.2.3)$$

де K_0 , $T_{\text{одинадцять}}$, T_{022} , T_{012} експериментально визначені постійні коефіцієнти;

НУВБІП УКРАЇНИ

Водин – швидкість вітру, $\text{м}/\text{с}$;

φ_2 – відносна вологість зовнішнього повітря, %;

Введемо поняття дискретного інтервалу часу Δt . При моделюванні можна припустити, що рівна частина врожаю виробляється за будь-який рівний інтервал часу, на який можна розділити весь цикл росту рослин. У цей період значення Водин , φ_2 , $t_{\text{тодин}}$, $t_{\text{чотири}}$, q_3 можна вважати постійним. Тоді кількість енергії, що надходить у теплицю за цей період:

НУВБІП УКРАЇНИ

$$\Delta Q = (K(t_{\text{тодин}} - t_{\text{чотири}})S - Q_3) \Delta t, \quad (3.2.4)$$

де S – площа огорожі теплиці, m^2 .

умова мінімального споживання енергії q набуде вигляду:

НУВБІП УКРАЇНИ

$$\Delta Q / \Delta P = q \rightarrow \text{хв}, \quad (3.2.5)$$

де ΔQ – витрати енергії Δt на обігрів теплиці за певний період часу;

ΔS – продуктивність рослин за той же період;

НУВБІП УКРАЇНИ

Δt – значення дискретного інтервалу часу, протягом якого збурення ϵ майже постійним, яке приймається більшим за значення постійної часу через високохвильовий канал регульованого об'єкта – теплиці. – розлад швидкості.

Значення цієї постійної часу 10.. 15 хвилин отримано експериментально в розробці кафедри автоматизації ЧДАУ [7]. Тому значення Δt приймають рівним 1..1,5 хв.

До непрямих показників продуктивності відносяться інтенсивність видимого фотосинтезу F і темного дихання D . Ми можемо запропонувати зв'язок між F і ΔP :

$$\Delta S_{\text{один}} = K_{\text{один}} \Phi \Delta t S_3, (3.2.6)$$

залежність продуктивності від темного дихання:

$$\Delta S_2 = K_2 \Phi \Delta t S_3, (3.2.7)$$

де Кодині K_2 - відповідно, коефіцієнти продуктивності є функціональною залежністю від віку рослин.

Дослідження взаємодії між усіма досліджуваними факторами навколишнього середовища можливо за допомогою квадратичних поліномів для денного та нічного періодів.

Протягом доби (інтенсивність фотосинтезу):

$$F = A_0 + A_{\text{один}} E_{\text{один}} + A_2 t^2 + A_3 T^2 + A_{\text{чотири}} t_{\text{один}} + A_5 t^2 + A_6 \text{один} + A_{\text{одинадцять}} E_{\text{один}} + A_{\text{одинадцять}} E_2 t_{\text{один}} + A_{13} E_{\text{один}} T^2 + A_{\text{чотирнадцять}} E_{\text{один}} t_{\text{один}} + A_{\text{п'ятнадцять}} E_{\text{один}} t^2 + A_{16} E_{\text{один}} \text{один} + A_{22} t_{\text{один}} + A_{23} t_{\text{один}} T^2 + A_{24} t_{\text{один}} t_{\text{один}} + A_{25} t_{\text{один}} t^2 + A_{26} t_{\text{один}} \text{один} + A_{33} t^2 + A_{34} t_{\text{один}} T^2 + A_{35} T^2 t^2 + A_{36} T^2 \text{один} + A_{44} t_{\text{один}} + A_{45} t_{\text{один}} t^2 + A_{46} t_{\text{один}} \text{один} + A_{55} t^2 + A_{56} t^2 \text{один} + A_{66} \text{один}, (3.2.8)$$

для нічного циклу (інтенсивність дихання):

$$D = B_0 + V_{\text{один}} E_2 + V_2 T_{\text{один}} + V_3 t^2 + V_{\text{чотири}} t_{\text{один}} + V_5 t^2 + V_6 \text{один} + V_{\text{одинадцять}} E_2 + V_{12} E_2 T_{\text{один}} + V_{13} E_2 t^2 + V_{\text{чотирнадцять}} E_2 t_{\text{один}} + V_{\text{п'ятнадцять}} E_2 t^2 + V_{16} E_2 \text{один} + V_{22} T_{\text{один}} + V_{23} T_{\text{один}} t^2 + V_{24} T_{\text{один}} t_{\text{один}} + V_{25} T_{\text{один}} t^2 + V_{26} T_{\text{один}} \text{один} + V_{33} t^2 + V_{34} t_{\text{один}} t_{\text{один}} + V_{35} t^2 t^2 + V_{36} t^2 \text{один} + V_{44} t_{\text{один}} + V_{45} t_{\text{один}} t^2 + V_{46} t_{\text{один}} \text{один} + V_{55} t^2 + V_{56} t^2 \text{один} + V_{66} \text{один}, (3.2.9)$$

$a_0, ALE66, ATO \dots AT66$ – коефіцієнти регресії;

Φ, D – інтенсивність видимого фотосинтезу та темнового дихання, $mg\ CO_2/dm^2 год$;

$t_{дин}$ – температура повітря всередині теплиці протягом доби, $^{\circ}C$;

t_2 – температура повітря в теплиці вночі, $^{\circ}C$;

T_2 – середнє арифметичне температури повітря за ніч у теплиці, $^{\circ}C$;

$E_{дин}$ – потонна вартість освітлення в теплиці, $клк$;

E_2 – середнє арифметичне значення освітленості за попередню добу, $клк$;

$t_{дин}$ – тривалість фотоперіоду (світлового дня), $год$;

t_2 – вік рослини, $днів$;

ϕ – вологість повітря в теплиці, $\%$.

Математичні моделі виду (3.2.8) і (3.2.9) дозволяють визначити величину видимого фотосинтезу або темнового дихання певного сорту для різних умов середовища. З їх допомогою можна розрахувати комбінації факторів навколишнього середовища, які забезпечують максимально видимий фотосинтез, включаючи наявність таких факторів, як освітлення на початку та в кінці фотоперіоду за відсутності штучного освітлення.

Для реалізації автоматичного управління будь-яким технологічним процесом необхідно вибрати алгоритм роботи системи, т.е. набір приписів, що визначають характер зміни керованої величини в залежності від ефектів. Оскільки математична модель продуктивності включає випадково змінювані з часом фактори (освітленість, тривалість фотоперіоду, вологість повітря тощо), то система керування за алгоритмом роботи може бути як слідкуючою, так і саморегульованою.

3.3 Критерій питомої енерговитрати. Температура є оптимальною за питомою енерговитратою

Використовуючи критерій питомої енерговитратності, можна отримати найдешевшу за тепловмістю сільськогосподарську продукцію. Математичні

моделі інтенсивності фотосинтезу і темного дихання в цілому були виведені й описані раніше. Таким чином, розрахунковий критерій питомих енерговитрат для денного періоду доби матиме такий вигляд:

$$q_{\text{дин}} = (K(\text{тодин} - \text{тчотири}) \kappa \nu^3 \eta^3 C^3) / \text{кодин} F S^3 \quad (3.3.1)$$

на ніч:

$$q_2 = (K(\text{тодин} - \text{тчотири}) S) / \kappa^2 D S^3 \quad (3.3.2)$$

Мінімальний критерій питомої витрати енергії розрахований на:

$$dq/dt = 0 \quad (3.3.3)$$

Для визначення оптимальної температури за критерієм питомої енерговитрати необхідно виходити з умови (3.1.1). Тоді оптимальна ситуація:

$$d(\Delta Q / \Delta T) / dt = 0, \quad (3.3.4)$$

на день:

$$d(\Delta Q / (\text{Кодин} C^3 \Delta t \Delta \Phi)) / dt = 0 \quad (3.3.5)$$

Продиференціювавши дріб до виразу (3.3.5), отримаємо:

$$((\Delta Q)' \Delta \Phi - (\Delta \Phi)' \Delta Q) / ((\Delta \Phi) \text{Кодин} \Delta t S^3) = 0 \quad (3.3.6)$$

Підставляючи п. (3.3.2), (3.3.4) у (3.3.6), отримуємо:

$$(10(d\Delta Q/dt)10 \text{Індесять}(A1E2 + A12E\text{один} + A23T2 + A24\text{тодин} + A25\tau^2 + A26\phi$$

$$\text{один} + 2A22\text{тодин})/10 = 0,$$

(3.3.7)

Я маю на увазі:

$$\frac{dQ}{dt} \ln_{10} \left(A_1 E_2 + A_{12} E_{\text{один}} + A_{13} T_2 + A_{\text{чотирнадцять}} \tau_2 + A_{26} \text{фодин} + 2A_{22} \tau_2 \right) \Delta Q = 0, \quad (3.3.8)$$

диференціюючи отримуємо:

$$dQ/dt = kS \Delta t, \quad (3.3.9)$$

Замінимо (3.3.8) і отримаємо рівняння:

$$KS = \ln_{10} \left(A_1 E_2 + A_{12} E_{\text{один}} + A_{23} T_2 + A_{24} \tau_2 + A_{25} \tau_2 + A_{26} \text{фодин} + 2A_{22} \tau_2 \right) (k(\text{тодин} - t_{\text{чотири}}) \text{кв}3 C_3 \eta_3)$$

$$(3.3.10)$$

Після спрощення та скорочення, розташувавши елементи рівняння (3.3.10) у степенях тодин, ми отримуємо:

$$\text{тодин} + ((A_2 + A_{12} E_{\text{один}} + A_{23} T_2 + A_{24} \tau_2 + A_{25} \tau_2 + A_{26} \text{фодин}) 2A_{22} - (t_{\text{чотири}} + (C_3 q_3 \eta_3) SK) \text{тодин} - 1 / (2A_{22} \ln 10) -$$

$$(A_2 + A_{12} E_{\text{один}} + A_{23} T_2 + A_{24} \tau_2 + A_{25} \tau_2 + \tau_2 + A_{26} \text{фодин}) (t_{\text{чотири}} + (C_3 q_3 \eta_3) (S K)) 2A_{22} = 0$$

Співвідношення $(S q_3 \eta_3) (SK)$ визначає зміну температури в теплиці за рахунок сонячної радіації, тоді:

$$t_5 = t_{\text{чотири}} - (C_3 q_3 \eta_3) (SK), \quad (3.3.12)$$

природна температура повітря в теплиці, тобто. задана температура при відсутності додаткового обігріву. Підставивши п. (3.3.7) і (3.3.11) у (3.3.12), отримаємо вигляд:

$$\text{тодин} + (t_{21} + t_5) \text{тодин} - 1 / (2A_{22} \ln 10) + t_{21} t_5 = 0 \quad (3.3.13)$$

дає розв'язок рівняння (3.3.13):

$$t_{31} = (t_{21} + t_5) / 2 + (t_{21} - t_5) / 4 + 1 / (2A_{22} \ln 10), \quad (3.3.14)$$

З тверджень (3.3.6), (3.3.13) і (3.3.14) випливає, що оптимальна температура (E) за енерговитратами крім вищевказаних параметрів мікроклімату

в теплиці (один, T₂, тодин, фодин) і вік рослини τ₂, також залежить від сонячної радіації q₃, прозорість бар'єру η₃, коефіцієнт тепловтрат K, який, у свою чергу,

залежить від швидкості вітру V_{один} відносна вологість зовнішнього повітря φ₂. Умова мінімального споживання енергії в нічний період має вигляд:

НУБІП України

$$d(\Delta Q / (C \Delta t \Delta D)) / dt = 0, (3.3.15)$$

де:

НУБІП України

$$(\Delta Q)_{DD} \Delta Q = 0, (3.3.16)$$

(ΔQ) , підставляючи значення D (3.3.16) і враховуючи, що Q вночі $= 0$,

отримуємо:

НУБІП України

$$\text{Кому десь так, для десяти } \ln 10 (B_3 + B_{13}E_2 + B_{23}T_{\text{один}} + B_{34}t_{\text{один}} + B_{35}\tau_2 + B_{36}\text{фодин} + B_{37}\tau_5 + 2B_{33}\tau_2)(\tau_2 - t_{\text{чотири}}) = 0, (3.3.17)$$

після спрощення і скорочення отримуємо:

$$t_2 + ((B_3 + V_{13}E_2 + V_{23}T_{\text{один}} + V_{34}t_{\text{один}} + V_{35}\tau_2 + V_{36}\text{фодин} + V_{37}\tau_5 + 2B_{33}\tau_2) /$$

$$(2B_{33}) - t_{\text{чотири}}) t_2 - 1 / (2B_{33} \ln 10) -$$

НУБІП України

$$4(B_3 + B_{13}E_2 + B_{23}T_{\text{один}} + B_{34}t_{\text{один}} + B_{35}\tau_2 + B_{36}\text{фодин} + B_{37}\tau_5 + 2B_{33}\tau_2) / (2B_{33}) = 0, (3.3.18)$$

$$t_2 - (t_{22} - t_{\text{чотири}}) t_2 - 1 / (2B_{22} \ln 10) + t_{22} t_{\text{чотири}} = 0, (3.3.19)$$

Розв'язком рівняння (3.3.19) буде:

НУБІП України

$$t_2 = (\tau_2 + t_{\text{чотири}}) / 2 + 1 / (2B_{33} \ln 10) (3.3.20)$$

З твердження (3.3.20) і (3.3.10) випливає, що оптимальна температура за енерговитратами залежить від параметрів мікроклімату (E) в теплиці 2, $T_{\text{один}}$,

$t_{\text{один}}$, фодин), вік рослини та відносний час доби τ_2 , а від зовнішньої температури $t_{\text{чотири}}$.

НУБІП України

НУБІП України

4. Датчик тепловтрат. Його потреба

Оптимізація за певним критерієм енергоспоживання можлива двома шляхами: шляхом створення екстремальної системи керування з обчислювальним пристроєм або автоматичної системи оптимізації, яка змінює параметри внутрішньої температури. В обох випадках системи повинні отримувати інформацію від датчиків внутрішньої та зовнішньої температури, сонячної радіації, освітлення, вологості повітря та швидкості вітру.

Обчислювальні пристрої обох систем мають майже однакову ціну, але крайня система дорожча і має гірші динамічні характеристики. Ще більше здешевити систему автоматичної оптимізації можливо завдяки використанню в якості PIP датчика тепловтрат, який замінює групу датчиків: внутрішньої та зовнішньої температури, сонячного випромінювання, освітлення, швидкості вітру.

При визначенні величини тепловтрат теплиці в навколишнє середовище в залежності від зміни метеорологічних факторів доцільно не вимірювати окремо їх фізичні величини, а мати інтегральний параметр, що дозволяє отримати вихідний сигнал, пропорційний значенню ці втрати.

Щоб оцінити втрати тепла через огорожі, їх матеріал і конструкція повинні бути частиною датчика. Так, для скляних теплиць цей елемент являє собою скляний шар такої ж товщини і такої ж просторової структури, що і відповідна огорожа теплиці. При необхідності такий фрагмент можна накрити поліетиленовою плівкою, подвійним склом і т.д.

Конструкція датчика тепловтрат (рис. 4.1) включає корпус 2, встановлений під дахом зсередини теплиці, верхньою стінкою якого є скло теплиці 1, теплоізолюваний теплоізоляційним шаром 3. Прийняти в з урахуванням теплового потоку випромінюванням моделюється альbedo ділянки з реальними тепличними рослинами, для цього нижня стіна будівлі 4, розташована горизонтально, фарбується в колір, що відповідає середньому значенню альbedo 7. Досягається шляхом нанесення чорних і зелених смуг однакової ширини.

Принцип дії датчика тепловтрат (рис. 4.1) заснований на вимірюванні потужності нагрівача 6, який розміщений у захисній порожнині всередині корпусу.

При цьому нагрівальний елемент підтримує постійну температуру в об'ємі, що нагрівається, рівну температурі, що підтримується в зоні розташування рослин, за допомогою системи автоматичного контролю, розміщеної в окремому блоці. Контроль температури в об'ємі, що нагрівається, здійснюється шляхом вимірювання 5-го елемента (мідь з чорним покриттям), в якому встановлений германієвий діод (в режимі постійного струму), який використовується як датчик температури. Для захисту вимірювальних елементів від прямого сонячного випромінювання призначений екран 4. Корпус датчика 2 із зовнішнього боку пофарбований алюмінієвою фарбою (срібло) і захищений від впливу повітряних потоків плівкою. Точність датчика залежить від вибору товщини ізоляції і розраховується за співвідношенням (4.1):

$$K(t_v - t_n)F \leq \Delta / 100 q S, \quad (4.1)$$

де q – питома потужність втрат, що проходять через робочу огорожу;

S - площа робочої поверхні, m^2 ;

F - площа поверхні теплоізоляції датчика, m^2 ;

t^o_v - температура, що підтримується на робочому місці датчика, рівна температурі в теплиці, oC ;

t^o_n - зовнішня температура, oC ;

Δ - допустима похибка;

K - коефіцієнт теплопередачі утеплювача.

Оскільки теплиця є складною конструкцією, що складається з поверхонь з різною орієнтацією в просторі, для оцінки загальних тепловтрат має бути декілька таких датчиків. Їх кількість визначається конструкцією теплиці і може варіюватися від двох до шести. При цьому для визначення сумарної потужності слід враховувати показання датчиків з ваговими коефіцієнтами, які враховують

співвідношення площі відповідних огорож. Зауважте, що блок управління також може бути розташований поза датчиком, що є бажаним, тому що система автоматичного керування працює в умовах змінного налаштування температури, яке визначається спеціальним калькулятором великої системи. Тому всі елементи системи управління доцільно структурно організувати в станції управління.

Таким чином, датчик тепловтрат дозволяє визначити потужність, необхідну для підтримки певної температури в цьому ізольованому просторі.

НУБІП України

НУБІП України

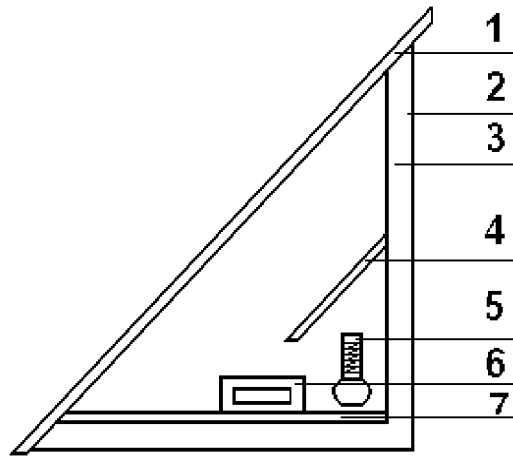
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУ

НУ



раїни

раїни

1 - шматок огорожі теплиці;

2 - корпус;

3 - теплоізоляція;

4 - екран;

5 – термоелектричний перетворювач;

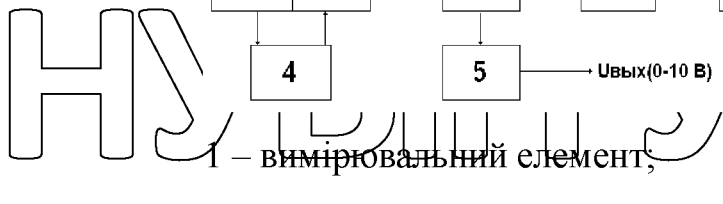
6 - нагрівач;

7 - стіна, що імітує альbedo поля з рослинами в справжній теплиці.

