

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
за першим бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації
теплиці ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району
Сумської області з розробкою автоматизованої системи
керування обігрівом»

Виконав

_____ (підпис)

Онопрієнко Р. В.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2201 с.т.

Керівник:

_____ (підпис)

Савойський О. Ю.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Онопрієнку Руслану Володимировичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема (бакалаврського) проекту: «Реконструкція системи електрифікації теплиці ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування обігрівом»

керівник проекту: *Савойський Олександр Юрійович, старший викладач*
затверджено наказом по університету від «08» лютого 2024 р. № 407/ОС.

2. Термін подання здобувачем закінченого проекту «20» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Вступ.

1. Аналіз господарської діяльності ТОВ «АГРО-ПОЛІС»

2. Огляд технологій для забезпечення мікроклімату в теплицях

3. Розробка системи мікроклімату теплиці

4. Розробка автоматизованої системи керування обігрівом у теплиці

5. Розрахунок силової електричної мережі теплиці

6. Екологія

7. Охорона праці

8. Техніко-економічні розрахунки та показники проекту

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

1. Теплиця. План генеральний з нанесенням мереж 0,4 кВ.

2. Теплиця. Креслення загального виду.

3. Теплиця. Однолінійна схема вводу та розподілу електроенергії. Схема електрична принципова.

4. Теплиця. Система обігріву ґрунту автоматизована. Схема електрична принципова.

5. Теплиця. Система створення та підтримання мікроклімату автоматизована. Схема електрична підключень.

6. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці		
Економічне обґрунтування		
Нормоконтроль		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту	Примітки
1	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4	Написання вступу та розділу 1	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
4	Написання розділів 2 та 3. Підготовка листа 1 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
5	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 2 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
6	Написання розділів 7, 8. Підготовка листа 4 та 5 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9	Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10	Подання проекту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис) **(Онопрієнко Р. В)**
(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проекту

_____ (підпис) **(Савойський О.Ю)**
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Реконструкція системи електрифікації теплиці ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування обігрівом. Кваліфікаційний проект / Онопрієнко Р. В. – Суми.: СНАУ, 2024 р. – 68 с.

Кваліфікаційний проект присвячено питанню реконструкції системи електрифікації теплиці ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування обігрівом.

Наведено загальну характеристику підприємства та обґрунтовано тему кваліфікаційного проекту.

Розглянуто технологію та електрообладнання для забезпечення мікроклімату в теплиці. Вибрано елементну базу системи керування мікрокліматом в теплиці. Виконано розрахунок живильної мережі.

Виконано розрахунок електрообігріву ґрунту та системи опалення теплиці. Складно схему електричну керування автоматизованою системою підігріву ґрунту в теплиці. Розроблено схему підключень мікроконтролера для керування системою мікроклімату в теплиці.

Розглянуто питання безпеки праці під час робіт у теплиці та забруднення довкілля. Проведено розрахунки економічних та технічних показників проекту.

Ключові слова: теплиця, мікроклімат, система автоматизованого керування, обігрів ґрунту, енергоефективність.

Ілл. 13

Табл. 5

Бібл. 28

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «АГРО-ПОЛІС»	8
1.1. Загальна характеристика ТОВ «АГРО-ПОЛІС».....	8
1.2. Аналіз виробничої діяльності тепличного господарства.....	9
1.3. Опис існуючого стану системи електрифікації тепличного господарства	10
1.4. Висновки та пропозиції	11
2. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦЯХ	12
2.1. Короткий опис систем підтримки мікроклімату в теплицях.....	12
2.2. Опис електрообладнання для забезпечення мікроклімату	15
2.3. Характеристика приміщень теплиці	17
2.4. Технологічні вимоги до системи електрифікації теплиці	17
3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ	18
3.1. Вимоги до конструктивних матеріалів тепличного комплексу	18
3.2. Розрахунки системи опалення теплиці.....	19
3.3. Технічні засоби електрообігріву ґрунту в теплиці	22
3.4. Електричний розрахунок обігріву ґрунту	25
4. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБІГРІВОМ У ТЕПЛИЦІ	28
4.1. Розробка структурної схеми системи автоматизованого керування теплицею	28
4.2. Вибір елементів системи керування	29
4.3. Розробка принципової електричної схеми	36

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

4.4. Складання схеми підключень	37
4.5. Основні алгоритми функціонування мікроконтролера.....	37
5. РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ТЕПЛИЦІ.....	39
5.1. Розрахунок струмів та вибір провідників для живлення обладнання теплиці.....	39
5.2. Розрахунок електричних навантажень на вводі в теплицю.....	40
5.3. Розрахунок і вибір магнітних пускачів та теплових реле.....	43
5.4. Розрахунок і вибір автоматичних вимикачів	44
5.5. Вибір ввідного розподільчого пункту.....	45
6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	47
7. ОХОРОНА ПРАЦІ	51
8. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	55
ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62
ДОДАТКИ.....	65

ВСТУП

Вирощування більшості сільськогосподарських культур та їх саджанців здійснюється в захищеному ґрунті, де для їх нормального росту і розвитку необхідно створювати сприятливі параметри мікроклімату, а саме – оптимальні температуру повітря, вологість, освітленість, концентрацію в повітрі вуглекислого газу, а також забезпечувати повітрообмін у приміщенні. Усі параметри мікроклімату повинні підтримуватися незалежно від стану навколишнього середовища поза приміщенням. У сучасних теплицях для контролю і підтримання параметрів мікроклімату доцільно застосовувати мікроконтролери.

Система контролю і підтримання параметрів мікроклімату оснований на мікроконтролері і комплексі чутливих датчиків, розташованих по всьому приміщенню теплиці. Завдяки впровадженню таких систем на основі мікроконтролерів знижуються енергозатрати через те, що контроль здійснюється постійно в автоматичному режимі, а ресурси, в тому числі електроенергія, використовуються дозовано в певній достатній кількості. На сьогодні використання мікроконтролерів для системи контролю і підтримання параметрів мікроклімату теплиць стає особливо актуальним і економічно ефективним.

Даний проект спрямований, перш за все, на зниження енергозатрат у результаті впровадження високотехнологічних засобів автоматичного контролю і підтримання мікроклімату теплиць, а також використання конструкції теплиці, коли основа знаходиться нижче рівня ґрунту. Така технологія повинна знизити зовнішнє навантаження на приміщення теплиці, а також є більш дешевою порівняно з аналогами.

У результаті виконання дипломного проекту поглиблюються теоретичні знання у галузі електрифікації та автоматизації сільськогосподарського виробництва, а зокрема автоматизації теплиць захищеного ґрунту.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «АГРО-ПОЛІС»

1.1. Загальна характеристика ТОВ «АГРО-ПОЛІС»

Філія «КУРМАНИ» товариства з обмеженою відповідальністю «АГРО-ПОЛІС» розташоване селі Курмани Сумської області, Роменського району на вулиці Центральній, буд. 2.

Керівник філії – Чичик Іван Михайлович.

Філія «КУРМАНИ» товариства з обмеженою відповідальністю «АГРО-ПОЛІС» спеціалізується на тепличному господарстві, виробництві м'яса свинини, молочному скотарстві, виробництві кормових культур і цукрових буряків. Філія «КУРМАНИ» – це високотехнологічне сільськогосподарське підприємство, яке інтенсивно розвивається і має розвинену соціальну інфраструктуру. Площа орних земель – 16135 га. Чисельність робочого персоналу – 400 осіб. Технічний парк включає понад 20 тракторів, близько 30 збиральних комбайнів, вантажних, легкових і спеціальних машин.

У філії «КУРМАНИ» галузь рослинництва повністю забезпечує потреби тваринництва в кормах, а власний комбикормовий завод – у сировині. Підприємство докладает багато зусиль для розвитку і підтримки одного з найперспективніших видів виробництва – свинарства, на всіх етапах виробництва і відтворення на рівні, що відповідає світовим і загальноросійським стандартам.

Галузь молочного скотарства в ТОВ «АГРО-ПОЛІС» знайшла широке розповсюдження. На сьогодні в колгоспі налічується 1400 голів великої рогатої худоби, зокрема 750 дійних корів.

Завдяки високим виробничим і економічним показникам господарство розвиває матеріально-технічну базу і забезпечує високий рівень захищеності працівників і всього населення, що проживає в селах на території функціонування підприємства.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Аналіз виробничої діяльності тепличного господарства

Тепличне господарство філії «КУРМАНИ» ТОВ «АГРО-ПОЛІС» протягом останнього року показало значні успіхи в своїй виробничій діяльності. Підприємство спеціалізується на вирощуванні трьох основних видів овочів: огірків, томатів і перцю. Завдяки впровадженню сучасних агротехнологій та використанню високоякісного насінневого матеріалу, урожайність у цьому сезоні досягла рекордних показників.

Огірки вирощуються на площі 1 гектар, і середня врожайність склала 25 тонн на гектар. Ці показники були досягнуті завдяки оптимізації мікроклімату та регулярному контролю за станом рослин. Збут продукції здійснюється як на внутрішньому ринку, так і на експорт, що дозволило отримати значний прибуток. Дохід від продажу огірків становив приблизно 1,5 мільйона гривень.

Томати вирощуються на площі 1,5 гектара, і врожайність склала 30 тонн на гектар. Висока якість продукції забезпечується ретельним доглядом та своєчасним внесенням добрив. Продукція реалізується переважно в супермаркетах та через спеціалізовані точки продажу. Прибуток від реалізації томатів перевищив 2 мільйони гривень, що підтверджує стабільний попит на цей овоч.

Перець займає площу 0,5 гектара, і його врожайність досягла 20 тонн на гектар. Завдяки високому вмісту вітамінів та мінералів, перець користується великим попитом серед споживачів. Основними каналами збуту стали ринки та фермерські ярмарки, що дозволило отримати прибуток у розмірі близько 800 тисяч гривень.