Рисунок 4.1 - Конструкція датчика тепловтрат.

НУБІП України

НУБІП України



1 – вимірювальний елемент;

2 - ТЕН;

3 - датчик струму;

4 - стабілізатор температури;

5 – перетворювач, що нормалізує вихідний сигнал;

6 - стабілізатор напруги;

7 - ланцюг живлення датчика.

Рисунок 4.2 - Структурна схема датчика тепловтрат

НУБІП України

НУБІП України

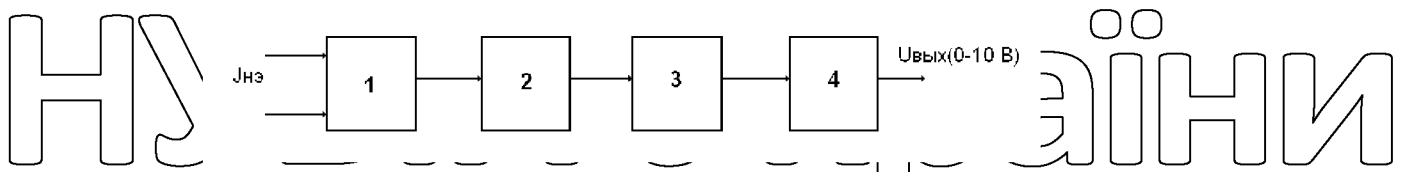
НУБІП України

5. Конструкція та принципова схема датчика тепловтрат

Блок керування має три основні секції: живлення датчика, нормалізуючий перетворювач (структурна схема рис. 5.1 та принципова схема рис. 5.2), стабілізатор температури нагрівального елемента (структурна схема рис. 5.3 та принципова схема рис. 5.4).

Принципова схема нормалізуючого перетворювача перетворює кількість електричної енергії, споживаної датчиком і пропорційної кількості теплових втрат, в електричний сигнал постійного струму з напругою 0-10В. Вихідна напруга, що дорівнює +10В, визначається певною кількістю електричної енергії, яка споживається датчиком при дії на нього загальних фізичних параметрів метеорологічних факторів, відповідних максимальному значенню тепловтрат в технологічному приміщенні.

У принциповій схемі стабілізатора температури вимірювального елемента роль датчика температури виконує кремнієвий діод (в режимі постійного струму). Встановлюється на вимірювальний елемент. Функцію ПН-регулятора виконують операційні підсилювачі DA52, DA54, DA55. Значення температури вимірювального елемента контролюється індикаторним пристроєм. Як нагрівальний елемент використовується транзистор з великим β_e (1000-1500), встановлений на вимірювальному елементі. Для живлення нагрівального елемента датчика постійною постійною напругою передбачений двокаскадний параметричний стабілізатор VD61, VD62 і прецизійний операційний підсилювач з відведенням 0. Використовується як транзистор середньої потужності, встановлений на радіаторі охолодження керуючий транзистор.



- 1 – підсилювач сигналу датчика струму;
- 2 – відповідний підсилювач;
- 3 - фільтр;
- 4 – підсилювач, відповідний вихідному сигналу.

Рисунок 5.1 - Структурна схема нормуючого перетворювача сигналу вихідної потужності.

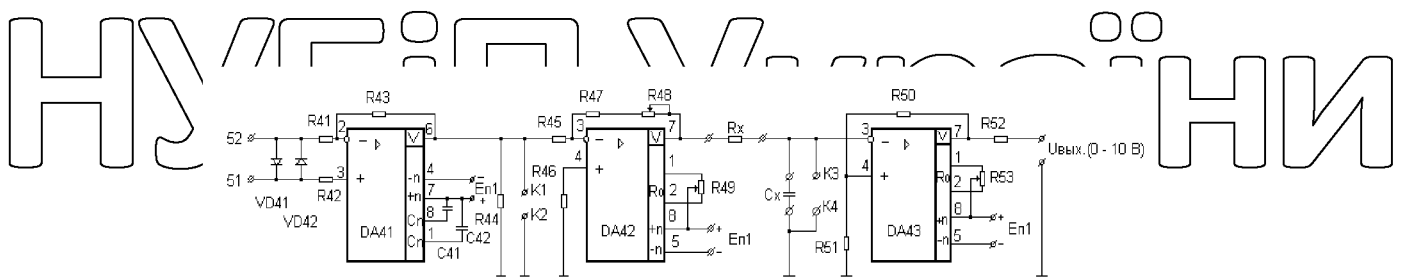
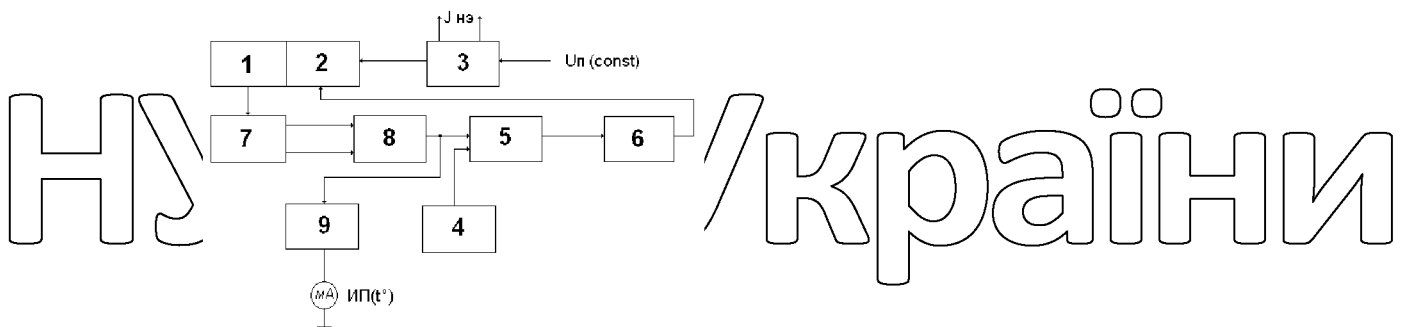


Рисунок 5.2 - Електрична схема нормуючого перетворювача сигналу вихідної потужності.



- 1. - вимірювальний елемент;
- 2. - нагрівальний елемент;
- 3. - джерело енергії;
- 4. - терморегулятор;
- 5. - Терморегулятор;
- 6. - відповідний підсилювач;
- 7. - температурний сенсор;
- 8. - відповідний підсилювач;

9. - підсилювач індикатора температури.

Рисунок 5.3 - Конструктивна схема термостабілізатора ТЕНу.

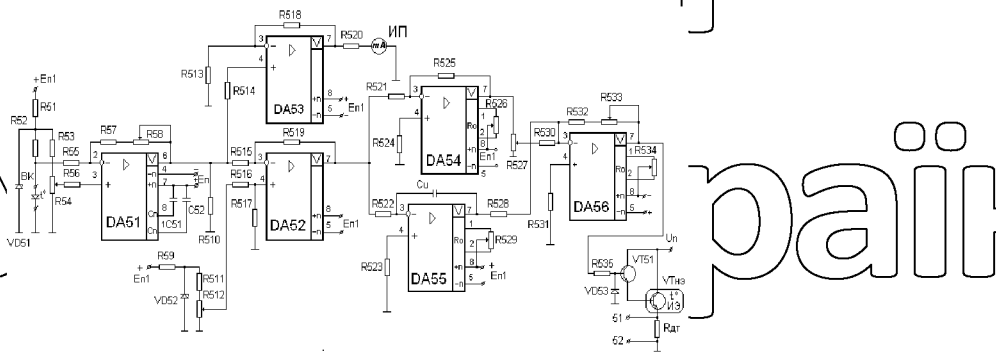


Рисунок 5.4 - Електрична схема стабілізатора температури ТЕНу.

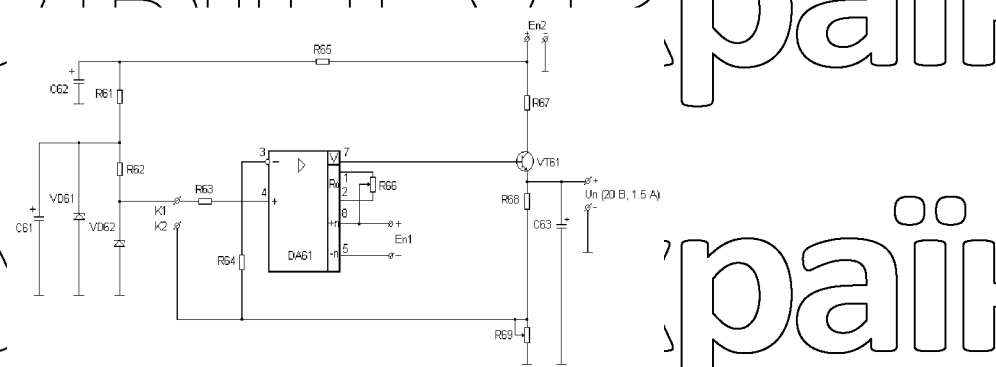


Рисунок 5.3 - Електрична схема стабілізатора напруги живлення датчика

ТЕНДОВТРАТ.

6. Вибір системи управління за класифікаційними ознаками

Відомо, що за принципом керування всі існуючі системи можна розділити на граничні, збудовальні та комбіновані. А за алгоритмом управління САУ може бути слідкуючою, програмною та стабілізаторною.

Для максимально точного і економічного контролю систему автоматичного регулювання температури в теплиці необхідно контролювати за алгоритмом роботи і підключати за принципом управління.

Порівняння різних варіантів схем автоматичного регулювання температури в теплиці з датчиком тепловтрат

Одним із варіантів розробленої системи автоматичного регулювання температури в теплиці з датчиком тепловтрат є система автоматичного керування, яка використовує для керування кроковим двигуном цифровий кодовий перетворювач кута повороту ротора двигуна (рис. 6.2).

Код конвертера - кут повороту.

Цифрові перетворювачі коду в рух без зворотного зв'язку поділяються на пристрої з початковим перетворенням вхідного коду в імпульсний код або аналогову величину. Структурна схема цифрового кодового перетворювача зсуву з початковим перетворенням вхідного двійкового коду в імпульсний показана на рисунку 6.1.

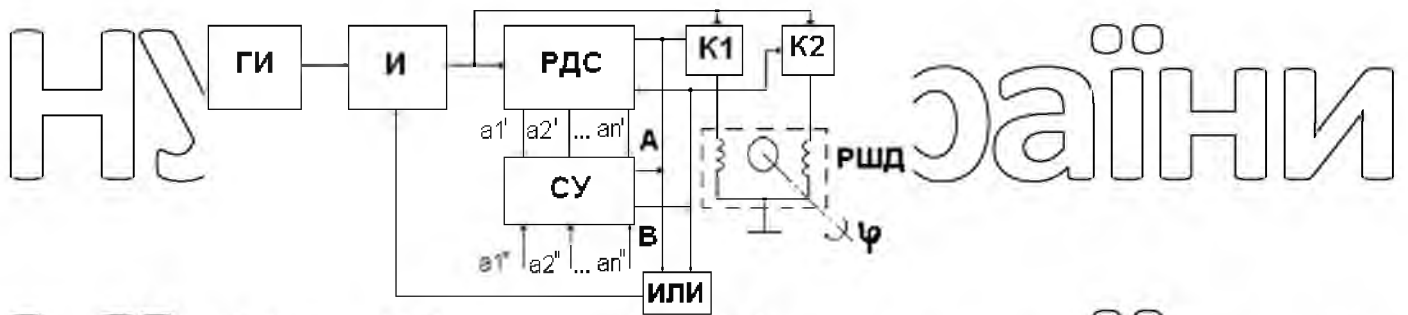


Рисунок 6.1 - Структурна схема копера руху з початковим перетворенням в імпульсний код

Перетворений двійковий код a_n'' , a_{n-1}'' , ..., a_2'' , a_1'' подається на компаратор СУ (рис. 6.1), де порівнюється з вихідним кодом перетвореного коду. Зворотний двійковий лічильник RDS. Компаратор генерує сигнал на виході В або виході А в залежності від того, який код більший - перетворений або вихід RDS. Відповідно, RDS перемикається на розрахунок пульсу шляхом віднімання або додавання. Генератор тактових імпульсів передає сигнали ГІ на вхід лічильника через елемент І і одночасно на інвертуючий кроковий двигун RSD через ключі К1 і К2. І лічильник, і кроковий двигун отримують серію імпульсів, що дорівнює різниці між кодами. Як тільки коди зрівняються, на обох виходах системи управління встановлюється нульовий сигнал, а елемент І відключається. Потік імпульсів до RDS і RSD припиниться. Таким чином, При початковій установці RDS і RSD в певне початкове положення кут повороту вихідного вала двигуна згодом буде відповідати числу, зазначеному на лічильнику, оскільки на лічильник надходить однакова кількість імпульсів, і кожен раз, коли двигун. У цьому випадку, якщо число в RDS збільшується, RSD працює так, що вихідний кут ϕ збільшується, оскільки відповідні ключі (К1 або К2) відкриваються сигналом СУ. Якщо число в RDS зменшується, вал двигуна починає рухатися в зворотному напрямку, тому що друга обмотка RSD тепер підключена до генератора імпульсів. і двигун кожного разу отримує однакову кількість імпульсів. У цьому випадку, якщо число в RDS збільшується, RSD працює так, що вихідний кут ϕ збільшується, оскільки відповідні ключі (К1 або К2) відкриваються сигналом СУ. Якщо число в RDS зменшується, вал двигуна

починає рухатися в зворотному напрямку, тому що друга обмотка RSD тепер підключена до генератора імпульсів і двигун кожного разу отримує однакову кількість імпульсів. У цьому випадку, якщо число в RDS збільшується, RSD працює так, що вихідний кут ϕ збільшується, оскільки відповідні ключі (K1 або K2) відкриваються сигналом CS. Якщо число в RDS зменшується, вал двигуна

починає рухатися в зворотному напрямку, тому що друга обмотка RSD тепер підключена до генератора імпульсів.

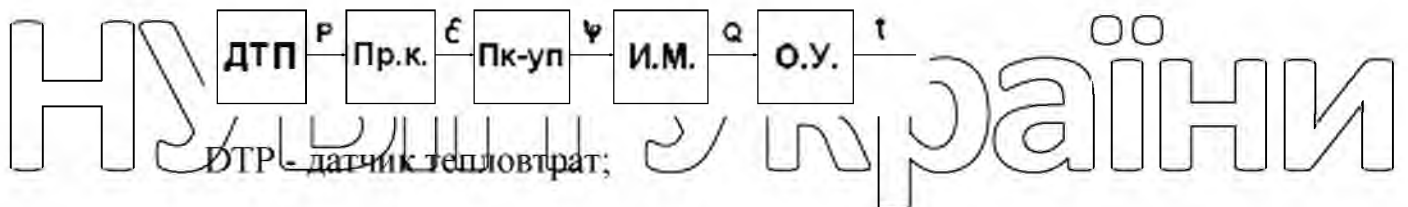
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



DTG - датчик тепловтрат;

пр.к. – конвертер кодів (десятковий – двійковий);

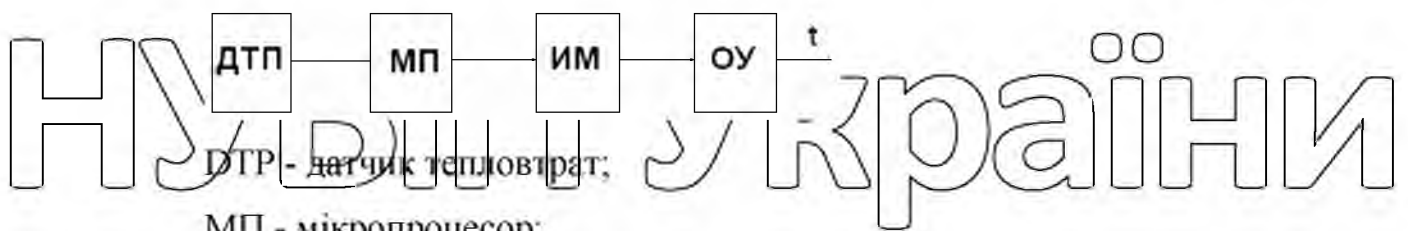
Pk-up - код перетворювача - кут повороту;

ВОНИ. - пусковий механізм;

ОУ. - контрольна споруда (теплиця).

Рисунок 6.2 - Структурна схема системи автоматичного контролю температурного режиму в теплиці з датчиком тепловтрат.

Іншим варіантом контролю температури САУ в теплиці з датчиком тепловтрат є система на базі мікропроцесора PIC16F862A (рис. 6.3).



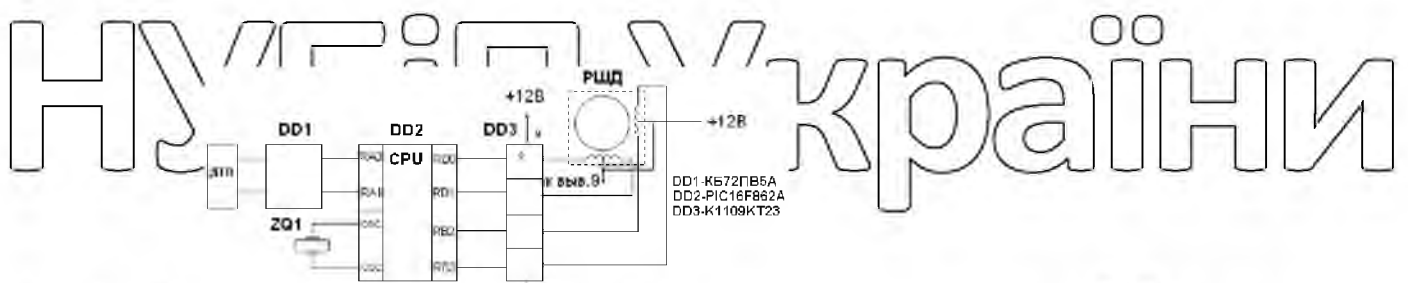
DTG - датчик тепловтрат;

МП - мікропроцесор;

ВОНИ. - пусковий механізм;

ОУ. - контрольна споруда (теплиця).

Рисунок 6.3 - Структурна схема системи автоматичного контролю температурного режиму в теплиці з датчиком тепловтрат (за допомогою мікропроцесора).



DTG - датчик тепловтрат;

DD1 - аналого-цифровий перетворювач (KB72PV5A);

DD2 - мікропроцесор (PIC16F862A);

DD3 - ключі транзисторні (К1109КТ23);

RSHD - реверсивний кроковий двигун.

Рисунок 6.4 - Структурна схема системи автоматичного регулювання температури в теплиці з датчиком тепловтрат (за допомогою мікропроцесора).

Порівнюючи і вибираючи систему автоматичного регулювання температурного режиму в теплиці, необхідно звернути увагу на те, щоб проєктована система забезпечувала більш точне регулювання регульованих факторів, була економічною, а також містила найменшу кількість елементів.

елементів, що в свою чергу підвищує його надійність.