Загалом, тепличне господарство демонструє високу ефективність своєї діяльності, забезпечуючи споживачів якісними овочами та отримуючи стабільні прибутки. Використання сучасних технологій та правильне планування виробничих процесів сприяють постійному зростанню обсягів виробництва та підвищенню рентабельності підприємства.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Опис існуючого стану системи електрифікації тепличного господарства

Живлення теплиці здійснюється двома сухими силовими трансформаторами марки ТСГЛ 400 кВА. Передбачено резервне живлення, в якому використовується дизельна електростанція 400 кВт модель АД-400-Т400.

Система електрифікації тепличного господарства філії «КУРМАНИ» ТОВ «АГРО-ПОЛІС» використовує застаріле обладнання, яке було встановлене ще на початку 2000-х років. Основними провідниками є алюмінієві кабелі марки АПВ, які з часом втратили частину своєї провідності через окислення. Це значно знижує ефективність системи та створює потенційні ризики.

Автоматичні вимикачі, встановлені в теплиці, представлені моделями серії ВА47-29 від «ІЕК». Вони часто спрацьовують через перевантаження та короткі замикання, що свідчить про їхню ненадійність та зношеність контактів. Внаслідок цього вони можуть не спрацювати в критичний момент, створюючи загрозу для безпеки персоналу та обладнання.

Магнітні пускачі, що використовуються для запуску насосів та вентиляційних систем, належать до серії ПМ12 від «Електротехніка». Вони мають значні механічні та електричні збої, що часто призводить до нестабільної роботи системи. Частина пускачів вже вийшла з ладу, і заміни були виконані на базі деталей, які також давно не відповідають сучасним стандартам якості.

Електрощитові, де розміщено основне електрообладнання, представлені моделями серії ЩО-70. Вони мають недостатню вентиляцію та часто перегріваються, що підвищує ризик пожежі та інших аварійних ситуацій. Внутрішня проводка теплиці місцями оголена, що створює додаткові небезпеки в умовах вологості, характерної для теплиць.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Висновки та пропозиції

Аналіз стану електрифікації тепличного господарства свідчить про необхідність термінової модернізації. Застаріле обладнання, зношені автоматичні вимикачі, ненадійні магнітні пускачі та оголені провідники створюють значні ризики для безпеки та ефективності виробництва. Поганий стан системи електрифікації не лише загрожує аварійними ситуаціями, а й перешкоджає впровадженню сучасних технологій для покращення роботи теплиці.

Пропонується провести повну реконструкцію системи електрифікації, зосередивши увагу на автоматизації системи мікроклімату в теплиці. Для цього необхідно замінити застарілі алюмінієві кабелі марки АПВ-2,5 на нові кабелі марки ВВГнг-LS, що мають кращу ізоляцію та провідність. Автоматичні вимикачі серії ВА47-29 від «ІЕК» слід замінити на більш надійні моделі серії Acti 9 від «Schneider Electric», які мають підвищену чутливість та захист від перевантажень і коротких замикань. Також рекомендується замінити магнітні пускачі серії ПМ12 на сучасні пускачі серії LC1D від «Schneider Electric», що забезпечать стабільну та безперебійну роботу насосів та вентиляційних систем.

Основний акцент слід зробити на автоматизації системи мікроклімату в теплиці. Встановлення сучасних контролерів та датчиків дозволить автоматично регулювати температуру, вологість та освітлення, забезпечуючи оптимальні умови для вирощування рослин. Це не лише підвищить урожайність та якість продукції, але й знизить витрати на електроенергію та обслуговування.

Загалом, реконструкція системи електрифікації теплиці забезпечить надійну та ефективну роботу господарства, сприятиме впровадженню сучасних технологій та підвищить рівень безпеки. Інвестиції в модернізацію окупляться завдяки підвищенню продуктивності та зменшенню ризиків аварійних ситуацій.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦЯХ

2.1. Короткий опис систем підтримки мікроклімату в теплицях

Функціонування тепличного комплексу в нормальному режимі напряду залежить від підтримання параметрів мікроклімату, заданих технологією виробництва. Регулювання мікроклімату в закритому приміщенні при вирощуванні рослин та овочевих культур спрямоване на отримання високих врожаїв. Підтримання та контроль параметрів мікроклімату тепличного комплексу здійснюється високотехнологічними засобами автоматики. Сучасні автоматичні системи регулювання здатні вирішувати такі завдання [6, 7, 8]:

- контроль і зміна температури повітря приміщення;
- контроль і зміна температури ґрунту;
- контроль і здійснення зрошення рослин;
- контроль і зміна вологості повітря;
- контроль і зміна концентрації розчинів мінеральних добрив;
- керування подачею вуглекислого газу;
- керування випромінювальними установками.

Підтримання встановленої температури в тепличному комплексі відбувається автоматично пристроями регулювання температури, рухом повітряних мас та їх кількістю. Найчастіше в тепличних комплексах зустрічається комбінована система опалення, що включає опалення ґрунту і повітря, де в якості теплоносія використовується вода. Для додаткового обігріву застосовують калориферні установки. Повітря, підігріте калорифером, переміщується по вентиляційній системі і потім розподіляється по всій площі приміщення. Використовуючи калорифери, можна досягти високої точності управління температурою повітря [3-5].

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Наразі активно використовують електричний обігрів захищеного ґрунту. Цей спосіб обігріву має низку переваг та можливість автоматизації процесу вибору теплового режиму.

Керування тепловими режимами може здійснюватися шляхом ручного перемикання нагрівальних елементів на різні напруги або підключенням різних груп обігрівачів. Витрати електроенергії при автоматичному керуванні температурним режимом знижуються на 15-20% у порівнянні з ручним режимом [4].

Найчастіше застосовують спосіб автоматичного керування температурними режимами в тепличних комплексах, який базується на періодичному вмиканні та вимиканні нагрівальних елементів за допомогою різних контакторів та магнітних пускачів, для вибору правильного температурного режиму робочої зони теплиці.

Провівши аналіз тенденцій будівництва теплиць, можна дійти висновку, що основну частину сучасних тепличних комплексів складають теплиці площею до 1000 м². У таких комплексах керування мікрокліматом повністю автоматизовано, тобто контроль за режимами вологості та температури, режимами опромінення та газовим складом середовища здійснюється автоматично, що є найбільш технічно та економічно ефективним.

Керування температурним режимом здійснюється автоматикою, яка підтримує потрібний температурний режим ґрунтового шару та повітря в теплиці. На сьогоднішній день широко поширені системи: водяного, калориферного, електричного та газового обігріву тепличних комплексів.

Система водяного опалення являє собою розгалужену мережу трубопроводів, найчастіше застосовується для обігріву в блочних теплицях. Для такої системи характерна висока інерційність, що перешкоджає можливості оперативно та з високою точністю керувати температурними режимами в тепличному комплексі, наприклад, при виникненні різких змін зовнішніх температур. З цієї причини водяне опалення, як єдиний спосіб обігріву, не набуло широкого поширення. Найбільш перспективною є комбінована система

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обігріву, де водяний спосіб приймають як основний (виробляє близько 60% від загального тепла). Доповнюють систему повітряно-калориферним обігрівом. При різких стрибках зовнішньої температури для вирівнювання внутрішнього температурного режиму використовують калориферні установки. Такий комбінований спосіб обігріву дозволяє керувати температурою в теплиці з високою точністю [3].

Підтримання заданого температурного режиму в ангарних теплицях з площею захищеного ґрунту до 1000 м² здійснюється калориферними установками, що мають трипозиційне управління: за позитивної температури навколишнього середовища калорифери вимкнені, при зниженні температури спочатку вмикається частина калориферів, якщо температура продовжує знижуватися, запускаються всі калорифери. Підігріте повітря, завдяки вентиляційній системі, поширюється від калориферів по всій площі теплиці.

Керування режимом зволоження ґрунту та повітря в теплиці здійснюється в автоматичному режимі за допомогою сигналів від датчиків вологості ґрунту та повітря. Зволоження повітря та ґрунту здійснюється дощуванням і кореневим поливом через капілярні трубки. Для внесення мінеральних добрив у вигляді розчину використовують систему дощування.

Процес штучного освітлення та опромінення в тепличному комплексі автоматизований і передбачає різні програми управління з метою оптимізації чергування тривалості опромінення і тіньової паузи з урахуванням ефекту фотоперіодичності. Процес освітлення та опромінення спричиняє найбільші експлуатаційні витрати на електроенергію, через що потребує чергування.

Контроль вмісту вуглекислого газу (газового складу повітря в теплиці) здійснюється в автоматичному режимі. Рівень вмісту вуглекислого газу в повітрі безпосередньо впливає на інтенсивність фотосинтезу рослин. Вуглекислий газ, отриманий у газогенераторі, подається в теплицю в обсязі 2-3 л на м³ її об'єму за умови відсутності обслуговуючого персоналу і певного режиму роботи вентиляційної системи.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2.2. Опис електрообладнання для забезпечення мікроклімату

За типом вентиляції існують теплиці з природною та штучною вентиляцією [5]. Штучна вентиляція здійснюється за допомогою вентиляторів. Природна вентиляція відбувається шляхом відчинення фрагуг або вентиляційних отворів. Система зволоження повітря включає в себе водяний насос, напірну магістраль та форсунки, через які вода туманом розпилюється по всій площі теплиці. Для видалення утворених надлишків води в систему каналізації теплиці передбачені спеціальні жолоби. Вода, що використовується для зволоження повітря та системи зрошення, проходить попередній підігрів до температури 16...25 °С. На рисунку 2.1 представлена схема обладнання тепличного комплексу.

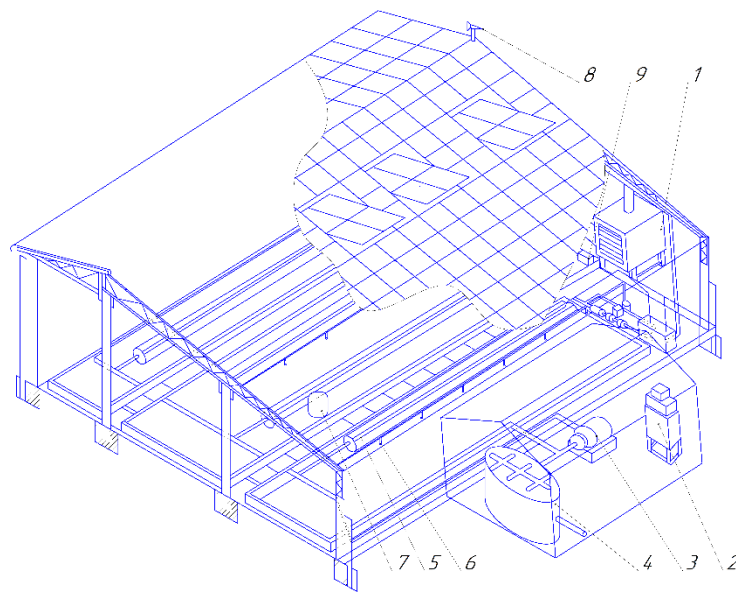


Рисунок 2.1 - Схема обладнання тепличного комплексу: 1 – калорифер; 2 – шафа управління; 3 – водяний насос; 4 – водонагрівач; 5 – жолоб; 6 – форсунки; 7 – шафа з датчиками; 8 – електроконтактний флюгер; 9 – привод відкривання фрагуг.

Подача теплої води до форсунок відбувається під тиском за допомогою насосної станції, яка включає в себе ємність зі вбудованим електронагрівачем для підігріву води і відцентровий насос 3. Температура води в баку

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

підтримується в автоматичному режимі за допомогою регулятора прямої дії, який встановлений на вхідному патрубку змішувача, а рівень води – поплавковим клапаном.

Система вентиляції включає в себе фрамуги. Відкриття фрамуг здійснюється за допомогою електродвигуна з редуктором 9. Відкриття фрамуг може здійснюватися з правої і з лівої сторони даху теплиці або одночасно з обох боків. Електроконтактний флюгер 8, змонтований на даху теплиці, подає сигнали на пульт управління для відкриття кватирок залежно від напрямку вітру. Вітер обертає кулачок електроконтактного флюгера, який натискає на мікроперемикач, тим самим подаючи сигнал на відкриття кватирок з лівої або правої сторони. Шафа управління містить вимикач, за допомогою якого оператор може заблокувати контакти флюгера і ввімкнути вентиляцію з двох сторін. Шафа управління змонтована в технічному приміщенні за межами теплиці. Це необхідно для нормального функціонування електрообладнання і автоматики.

Перш ніж скласти систему автоматизованого управління мікрокліматом теплиці, потрібно зрозуміти, які процеси і параметри автоматика повинна буде контролювати.

Основні природні процеси, що відбуваються в теплиці – фотосинтез і транспірація. Фотосинтез являє собою процес перетворення сонячного випромінювання в енергію рослини шляхом хімічних перетворень. Процес фотосинтезу починається з вихідних матеріалів – діоксиду вуглецю і води, які, взаємодіючи з фотонами, перетворюються на кисень і різного роду вуглеводи, що в кінцевому підсумку являють собою безпосередньо енергетично корисні компоненти живлення рослини, наприклад, сахарозу, глюкозу, крохмаль. Процес фотосинтезу можна вважати одним з основоположних біохімічних перетворень у природі, оскільки практично все життя на Землі залежить від нього.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Характеристика приміщень теплиці

Теплиця складається з одного основного приміщення для вирощування овочів. Генеральний план теплиці та загальний її вигляд наведено на листах №1 та №2 графічної частини проекту.

Згідно ПУЕ [9] приміщення теплиці відноситься до сирих та характеризується підвищеною небезпекою щодо ураження електричним струмом.

2.4. Технологічні вимоги до системи електрифікації теплиці

Технологічні вимоги до системи електрифікації теплиці та автоматизації процесу обігріву включають кілька основних аспектів, які необхідно врахувати для забезпечення ефективності, надійності та безпеки. Тому до системи електрифікації висуваємо наступні вимоги [10-12]:

- потужність джерела живлення повинна задовольняти встановленій потужності обладнання;
- наявність резервного живлення (генератор дизельний);
- автоматичне регулювання температури з можливістю ручного коригування;
- система датчиків температури та вологості;
- автоматичний контроль вологості ґрунту;
- захист від перепадів напруги;
- дистанційне керування та моніторинг через мобільний додаток або веб-інтерфейс;
- встановлення електричного підігрів ґрунту для рівномірного розподілу тепла.
- забезпечення безпеки від пожежі (системи виявлення та гасіння).

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ

3.1. Вимоги до конструктивних матеріалів тепличного комплексу

Наразі відомі конструктивні виконання теплиць представлені з висотою до 4 метрів. Щоб витримувати навантаження поривів вітру, ураганів, таким спорудам потрібно мати достатній запас міцності. Підвищення міцності досягається шляхом посилення стін і каркасу, що призводить до додаткових витрат, подорожчання проекту і збільшення терміну окупності вкладених коштів. Раціонально прийняти інше конструктивне рішення: на початковому етапі проектування теплиці готується яма глибиною 1,0 – 1,4 метра, відповідної розміру периметру теплиці. Висота теплиці над поверхнею землі буде складати 2,2 – 2,5 метра. Така конструкція теплиці дозволить створити більш сприятливі умови всередині завдяки зменшенню висоти споруди. Такий підхід дозволяє закласти менший запас міцності конструкції, що призведе до зниження витрат [12].

Виконана таким чином теплиця представляє собою частково занурену в землю споруду. Яма, підготовлена для будівництва теплиці, повинна мати ширину 25 метрів і довжину 60 метрів по периметру, а також глибину 1,3 метра. Важливо, щоб парникові рами мали нахил на південь. На заключному етапі підготовки ями на її дні наносять маркування теплиці, залишаючи робочий коридор близько 1 метра. В кутах маркування вбивають кілочки і натягують між ними мотузку. Загальну довжину ями умовно ділять на дві частини: перша 22 метри – територія самої теплиці, друга 1 метр – робочий коридор. Потім йде підготовка ямок глибиною близько 50 сантиметрів на відстані 2 метри одна від одної для передньої і задньої стінок. Стовпи південної стінки мають висоту 2 метри, північної стінки – 2,45 метра. Середні стовпи повинні мати висоту більше 2,45 метра. Щоб забезпечити нормальний відведення води з теплиці, стінки теплиці необхідно засипати землею, яка залишилась після риття ями. Висота середніх стовпів регулює кут нахилу даху, він не повинен становити

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більше 22-25 градусів. Довжину теплиці приймають виходячи з кількості парникових рам. Стінку тамбура роблять на 20 – 25 сантиметрів нижче середніх стовпів. З західної або східної сторони розташовують вхід в теплицю. Тамбур відокремлений від робочої зони теплиці перегородкою з дверима [2].

По завершенню монтажних робіт починають установку автоматики та електроприводів механізмів теплиці.

3.2. Розрахунки системи опалення теплиці

Теплиця площею 1440 м². Розміри теплиці метрів у висоту бокового огорожі 3 метри, висота до гребеня 5 метрів від рівня поживного шару. Точне визначення теплових втрат неможливе через невизначеність обміну повітрям та інших параметрів випадкового характеру. Тому розрахунок ведеться за спрощеною формулою [5]:

$$P = k \cdot F \cdot (t_m - t_n) \cdot 10^{-3}, \quad (3.1)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі теплиці;

F – площа скління теплиці. м²;

t_m, t_n – розрахункові температури всередині теплиці та зовнішнього повітря відповідно, °С;

$$P = 3,5 \cdot 1476 \cdot (20^\circ - (-30^\circ)) \cdot 10^{-3} = 258 \text{ кВт}$$

Методика розрахунку системи опалення викладена у [5].

Обігрів у теплиці можна здійснювати за допомогою біопалива, сонячної радіації та за допомогою різних технічних засобів. Найбільш надійний спосіб підтримки рівня температури повітря всередині теплиці та ґрунту - технічне опалення. Застосовуються різні види технічного опалення: водяне, повітряне,

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

електричне, контактено-газове. Види технічного опалення можна комбiнувати між собою та використовувати одночасно. Найбiльш поширений водяний обiгрiв.

Теплопостачання для теплицi надходить вiд центральної котельнi або вiд котельнi, спецiально побудованої для потреб теплицi. Основним параметром, вiд якого залежать тепловi втрати в теплицi та подiбних спорудах, є коефiцiєнт огороження, рiвний $k_{огр}=1,4$.

Залежно вiд пори року, географiчного положення теплицi та iнших факторiв, температура поза межами теплицi може змiнюватися з рiзною iнтенсивнiстю за одну добу. Виходячи з цього, неможливо точно визначити потрiбну потужнiсть опалення, оскiльки вона повинна постiйно змiнюватися.

Спрощений метод розрахунку враховує найбiльшi тепловi втрати, якi зазнає теплиця. При розрахунку спрощеним методом нехтується енергiєю сонячної радiацiї, потоками повітря через захищений ґрунт. Теплову потужнiсть системи опалення для теплицi розраховують за формулою:

$$\Phi = \Phi_{огр} + \Phi_{г} = k \cdot F_{инв} \cdot (t_{в} - t_{н}) \cdot k_{огр} \cdot k_{инф}, \quad (3.2)$$

У зимово-осiннiй перiод температуру повітря вважають рiвною максимально допустимiй температурi. Норми технологiчного проектування теплиць i тепличних комплексiв встановлюють температуру всерединi теплицi при вирощуваннi овочевих культур i розсади $t_{в}=15^{\circ}\text{C}$. Для теплиць i тепличних комплексiв температуру зовнiшнього середовища приймають рiвною температурi найбiльш холодних днiв $t_{н}=-33^{\circ}\text{C}$. Коефiцiєнт iнфiльтрацiї враховує тепловтрати внаслiдок негерметичностi конструкцiї теплицi, а також тепловтрати пiд час вiдкриття зовнiшнiх дверей теплицi. Приймаємо $k_{инф}=1,25$. $F_{инв}$ - iнвентарна площа - площа, на якiй розмiщуються рослини. У нашому випадку $F_{инв}=1000 \text{ м}^2$.