Система автоматичного керування з використанням мікропроцесора має кращі характеристики, ніж система автоматичного керування з перетворювачем кодового кута, тому що містить менше елементів, тому вона більш надійна і компактна; точніше обробляє сигнал від датчика, тобто краще контролює температурний режим в теплиці.

Надалі, коли ми будемо говорити про систему автоматичного регулювання температури в теплиці з датчиком тепловтрат, будемо розглядати систему автоматичного регулювання на базі мікропроцесора (PIC16F862A).

Монтаж друкованих плат датчика тепловтрат

Друковані плати показані на кресленнях АСХП.ДТПП.00.000 Е4. На зовнішній стороні плат збірка здійснюється у вигляді системи друкованих провідників, що забезпечують з'єднання елементів системи. Друковані плоскі провідники — це цінійні ділянки струмопровідного покриття у вигляді шару міді, нанесеного гальванічним способом на ізоляційну основу з гетинаксу. Дротові друковані провідники припаюють до порожнистих заклепок - ковпачків. Результати нанесених елементів зсередини плати припаюються до цих заклепок.

Трубки полівінілхлоридні діаметром 1 мм до виходів емітерів транзисторів червоні, до виходів колекторів зелені, до виходів баз білі, на кресленні трубки не показані. Транзистори кріпляться на плату лаком ВК-9, після паяння і налагодження поверхню плати покривають лаком ВТ-569 (ГОСТ 14690-80).

Конструкції елементів мають у вигляді спрощених креслень, наприклад:
C1-конденсатор, VD1-діод, R1-резистор, VT1-транзистор та ін.

3 Вибір мікропроцесора

В якості мікропроцесора в системі керування використовується монокристалічний 8-розрядний мікрокомп'ютер AT 89C 51.

Мікросхема складається з 8-розрядного центрального процесора, логічного процесора, який обробляє порозрядні та побайтові дані, вбудованого тактового генератора, внутрішньої пам'яті даних (128 байт), 20 спеціального призначення. реєстри, 8 шин вводу-виводу, 2 вбудованих 16-розрядних лічильника таймерів, двосторонній послідовний порт вводу-виводу, дворівнева система пріоритетних переривань від двох зовнішніх і трьох внутрішніх пристроїв, адресний простір (64 кб), зовнішній PZP, адресний простір для зовнішньої пам'яті програм (64 к). Цей чіп складається з 20 000 інтегрованих елементів.

Два програмованих 16-розрядних таймера/лічильника (T/L 0 і T/L 1) можна використовувати як таймери або лічильники для зовнішніх подій. При роботі як таймер вміст T/L збільшується кожен цикл машини, тобто після кожних 12 циклів кварцового резонатора. Під час роботи в режимі лічильника вміст T/L збільшується після переходу від 1 до 0 відповідного (T/L 0, T/L 1) прикладеного зовнішнього вхідного сигналу. Якщо вхідний сигнал високого рівня (1) виявлено в попередньому циклі, а сигнал низького рівня (0) виявлено в наступному циклі, лічильник буде збільшено на 1. Для розпізнавання переходу потрібні два машинних цикли, тобто максимальна частота рахунку вхідного сигналу становить $1/24$ частоти резонатора.

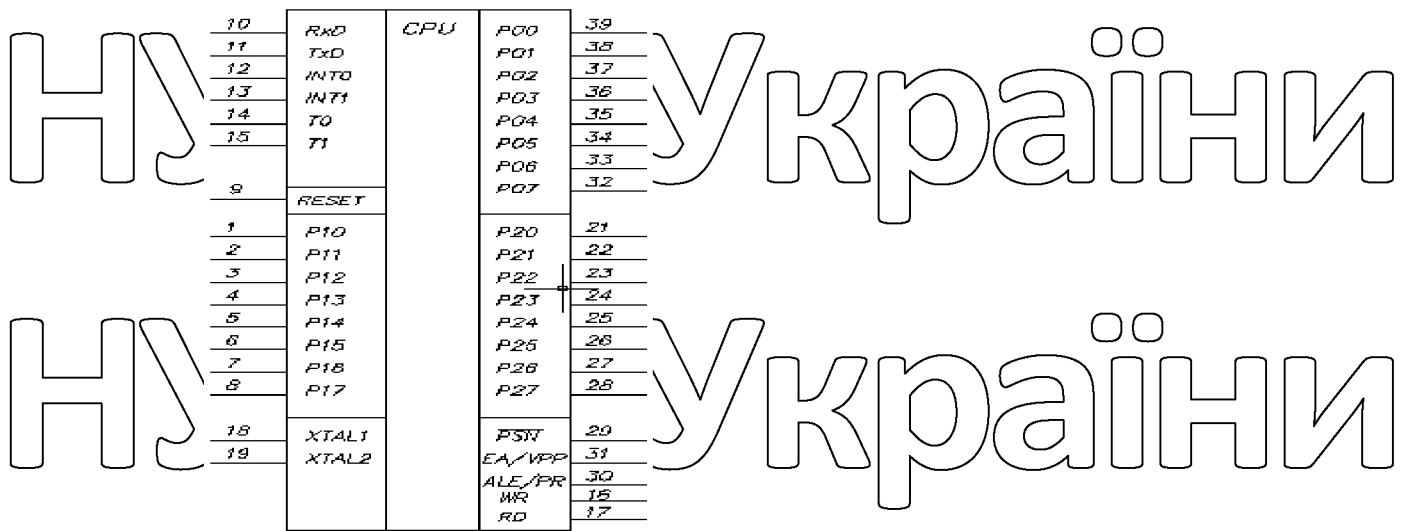


Рисунок 3.3 – Умовне графічне оформлення мікросхеми AT89C51

Таблиця 3.2 – Призначення контактів AT89C51

Номер випуску	назва	Призначення
1...8	P 1,0...P 1,7	8-бітний двонаправлений порт входів/виходів 1
9	RST	Скинути доступ
10	RXD	Введення послідовного каналу в асинхронному режимі
11	TXD	Вивід послідовного каналу в асинхронному режимі
12	INT0	Введить переривання 0 або контрольний лічильник 0

Електричні параметри:

Напруга живлення..... – 4,75...5,25В

Високий рівень вхідної напруги..... – 0,5...+5,75 В

Низький рівень вхідної напруги..... – 0,5...+0,8 В

Вихідна напруга високого рівня.....>2,4 В

Низький рівень вихідної напруги при $I_{OH} V_{OH} = 1,6 \text{ mA}$ <0,45 В

Струм споживання..... <150 мА

Втрати струму на входах, коли $0 < \text{вхід} < 5,75 \text{ В}$ < $\pm 10 \mu\text{кА}$

Споживана потужність..... 0,69 Вт

Ємність навантаження..... 100 пФ

Тактова частота 3,5...12 МГц

Мінімальний термін виконання короткого замовлення..... 1мкс

Швидкість обміну сміттєвими даними, порт

введення/виведення.....110...375000 біт/с

Кількість базових команд.....111

Ємність стека.....0,128 кбайт

Об'єм адресної пам'яті команд, даних.....64 кбайт

Напруга живлення.....<7В

Високий рівень вхідної напруги.....<7В

Низький рівень вхідної напруги.....<7В

Ємність навантаження.....<500 пФ

Температура навколишнього середовища 10...+70°C

3.2 Вибір датчика температури

Датчиком температури був обраний датчик Dallas DS1621, представлений на рисунку 4.3.

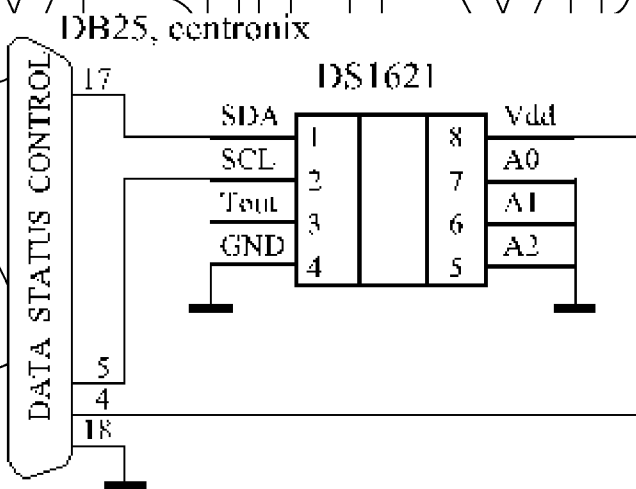


Рисунок 4.4 - Датчик температури DS1621

Його основні особливості:

- Пряме перетворення температури в цифровий код без додаткових АЦП
- Можливість передачі даних через одно- або двопровідний інтерфейс
- Можливість адресації кількох датчиків на одній шині
- Заводське калібрування та вбудована нелінійна корекція, додаткові

налаштування не потрібні

- Широкий діапазон вимірювання температури ($-55 \dots +125$ °C)
- Висока швидкість (час перетворення від 0,5 до 2 с)
- захист від агресивного середовища

Технічні характеристики датчика наведені в таблиці 4.3:

Таблиця 4.3

Точність	$\pm 0,5$ °C
Час перетворення	1 стор
Кількість бітів	9 біт
Інтерфейс	2 Вт (I2C)
Будова тіла	DIP8(SO8)

Температурний датчик слід встановлювати так, щоб на нього не потрапляли прямі сонячні промені, а також вода під час поливу, при цьому намагайтеся максимально скоротити відстань від приладу.

3.3 Вибір датчика вологості

В якості датчика вологості був обраний НІН 4000-003. При використанні мікроелектронної техніки забезпечується широкий діапазон вимірювань, висока надійність і низька вартість. Це дозволяє виготовляти контейнери планарного типу тонкоплівковим методом. Завдяки цьому ми маємо можливість реалізувати в кристалі спеціальну інтегровану схему обробки сигналу аж до мініатюрних розмірів чутливого елемента. Технологія і високий вихід відповідних кристалів забезпечують низьку ціну цього виду продукції. Параметри датчика вологості наведені в таблиці 5. Завдяки стандартному діапазону вихідного сигналу (від 1,0 до 4,0 В) можливе підключення безпосередньо до АЦП мікроконтролера. Датчик слід встановлювати так, щоб він був захищений від прямих сонячних променів, щоб запобігти потраплянню на нього крапель під час поливу та зниженню точності вимірювання.

Таблиця 4.4

Параметр	Значення
Діапазон вимірювання, % RH	0...100
Повторюваність, ±% RH	0,5
Напруга живлення, В	4,0...5,8
Струм споживання, мА	0,2
Робоча температура, °С	-40...85
Температура зберігання, °С	-50...125

3.4 Вибір засобів індикації

Ми повинні візуально відобразити поточну температуру в теплиці в обраний режим роботи в системі. Для цього будемо використовувати семисегментні індикатори та світлодіодну лінію.

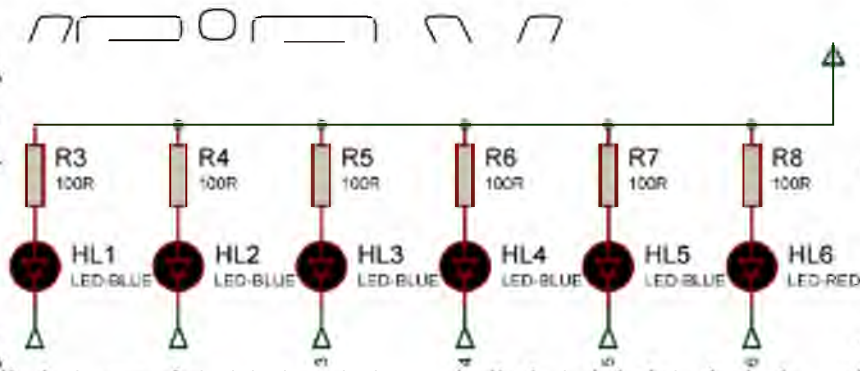


Рисунок 4.5 – Дисплейний блок (світлодіодна лінія)

HL1-HL5 – індикатори режимів роботи системи.

HL6 – індикатор включення/виключення системи.

HG1, HG2 – індикатор температури.

HG3, HG4 – індикатор вологості.



Рисунок 4.6 – Блок дисплея (семисегментний дисплей)

3.5 Вибір клавіш управління системою

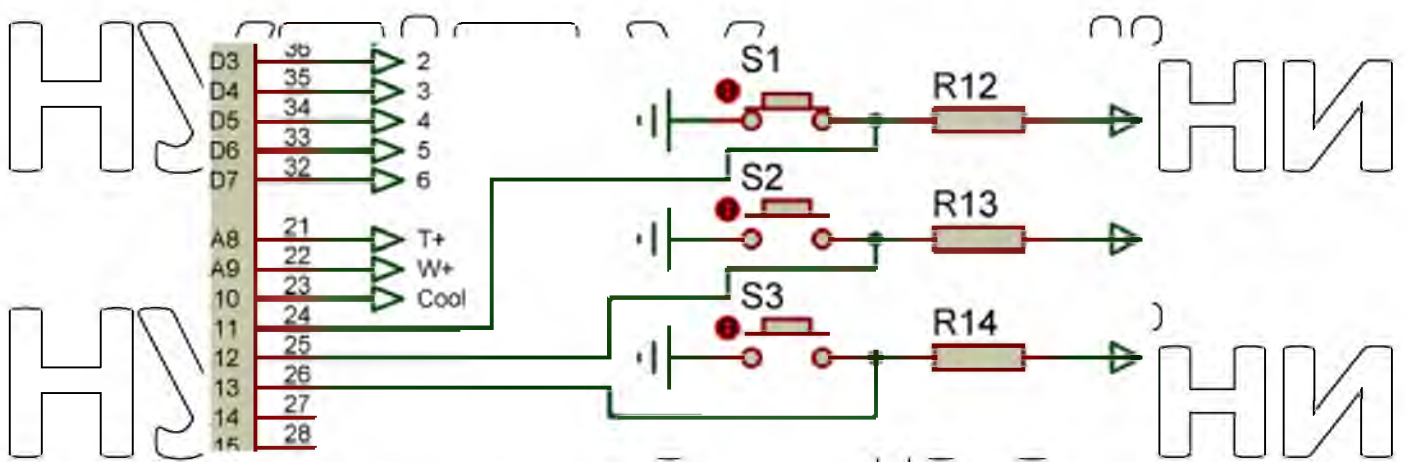


Рисунок 3.5 – Дискретні кнопки

S1 - кнопка ввічлення/виключення системи.

S2 – кнопка вибору режиму роботи (при натисканні цієї кнопки робочий режим переходить до наступного по черзі)

S3 – кнопка вибору режиму робота (При натисканні цієї кнопки робочий режим послідовно перемикається на попередній)

3.6 Вибір виконавчих пристроїв

У системі мікропроцесор повинен керувати охолодженням, зрошенням і обігрівом теплиці. Ми будемо використовувати його для охолодження та поливу Двигуни (ENC1, ENC2) і лампа обігрівача (L1) для обігріву.

В якості основних елементів виберемо транзистори (VT1, VT2, VT3), які

передають напругу на відповідне електромагнітне реле. Для запобігання самоіндукції електромагнітного реле використовуємо діоди (VD1, VD2, VD3). Ми використовуємо електромагнітне реле (RL1, RL2, RL3) для замикання або розмикання електричного кола.

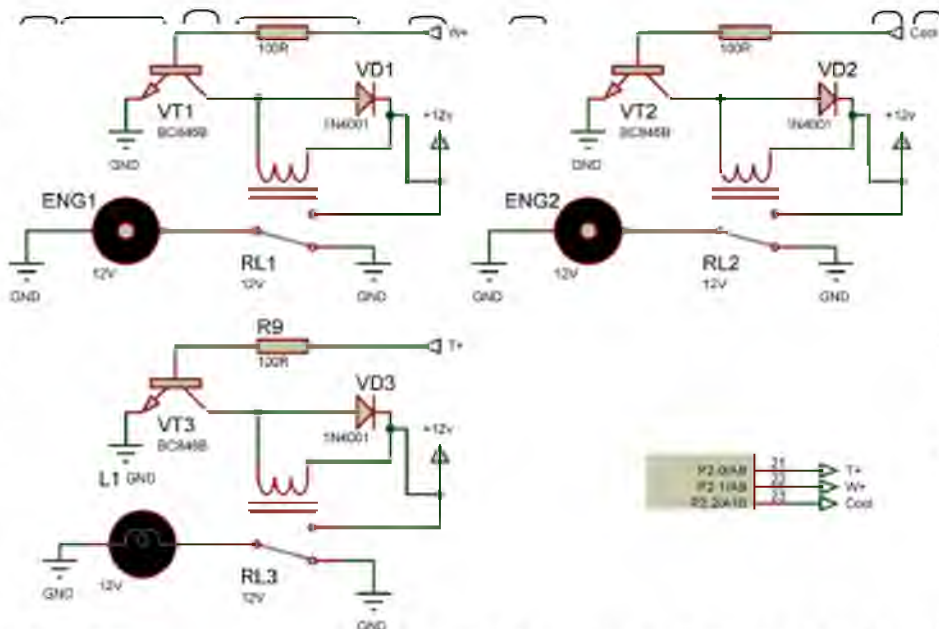


Рисунок 4.6 – Схема підключення виконавчих пристроїв

Розробка алгоритмів роботи програми

1. Після натискання кнопки S1 пристрій включається. HL6 увімкнено.
2. Перевірені датчини температури та вологості.
3. Інформація про температуру і вологість навколишнього середовища відображається в індикаторах температури (HL1, HL2) і вологості (HL3, HL4).
4. Якщо натиснути кнопку S2, буде обрано наступний режим роботи (режим 1 за замовчуванням).
5. Якщо натиснути кнопку S3, буде обрано попередній режим.
6. Залежно від обраного режиму з власними параметрами температури або вологості, запускається обігрів, полив або охолодження, яке за необхідності коригує ці параметри (якщо температура занадто висока, включається охолодження, навпаки, обігрів, якщо недостатня вологість повітря, включений

автополив).

7. У процесі налаштування цих параметрів температура і вологість постійно зчитуються з датчиків і надсилаються сигнали (якщо температура або вологість достатні, обігрів, охолодження або полив відключається)

8. Якщо натиснути кнопку S1, система вимкнеться.

НУБІП Україна

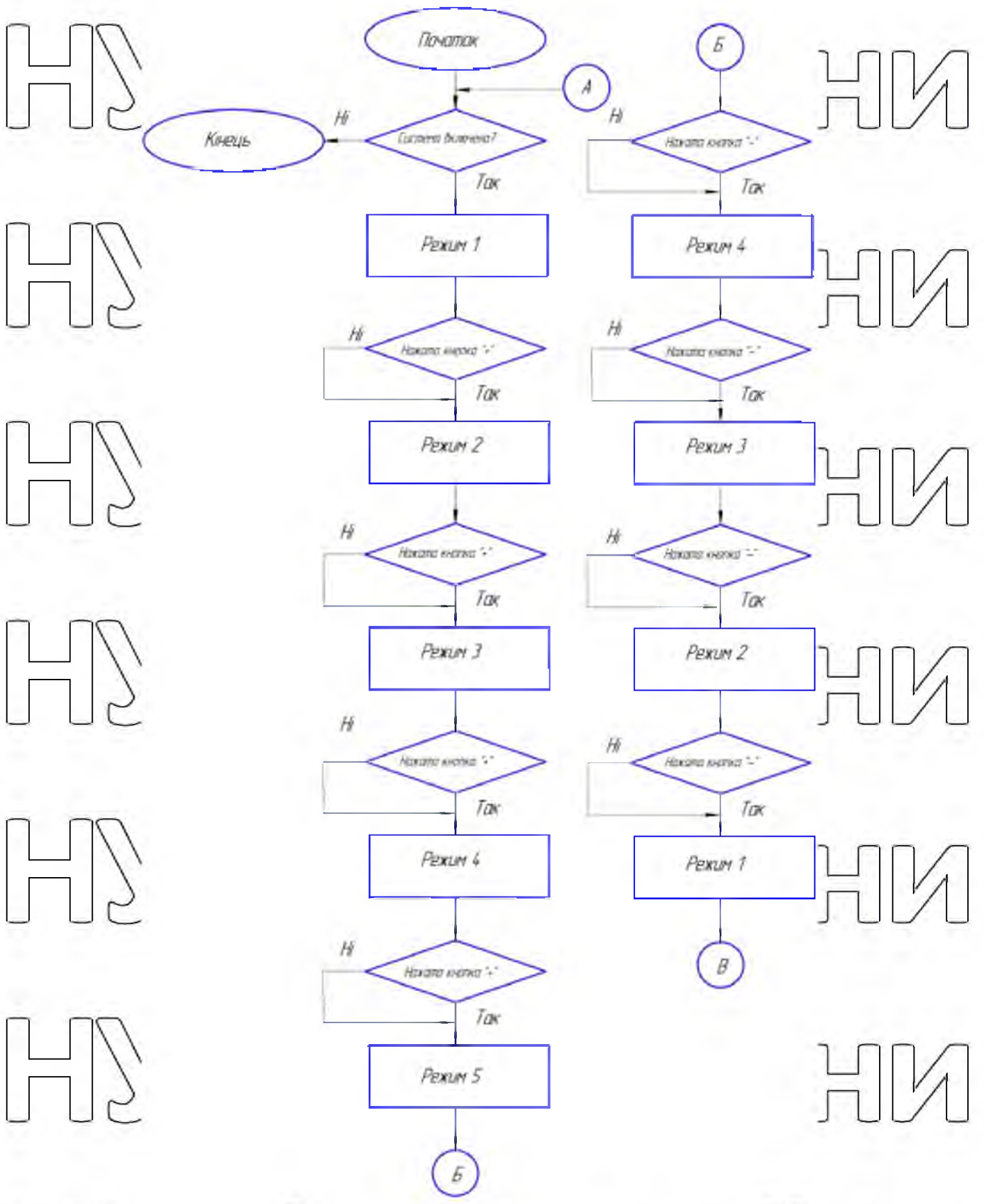
НУБІП Україна

НУБІП Україна

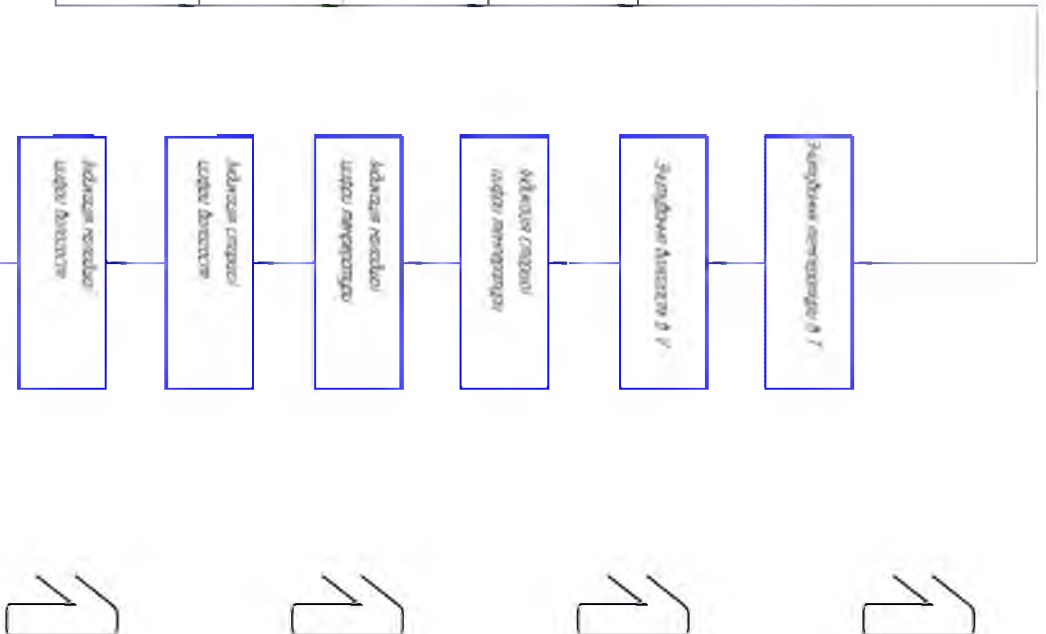
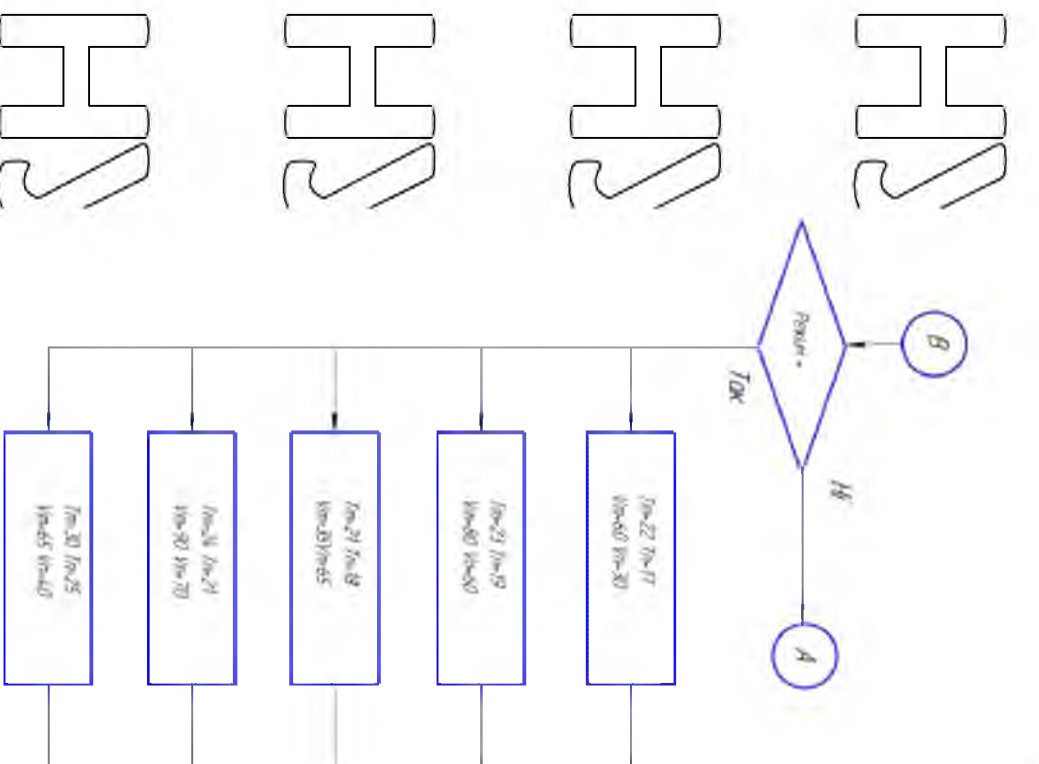
НУБІП Україна

НУБІП Україна

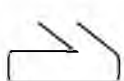
НУБІП Україна



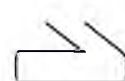
НУБІП України



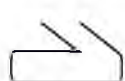
НЗ



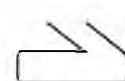
НЗ



НЗ



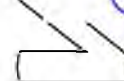
НЗ



НЗ



НЗ

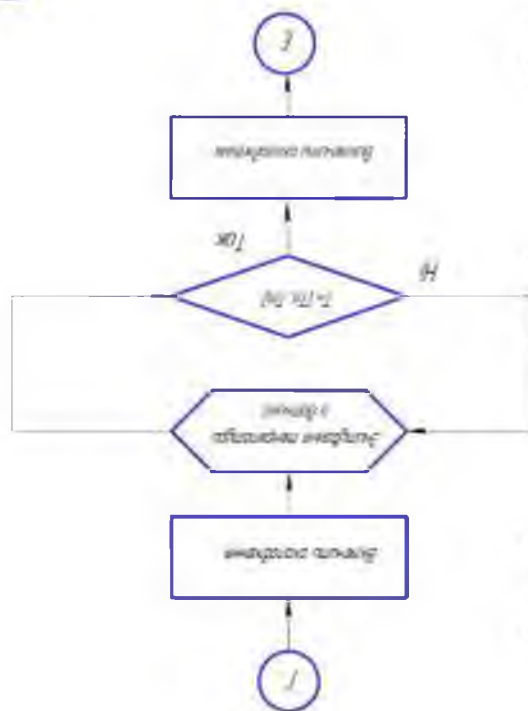
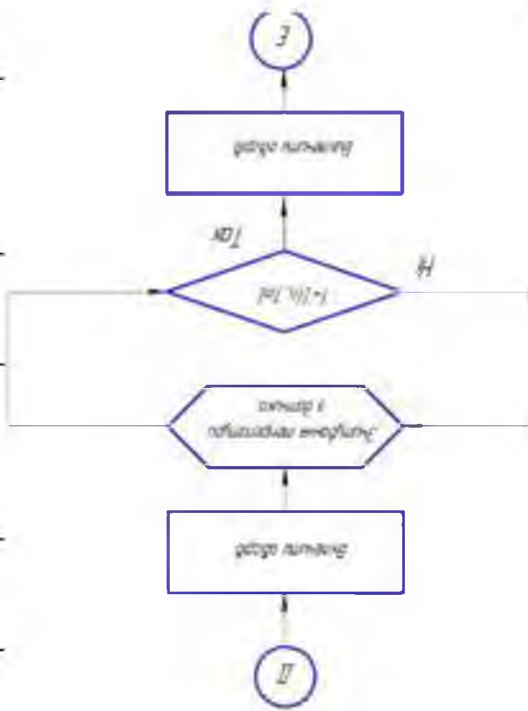
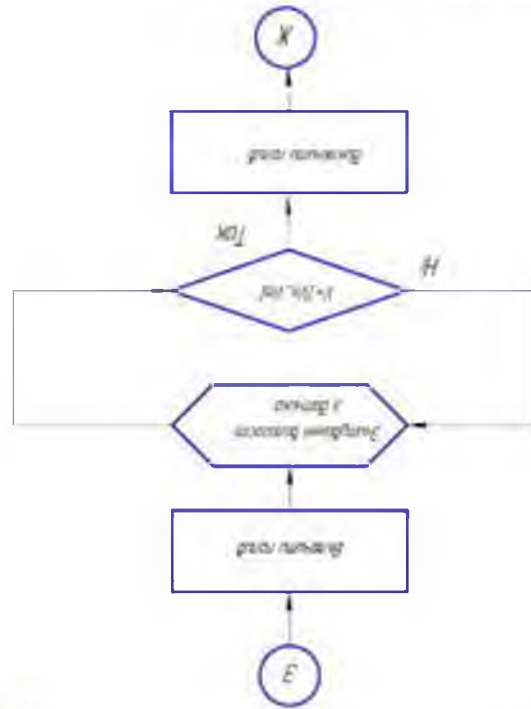


НУБІП Україна

НУБІЛ УКРАЇНИ

НУБІЛ УКРАЇНИ

Рисунок – Алгоритм програми



РОЗДІЛ 4

МАГНІТНА ОБРОБКА ВОДИ ВОДА В ТЕПЛІ

4.1 Аналіз літературних джерел з магнітної обробки водних розчинів

Одним із напрямків інтенсифікації вирощування овочів у теплицях є магнітне очищення води та розчинів мінеральних добрив.

Визначено, що на зміну властивостей води при магнітній обробці впливають магнітна індукція, яка повинна бути в межах 0,07-0,2Тл, швидкість руху розчину (0,5-2,5 м/с) і кількість перемагнічувань. (3-8), склад водної системи та градієнт напруженості поля.

Наразі отримано експериментальне підтвердження позитивного впливу магнітної обробки води на ріст і розвиток рослин. Так, за даними ВІЕЦ, урожайність томатів підвищується на 10-22%. Болгарські дослідники виявили, що кількість мінеральних солей, а також вітаміну С, цукру і сухих речовин у плодах збільшується на 10%.

Підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин при магнітній обробці можна пов'язати з такими чинниками: підвищенням розчинності мінеральних добрив рослинами та покращенням їх використання, дегазацією поливної води та насиченням її киснем, підвищенням проникності біологічних мембран (що призводить до поліпшення споживання їжі).

В даний час немає рекомендацій щодо оптимальних режимів магнітної обробки поливної води, хоча вона успішно використовується при вирощуванні сільськогосподарських культур. Тому були проведені експериментальні дослідження зміни її фізико-хімічних показників при магнітній обробці води.

4.2 Методика оцінки ефекту магнітної обробки поливної води

Вивчення зміни фізико-хімічних властивостей води при магнітній обробці показало, що для демонстрації ефекту магнітної обробки можна використовувати оптичні, кристалохімічні, коагуляційні, електрохімічні, хімічні та магнітометричні методи дослідження.

Проведені дослідження показали, що для цього доцільніше використовувати потенціометричні методи вимірювання. Первинні вимірювальні перетворювачі мають електричний вихідний сигнал, який забезпечує безперервні вимірювання та не піддається дії електричних або магнітних полів, які можуть спричинити зміни у властивостях розчину зразка.

Зміни рН і окисно-відновного потенціалу при магнітній обробці водних розчинів значно перевищують похибку їх вимірювання. Зміна рН становить 0,1 - 0,3 одиниці. Водночас рН-метри мають перевагу, оскільки рН є інтегральною величиною, що характеризує розчин у цілому, а електроди для вимірювання

ОВП можуть мати значний дрейф потенціалу і час його встановлення може досягати 15-20 хв.

Значення окисно-відновного потенціалу або рН вимірюється до і після пристрою магнітної обробки і на основі різниці робиться висновок про ефективність обробки. Оптимальним є режим, при якому окисно-відновний потенціал або рН є найбільшим порівняно з необробленим рідким зразком.

4.3 Теоретичні дослідження зміни параметрів зрощувальної води при магнітній обробці

Магнітна обробка водних розчинів впливає на кінетику хімічних реакцій, тобто на їх швидкість.

Для кожної хімічної реакції зміна концентрації продуктів реакції:

$$dC_i = \omega dt \quad (4.1)$$

де S_i – концентрація речовини;

ω – швидкість хімічної реакції;

t – час.

Швидкість хімічної реакції:

$$\omega = k \prod_{i=1}^{\alpha} C_i^{|\nu_i|} \quad (4.2)$$

де k – коефіцієнт швидкості;

у i – стехіометричні коефіцієнти реакції.

При обробці розчинів в магнітному полі концентрація середовища мало змінюється, тому зміна концентрації продуктів реакції прямо пропорційна коефіцієнту швидкості.

рівняння Вант-Гоффа-Арреніуса

$$k = k_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right), \quad (4.3)$$

де k_0 – передекспоненціальний множник;

E_a – енергія активації;

R – універсальний газовий стіл;

T – температура.

Або

$$\lg k = \lg k_0 - 2,3 \frac{E_a}{RT}, \quad (4.4)$$

Відповідно до теорії зіткнення k_0 характеризує сприятливу для реакції просторову орієнтацію взаємодії між активними молекулами і визначається таким чином [31]

$$k_0 = Z e^{\frac{S_a}{R}}, \quad (4.5)$$

де Z – коефіцієнт пропорційності;

S_a – ентропія активації.

Відповідно до теорії перехідного стану [31]

$$k_0 = \frac{kT}{h} e^{\frac{\Delta S^\ddagger}{R}}, \quad (4.6)$$

де ΔS^\ddagger – стандартна ентропія активації,

k – постійна Больцмана;

h – постійна Планка.

Тоді рН розчину дорівнює:

$$pH = -\lg a_{H^+} = -\lg fC_{H^+}, \quad (4.7)$$

де a_{H^+} – активність іонів водню;

f – коефіцієнт активності.

Оскільки зміна концентрації іонів водню Sn^+ , що утворюються під час магнітної обробки розчину, пропорційна коефіцієнту швидкості реакції, то значення рН пропорційне десятковому логарифму коефіцієнта швидкості:

$$\Delta pH = A_0 \lg k, \quad (4,8)$$

де A_0 – коефіцієнт.

Відповідно до (4.3.), (4.4), (4.5) зміна значення рН розчину при постійній температурі:

$$\Delta pH = A_0 \Delta E, \quad (4,9)$$

де ΔE - зміна енергії взаємодії.

Аналогічно для окисно-відновних потенціалів:

$$\Delta E = A_2 \Delta E_0, \quad (4,10)$$

При обробці водних розчинів в магнітному полі сила Лоренца впливає на

іони:

$$E = qBu \cdot \sin \alpha, \quad (4,11)$$

де q заряд іона;

B – магнітна індукція;

u - швидкість руху іонів;

α – кут між напрямком поля та рухом іона.

Сила Лоренца – це відцентрова сила, яка лише змінює напрямок руху, не змінюючи кінетичної енергії та модуля іона. Коли вектор швидкості перпендикулярний вектору магнітної індукції, іон рухається по колу радіусом:

$$r = \frac{mu}{qB}, \quad (4,12)$$

де m – маса іона, з якої:

$$u = \frac{qBr}{m}, \quad (4,13)$$

Гідратація іонів впливає на їх поведінку в розчині, швидкість руху, умови конвергенції та адсорбції на границях фазового розподілу. Коли іони проходять

через магнітне поле, їх гідратні оболонки деформуються, сприяючи взаємодії іонів [33].

Експериментальні дані, отримані при визначенні констант швидкості реакції, показують, що хімічні результати зіткнень залежать від кінетичної енергії відносного руху вздовж центральної лінії, тобто. визначається не більше ніж кінетична енергія відносного руху. нормальна складова швидкості та тангенціальна складова під час активації не є суттєвими [32]:

$$E = \frac{\mu u_n^2}{2}, \quad (4,14)$$

де μ – повна маса частинок

Під час магнітної обробки водних розчинів нормальна складова швидкості змінюється за рахунок сили Лоренца:

$$u_{n2} = u_{n1} + \Delta u_n, \quad (4,15)$$

де u_{n2} - нормальна складова швидкості під дією магнітного поля,

u_{n1} - швидкість руху іонів у розчині,

Δu_n - його зростання

З (4.13) збільшення нормальної складової швидкості виглядає наступним чином:

$$\Delta u_n = A_3 B, \quad (4,16)$$

Коефіцієнт A_3 визначається типом іонів, присутніх у розчині, і кількістю змін, оскільки зміна змінює орієнтацію іонів.