Пiдставивши всi значення, отримаємо:

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дата		

$$\Phi = 1,9 \cdot 1000 \cdot (15 + 33) \cdot 1,4 \cdot 1,25 = 159600 \text{ Вт}$$

З метою досягнення найбільшої ефективності теплообміну нагрівальні елементи розміщують у верхній області теплиці під покриттям; у середній області на зовнішніх стінах кріплять на стійках каркасу; у нижній області розміщують по контуру приміщення на глибині 0,05-0,1 м.

Якщо теплиця функціонує цілий рік, то доцільно використовувати комбіновані системи опалення. Комбінована система опалення поєднує в собі повітряно-калориферне та трубне водяне опалення. Систему необхідно спроектувати таким чином, щоб кількість тепла, що надходить від трубного водяного опалення, становила 3/4 від загальної потреби в теплі для обігріву теплиці:

$$n = \frac{\Phi}{q_a}, \quad (3.3)$$

де q_a – теплова потужність одного агрегату, кВт.

Кількість установок для опалення теплиці знаходимо за виразом:

$$n = \frac{159600}{64000} = 2,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо до монтажу 3 шт.

Обираємо електрокалориферну установку СФОЦ-64. В нашому випадку знадобиться 2 штуки цих установок. Розміщуємо СФОЦ-64 по кутах теплиці. Також обираємо одну електрокалориферну установку СФОЦ-42. Установка СФОЦ включає електрокалорифер типу СФО, центробежний вентилятор, перехідний патрубок, а також обладнана м'якою вставкою для зниження рівня шуму. До комплекту СФОЦ також входять щит управління, датчик ТР-200 для

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захисту калорифера від перегрівів, температурні датчики ДТКБ-53Т і запасні нагрівальні елементи. Електрокалориферна установка СФОЦ-64 зображена на рисунку 3.1.



Рис. 3.1. Електрокалориферна установка СФОЦ-64

Електрокалориферні установки СФОЦ працюють у ручному та автоматичному режимах керування. Можливе перемикання потужності на 100, 66,6 та 33,3% від номінальної, що особливо корисно у весняний та осінній періоди, коли температура зовнішнього повітря ще не суттєво відрізняється від внутрішньої. Характеристики електрокалориферної установки СФОЦ-64 наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – Технічні характеристики установки СФОЦ-64

Продуктивність по повітрю, м ³ /год	Теплова потужність, кВт	Температура нагрітого повітря, °С	Швидкість випуску повітря, м/с
4000	64	95	3,2

3.3. Технічні засоби електрообігріву ґрунту в теплиці

Для ефективного вирощування рослин у теплиці встановлюють автоматизовані системи підтримки опалення, освітлення, вентиляції, поливу, -

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

всі вони служать для забезпечення параметрів мікроклімату, комфортних для росту і розвитку рослин теплиці.

Теплиці Сумської області розташовані в на півночному сході України з помірним кліматом і взимку необхідно опалювати, щоб отримати врожай.

Опалювані теплиці мають переваги:

- незалежність від змін температури зовнішнього середовища;
- зменшення часу дозрівання рослин;
- збільшення часу плодоношення рослин;
- можливість вирощувати рослини, що не характерні для середньої смуги або особливо вимогливі до температури навколишнього середовища;
- можливість попередньо підготувати рослини перед висадкою в ґрунт;
- підвищення врожайності.

Досягнення найбільшого врожаю можливе при правильній організації опалення в теплиці. Рослини повинні бути забезпечені киснем, вуглекислим газом, повітря повинно бути достатньо зволуженим, температура не повинна бути вище або нижче норми.

Сьогодні існує багато методів опалення ґрунту в теплиці, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Один з найпоширеніших - електрокалориферний, часто поєднуваний з елементним методом.

Елементний метод ґрунтового обігріву базується на нагріванні за допомогою нагрівальних проводів і має кілька переваг:

- точне регулювання температури;
- не вимагає постійного контролю, мінімальне обслуговування;
- готовність до роботи в постійному режимі;
- можливість повної автоматизації роботи;
- тепло розподіляється рівномірно по всій площі;
- не завдає шкоди рослинам.

Елементне обігрівання може бути здійснене різними способами, які відрізняються конструкцією нагрівального елемента, його розміщенням, напругою та іншими факторами.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Способи розміщення нагрівального елемента при обігріві ґрунту:

- в азбестоцементні труби в піску під шаром ґрунту;
- в шар піску над ґрунтом;
- в шар асфальтобетону під ґрунтом.

Живильна напруга, що використовується в пристроях обігріву, - 380/220 В, а іноді 24/127 В.

При прокладанні нагрівальних елементів використовуються азбестоцементні труби, які необхідно попередньо обробити бітумом або трансформаторною олією і запаяти з'єднання, щоб уникнути потрапляння вологи. Труби слід прокладати під нахилом. На виході з труби провід закріплюється на ізолюючих дисках у монтажних каналах.

Розповсюджений метод обігріву за допомогою асфальтобетонного моноліту, в який укладається провід або голий оцинкований дріт. Моноліт розташовується під шаром ґрунту, є хорошим накопичувачем тепла, забезпечує високий рівень безпеки та рівномірне обігрівання. Таку систему обігріву легко обслуговувати, здійснювати заміну проводу, вона добре захищена від механічних пошкоджень і перегріву. Однак цей метод передбачає використання великої кількості труб, що є недоліком.

При укладанні нагрівального проводу в шар піску над ґрунтом, його необхідно захистити від механічних пошкоджень. Для цього укладають в пісок металеву сітку (50 мм над проводом). Сітку слід заземлити, щоб вона служила додатковим засобом безпеки в разі обриву проводу (рис. 3.2).

Для того, щоб температура на поверхні ґрунту розповсюджувалася рівномірно, необхідно правильно підібрати крок укладання нагрівального проводу. У середньому, крок укладання становить 100...150 мм. Відповідно до діапазону кроку укладання, на 1 м² використовується близько 4...6 м проводу. Загальну довжину слід розділити на кілька секцій. Це дозволить використовувати різні схеми включення і за допомогою їх перемикачів регулювати потужність обігріву.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

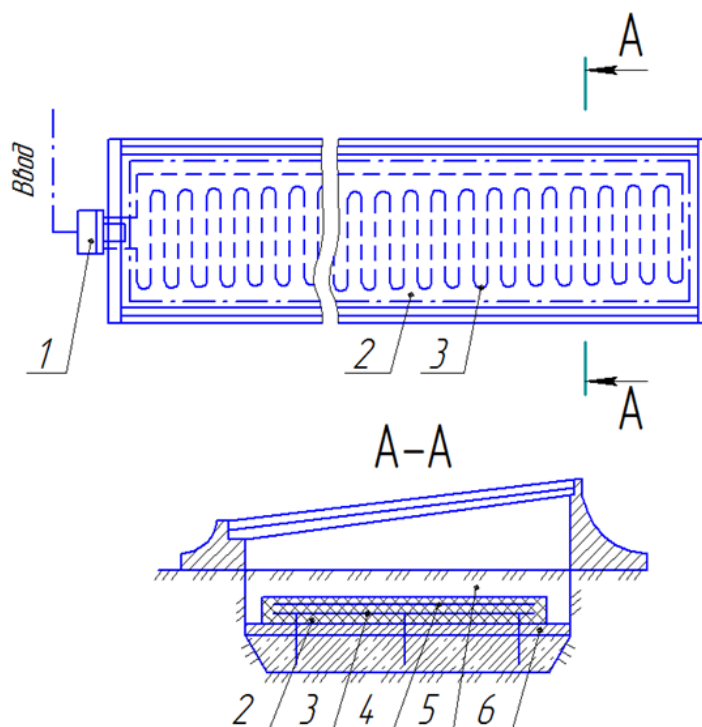


Рисунок 3.2 – Принцип електрообігріву ґрунту в теплицях:

- 1 – Клеммна коробка; 2 – Асфальтобетонний моноліт; 3 – Металева сітка;
4 – Нагрівальний провід; 5 – Ґрунт; 6 – Шар гравію.

Конструктивні параметри проводу типу ПОСХП наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Конструктивні параметри проводу ПОСХП

Марка	Діаметр струмоведучої жили, мм	Товщина ізоляції, мм	Зовнішній діаметр проводу, мм	Маса, кг/км	Робоча температура, °С	Напруга, В
ПОСХП	1,1	0,6	2,5	10,5	90	до 250

3.4. Електричний розрахунок обігріву ґрунту

Розраховуємо потужність на 1 м² площі обігріву:

$$P_o = \frac{\alpha \cdot (Q_n - Q_e)}{\eta}, \quad (3.4)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

де Q_n – температура ґрунту, °С;

Q_o – температура повітря, °С;

η – ККД смуги, що обігрівається.

$$P_o = \frac{10 \cdot (24 - 20)}{0,8} = 50 \text{ Вт} / \text{м}^2.$$

Загальна потужність смуги:

$$P = P_o \cdot S, \quad (3.5)$$

де S – опалювальна площа смуги, м².

$$P = 50 \cdot 504 = 25,2 \text{ кВт}.$$

Для розрахунку потужності, що припадає на одну фазу секції, необхідно спочатку розбити загальну площу обігріву на 3 окремі частини і розрахувати потужність для кожної з них. Потім отриману потужність розділити на кількість фаз.

Потужність, що припадає на одну фазу секції, можна розрахувати за формулою:

$$P_1 = \frac{P}{3 \cdot n}; \quad (3.6)$$

$$P_1 = \frac{25,2}{3 \cdot 3} = 2,8 \text{ кВт}.$$

Площа, що припадає на одну фазу секції:

$$S_1 = \frac{S}{3 \cdot n}; \quad (3.7)$$

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$S_1 = \frac{504}{3 \cdot 3} = 56 \text{ м}^2.$$

Для системи обігріву вибираємо провід ПОСХП, лінійне навантаження $\Delta P = 10 \text{ Вт / м}$.

Необхідна довжина проводу розраховується за виразом:

$$L_1 = \frac{P_1}{\Delta P}; \quad (3.8)$$

$$L_1 = \frac{2,8 \cdot 10^3}{10} = 280 \text{ м}.$$

Крок укладання:

$$h = \frac{S_1}{L_1}; \quad (3.9)$$

$$h = \frac{56}{280} = 0,2 \text{ м}.$$

Кількість паралельних гілок в кожній фазі секції, з'єднаних зіркою, можна визначити за допомогою наступної формули:

$$Z = \frac{P_1}{U_\phi} \cdot \sqrt{\frac{r}{\Delta P}} \quad (3.10)$$

$$Z = \frac{2,8 \cdot 10^3}{220} \cdot \sqrt{\frac{0,194}{10}} = 1,8.$$

Оскільки загальна площа теплиці становить 1000 м^2 , необхідна довжина проводу збільшується до 560 м .

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБІГРІВОМ У ТЕПЛИЦІ

4.1. Розробка структурної схеми системи автоматизованого керування теплицею

Ефективність теплиці безпосередньо залежить від усіх параметрів, які впливають на обмін процесів всередині неї. Необхідно здійснювати контроль цих параметрів у постійному режимі, а саме: інтенсивність освітлення, температура, вологість, вміст у повітрі вуглекислого газу, швидкість руху повітряних мас. Для неперервного та точного контролю необхідно, щоб усі програми та алгоритми контролю теплиці представляли собою єдину систему та керувалися одним мікроконтролером. З урахуванням того, що значення параметрів у різних частинах теплиці можуть відрізнятися одне від одного, приходимо до висновку, що одного датчика для контролю певного параметра недостатньо [12-15].

Тому для досягнення найвищого рівня точності вимірювання та контролю слід розташовувати кілька датчиків у теплиці та керуватися середнім значенням вимірювань між ними. Структурна схема системи управління з використанням мікроконтролера наведена на рис. 4.1, де стрілками показана взаємодія окремих елементів системи [16].

Ввід програмних даних та вивід результатів і іншої інформації здійснюється засобами введення та виведення, представленими матричною клавіатурою та дисплеєм.

Інформація, отримана датчиками, надходить на мікроконтролер, де проводиться обробка та аналіз рішень. Оброблена інформація у вигляді відповідного сигналу управління надходить на відповідальний механізм, наприклад, відкрити/закрити фрауги при зміні температури. У цей час здійснюється інформаційне повідомлення оператора у вигляді звіту про

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поточний стан кліматичних параметрів на дисплеї або їх контроль шляхом встановлення потрібних значень параметрів мікроклімату.

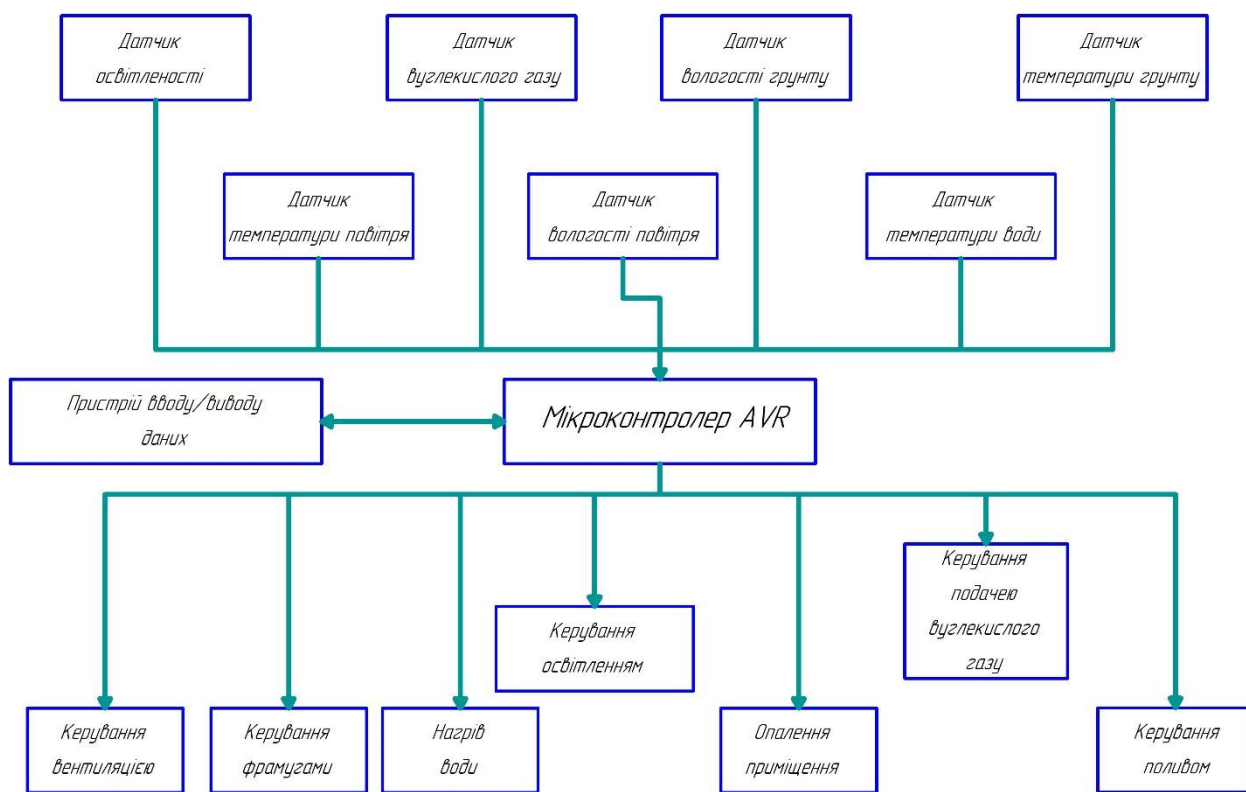


Рис. 4.1. Структурна схема системи автоматизованого керування теплицею на базі мікроконтролера

4.2. Вибір елементів системи керування

Для забезпечення заданих параметрів мікроклімату теплиці використовується мікроконтролер Arduino Mega2560 [17]. Мікроконтролер заснований на мікропроцесорі ATmega2560 і має ядра AVR з RISC-архітектурою. Продуктивність ATmega2560 становить 1 мільйон операцій на секунду при частоті 1 МГц. Мікроконтролер Arduino Mega2560 підтримує повний набір інструментальних та програмних засобів. З урахуванням того, що мікроконтролер забезпечує високу універсальність, при цьому маючи низьку вартість, він повністю підходить для побудови автоматизованої системи

управління теплицею. Зовнішній вигляд мікроконтролера Arduino Mega2560 зображений на рис. 4.2.



Рис. 4.2. Плата Arduino Mega2560

Для контролю параметрів мікроклімату до мікроконтролера Arduino Mega2560 підключаються датчики. Дані про температуру всередині теплиці отримуються з декількох датчиків температури. У схемі використовується датчик температури DS18B20, який дозволяє контролювати температуру в діапазоні $-55...+125^{\circ}\text{C}$ [18]. DS18B20 отримує миттєві дані і передає їх на мікропроцесор у вигляді цифрового сигналу. Мікропроцесор обробляє дані з датчика і автоматично генерує звіт про стан температури в теплиці, на основі якого продовжує підтримувати температуру включенням або вимиканням механізмів, відповідальних за охолодження або обігрів. Датчик температури DS18B20 представлений на рис. 4.3.



Рис. 4.3. Датчик температури DS18B20

Для підключення датчика до мікроконтролера потрібно використовувати всього два проводи: землю і лінію сигналу. Це називається "паразитне живлення", коли датчик живиться безпосередньо від лінії сигналу.

Для визначення вологості ґрунту використовується датчик вологості ґрунту FC-28 [18]. Датчик FC-28 простий у пристрої і дозволяє ефективно визначити, чи достатньо поливати рослини при поглибленні його в ґрунт.

Робота датчика вологості відбувається наступним чином: на двох його електродах створюється невелике напруга, і за величиною опору та електричного струму між ними визначається ступінь зволоженості ґрунту. Чим сухіший ґрунт, тим більший опір між електродами датчика і менший струм, аналогічно - зі збільшенням кількості вологи в ґрунті опір менше, струм більше. При роботі датчик FC-28 споживає струм 35 мА, живиться напругою 3,3 - 5 В, сигнал на виході 0 - 0,42 В. Переведення значень в діапазон 10 біт, при аналізі ступеня зволоженості ґрунту можна керуватися наступними приблизними значеннями: 0-300 біт - недостатнє зволоження ґрунту, 300-700 біт - достатнє зволоження ґрунту, 700-950 біт - перевищене зволоження ґрунту або датчик знаходиться в воді. На виході датчик FC-28 створює аналоговий сигнал, що містить інформацію про ступінь зволоженості ґрунту, і надсилає його до мікроконтролера, де в автоматичному режимі здійснюється подальше регулювання. Датчик вологості ґрунту зображений на малюнку 4.4.



Рис. 4.4. Датчик вологості ґрунту FC-28

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Для визначення відносної вологості повітря в теплиці використовується датчик відносної вологості повітря. У схемі використовується датчик відносної вологості повітря DHT11, який відрізняється високою точністю, стабільністю і енергоефективністю [18]. Підведений до керуючої електроніки трьома проводами. Використовує живлення 5 В, визначає температури в діапазоні 0–50 °С з похибкою ± 2 °С, вологість в діапазоні 20–90% з похибкою $\pm 5\%$. Датчик температури і вологості повітря зображений на рис. 4.5.