Зміна кінетичної енергії відносного руху вздовж центральної лінії під час магнітної обробки:

$$\Delta E = \frac{\mu u_{n2}^2}{2} - \frac{\mu u_n^2}{2}, \quad (4,17)$$

або

$$\Delta E = \frac{\mu}{2} (\Delta u_n^2 + 2u_{n1} \Delta u_n), \quad (4,18)$$

Дано (4.16):

$$\Delta E = \frac{\mu}{2} (A_3^2 B^2 + 2A_3 u_{n1} B), \quad (4,19)$$

Потім зміна розміру рН при постійній швидкості руху розчину:

$$\Delta pH = a_1 B^2 + a_2 B, \quad (4,20)$$

де a_1, a_2 – коефіцієнти.

Зміна ОВП розчину при постійній швидкості руху:

$$\Delta E = a_1 B^2 + a_2 B, \quad (4,21)$$

Значення коефіцієнтів залежать від того, які іони присутні в розчині (яка їх маса, заряд, швидкість), а також від числа перемагнічувань і градієнта магнітного поля. Їх значення можна визначити тільки експериментально при наведених способах магнітної обробки розчину.

4.4 Експериментальні дослідження зміни параметрів поливної води при магнітній обробці

Експериментальні дослідження проводились в експериментальній установці. Пробірку з досліджуванним розчином помістили в повітряний зазор індуктора. Магнітна індукція контролювалася напрутою, прикладеною до індукторів, а також зміною індуктивностей, числа перемагнічувань і градієнта поля. Температуру водних розчинів підтримували на постійному рівні $+20\text{ }^\circ\text{C}$, а швидкість руху через апарат магнітної обробки становила 1 м/с , що відповідає їх значенням при вирощуванні рослин у теплицях. Магнітну індукцію вимірювали тесламетром, а рН і ОВП розчинів – іонометром I-160М. Ефект від магнітної обробки оцінювали за різницею показань приладу при вимірюванні цих значень до і після оцінки магнітної обробки.

Експерименти проводили в трьох повторях. Зміна визначається за формулою:

$$S_u^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{uj} - \bar{y}_u)^2}{m-1}, \quad (4,22)$$

де y_{uj} – вимірне значення величини в досліді з номером j ;

\bar{y}_u – його середнє значення;

m – кількість паралельних спостережень.

Відтворюваність дослідів перевіряють за критеріями Кокрена:

$$G = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2}, \quad (4,23)$$

де $S_{u \max}^2$ - максимальний розкид;

$\sum_{u=1}^N S_u^2$ - сума всіх різниць.

Оскільки критерій розрахунку (див. Додаток А) менше критичного значення 0,6898, досліди повторюють з імовірністю 95%.

Залежно від ОВП і за характеристиками магнітного поля аналітично визначали рН та за експериментальними даними методом найменших квадратів визначали коефіцієнти в отриманих залежностях.

Адекватність математичних моделей перевіряється за критерієм Фішера:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S^2}, \quad (4,24)$$

де S_{ad}^2 - розпад достатності;
 S^2 - середня варіація досвіду.

Адекватна різниця визначається за формулою:

$$S_{ad}^2 = \frac{m}{N-l} * \sum (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2, \quad (4,25)$$

Де \hat{y}_u - розрахункове значення початкової величини за отриманим рівнянням;

N - кількість експериментальних точок;

l – кількість значущих коефіцієнтів.

Середню різницю для експерименту визначали за формулою:

$$S^2 = \frac{\sum_{u=1}^N S_u^2}{N}, \quad (4,26)$$

Коли $F < F_{kr}$, де F_{kr} — табличне значення для критерію Фішера на рівні значущості 5%, приймається припущення про адекватність математичної моделі.

Оптимальні значення магнітної індукції визначаються як рішення рівняння:

НУБІП України

де B — магнітна індукція.

$$\frac{dy}{dB} = 0, \quad (4,27)$$

Зміна рН води при магнітній обробці з кількістю перемагнічувань 1; 3 і 5 показано на рисунку 4.1, а ОВП показано на малюнку 4.2. Збільшення магнітної індукції до її оптимального значення спричиняє підвищення рН води та зниження ОВП. Подальше збільшення магнітної індукції викликає зниження рН і підвищення ОВП. Оптимальне значення магнітної індукції залежить від джерела води і становить для Одеської області 100..110 мТл.

Ефект від магнітної обробки зростає зі збільшенням числа перемагнічувань. Виявилось, що оптимальним є потрібне перемагнічування, оскільки подальше його збільшення трохи підсилює ефект магнітної обробки, але при цьому збільшує розмір застосовуваної установки.

Збільшення відстані між котушками індуктивності, тобто зменшення градієнта магнітного поля, послаблює ефект магнітної обробки, що слід враховувати при конструюванні магнітних пристроїв.

Експериментальні дослідження зміни ОВП і рН у воді довели правильність отриманих теоретичних залежностей (4.20), (4.21) і дозволили визначити коефіцієнти, значення методом найменших квадратів [35]. вони наведені у відповідній таблиці 4.1. та 4.2. Оскільки розрахункове значення критерію Фішера (див. Додаток А) менше критерію 3,71, то отримані математичні моделі є адекватними з імовірністю 95%.

Оптимальне значення магнітної індукції отримуємо як розв'язок рівняння:

$$\frac{d\rho H}{dB} = 2a_1 + a_2 = 0, \quad (4,28)$$

де

$$B_{opt} = -\frac{a_2}{2a_1}, \quad (4,29)$$

Оптимальні значення магнітної індукції і максимальна зміна рН і ОВП води при магнітній обробці наведені в таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1

Значення коефіцієнтів a_1 , a_2 та оптимальної магнітної індукції при магнітній обробці води

Предмет, що вивчається	Кількість перемагнічувань	Коефіцієнти		Оптимальна індукція, мТл	Максимальна зміна рН
		A_1 , однорідний рН/Тл	A_2 , однорідний рН/Т		
вода	1	-15	3,12	104	0,16
	3	-18,2	3,67		0,18
	5	-18,4	3,76		0,19

Таблиця 4.2

Значення коефіцієнтів a_1 , a_2 та оптимальна магнітна індукція при магнітній обробці води

Предмет, що вивчається	Кількість розворотів	Коефіцієнти		Оптимальна індукція, мТл	Максимальна зміна ОВП
		a_1 , одиниці рН/Тл ²	a_2 , однорідний рН/Т		
вода	1	781	-170	104	-9
	2	1028	-215		-11
	3	1197	-248,2		- тринадцять

Вивчаючи зміни ефекту магнітної обробки з часом, значення рН обробленої води вимірювали в магнітному полі протягом трьох годин. З часом ефект магнітної обробки зменшується за експоненціальним законом (рис. 4.3). Для досліджуваної води ця залежність має вигляд:

$$pH = 7.21e^{-0.0085t}, \quad (4,30)$$

де t – час, с.

Вплив магнітних полів на водні розчини не постійний, оскільки властивості води змінюються з роками.

Дослідження зміни параметрів води та розчинів мінеральних добрив при магнітній обробці дозволило визначити оптимальні режими магнітної обробки: магнітна індукція 100 мТл з триразовим перемагнічуванням і швидкість руху розчину 0,5–1,0. Дружина.

НУ

НУ

НУ

НУ

НУ

НУ

НУ

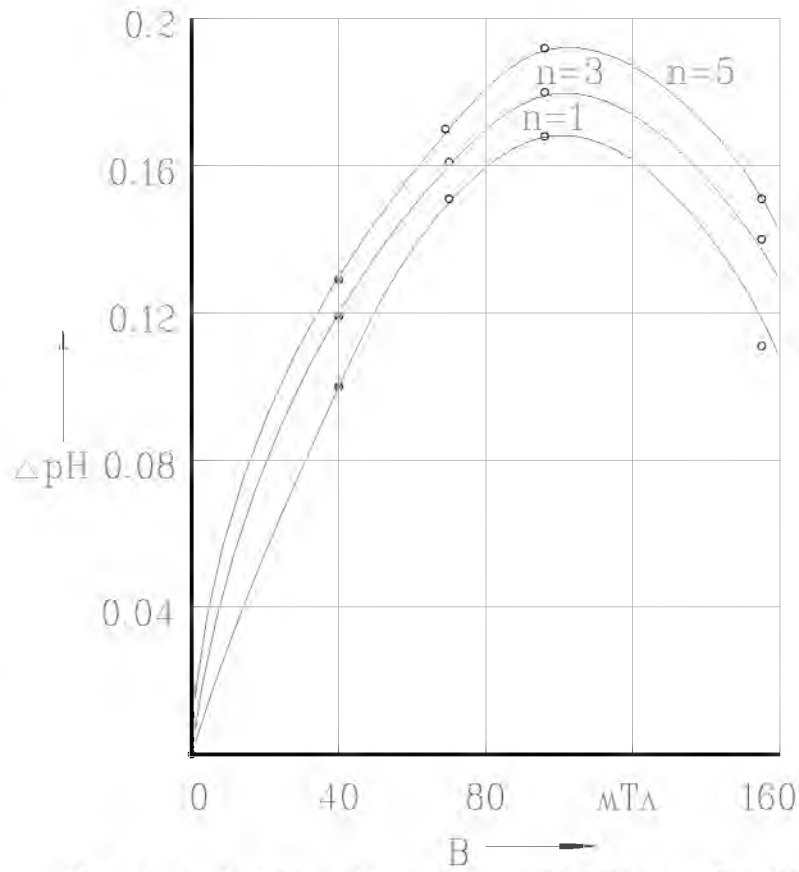


Рис. 4.1. Зміна рН при магнітній обробці води

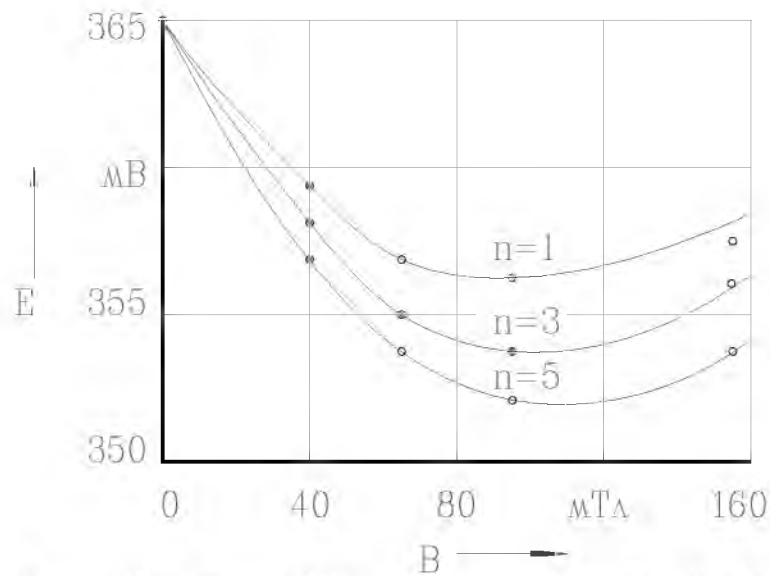
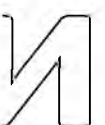
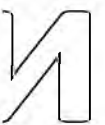
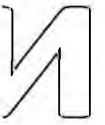


Рис. 4.2. Зміна ОВП при магнітній обробці води



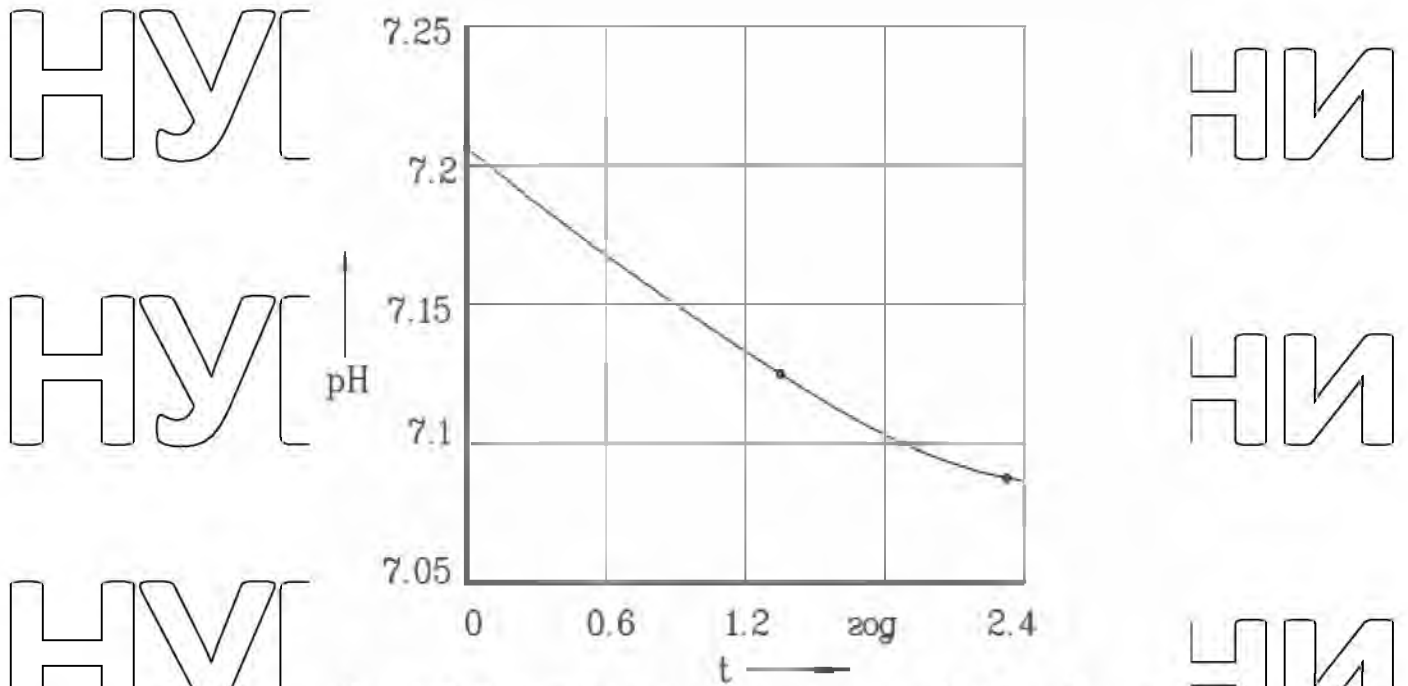


Рис. 4.3. Зміна ефекту магнітної обробки в часі

4.5 Дослідження впливу магнітної обробки поливної води на ріст і

розвиток рослин

Методом польового експерименту досліджено вплив магнітної обробки поливної води на ріст і розвиток рослин [36,37]. Дослиди проводили за схемою:

1 варіант (контроль) – насіння замочували у водопровідній воді та поливали нею рослини, 2 варіант – насіння замочували у магнітоактивованій воді та поливали нею рослини.

Воду для поливу очищали в індукційному магнітному полі 100 мГл з триразовим перемагнічуванням. Дослиди проводили в літній теплиці, обладнаній системою краплинного зрошення.

Дослідні ділянки площею 8 м² розміщували методом нормального повторення.

Підготовка насіння, ґранка ґрунту, внесення мінеральних та органічних добрив, його посів, догляд за рослинами проводились відповідно до агротехнології вирощування їх у закритому ґрунті.

Досліди проводили з гідрованими огірками «Топілок». Протягом вегетаційного періоду фіксували фенологічні фази: прикорінення рослин, сходи, поява третього листка, початок цвітіння, дамба

Дослідження показали, що магнітна обробка поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. Результати біометричних вимірювань огірків представлені в таблиці 4.3. При зрошенні огірків магнітоактивованою водою прискорюється їх ріст, причому збільшення приросту є більш помітним і статистично значущим на початку цвітіння (10,07) і плодоношення (16,07) і становить відповідно 14,75 і 14,75.15,75 см.

Рослини, зрошувані магнітоактивованою водою, мали більшу кількість листя та площу листя, ніж рослини, зрошувані водопровідною водою (Таблиця В1 (Додаток В))

Магнітна обробка поливної води сприяє ранньому цвітінню і плодоношенню (протягом 1-2 днів). Результати дослідження наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.3

Результати біометричних вимірювань огірків

Версія історія	історія	Повторить				Середній сенс див	РізницяΔ, бачити	F критерій	Точність δ, %	NIR05, бачити
		1	2	3	4					
ПЕРЕВІРТИ	18.06	16	15	тринадцять	15	14.75				
	25.06	28	27	22	28	25.25				
	2.07	62	37	58	59	59				
	9.07	88	80	78	50	84				
	16.07	132	117	118	130	124,25				
магніто	18.06	17	16	тринадцять	17	15.75	1	6	1.9	1.3
є активним водою	25.06	30	31	22	36	29.75	3.5	4.2	4.3	5.4
	2.07	70	71	59	75	68.75	9.75	8.33	3.7	10.9
	9.07	97	102	88	108	98.75	14.75	22	2.4	10
	16.07	147	138	132	143	140	15.75	76.8	0.96	5.72

Таблиця 4.4

Динаміка цвітіння огірків

історія	Контрольний вибір, квітка	Експериментальний варіант, квітка
	Повторить	

	1	2	3	4	Середній	1	2	3	4	Середній
7.07	4	-	3	6	3	3	-	3	7	4
8.07	6	-	3	7	4	6	-	3	10	5
12.07	16	5	8	18	12	20	6	8	21	14
13.07	17	8	14	18	14	25	8	14	30	19

При магнітній обробці поливної води маса рослин також була більшою (табл. 4.5). На початку періоду плодоношення він 8,8 г Коли NIR05 дорівнює 1,86 г.

Урожайність овочевих рослин підвищує магнітна обробка поливної води. За сучасних технологій вирощування урожайність огірка склала 27,1 кг/м² (табл. 4.6), а при магнітній обробці поливної води - 31,1 кг/м², тобто збільшився на 14,7%.

Такі ж результати були отримані при зрошенні томатів магнітоактивованою водою [26].

Таблиця 4.5

Маса рослини на початку періоду плодоношення

Версія	Повторіть				Середній значення, Місгер.	Різниця Δ, г	F критерій	Точність δ, %	NIR05, Місгер.
	1	2	3	4					
ПЕРЕВІРИТ И	38.2	25.5	34.2	39	35	8.8	93	1.05	1.86
Пілот	46	40	42	47	43.6				

Таблиця 4.6

Продуктивність огірків

Версія	Повторіть				Середній значення, кг/м ²	Різниця Δ, кг/м ²	F критерій	Точність δ, %	NIR05, кг/м ²
	1	2	3	4					
ПЕРЕВІРИТ ИV	27.2	26.2	26.5	28.5	27.1	4	1436	0.25	0.33
Пілот	31.2	29.9	30.7	32.5	31.1				

Таким чином, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що магнітна обробка поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. При цьому спостерігається раннє цвітіння і плодоношення, збільшується біомаса рослин і підвищується продуктивність овочевих рослин.

4.6 Приготування пристрою для магнітного очищення поливної води в

теплицях

На підставі проведених досліджень зміни параметрів води та розчинів мінеральних добрив при магнітній обробці встановлено, що магнітна індукція змінить триразове перемагнічування та швидкість руху розчину з 0,5 до 0,04- 0,2 Т. -1, 0 м/с.