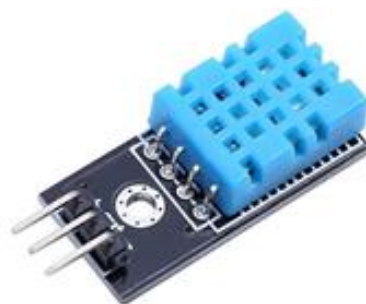


Рис. 4.5. Датчик температури та вологості повітря DHT11

Датчик TGS4161 контролює вміст у повітрі теплиці діоксиду вуглецю [18]. Робота датчика відбувається при високій температурі, що забезпечується вбудованим нагрівачем потужністю близько 0,2 Вт. Сам датчик є електрохімічною ячейкою. Про вміст діоксиду вуглецю судять за станом напруги на ячейці. Якщо напруга залишається стабільною, то концентрація газу вважається нормальною. У випадку, коли концентрація діоксиду вуглецю зростає, напруга починає зменшуватись. Датчик концентрації діоксиду вуглецю у повітрі теплиці TGS4161 зображений на рис. 4.6.

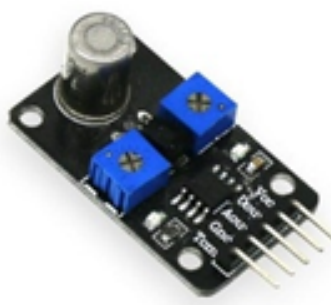


Рис. 4.6. Датчик концентрації діоксиду вуглецю у повітрі теплиці TGS4161

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

У теплиці також встановлено датчик освітленості VT90N2 [18]. Фоторезистор - це елемент датчика, в якому опір змінюється в залежності від кількості світла, що падає на нього. При відсутності будь-якого освітлення, тобто перебуваючи в повній темряві, фоторезистор має максимальний опір (кілька сотень кОм), по мірі зростання рівня освітленості опір фоторезистора змінюється, зменшуючись до кількох десятків кОм. Датчик дуже простий у пристрої і універсальний в застосуванні в схемах вимірювання параметрів мікроклімату, миттєво надає дані про рівень освітленості на мікропроцесор у вигляді аналогового сигналу. Датчик освітленості VT90N2 показаний на рис. 4.7.

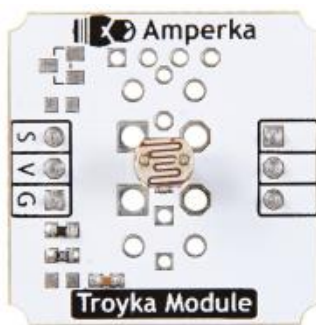


Рис. 4.8. Датчик освітленості VT90N2

Система також обладнана виконавчими механізмами. Система вентиляції включає вентилятори з зворотним клапаном Soler & Palau Silent-100 CZ [18]. Серія Silent-100 представлена малошумними вентиляторами, призначеними для встановлення в приміщеннях з нормальним і високим рівнем вологості. Вентилятор Silent-100 має великий робочий ресурс (30 тисяч годин) завдяки застосуванню в конструкції кулькових підшипників, які не потребують додаткового змащування. Такі механізми, як вентилятор Silent-100, можуть працювати тривалий час без додаткового обслуговування протягом періоду експлуатації.

Корпус Silent-100 виконаний вологостійким і ударостійким. Ступінь захисту IP 44 свідчить про надійний захист механізму від потрапляння вологи

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

або інших предметів всередину. Знімний лепестковий зворотний клапан вентилятора запобігає потраплянню в теплицю потоків зовнішнього повітря.

Вентилятор кріпиться на вібропоглинаючі кріплення, що забезпечує низький рівень шуму (близько 26 дБ). Для додаткової шумоізоляції передбачена повна ізоляція двигуна від корпусу за допомогою звукоізолюючого скляного стакана.

Технічні характеристики Silent-100: продуктивність - 95 м³/год, живлення - 220 В, потужність привідного електродвигуна - 8 Вт, розмір монтажу 100 мм.

Фрамуги відкриваються і закриваються за допомогою пневмоциліндра з позиціонером IP200. Позиціонер призначений для пневматичного регулювання ходу поршня. Відкриття відбувається пропорційно керуючому сигналу, завдяки позиціонеру будь-які положення можуть відтворюватися в будь-який момент в автоматичному режимі з високою точністю. Передбачено зниження до мінімального рівня впливу зовнішніх сил на поршень в статичному положенні за допомогою механізму зворотного зв'язку та додаткової системи регулювання.

Низькотемпературний варіант виконання пневмоциліндра з позиціонером має робочу температуру -30...+50 °С. Високотемпературний варіант виконання пневмоциліндра має діапазон робочої температури -5...+100 °С. Вигляд пневмоциліндра з позиціонером IP200 зображений на рис. 4.9.



Рис. 4.9. Пневмоциліндр з позиціонером IP200

Пневмоциліндр з позиціонером IP200 має наступні технічні характеристики: працює в середовищі з очищеним стиснутим повітрям без

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

масла, робочий тиск у діапазоні 0,3 – 0,7 МПа, діапазон сигнального тиску – 0,02 – 0,1, робоча температура 5-60 °С, лінійність - $\pm 2\%$, корекція на гістерез - $< 1\%$.

Рідкокристалічний LCD-дисплей МТ-16S2Н включає плату управління КБ1013ВГ6 фірми ОАО "АНГСТРЕМ", є аналогом більших зарубіжних виробників, і рідкокристалічні панелі, а також обладнаний світлодіодною підсвіткою [18].

На дисплеї відображається 2 рядки по 16 символів з пробілом в одну точку. Розмір символу 5x8 точок. Кожному символу відповідає код в оперативній пам'яті пристрою. Індикатор може запам'ятовувати і зберігати інформацію у вигляді послідовності символів або кодів, містить вбудований генератор знаків та алгоритми управління РК-панеллю.

На дисплеї можна вибрати будь-який знак генератора з алфавіту української, англійської мов, записати дані, отримані від керуючої електроніки, створити повідомлення для користувача шляхом блимання. Рідкокристалічний LCD-дисплей МТ-16S2Н зображений на рис. 4.10.



Рис. 4.10. Рідкокристалічний LCD-дисплей МТ-16S2Н

Для введення початкових даних використовується матрична клавіатура. Вона відрізняється від стандартних клавіатур товщиною 1 мм і кількістю кнопок - 16 штук. На зворотній стороні є клейка поверхня.

Матрична клавіатура має наступні технічні характеристики: максимально допустиме напруга - 35 В, максимально допустимий струм – 100 мА, розміри – 77x68x1 мм, опір ізоляції - 100 МОм, вага - 10 г.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для управління потоками газів та рідин в теплиці встановлений електромагнітний клапан V311. Включення відбувається при подачі напруги на котушку. Працює в повітряному середовищі, в воді, спирті, гліколі, олії та інших газах і рідинах.

Електромагнітний клапан V311 має наступні технічні характеристики [18]: працює при температурі -20 до +120 °С, тривалий режим роботи, живиться напругою - 220 В, напруга змінного струму - 24 В або 12 В, має потужність 33 ВА, ступінь захисту - IP65, час очікування - 20-500 мс, робочий тиск – 0-10 бар.

У разі необхідності підігрів води в теплиці здійснюється трубчастим електронагрівачем. ТЕН виконаний у трубці з металу, заповненій електричним ізолятором з високою теплопровідністю. В середині у самому центрі проведена нихромова нить, за допомогою якої передається певна потужність на поверхню. Виробництво подібних трубчастих електронагрівачів поширене в Україні. Живиться напругою 220 В.

4.3. Розробка принципової електричної схеми

Стандарти технологічного проектування теплиць і парників встановлюють межі відхилень температури ґрунту ± 1 °С, повітря ± 2 °С. Задоволення таких вимог можливе за умови використання разом з електричним обігрівом відповідної системи регулювання. Реле-контакторна апаратура є найпростішим і найбільш доступним способом двопозиційного регулювання. Теплиця – це споживач енергії, і система керування обігрівом ґрунту повинна передбачати автоматику для включення в заданий час. Схема електрична принципова автоматизованого керування процесом підтримки температури ґрунту в теплиці представлена на листі графічного частини проекту №4.

У теплиці процес підтримки заданої температури ґрунту автоматизується за допомогою пристрою КЕПТ-1УХЛ. Схема пристрою включає наступні елементи: силовий тиристорний блок VS1...VS6, елементи, що забезпечують захист, вимірювання та сигналізацію. Керування тиристорами здійснюється

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шляхом закорочування через резистори R1...R3 ланцюгів керуючих електродів кожної пари тиристорів. Керування відбувається при замиканні контактів KV1.1...KV1.3 проміжного реле KV. Робота реле KV відбувається за програмою, заданою реле часу КТ, коли температура в робочій зоні падає нижче встановленого ліміту контакту SK терморегулятора. У режимі розігріву нагрівальні елементи ЕК1...ЕК3 працюють на повній потужності, після чого відбувається двопозиційне регулювання, задане програмою реле часу КТ, яке має дві програми роботи: перша – на 20 хвилин в робочому або вимкненому стані, друга – 15 хвилин роботи, 45 хвилин вимкненого стану. Реле часу встановлюється таким чином, щоб пристрій КЕПТ-1УХЛ не вмикалася в момент пікового навантаження системи. Для захисту від токів витоку в електричній схемі передбачено реле витоку КА з датчиком ТА. Сигнал з реле витоку КА надходить на котушку незалежного відключення автоматичного вимикача QF, який вимикає ланцюг. У разі спрацювання КА подається сигнал на лампу HL1 «Аварія». Вимикається сигнал кнопкою SB. Вольтметр PV з перемикачем SA2 використовується для контролю цілісності нагрівальних проводів пофазно. Для інформування робочого персоналу про включення нагрівальних елементів використовуються сигнальні лампи HL3.

4.4. Складання схеми підключень

Датчики підключаються до мікроконтролера. Проектована схема підключень дозволить встановити прототип управління мікрокліматом у існуючих промислових теплицях. Схема з'єднання представлена на листі графічної частини №5.

4.5. Основні алгоритми функціонування мікроконтролера

Програма мікроконтролера базується на алгоритмах, кожен з яких має свою кінцеву мету та вхідні дані. Програма розпочинає свою роботу з меню, де

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідно вибрати запуск/зупинку програми контролю мікроклімату теплиці та відредагувати завдання програми, при цьому для кожного контрольованого фактора впливу на мікроклімат можна встановити кілька параметрів.

Регулювання температури в теплиці відбувається по декількох колах: температура повітря, температура ґрунту, температура води системи поливу. Існує можливість використання додаткових кола обігріву, якщо результат не досягнутий при роботі існуючих кіл в максимальному режимі. Температура, підтримувана колами температури повітря та ґрунту, встановлюється значеннями нижнього та верхнього лімітів. При перевищенні верхнього ліміту температури система видасть сигнал на відкриття фрамуг, щоб знизити надлишковий теплий повітря. При зниженні температури до нижнього ліміту, мікроконтролер включить обігрів теплиці. Також система контролює, щоб обігрів не здійснювався, коли фрамуги знаходяться в відкритому положенні, з міркувань енергозбереження. Алгоритм третього кола відрізняється тим, що температуру води можна контролювати більш точно, і при досягненні бажаної температури обігрів припиняється.

Управління вентиляцією базується на заданій температурі повітря в теплиці, вище якої відбувається відкриття фрамуг. Коли температура в теплиці знижується до заданої для вентиляції, вмикається коло обігріву. У сонячний день регулювання температури може здійснюватися одним відкриттям фрамуг.

Управління поливом базується на даних, що надходять від датчика вологості ґрунту. Засновуючись на цих даних, мікроконтролер подає сигнал про початок поливу, коли значення вологості ґрунту падає до заданого значення.

Управління освітленням здійснюється програмуванням часу ввімкнення та вимкнення штучного освітлення. У автоматичному режимі система контролює освітленість за допомогою датчика освітленості. Отримавши дані з датчика про недостатню природню освітленість, система контролю автоматично вмикає освітлення.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ТЕПЛИЦІ

5.1. Розрахунок струмів та вибір провідників для живлення обладнання теплиці

При прокладанні електропроводки дуже важливо, щоб вид, спосіб прокладання проводу відповідали проекту електропостачання. Проект складається відповідно до чинних норм і правил, а також з урахуванням характеру приміщення та умов навколишнього середовища всередині них. Перерізи проводів і кабелів визначаються розрахунковим шляхом виходячи з величини навантажень, дотримуючись відповідних норм і правил. Використовують і інші способи розрахунку перерізу струмопровідних жил, такі розрахунки можна провести, знаючи втрати напруги або нагрів.

Для вибору перерізу проводу за нагрівом необхідно розрахувати робочий струм на ділянці кола і для окремих електродвигунів.

Визначаємо розрахунковий струм за виразом [19, 21]:

$$I_p = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta \cdot \cos \varphi}, \quad (5.1)$$

де P_n – номінальна потужність споживачів теплиці, кВт.

Вибір проводів і кабелів повинен відповідати умовам:

$$I_{дон} \geq I_p, \quad (5.2)$$

де $I_{дон}$ – допустимий струм кабелю, А.

Максимальний розрахунковий струм для СФОЦ-64:

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$I_M = \frac{64 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,85} = 135 \text{ A.}$$

За довідковою таблицею обираємо кабель ВВГнг 5x35 мм² з тривало допустимим струмом 141 А [22]. Аналогічно обираємо провідники для інших споживачів тепличного господарства.

5.2. Розрахунок електричних навантажень на ввіді в теплицю

Живлення теплиці здійснюється двома сухими силовими трансформаторами марки ТСГЛ 400 кВА. Передбачено резервне живлення, в якому використовується дизельна електростанція 400 кВт моделі АД-400-Т400.

Повну потужність тепличного господарства знайдемо за виразом [19]:

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}, \quad (5.3)$$

де P_p – розрахункові активні потужності тепличного господарства, кВт;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності на ввіді при максимальній потужності.

Для правильного вибору ввідного пристрою та кабелю необхідно розрахувати потужність вводу. Встановлена потужність освітлювальної установки становить 3,5 кВт; потужність привідних електродвигунів – 13,63 кВт; загальна потужність обігріву ґрунту – 50,6 кВт; загальна потужність калориферів – 170 кВт.

Загальну потужність теплиці знаходимо за виразом:

$$P_{\text{тепл}} = P_{\text{осв}} + P_{\text{двиг}} + P_{\text{осв}} + P_{\text{обігрів}}; \quad (5.4)$$

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{тепл}} = 13,63 + 50,6 + 3,5 + 170 = 237,7 \text{ кВт}$$

Для вибору кабелю вводу розраховуємо силу електричного струму на вводі в теплицю:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}; \quad (5.5)$$

$$I_p = \frac{279,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 425,4 \text{ А.}$$

Виконуємо розрахунок економічної густини струму:

$$F_{\text{ек}} = \frac{I_p}{j_{\text{ек}}}, \quad (5.6)$$

де – коефіцієнт економічної густини струму, А/мм².

$$F_{\text{ек}} = \frac{425,4}{1,9} = 223,9 \text{ мм}^2.$$

Обчислене значення перерізу проводу слід округлити до найближчого стандартного та провести перевірку за нагрівом і втратами напруги. У разі, якщо втрати перевищують допустимі значення, перевіряють і змінюють перерізи на таких, що відповідають умовам, на ділянках з найбільшими втратами. На вводі застосовуємо кабель марки АВВБШв 4х240 мм² з максимально допустимим струмовим навантаженням 401 А при прокладці в повітрі [22].

Величину втрат напруги лінії можна розрахувати за формулою:

$$\Delta U = I_p \cdot \sqrt{3} \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + \chi_0 \cdot \sin \varphi), \quad (5.7)$$

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де l – довжина вводу до теплиці, м;

r_0 – активний питомий опір лінії, Ом/км;

χ_0 – реактивний питомий опір лінії, Ом/км.

$$\Delta U = 425,4 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,1 \cdot (0,012 \cdot 0,85 + 0,077 \cdot 0,6) = 4,15 \text{ В}$$

Відносна втрата напруги в лінії:

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100\%. \quad (5.8)$$

$$\Delta U \% = \frac{4,15}{380} \cdot 100 = 1,09\%.$$

Кабель АВВБбШв 4х240 задовольняє по максимальним втратам напруги, його застосування можливе.

Ввідним пристроєм для теплиці служить розподільчий щит типу ГРЩ. Вибір розподільчого щита відбувається виходячи з напруги, умов навколишнього середовища, способу установки, схеми з'єднання проводів та номінальних параметрів автоматів. Враховуючи отримані значення, вибираємо розподільчий щит типу ГРЩ, розрахований на струм до 500 А. Встановлюємо автоматичний вимикач марки ВА51-39, розрахований на струм до 630 А. Ввідний кабель прокладений у повітрі.

Для контролю кількості споживаної електроенергії у розподільчому щиті встановлюємо трифазний лічильник Меркурій 230 АМ. Для лічильника вибираємо трансформатор струму марки Т-0,66-500/5 на номінальний струм 500 А, номінальне вторинне навантаження 5 ВА, номінальну напругу 0,66 кВ [19].

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3. Розрахунок і вибір магнітних пускачів та теплових реле

Вибір магнітних пускачів відбувається виходячи з умов навколишнього середовища та схеми управління за номінальною напругою ($U_{н.пуск.} \geq U_{н.уст.}$) і номінальним струмом ($I_{н.уст.} \geq I_{расч}$), а також за напругою втягуючої котушки [19]. У теплиці встановлені три електрокалориферні установки: одна СФОЦ-42 (потужність вентилятора 1,1 кВт) і дві СФОЦ-64 (потужність вентилятора 4 кВт). Детальний опис умов вибору пускозахисної апаратури наведено в додатках.

Для СФОЦ-64 обираємо магнітний пускач І величини Schneider Electric LC1E1210M5, номінальний струм якого 12 А, теплове реле Schneider Electric LRD14, номінальний струм якого 7-10А [23]. Для СФОЦ-42 також обираємо магнітний пускач І величини Schneider Electric LC1E1210M5, номінальний струм якого 12 А, теплове реле Schneider Electric LRD07, номінальний струм якого 1,6-2,5 А.

Для двигуна насоса системи зрошення, осьових вентиляторів ОВК також обираємо електромагнітні пускачі І величини Schneider Electric LC1E1210M5 (12 А); теплове реле для насоса Schneider Electric LRD08 (2,5-4 А), для осьових вентиляторів Schneider Electric LRD08 (2,5-4 А).

Для нагрівального проводу марки ПОСХВ (з пластмасовою ізоляцією) обираємо електромагнітний пускач Schneider Electric LC1E50M5 на номінальний струм 50 А і теплове реле LRE357 [23].

Результати вибору пускозахисної апаратури (ПЗА) показано в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – ПЗА для електроустановок теплиці

Установка	Потужність, кВт	Тип пускача	Тип теплового реле
Насос водяний	2	LC1E1210M5	LRD08
Вентилятор осьовий ОВК	1,1	LC1E1210M5	LRD08
Вентилятор СФОЦ -64	4	LC1E1210M5	LRD14
Вентилятор СФОЦ -42	1,1	LC1E1210M5	LRD07
ПОСХВ	25,2	LC1E50M5	LRE357

5.4. Розрахунок і вибір автоматичних вимикачів

Розрахунок і вибір автоматичних вимикачів для захисту обладнання теплиці є важливим етапом проектування електричних мереж. Перш за все, необхідно визначити загальну потужність споживачів електроенергії в теплиці. До них можуть належати освітлення, системи опалення, вентиляції, поливу, автоматизації та інші електроприлади. Загальна потужність розраховується як сума потужностей усіх споживачів.