Пристрій для магнітного очищення водних розчинів теплиць з електромагнітами (рис. 4.4) складається з трьох котушок індуктивності з котушкою намагнічування в магнітопроводі. У повітряний простір між кінцями

стовпа поміщається пластикова трубка, діаметр якої відповідає діаметру трубки «Аквадроп». Застосовувані концентратори магнітного поля зменшують потік розсіювання.

Магнітне поле створює індуктор, який змушує потік води або розчину проходити через силові лінії. Силові лінії магнітного поля спрямовані перпендикулярно до течії розчину. Величина магнітної індукції змінюється зміною постійної напруги, що подається на індуктивну котушку, в межах 0...36В.

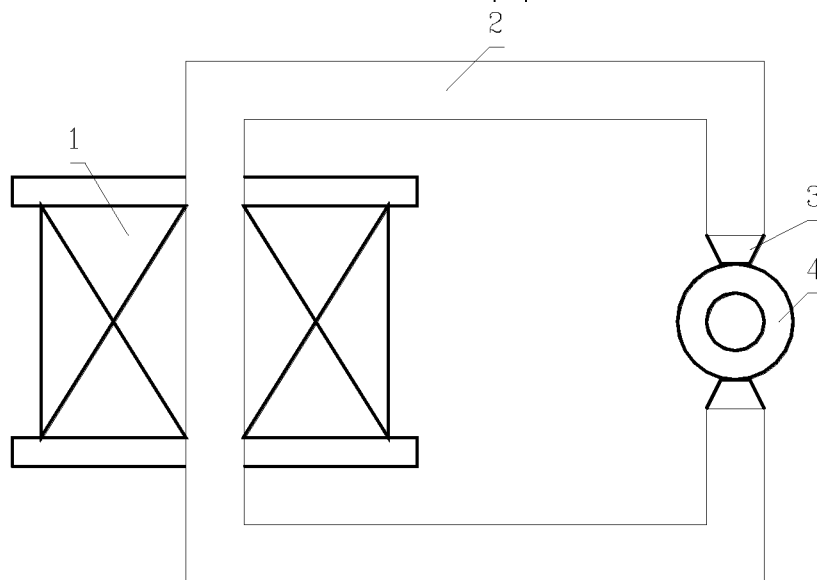


Рис. 4.4 Схема пристрою для магнітної обробки водних розчинів:

1 - котушка індуктора; 2 - магнітопровід; 3 - Площа;
4 - трубка з розчином

При цьому магнітна індукція регулюється від 0 до 200 мТл. Котушки індукторів розмикаються у зворотному напрямку, даючи потрібне перемагнічування розчину.

Розраховано пристрій для магнітного очищення водних розчинів.

Магнітний потік визначається виходячи з необхідної магнітної індукції в робочій зоні

$$\Phi = B \cdot S, (4.31)$$

де B – магнітна індукція в резонаторі, Тл;

S – площа поперечного перерізу магнітного потоку, м².

$$\Phi = 0,11 \cdot 0,18^2 = 0,00356 \text{ і т. д.}$$

Магнітний опір повітряного зазору:

$$R_p = \delta / (\mu \cdot S), (4.32)$$

де δ , S – довжина і площа порожнини;

μ – магнітна проникність для повітря,

$$R_p = 0,18 / (4 \cdot \pi \cdot 0,0000001 \cdot 0,18 \cdot 0,4) = 2000000 \text{ 1/Hn.}$$

Магнітний опір для феромагнітної секції:

$$R_s = l / (\mu_{кс} \cdot c), (4.33)$$

де l і S – довжина і площа поперечного перерізу магнітопроводу;

$\mu_{кс}$ – магнітна проникність сталі при відповідній індукції Гс/м .

$$R_s = 0,48 / (0,059 \cdot 0,15 \cdot 0,4) = 113 \text{ (1/Hn).}$$

Тоді загальний опір: $R = R_p + R_s$ (4,34)

$$R = 2000000 + 113 = 2000113 \text{ (1/Hn).}$$

Магніторушійна сила електромагнітної котушки:

$$F = \Phi \cdot R \cdot K_z, (4.35)$$

де K_z – коефіцієнт резервування; $K_z = 1,2$.

$$F = 0,00356 \cdot 2000113 \cdot 1,2 = 8550 \text{ А.}$$

Перетин дроту обмотки визначається за формулою:

$$S_p = (I_p \cdot \rho) / U, (4.36)$$

де I_p – середня довжина обмотки дроту, м;

ρ – питомий електричний опір матеріалу дроту (мідь), Ом·м;

$$S_{\text{п}} = \frac{(8,55 \cdot 10^3 \cdot 0,28 \cdot 17,2 \cdot 10^{-9})}{24}$$
$$S_{\text{п}} = 1,716 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

U – номінальна напруга, В; $U=24\text{В}$.

Кількість витків котушки визначається за формулою:

$$W = F / I_{\text{доп}}, \quad (4,37)$$

де $I_{\text{доп}}$ – допустиме значення струму, А; $I_{\text{доп}} = 8,2 \text{ А}$.

$W=8550/8,2=1043$ обертів.

Число витків в ряду магнітних котушок:

$$W_{\text{р}} = b / (k_{\text{п}} \cdot d_{\text{р}}), \quad (4,38)$$

де b – конструктивний розмір прокатної рами;

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт нерівномірності складання;

$d_{\text{р}}$ – діаметр дроту обмотки з ізоляцією.

$W_{\text{р}} = 130 / (1,1 \cdot 1,57) = 75$ обертів.

Кількість шарів обмотувального дроту визначається за формулою:

$$n = W / (k_{\text{п}} \cdot W_{\text{р}}), \quad (4,39)$$

$n = 1043 / (1,1 \cdot 75) = 13$ разів.

4.7 Обстеження пристрою для магнітного очищення поливної води в теплицях

фіг. 4.5 показано залежність магнітної індукції в повітряному проміжку від індукційного струму. Першу частину цієї кривої можна вважати прямою:

$$B = 0,137 \cdot I + 0,07, \quad (4,40)$$

При подальшому збільшенні струму ця залежність стає нелінійною через насичення магнітної системи.

$$B = 0,138 \cdot I^{0,89} \quad (4,41)$$

фіг. 4.6 показано зміну магнітної індукції вздовж осі трубки для магнітної обробки водних розчинів. Як видно з представленої залежності, магнітна індукція досягає найбільшого значення в місці установки кінців полюсів. При русі від одного індуктора до іншого вздовж осі трубки індукція зменшується,

наближається до нуля в середині індукції, а потім починає зростати, змінюючи свій знак.

НУБІП УКРАЇНИ

НУЕ

НУЕ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

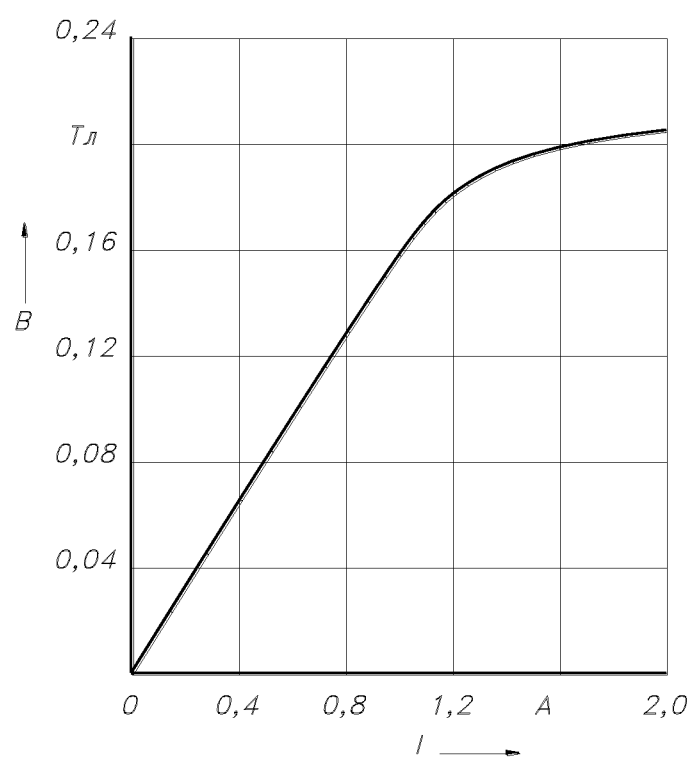


Рисунок 4.5 Залежність магнітної індукції в повітряному проміжку від струму в індукторі

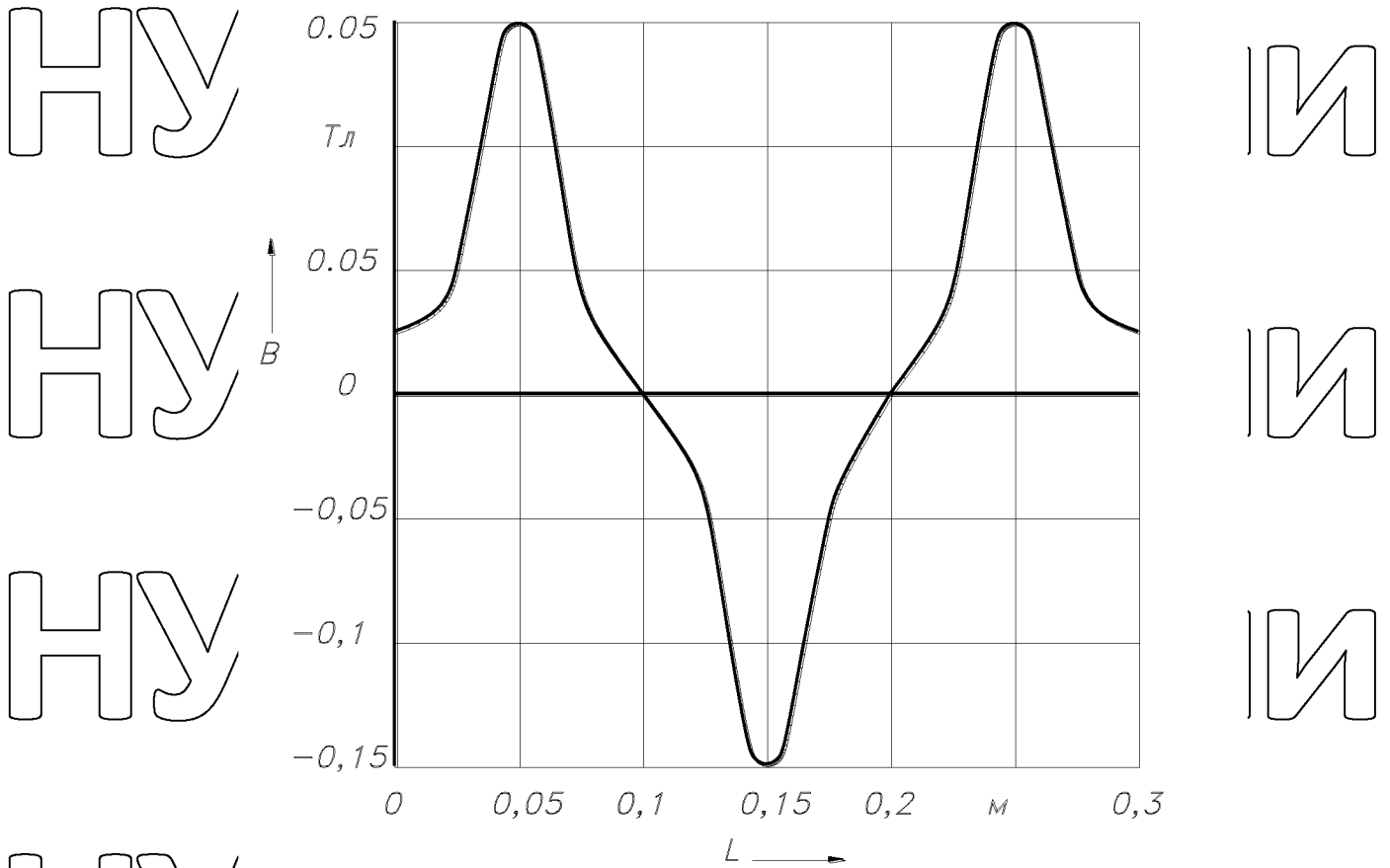


Рисунок 4.6 Зміна магнітної індукції вздовж осі труби

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛИЦЬ

5.1 Визначення електричних навантажень теплиці

Важливе значення має правильне визначення навантажень, оскільки завищення може призвести до перевитрати струмопровідних матеріалів, збільшення вартості будівництва, а заниження – до зниження пропускну здатності мережі або неможливості забезпечити нормальну роботу електроприймачів.

Максимальне навантаження теплиці визначається як сума навантаження теплиці, зовнішнього освітлення, освітлення побутових приміщень, випромінювання.

Таблиця 5.1

Споживачі електроенергії в теплиці

Назви споживачів електроенергії	Потужність, кВт
Електроповітряне опалення теплиць	193,6
Електрособігрів землі: теплиця	198
теплиця	130,6
Енергетичне обладнання: теплиця	10
Блок побутових і допоміжних будівель	183,9
Електрообладнання в теплиці	98,04
Зовнішнє освітлення	2,4
Електроосвітлення блоку побутових та господарських будівель	82,4
ВСЕ	756,88

Розрахункові навантаження на ділянки лінії 0,38 кВ визначено шляхом додавання максимальних навантажень на вводах споживачів з урахуванням коефіцієнта одночасності.

Потужність підстанцій вибирається відповідно до максимального навантаження:

$$S_r = S_{max} \cdot k_0, (5.1)$$

S_{max} – максимальне навантаження споживачів, кВА,

k_0 – коефіцієнт для того ж часу, $k_0 = 1$.

$$S_p = 756,88 \text{ л} = 756,88 \text{ кВА}$$

Для електропостачання теплиці обрано силові трансформатори ТМЗ - 400/10 і дві зовнішні підстанції КТП - 400/10.

5.2 Розрахунок мережі 0,38 кВ

Доступ до теплиці здійснюється по кабелю. Орієнтовна потужність теплиці $P_{\text{тепловий серпанок}} = 99,88 \text{ кВт}$. Визначаємо максимальний струм, який споживає теплиця:

$$I_{\text{max}} = \frac{P_{\text{розр}}}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi} \quad (5.2)$$

де $\cos(\varphi)$ – коефіцієнт потужності, $\cos(\varphi) = 0,96$;

U_n – напруга мережі, $U_n = 0,38 \text{ кВ}$

$$I_{\text{max}} = \frac{99,88}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,96} = 161,45 \text{ А}$$

Через довгостроково допустимий струм вибираю кабель АВВГ (3x95+1x70)_{доп} = 175 А. Умови вибору кабелю:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{роз}} \quad (5.3)$$

$$I_{\text{доп}} = 175 \geq I_{\text{роз}} = 158,075$$

Для зовнішнього освітлення території теплиці планується прокласти повітропроводи на залізобетонних опорах. Зовнішнє освітлення здійснюється лампами СПО-200 з лампочками 200 Вт. Кількість ламп СПО-200 - 12 шт. Для створення рівномірного навантаження фаз силового трансформатора лампи включають на різні фази однієї групи.

Сумарна потужність лампи на одну фазу:

$$P = n \cdot P_l = 4 \cdot 200 = 800 \text{ Вт} \quad (5.4)$$

Струм однієї фази лінії:

$$I = \frac{P}{U_\phi} = 800 / 220 = 3,64 \text{ А} \quad (5.5)$$

Виходячи з мінімального перетину алюмінієвого дроту, необхідного для ВЛ при невеликому навантаженні і 0,38 кВ, для лінії зовнішнього освітлення в теплиці використовуємо провід А-16. Допустима сила струму - 80 А.

Приймаємо кабель АСРБ-101 (3х16) на ввіді ВЛ мережі 10 кВ, що живить ПС 10/0,4 кВ потужністю 400 кВА.

Перетин мережевого кабелю 10 кВ визначається номінальним струмом силового трансформатора:

$$I_{н} = \frac{S_{н}}{\sqrt{3}U_{н}}, \quad (5,6)$$

$S_{н}$ – Номінальна потужність силового трансформатора, кВА;

$U_{н}$ – номінальна напруга живильної мережі, кВ;

$$I_{н} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10} = 23,1 \text{ А}$$

Номінальний постійний струм для кабелю АСРБ-101 (3х16) становить 75 А. Вимоги до вибору кабелю виконуються:

$$I_{доп. каб.} \geq I_{розр.} \quad (5,7)$$

$$I_{доп. каб.} = 75 \text{ А} \geq I_{розр.} = 23,1 \text{ А}$$

Електропостачання внутрішніх будівель, а також зовнішнє освітлення здійснюється на залізобетонних опорах. Сумарна потужність електронриймачів, встановлених у цих приміщеннях, становить $P = 2,7$ кВт, тому споживаний струм цією групою:

$$I = P/U = 2,7/0,22 = 12,2 \text{ А.} \quad (5,8)$$

Приймаємо провід А16 з допустимим силою струму 80 А.

$$I_{доп.} = 80 \text{ А} > I_{розр.} = 12,27 \text{ А}$$

Втрати напруги в кабелі при найбільшому навантаженні на лінію:

$$\Delta U = \frac{S_{\max} l z_0}{10 U^2} \quad (5,9)$$

S_{\max} – максимальна потужність, що проходить через цю ділянку, кВА;

l – довжина маршруту, км;

$z_{година}$ – Опір кабелю на 1 км, Ом/км.

$$z_0 = r_0 \cos \phi + h_0 \sin \phi \quad (5,10)$$

Оскільки індуктивний опір кабелю дуже малий, його ігнорують. Активний опір кабелю визначається за формулою:

$$r_0 = 0,28 \text{ Ом/км}; \quad \cos \phi = 0,75$$

$$z^R = 0,28 \cdot 0,75 = 0,21 \text{ Ом/км.}$$

Потім:

$$\Delta U = \frac{142,5 \cdot 0,017 \cdot 0,21}{10 \cdot 0,38^2} = 0,35 \text{ В.}$$

Відхилення напруги для сільськогосподарських споживачів не повинно перевищувати $\pm 5\%$

Розрахунок допустимих втрат напруги наведено в таблиці 5.2.

$$\Delta X_{\text{рещення}} = \frac{5,380}{100} = 19,5 \text{ В}$$

Таблиця 5.2

Відхилення та падіння напруги у споживачів

Елементи мережі	Втрати напруги, %	
	100% навантаження	25% навантаження
Шини 10 кВ	+5	+5
Лінія 10 кВ	-4	-1
Трансформатор: Постійна заміна 10/0,4 рецептурної надбавки	+5	+5
Втрати	0	0
Лінія 0,38 кВ	-4	-1
Споживач	-7	-2
	-5	+5

5.3 Перевірка обраного обладнання на чутливість і стійкість до струмів короткого замикання

Усі мережі та пристрої повинні бути захищені від струмів короткого замикання. Захисні пристрої повинні бути переведені на чутливість і стійкість до струмів короткого замикання.

Стійкими є пристрої та провідники, що витримують дію цих струмів під час струмів короткого замикання і не піддаються електричним, механічним та іншим деформаціям, що перешкоджають їх подальшій роботі.

Було проведено випробування захисту від однофазного короткого замикання для автоматичного вимикача, який захищає електронагрівальний пристрій у теплиці.

Випробування автоматичних вимикачів з комбінованими роз'єднувачами проводять за таких умов:

$$I_{k3} \geq 3 \cdot I_n \cdot div. \quad (5.11)$$

де I_{k3} – струм однофазного короткого замикання, А;

в розрізі – номінальний струм для роз'єднувача, А.

Струм при однофазному КЗ визначається за формулою:

$$I_{k3} = \frac{U_{\phi}}{Z_{\text{вигляд}}/3 + Z_n}, \quad (5.12)$$

де $Z_{\text{вигляд}}/3$ – загальний опір трансформатора струму короткого замикання корпусу, Ом;

$Z_{\text{сторінки}}$ – опір петлі «фаза-нуль», Ом.

$$Z_{\text{вигляд}}/3 = 26/S_n = 26/400 = 0,065 \text{ Ом}$$

де S_n – номінальна потужність трансформатора, кВА.

Опір петлі «фаза-нуль» визначається за формулою:

$$Z_n = \sqrt{\sum R_f^2 + \sum R_n^2} \quad (5.13)$$

де R_f – активний опір закріплених проводів, Ом;

R_n – активний опір нульового проводу, Ом.

Активний опір проводів:

$$R = (k \cdot \rho \cdot l) / S \quad (5.14)$$

де k – температурний коефіцієнт опору;

ρ – питомий опір алюмінію, $(\text{Ом} \cdot \text{мм}^2) / \text{км}$; $\rho = 3,14 \text{ } (\Omega \cdot \text{мм}^2) / \text{км}$;

S – площа поперечного перерізу струмоведучої жили, мм^2 ;

l – довжина кабельної лінії, км.

$$k = 1 + 0,004 \cdot (t - 20) = 1 + 0,004 \cdot (65 - 20) = 1,18$$

Для кабелю АВВГ (3x95+1x70) довжиною 20м:

$$R_f = (1,18 \cdot 3,14 \cdot 0,02) / 95 = 0,008 \text{ Ом}$$

$$R_n = (1,18 \cdot 3,14 \cdot 0,02) / 70 = 0,011 \text{ Ом}$$

Для кабелю АВВГ (3x95+1x70) довжиною 50м:

$$R_f = (1,18 \cdot 3,14 \cdot 0,05) / 95 = 0,019 \text{ Ом}$$

$$R_n = (1,18 \cdot 3,14 \cdot 0,05) / 70 = 0,026 \text{ Ом}$$

Для проводу АПВ 4 (1x25) довжиною 10 м:

$$R_{\text{л}} = R_{\text{ф}} = (1,18 \cdot 3,14 \cdot 0,01) / 25 = 0,0019 \text{ Ом}$$

Контактний опір дорівнює:

$$R_{\text{дурень}} = 0,008 + 0,011 + 0,019 + 0,026 + 2 \cdot 0,15 + 0,12 = 0,4845 \text{ Ом}$$

Опір петлі «фаза-нуль» дорівнює:

$$R_{\text{дурень}} = \Sigma R_{\text{ОФ}} = 0,015 + 0,02 + 0,025 + 0,03 + 0,003 = 0,12 \text{ Ом (5,15)}$$

Тоді струм однофазного короткого замикання в точці І набуває вигляду:

$$I_{\text{кз1}} = \frac{220}{0,041 \cdot 0,4845} = 418,6 \text{ А}$$

Вимоги до І умови виглядає $\geq 3 \cdot I_{\text{п.АЕ}}$ 2046М-10Р00УЗБ виконується для автоматичного вимикача, тобто спрацьовує захист при однофазному короткому замиканні на клеммах електродвигуна в точці І.

Вибраний автоматичний вимикач також перевіряється на максимальну відключаючу здатність за таких умов:

$$I_{\text{гр}} \geq I_{\text{к.з3}} \quad (5,16)$$

де $I_{\text{гр.вим.}}$ – кінцевий струм автоматичного вимикача;

$I_{\text{виглядає}}$ – струм трифазного короткого замикання, кА,

Струм трифазного короткого замикання визначається за формулою:

$$I_{\text{кз3}} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\text{кз}}} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\Sigma R_{\text{кз}})^2 + (\Sigma X_{\text{кз}})^2}} \quad (5,17)$$

де $U_{\text{л}}$ – лінійна напруга, В;

$\Sigma R_{\text{виглядає}}$ і $\Sigma X_{\text{виглядає}}$ – повний активний опір трифазного кола, Ом.

Загалом:

$$\Sigma R_{\text{к.з}} = R_{\text{т}} + R_{\text{ф}} \quad (5,18)$$

$$\Sigma X_{\text{к.з}} = X_{\text{т}} + X_{\text{ф}} \quad (5,19)$$

де $R_{\text{т}}$ і $X_{\text{т}}$ – активна і реактивна складові повного опору трансформатора при трифазному КЗ, Ом;

Значення $Z_{\text{т}}$, $R_{\text{т}}$, $X_{\text{т}}$ визначаються за формулою:

$$Z_{\text{т}} = (U_{\text{к\%}} \cdot U_{\text{л}}) / S_{\text{н}} \quad (5,20)$$

де $U_{\text{к\%}}$ - напруга короткого замикання трансформатора;

S_n - номінальна потужність трансформатора, кВА.

$$R_t = (\Delta R_k \cdot U) / S_n \quad (5.21)$$

де ΔR_k – втрати трансформатора при короткому замиканні, кВт.

Потім:

$$Z_t = (5,5 \cdot 0,4) / 400 = 0,022 \text{ Ом}$$

$$R_t = (7,6 \cdot 0,4) / 400 = 0,003 \text{ Ом}$$

$$X_t = \sqrt{0,022^2 - 0,003^2} = 0,021 \text{ Ом}$$

$$\sum R_{k3} = 0,008 + 0,019 + 0,15 + 0,003 = 0,1806 \text{ Ом}$$

$$\sum X_{k3} = X_m = 0,022 \text{ Ом}$$

У той же час визначимо струм трифазного короткого замикання:

$$I_{kz3} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,1806^2 + 0,022^2}} = 1269 \text{ А}$$

Максимальний струм трифазного КЗ дорівнює його амплітудному значенню:

$$I_{еврей} = \sqrt{2} \cdot I_{kz3} = \sqrt{2} \cdot 1269 = 1794,6 \text{ А} \quad (5.22)$$

Гранична відключаюча здатність вимикача АЕ-2046М становить $1795 \text{ А} \geq 1269 \text{ А}$. Найбільший струм $2,5 \text{ кА} \geq 1,8 \text{ кА}$. Контрольна умова виконується.

РОЗДІЛ 6

ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

6.1 Порядок монтажу та налагодження електрообладнання

Проекти на електромонтажні роботи виконуються відповідно до погоджених і затверджених «Правил монтажу електрообладнання», а також згідно з діючими правилами техніки безпеки, охорони праці та пожежної безпеки, положення, відомчі інструкції, інструкції з монтажу виробників обладнання.

При наявності технічної документації на об'єктах починаються електромонтажні роботи. Спеціальні види робіт, що потребують спеціальної підготовки персоналу, можуть виконуватися лише уповноваженими особами. Ці особи повинні мати посвідчення на право виконання вказаних робіт та пройти перевірку знань з техніки безпеки.

Електромонтажні роботи проводяться в два етапи. На першому етапі проводяться всі підготовчі та закупівельні роботи. До них відноситься ознайомлення з проектом і опрацювання лінійних графіків і мережевих діаграм, опрацювання технічного завдання на електромонтажні роботи. Розглядає порядок і послідовність монтажу.

На першому етапі вирішуються всі питання організації роботи:

- Перевірка та вивчення проектної документації;
- Обстеження будівель та контроль готовності;
- Підготовка проекту організації монтажних робіт;
- Визначення потреби в робочій силі;
- Складання графіків руху працівників;
- Перевірити комплектність машин, обладнання, контрольної апаратури;
- Розробка заходів безпеки.

Всі підготовчі роботи проводяться за межами монтажної зони.

На другому етапі проводяться найважливіші електромонтажні роботи. Відповідно до передбаченої в проекті монтажної схеми проводять на кабелях

електричні та освітлювальні мережі, розкривають жили проводів і кабелів і підключають їх до затискачів навісних шаф і консолей.

Другий етап завершується пусконаладжувальними роботами, які включають:

- Огляд обладнання, виявлення несправностей, вимірювання опору ізоляції, перевірка вільного ходу рукояток переведення, фазування проводів без подачі напруги в ланцюг;

- Операція відбувається шляхом подачі напруги на схеми управління (перевірка роботи всіх елементів схеми, їх блокування, робота блоків

управління),

- Здійснення керування електропередачами рукоятками при подачі напруги в силові та робочі кола;

- Широке тестування, режим встановлення.

6.2 Функції монтажу електрообладнання в теплиці

При обладнанні теплиць нагрівальними елементами зі спеціального дроту типу ДОШВ на дно траншеї теплиці насипають і забивають пісок шаром 0,4 м.

Дріт укладається безпосередньо на шар піску. На поверхні піщаної подушки, по лінії протягування дроту, встановлюються колонки зі сталевого дроту діаметром 6-8 мм. Пол фіксує положення нитки під час укладання.

Провід натягують з невеликим натягом, щоб вони не торкалися один одного і засипають зверху піском.

Для захисту нагрівальних елементів від механічних пошкоджень використовується бетонна маса. Товщина бетонної шпильки 40-50 мм. Їх розташовують від центру теплиці до торців. На затверділе правило насипається ґрунт товщиною 200-250 мм.

6.3 Експлуатація електрообладнання теплиць

Оскільки теплиці відносяться до категорії спеціальних великих приміщень, робота в них вимагає дотримання правил технічної експлуатації та техніки

безпеки. Тому при використанні електрообладнання слід звернути особливу увагу на наступне:

➤ Правильний вибір електрообладнання відповідно до умов навколишнього середовища;

➤ Технічне обслуговування електроустаткування перед введенням в експлуатацію, перед початком роботи, під час роботи, після відключення;

➤ Планове обслуговування;

➤ Планово-профілактичний ремонт;

➤ Профілактичний огляд електрообладнання та електроустановок.

Необхідно призначити відповідального за експлуатацію електрообладнання в теплиці. Ним може бути спеціально підготовлений слюсар з кваліфікаційною групою інженера охорони не нижче трьох. Він відповідає за техніку безпеки при роботі в теплицях і повинен виконувати наступні завдання:

➤ Виконувати всі операції на щитах керування електрообладнанням;

➤ Проводити регулярний огляд електроустановок;

➤ Вимкніть екстрені режими.

Усі працівники теплиць з електроопаленням повинні бути ознайомлені з обладнанням систем наземного та повітряного опалення, правилами електробезпеки та способами надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

Перед початком експлуатації системи опалення і не рідше одного разу на місяць необхідно перевіряти величину опору контуру заземлення в підстанції, пристрої повторного заземлення нейтралі та опір теплоізоляції.

В електрифікованій теплиці повинні зберігатися і зберігатися такі документи:

➤ лист про вступ;

➤ Інструкція із застосування;

➤ Схеми електропостачання, принципові електричні схеми для перевірки електрообладнання;

- Протокол випробувань контуру заземлення підстанції та опору пристроїв повторного заземлення в нейтралі;
- Журнали з техніки безпеки для обслуговуючого персоналу;
- Графік своєчасного ремонту, технічного обслуговування та профілактичних оглядів електрообладнання.

6.4 Розрахунок робіт з технічного обслуговування електроустаткування. Визначення чисельності обслуговуючого персоналу

Відповідно до системи ПЗРЕсг організацію робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання здійснює електротехнічна служба ТОВ «Агрохолдинг Інвест».

Кількісний склад електрообладнання теплиці визначається за кількістю умовних одиниць, де виставлено все електрообладнання.

Таблиця 6.1

Наявність електрообладнання в теплиці

назва	Одиниця виміру	фігура	Кількість умовних одиниць	
			Відповідно до одиниці вимірювання	ВСЕ
Трансформаторна станція	штук	2	2.5	5.0
Кабельна лінія	о 22:00	250	0,08	20
Пункти роздачі	1 додаток	7	0,5	3.5
Електропривод мобільних сільськогосподарських машин і пристроїв	штук	2	0,5	1.0
Опромінювач	штук	228	0,5	114
Глобальне потепління	20 м ²	150	0,5	7.5
Електричний обігрівач	штук	4	1,5	6.0
Електричний котел	штук	1	1,5	1.5
Електричний двигун	штук	3	0,5	4.5
ВСЕ	-	-	-	230

Середнє навантаження на одного електрика становить 100 умовних одиниць.

Тоді загальна кількість необхідних електриків становить:

$$N = E / 100, \text{ люди (6,1)}$$

де E - обсяг роботи в умовних одиницях.

$$N = 230 / 100 = 2,3 \text{ чел.}$$

Для обслуговування теплиці потрібні 2 електрики.

Оперативна група та ремонтна група відрізняються від загальної кількості електромонтерів.

Кількість електромонтерів ремонтної бригади визначається за формулою:

$$N_{em. rem.} = (Q_{to} + Q_{pr}) / F, \quad (6.2)$$

де Q_{to} і Q_{pr} – річні витрати праці на обслуговування (ТО) і поточний ремонт (Р) електрообладнання відповідно;

F – річний фонд робочого часу. Річний фонд робочого часу $F = 1800$ год.

Річна трудомісткість робіт з обслуговування та ремонту електрообладнання визначається за формулою:

$$Q_{to} = n_1 \cdot m_1 \cdot g_1 + n_2 \cdot m_2 \cdot g_2 + \dots + n_n \cdot m_n \cdot g_n, \quad (6.3)$$

$$Q_{pr} = n_1 \cdot m'_1 \cdot g'_1 + n_2 \cdot m'_2 \cdot g'_2 + \dots + n_n \cdot m'_n \cdot g'_n, \quad (6.4)$$

де n_1, n_2, \dots, n_n – кількість окремих видів обладнання;

m_1, m_2, \dots, m_n та m'_1, m'_2, \dots, m'_n – річний обсяг технічного обслуговування та ремонту;

g_1, g_2, \dots, g_n та g'_1, g'_2, \dots, g'_n – відповідно норми трудомісткості з технічного обслуговування та поточного ремонту окремих видів обладнання, люд./год.

Розрахунок річного обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту електрообладнання представлено в таблиці 6.2

Визначаємо кількість електриків ремонтної групи:

$$N_{em. rem.} = (583,6 + 730,8) / 1800 = 0,73 \text{ чел.}$$

Приймаємо $N_{em. rem.} = 1$ особа.

Годі кількість електриків в оперативній групі:

$$Z_{мокн.} = \text{Вологість} - N_{em. rem.} \quad (6,5)$$

$$N_{em. rem.} = 2 - 1 = 1 \text{ особа.}$$

Так, за технічним господарством закріплено 2 електромонтери, які згідно із затвердженим графіком проводять роботи з технічного та поточного ремонту електрообладнання.

Розрахунок поточного ремонту електрообладнання та річного обсягу поточних ремонтних робіт

Найменування обладнання	Кількість обладнання	Річна сума		Напруженість праці, люд./год		Річні витрати на людину/год	
		ПОТІ М	Р Р	ПОТІ М	Р Р	ПОТІ М	Р Р
Електродвигуни	5	8	1	0,5	5	20	25
Опромінювач	228	2	1	0,5	1	228	228
Електрокалорифери	4	6	1	0,97	10,4	23,3	41,6
Електродний водонагрівач	1	6	1	1,5	10,8	9	10,8
Глобальне потепління	15	6	1	0,97	10,4	87,3	156
Лампи	16	3	1	0,15	0,4	7,2	6,4
Розподільні пристрої низької напруги	7	4	1	0,6	9,0	16,8	63
Трансформаторна станція	2	12	1	8	100	192	200
ВСЕ	-	-	-	-	-	583,6	730,8

6.5 Безпека електропостачання та визначення збитків, завданих перебоями в електропостачанні

За надійністю електропостачання теплиця відноситься до другої категорії, де перерви в електропостачанні не повинні перевищувати 3,5 години.

Втрати, спричинені відключенням електроенергії, визначаються за формулою:

$$U = \gamma \cdot S, \quad (6.6)$$

де γ – спеціальні втрати, $\gamma = 0,04$ грн./м²;

S – площа теплиці, $S = 3000$ м².

$$U = 0,04 \cdot 3000 = 120 \text{ грн}$$

6.6 Організація обліку електроенергії та заходи щодо її ефективного використання

Правильний облік електроенергії дає можливість аналізувати споживання електроенергії, визначати економічну ефективність і причини перевитрати, а також шукати шляхи її економії.

Відпуск електричної енергії відбувається відповідно до договору на її користування та діючих норм.

Вимірювання електроенергії на КТП здійснюється трифазним лічильником СА4У-4672М, який вмикається на стороні 0,4 кВ через вимірювальні трансформатори струму ТСМ-30.

Розрахунок електроенергії, що витрачається на виробничі потреби, здійснюється за тарифами, в яких вказано лічильник і місце його встановлення.

Ефективне використання електроенергії можна забезпечити:

- обмеження холостого ходу для електродвигунів;
- технічний контроль навантаження електродвигунів і обмін з меншою потужністю при навантаженні двигуна нижче 70%;
- автоматизація управління виробничими процесами та вуличним освітленням;
- вдосконалення технічних ліній;
- компенсація реактивної потужності за допомогою конденсаторних установок.

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Відповідно до Правил улаштування електроустановок (класифікація будівель за небезпекою ураження електричним струмом) теплиці відносяться до особливо небезпечних будівель, оскільки вони поєднують у собі кілька ознак з підвищеним ризиком, а саме:

- вологі приміщення (вологість повітря 80%);
- електропровідні підлоги (земляні);
- гарячі приміщення (температура 35°ВІД);
- можливість одночасного контакту людини з металевими коробами електрообладнання та металоконструкціями, сполученими із землею (тепловими трубами, каркасом теплиці).

Відповідно, при розміщенні електрообладнання дотримуються такі правила:

- вимикачі та запобіжники, розташовані в сухих приміщеннях;
- на робочих місцях встановлені кнопки управління;
- оголені дроти, кабелі, висота підвіски 2,5 м.

Як правило, температура повітря в теплиці становить плюс 15 ... 35°С, вологість повітря 60...80%. Тривале перебування на гарячому повітрі з підвищеною вологістю негативно впливає на здоров'я людини.

Рекомендуються такі вимоги:

1. Обслуговуючий персонал забезпечений засобами індивідуального захисту.
2. Роботу всередині теплиці необхідно регулярно поєднувати з відпочинком.
3. Проходьте регулярні медичні огляди.

Електростанції, що використовуються в теплицях, вимагають напруги живлення 380/220В, система контролю мікроклімату виконана на мікросхемах з

напругою не більше 15В постійного струму. Крім того, кроковий двигун, який використовується як виконавчий механізм, має напругу живлення 27 В.

Апаратура управління розміщується в спеціальному приміщенні в шафах - розподільному щитку. Доступ до нього мають лише спеціальні працівники (електрики).

Пускове обладнання розташоване в технологічному коридорі в приміщеннях управління ШУМ. Випадок ШУМ виправданій. Корпуси електродвигунів також підлягають заземленню.

Травматизм у господарстві становив у середньому три травми за три роки.

Основними показниками виробничого травматизму є коефіцієнти частоти травматизму (K_f) і коефіцієнт тяжкості травматизму (K_t).

Коефіцієнт частоти відображає кількість нещасних випадків на тисячу працюючих. Визначається за формулою:

$$CZK = 1000 \cdot N / 3, (1.1.1)$$

де N – кількість аварій, од.;

P – середньорічна чисельність працівників.

Коефіцієнт тяжкості травматизму вказує на кількість днів непрацездатності на один нещасний випадок. Визначається за формулою:

$$K_m = T / M, (1.1.2)$$

де T - втрачені дні, дні.;

M – кількість жертв.

Коефіцієнт втрати - середньооблікова кількість осіб на 1000 працюючих - днів непрацездатності.

$$K_p = 1000 \cdot T / R, (1.1.3)$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 1.1.1.

Таблиця 7.1.1 Розподіл травматизму за 7

рік	Середньорічна чисельність працівників	Кількість поранених	Втрачені дні	СЗК на домашні справи	st	Ап	Очищення КП
2001 рік	755	чотири	28	5.2	7		37
2002 рік	742	2	вісімнадцять	2.7		вісім	24.25
2003 рік	752	чотири	32	5.3			43.1

З аналізу стану травматизму на виробництві відомо, що кількість нещасних випадків з року в рік дещо змінюється. У тепличному виробництві зниження травматизму спостерігається лише в допоміжних цехах, а за рештою показників цього не спостерігається. Причини аварій наведені в таблиці 1.1.2.

Нещасні випадки часто трапляються через недотримання правил техніки безпеки, несправності техніки та обладнання.

Таблиця 1.1.2 - Причини аварій.

Причини аварій	2001 рік	2002 рік	2003 рік
Несправність машин і обладнання	2	один	один
Порушення процесу	0	0	0
Відсутність засобів індивідуального захисту	0	один	один
Відсутність технічного контролю та порушення правил безпеки під час виконання окремих видів робіт	2	0	2
Не використовувати засоби індивідуального захисту	0	0	0
Загальний	чотири	2	чотири

7.2 Виробнича санітарія

Виробнича санітарія - це система організаційних, інженерних і санітарно-технічних заходів і засобів, що запобігають впливу на людину шкідливих виробничих факторів.

На організм людини великий вплив мають метеорологічні умови: висока або низька температура повітря, вітер, дощ, сніг, сонячна радіація, вологість тощо. Найбільш сприятливі умови, що забезпечують найбільшу активність людини, такі: температура навколишнього середовища 12 - 22°C, відносна

вологість повітря 40 - 60%, швидкість руху повітря на робочому місці 0,1 - 0,2 м/с.

Здійснення заходів щодо санітарно-технічного захисту та особистої гігієни працівників.

Необхідний повітрообмін забезпечується відповідно до нормативної концентрації вуглекислого газу і вологи всередині приміщення.

Таблиця 1.2.1 - Річна потреба в спеціальному одязі, взутті та інших засобах індивідуального захисту (ЗІЗ) для електромонтера.

Рід занять, посада	Найменування спецодягу, взуття та інших ЗІЗ	Період стирання, міс	Річна потреба, од.
Електромонтер з обслуговування та ремонту електроустаткування	Бавовняний напівкомбінезон	12	один
	Рукавички діелектричні	На чергуванні	один
	Калоші діелектричні	На чергуванні	один
	Гумові чоботи	24	один
	прогумований фартух	2	2
	Респіратори	12	один

7.3 Заходи безпеки в електроустановках

Комплекс захисних заходів в електроустановках включає наступні заходи:

– заземлення електроустановок з перезаземленням нульового проводу

на вводі споживача;

– силове та освітлювальне навантаження захищено від струмів короткого замикання автоматичним вимикачем АЕ 2046. Освітлювальна частина

виконана кабелем АВВГ-4.×10 мм², тяговий кабель відкритий і прикріплений до

різьби. Також на кабелі закріплені лампи ОТ - 400. Вся потужність знаходиться

в щитку, підключеному до контуру заземлення.

У системі захисних заходів особливе місце займає контроль стану ізоляції.

Періодичне вимірювання стану ізоляції електроустаткування, проводів і кабелів

проводиться під час капітального ремонту з метою запобігання пошкодженню

ізоляції, що є небезпекою ураження електричним струмом, а також під час

капітального ремонту. . Визначте опір ізоляції кожної фази відносно землі та між

кожною парою фазних проводів у кожній секції.

Основним заходом забезпечення електробезпеки людей в електроустановках є скидання корпусів.

7.4 Заходи захисту від блискавки

Південно-Уральський регіон характеризується сильною грозовою діяльністю (40-60 годин грози).

Теплиця відноситься до будівель третьої категорії блискавкозахисту. [14]

Обчисліть кількість ударів блискавки в теплиці за рік:

$$N = ((S + 6 \cdot 3) \cdot (L + 6 \cdot 3) - 7,7 \cdot h^2) \cdot n \cdot 10^{-6}, (1.4.1)$$

де h – найбільша висота будівлі, м;

S, L - відповідно ширина і довжина будівлі, м;

n - середньорічна кількість ударів блискавки на 1 км² земної поверхні в місці розташування будівлі.

$$N = ((14 + 6 \cdot 5) \cdot (70 + 6 \cdot 5) - 7 \cdot 7 \cdot 52) \cdot \text{чотири} \cdot 10^{-6} = 0,004 (1.4.2)$$

Теплиці - це споруди зі ступенем вогнестійкості II (всі ключові елементи негорючі).

У цьому випадку блискавкозахист не потрібен, як це необхідно в

$$N > 0,1. [14]$$

7.5 Заходи пожежної безпеки

За ступенем пожежної небезпеки теплиці відносяться до категорії Д (виробництво, пов'язане з переробкою горючих речовин у холодному стані). [14]

Однією з вогневих точок теплиці є мінометний блок, де категорично забороняється використовувати вогонь.

Менеджери обов'язкові:

1. Організувати вивчення та виконання всіма працівниками теплиці типових правил пожежної безпеки.
2. Організувати на об'єкті добровільну пожежну дружину.
3. Встановити суворий протипожежний контроль у пожежонебезпечних місцях.

Теплиця обладнана протипожежним обладнанням:

- вогнегасники ОХП - 10 - 2 шт.;
- пісочниця;
- сокира;
- крихта;
- пожежні відра;
- мобільні насосні станції.

РОЗДІЛ 8

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ І ҐРУНТУ У ВЕСНЯНІЙ ТЕПЛИЦІ

Електрифікація виробничих процесів на селекційно-дослідній станції є найважливішим засобом підвищення ефективності виробництва, оскільки дає можливість підвищити продуктивність праці, знизити затрати праці, знизити собівартість продукції і тим самим збільшити дохід сільського господарства, підвищити рентабельність, вивільнити робочу силу, ресурсів на підприємствах.

В даний час у весняних теплицях застосовують різні способи поливу: дощування, крапельний, шланговий. Систему поливу вмикає оператор, що призводить до зниження врожайності овочевих культур через порушення режиму зволоження ґрунту та надмірне споживання води.

Витрата води на вході в блок з весняною теплицею становить 360 м³ на добу.

Застосування системи автоматичного регулювання вологості ґрунту дає змогу підвищити врожайність овочевих культур на 8-10% при зменшенні витрат води на 2-3%.

Таблиця 8.1 - Кошторис на обладнання.

назва	Кількість виробів, шт.	Ціна одиниці товару, руб.	Загальна ціна продукції, руб.
Операційний підсилювач	9	70	630
Транзистор	3	двадцять	60
Діод	7	5	35
Конденсатор	9	десять	90
Резистор	56	вісім	448
Загальне:			1263

Орієнтовна вартість:

$F_s = \text{прямі витрати} + \text{накладні витрати (40\% прямих витрат)} + \text{запланована економія (6 \dots 10\% суми прямих і накладних витрат)}$

$$Bs = 1263 + 505,2 + 141,6 = 1909,8$$

При визначенні економічної ефективності як основний показник використовується показник мінімальних приведених витрат і прибутку для підприємства.

Дані витрати:

$$ПВ = C + \text{Ширина} \cdot bs$$

де C - річні витрати виробництва;

E_n - нормативний коефіцієнт капітальних вкладень, $E_n = 0,14$.

Собівартість продукції визначається:

$$C = A + Tr + E_n + Z_{pr}$$

де A - норма амортизації, що дорівнює 16,3% капітальних вкладень,

Tr - витрати на поточне утримання, 80% від A ;

E_n - споживання електроенергії;

Z_{pr} - інші витрати.

При розрахунку загальних капіталовкладень необхідно знати витрати на монтажні роботи.

$$Z_{mr} = 0,07 \cdot Bs$$

$$Z_{mr} = 0,07 \cdot 1909,8 = 133,7$$

Складські витрати:

$$Z_{av} = 0,06 \cdot Bs$$

$$Z_{av} = 0,06 \cdot 1909,8 = 114,6$$

Норма амортизації:

$$A = 0,163 \cdot Bs$$

$$A = 0,163 \cdot 1909,8 = 311,3$$

Поточні витрати на технічне обслуговування:

$$Tr = 0,8 \cdot A$$

$$Tr = 0,8 \cdot 311,3 = 249$$

Витрати на оплату праці працівників, що обслуговують систему в теплиці:

$$Z_{пл} = Z_{ch} \cdot T$$

де Z_{ch} - погодинна оплата праці працівника, руб./год.;

T - кількість годин роботи працівника, год.

Для обслуговування АСУ приймаємо електрика 4 розряду з окладом 25,53 руб./год.

Норма часу на ремонт і обслуговування становить 235 годин.

$$Z_{pl} = 25,53 \cdot 235 = 6000 \text{ руб.}$$

Інші витрати складають 15... 17% загальних витрат:

$$Z_{пр} = 0,16 \cdot (A + Tr + \text{Ширина} + Z_{pl})$$

$$Z_{пр} = 0,16 \cdot (311,3 + 249 + 2,3 + 6000) = 1050,02 \text{ руб.}$$

Витрати на виробництво:

$$C = 311,3 + 249 + 2,3 + 1050,02 = 1612,62 \text{ руб.}$$

Дані витрати:

$$ПЗ = 1612,62 + 0,14 \cdot 1909,8 = 1880 \text{ руб.}$$

Визначимо річний економічний ефект:

Наприклад D - ПЗ,

де D - дохід компанії.

Дохід підприємства склав 70772,3 руб.

$$\text{Наприклад } 70772,3 - 1880 = 68892,3 \text{ руб.}$$

Термін окупності:

$$T = Bs / Пр$$

$$T = 1909,8 / 68892,3 = 0,028 \text{ г.}$$

Автоматична система контролю температури в теплиці з датчиком природної температури окупається 0,028.

ВИСНОВКИ

1. Підвищення ефективності обочівництва закритого ґрунту пов'язана із автоматизацією технологічних процесів та застосуванням електротехнологій для інтенсифікації процесу мінерального живлення рослин. Це забезпечує підвищення на 15 – 20 % урожайності овочевих культур та якості продукції при зменшенні витрат води, енергії, мінеральних добрив.

2. Обґрунтована система технологічного і електротехнічного обладнання, яка дає можливість підтримувати параметри мікроклімату і режим мінерального живлення у весняній теплиці на оптимальному рівні.

3. Обґрунтована система автоматичного регулювання ґрунту і вологості повітря у весняній теплиці, яка передбачає подану води у теплицю за сигналами регуляторів вологості повітря та ґрунту або полив рослин за часовою програмою.

4. Встановлено, що магнітна активація поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. Для визначення ефекту магнітної обробки води запропоновано застосовувати потенціометричний метод із застосуванням електродів для вимірювання рН та ОВП розчинів.

5. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження зміни параметрів поливної води при магнітній обробці показали, що зміна рН та окислювально-відновного потенціалу прямо пропорційна квадрату магнітної індукції і залежить від числа перемагнічувань, градієнта магнітного поля, складу розчину та швидкості його руху. Збільшення магнітної індукції до її оптимального значення 100 – 110 мТл призводить до зростання рН води і зменшення ОВП. Подальше збільшення магнітної індукції викликає зниження рН зростання ОВП. Збільшення числа перемагнічувань та градієнта магнітного поля підсилює ефект магнітної обробки. Встановлено, що при швидкості руху розчину 0,5 – 1,0 м/с оптимальним є трикратне перемагнічування, так як подальше його збільшення не істотно змінює рН та ОВП води. Ефект магнітної обробки із плином часу зменшується за експоненціальним законом.

6. Проведені польові дослідження показали, що магнітна обробка поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. При цьому раніше настає цвітіння і плодоношення, рослини мають кращі біометричні показники і більшу біомасу. Урожайність огірків при магнітній обробці поливної води в теплицях підвищується на 14,7%.

7. Обґрунтовані параметри і розроблена методика розрахунку пристроїв для магнітної обробки розчинів з електромагнітами. Проведені дослідження апарату для магнітної обробки водяних розчинів показали, що залежність магнітної індукції від струму в індукторі в робочій області є лінійною, що дає можливість контролювати магнітну індукцію, вимірюючи струм.

8. Застосування запропонованої системи автоматизованого електрообладнання для поливання рослин у весняних теплицях дає можливість підвищити урожайність овочевих культур на 15 – 20 %, зменшити витрати мінеральних добрив на 10 – 15 %, підвищити якість овочевої продукції. Розрахунковий строк її окупності складає 8,7 місяців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кучеренко Т. Сучасні проблеми та перспективи розвитку садівництва в заповідних угіддях // Садівництво – 2012. №11. – С. 22–27.
2. Електротехніка та автоматика: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савченко П.І., Савченко В.В. тощо]; під ред. О.Ю. Синявський – К. : Аграр Медіа Груп, 2015. – 604 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 далі – К., 2014. – 525 с.
4. Лут М.Т., Радзько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Охорона праці в сільських електроустановках: навчальний посібник для студентів ВНЗ / Лут М.П., Радзько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: Видавництво «Аграр Медіа Груп», 2012 р. – 430 с.
5. Червінський Л.С., Старожук Л.О. Електричне освітлення і випромінювання: Довідник. – К. Видавництво «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.
6. Вирощування овочів відкритого та закритого ґрунту: Навчальний посібник/ К.К. Плешков, Н.М. Ткаченко, Л.М. Шульгіна - 2-ге вид., перероб. і далі - К.: Högre skola, 1991. – 351 с. іл.
7. Теплиці і оранжереї: Довідник / Г.Г. Шишка, В.О. Потапов, Л.Г. Суліма, Л.С. Чебанов; Присяга. Г. Г. Шишка – К.: Урожай, 1993. – 424 с.
8. Казирський В. Передпосівна обробка насіння магнітним полем / В. Казирський, В. Савчанка, О. Синявський // Посібник з дослідження відновлюваних джерел енергії та електроресурсів для сталого розвитку сільських територій. IGI Global, 2018. P. 576 – 620. (Scopus)
9. Реєстр сільських електромонтерів. За редакцією кандидата технічних наук В.С. Олейника - 3-тє видання, перероблене і доповнене. – К.: Урожай, 1989. – 262 с.
10. Гіль Л.С. Сучасна технологія вирощування овочів закритого та відкритого ґрунту / Л.С. Гіль, А.Г. Пашковський, Л.Г. Суліма. – Вінниця: Нова Книга,

2008. – Ч. 1. – 368 с.

11. Бородіна І.Ф. Автоматизація технічних процесів / І.Ф. Бородіна, Ю.А. Оцінка
– М.: Колос С, 2003. – 344 с.

12. Lovelidre B. A master of wins out over oskool // Виробник. - 1989. - Вип. 112. -

№ 3 – С. 23-27.

13. Алієв Я.А. Вирощувати овочі в гідропонних теплицях. – 2-ге вид., перероб. і
далі – К.: Урожай, 1995. – 160с.

14. Musard M., Letard M. Le maraichage sous cerres et arbres en culture sur substrat

// поворот. Хортіс. – 1990. - No 308. - рік 55-57.

15. Hormes E. Nährfilmtechnik and der Nackbarlündern // Dt. Gartenbau. - 1990. -

С.44, № 17. - С. 1132 - 1134.

16. Новий розвиток гідропоніки в Україні Сузукі Ю., Шинохара Ю., Шибуга М.

Ікеда Х. // Рус. До 6-ї Міжнар Пісня. про безрідний голод. - Lünteren, 1984. -

Р. 661 - 671.

17. Sentermans N. Entwisklung und Einführung der NFT in Belgischen
Unterglasgemüseba // Der Gartenbau inenieur. - 1990. - Й. 35. № 2 – С. 35-37.

18. Уласов С. Вплив залишкової намагніченості на прискорені процеси

коагуляції цементних розчинів та їх фізико-механічні властивості / С. Уласов,

С. Тимченко, А. Сінціна, А. Бугрім // Науковий вісник Національного
гірничого університету. - 2017. - № 4. - С. 5-13. (Сорус)

19. Бондаренко Г.Л. Методи дослідження в садівництві та баштанництві / Г.Л.

Бондаренко, К.І. Яковенко – Г., 2001. – 365 с

20. Н.І. Курипко Особливості живлення рослин гібрида огірка F1 Атлет при

вирощуванні на мінеральній ваті на ВАТ «Комбінат «П'яничий» (Київська
обл.) // Технологія тепличного виробництва. Гавриш – 2006. – № 4. – С. 8-9.

21. Павлов В.Н., Швикін А.І., Горбач Л.П. Малі технології ефективні // Картопля

та овочі. – 1990. - №1. - С. 28-30.

22. Ромащенко М. Краплинне зрошення овочевих культур. Історія, сучасний стан
і перспективи розвитку України / М. Ромащенко, А. Шатковський, С. Рядков

// Овощевод. – 2009. – № 2. - С. 66-70.

23. Мосін О.В. Магнітні системи очищення води. Основні перспективи та напрямки // Сантехніка. - № 1. - 2011. - С.28-31

24. Міський М.М. Агрохімія: [Підручник]. - 4-ге видання перероблене і доповнене. / М.М. Городній - К: Вид. ТОВ «Арістей», 2008. - 935 с.

25. Фізіологія рослин. / За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. - Вінниця. Нова книга, 2006. - 416 с.

26. Зацепіна Г.Н. Фізичні властивості та будова води. - М.: Изд-во Москв. ун-ту, 1998. - 184 с

27. Суслєв В.Я., Монголіна Н.А., Павлова А.А. Зміни питомої електропровідності дистильованої води під впливом постійного магнітного поля // Известия узов. фізика. - 2006. - № 9. - Дод. - С.127-128

28. Трухан Є.М., Пилипенко П.Н. Деякі фізико-хімічні властивості слабких електромагнітних впливів на водне середовище // Екологічний вісник. 2010. - № 2(12). - С.66-72

29. Л.А. Кульський, С.С. Душкін. Магнітні поля та процеси очищення води. - К.: Наукова думка, 1988. - 112с.

30. Ю. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лауриненко, О. С. Марчанка, Д. Г. Вайцюк.

Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів і потокових ліній -

К.: Högre utbildning, 2001. - 288 с.

31. В.С