Після визначення номінального струму вибирається автоматичний вимикач з відповідним номіналом. Автоматичні вимикачі обираються з урахуванням типу навантаження. Наприклад, для освітлення і обігрівачів використовують автомати з характеристикою В або С, тоді як для електродвигунів - з характеристикою D. Це дозволяє забезпечити надійний захист від коротких замикань та перевантажень.

Крім того, важливо враховувати селективність захисту, тобто послідовність спрацьовування автоматичних вимикачів у разі аварійної ситуації. Це дозволяє обмежити зону відключення лише аварійною ділянкою, не впливаючи на роботу інших частин системи. Селективність досягається вибором автоматичних вимикачів з різними характеристиками струму спрацьовування та часовими затримками.

Також необхідно враховувати умови експлуатації обладнання. Для теплиць характерні підвищена вологість, перепади температури і можливі механічні впливи. Тому варто вибирати автоматичні вимикачі з підвищеним ступенем захисту (IP) і стійкістю до агресивних середовищ.

Остаточний вибір автоматичних вимикачів здійснюється на основі всіх розрахунків і врахувань специфіки обладнання теплиці. Правильний підбір забезпечить надійний захист електричних мереж, безпеку роботи та довговічність обладнання [19].

Результати вибору АВ для захисту обладнання теплиці показано в табл. 5.2.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 – Результати вибору АВ

Установка	I_{\max} , А.	Марка та переріз проводу	Довжи на, м.	ΔU %	Тип АВ	Тип ПЗВ
СФОЦ – 64	135	ВВГнг 5x35	50	0,85	LV516303 160 А	-
СФОЦ – 42	45,5	ВВГнг 5x10	30	0,71	LV510305 50 А	Acti9 A9R41463 30МА
Вентилятор осьовий ОВК	2,0	ВВГнг 5x1,5	48	0,35	Acti9 iC60N 4 А	Acti9 A9R41425 30МА
Насос водяний	3,6	ВВГнг 5x1,5	7	0,09	Acti9 iC60N 4 А	Acti9 A9R41425 30МА

5.5. Вибір ввідного розподільчого пункту

Вибір ввідного розподільчого пункту (ВРП) для теплиці є важливим етапом планування і побудови її енергетичної інфраструктури. Перш за все, необхідно врахувати потужність електрообладнання, яке буде використовуватися в теплиці. Це включає системи освітлення, вентиляції, опалення, поливу та автоматизації. ВРП повинен забезпечувати стабільне і безперебійне електропостачання всіх цих систем.

При виборі місця розташування ВРП важливо врахувати зручність підключення до зовнішньої електричної мережі та безпеку доступу до нього. Розподільчий пункт має бути встановлений у сухому, добре вентильованому приміщенні, захищеному від можливих пошкоджень та несанкціонованого доступу. Також слід передбачити можливість розширення електричних потужностей у майбутньому, якщо планується збільшення розмірів теплиці або додавання нового обладнання.

Вибір ВРП також залежить від вимог до надійності та резервування електропостачання. Можливо, варто розглянути варіанти з резервними джерелами живлення, такими як генератори або акумуляторні системи, щоб уникнути простоїв у разі аварійного відключення електрики. Крім того, слід

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звернути увагу на якість та надійність обладнання, яке буде використовуватися в розподільчому пункті, адже це безпосередньо впливає на безпеку та ефективність роботи теплиці.

Не менш важливим аспектом є дотримання всіх нормативних вимог та стандартів, які стосуються проектування, монтажу та експлуатації електроустановок. Потрібно залучати кваліфікованих спеціалістів для проведення всіх необхідних розрахунків та робіт, щоб забезпечити відповідність проекту чинним нормативам та правилам безпеки.

Враховуючи всі ці фактори, вибір ввідного розподільчого пункту для теплиці є складним та відповідальним завданням, яке потребує ретельного планування і професійного підходу.

На основі наведених рекомендацій приймаємо до установки ВРП із автоматичним вводом резерву типу АВР-400-3В-630А (рис. 5.1).



Рис. 5.1. ВРП із автоматичним вводом резерву типу АВР-400-3В-630А

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Вступ. Тепличне господарство є однією з ключових галузей сільського господарства, яка забезпечує виробництво свіжих овочів, фруктів і квітів протягом усього року. Завдяки контрольованим умовам вирощування, теплиці дозволяють значно підвищити врожайність і якість продукції, що є особливо важливим у регіонах з несприятливими кліматичними умовами. Проте, поряд із позитивними аспектами, інтенсивне використання теплиць може мати негативний вплив на навколишнє середовище [23].

Екологічна експертиза тепличного господарства є необхідною складовою сталого розвитку цієї галузі. Вона включає оцінку впливу різних аспектів тепличного виробництва на природні екосистеми, якість ґрунтів, водні ресурси та повітря. Основні проблеми, що потребують уваги, включають використання пестицидів та добрив, споживання води, утворення відходів та енергоспоживання. Завданням екологічної експертизи є виявлення потенційних ризиків і розробка заходів для їх мінімізації, що сприятиме збереженню природних ресурсів і забезпеченню екологічної безпеки.

В рамках цього розділу розглядаються методи і підходи до проведення екологічної експертизи тепличного господарства, аналізуються основні екологічні проблеми, пов'язані з теплицями, та пропонуються шляхи їх вирішення. Особлива увага приділяється інноваційним технологіям і практикам, які можуть сприяти зниженню екологічного навантаження від тепличного виробництва та підвищенню його ефективності [26].

Вплив. Тепличне господарство, незважаючи на свої численні переваги, може мати суттєвий негативний вплив на навколишнє середовище. Однією з головних проблем є інтенсивне використання хімічних речовин, таких як пестициди і добрива. Надмірне застосування цих речовин призводить до забруднення ґрунтів і водних ресурсів, що, в свою чергу, негативно впливає на місцеву флору і фауну. Вода, яка використовується для поливу, може стати

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

джерелом забруднення, коли з нею вимиваються залишки хімікатів, що потім потрапляють у підземні води або сусідні водні об'єкти.

Іншою значною проблемою є високе споживання води, необхідне для забезпечення зростання рослин у теплицях. У регіонах з обмеженими водними ресурсами це може призводити до їх виснаження і погіршення якості водопостачання для місцевого населення та інших сільськогосподарських угідь. Енергоспоживання тепличного господарства також викликає занепокоєння, особливо в тих випадках, коли використовується викопне паливо для обігріву та освітлення теплиць. Це сприяє викидам парникових газів, що посилює проблему зміни клімату.

Теплиці також можуть спричиняти утворення великої кількості відходів, включаючи пластикові матеріали для конструкцій, пакування та залишки рослин. Неправильне управління цими відходами може призвести до їх накопичення та забруднення навколишнього середовища. Крім того, зміна природного ландшафту під час будівництва теплиць може негативно вплинути на місцеву біорізноманітність, оскільки знищуються природні середовища проживання деяких видів рослин і тварин.

В цілому, негативний вплив тепличного господарства на навколишнє середовище є значним і вимагає комплексного підходу для його зменшення. Це включає впровадження екологічно чистих технологій, зменшення використання хімічних речовин, ефективне управління водними ресурсами та енергоефективність. Лише таким чином можна забезпечити баланс між високою продуктивністю тепличного господарства і збереженням екологічної рівноваги.

Заходи. Для зменшення негативного впливу тепличного господарства на навколишнє середовище необхідно впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на оптимізацію ресурсокористування та мінімізацію забруднення. Один із ключових кроків – це зменшення використання хімічних речовин шляхом впровадження біологічних методів захисту рослин. Заміна пестицидів на біопестициди та використання природних ворогів шкідників сприяє збереженню екологічної рівноваги та зменшує ризик забруднення ґрунтів і водних ресурсів.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективне управління водними ресурсами є ще одним важливим аспектом. Використання систем крапельного зрошення дозволяє значно знизити споживання води, забезпечуючи при цьому оптимальні умови для росту рослин. Рецикуляція води та впровадження систем збору дощової води також можуть суттєво зменшити навантаження на водні ресурси регіону. Водночас, важливо контролювати якість води, що використовується для поливу, аби уникнути накопичення шкідливих речовин у ґрунті.

Зменшення енергоспоживання може бути досягнуто за допомогою використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітряки. Впровадження енергоефективних технологій, наприклад, утеплення теплиць і використання світлодіодного освітлення, дозволяє знизити споживання енергії та зменшити викиди парникових газів. Це не лише позитивно впливає на довкілля, але й знижує витрати на виробництво.

Управління відходами є ще одним критично важливим аспектом. Сортування та переробка відходів, використання біорозкладних матеріалів та повторне використання пластикових конструкцій сприяють зниженню кількості відходів, що потрапляють на сміттєзвалища. Компостування рослинних залишків дозволяє не лише зменшити обсяг відходів, але й отримати цінне органічне добриво, яке можна використовувати для покращення якості ґрунту.

Збереження біорізноманіття також є важливим напрямком. Планування та розташування теплиць повинні враховувати природні екосистеми та міграційні шляхи диких тварин. Відновлення та збереження природних середовищ проживання, створення зелених зон навколо теплиць допомагають підтримувати екологічний баланс.

Інноваційні технології та практики сталого розвитку, такі як вертикальні ферми та аквапоніка, можуть значно зменшити екологічний слід тепличного господарства. Ці методи дозволяють більш ефективно використовувати простір і ресурси, знижуючи при цьому негативний вплив на навколишнє середовище. Реалізація таких заходів вимагає інвестицій і зміни підходів до ведення

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

господарства, але в довгостроковій перспективі сприяє екологічній безпеці та сталому розвитку аграрного сектора..

Висновки. Зменшення негативного впливу тепличного господарства на навколишнє середовище є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку аграрного сектора. Впровадження біологічних методів захисту рослин, ефективне управління водними ресурсами, зниження енергоспоживання за допомогою відновлюваних джерел енергії, управління відходами та збереження біорізноманіття є ключовими заходами для досягнення цієї мети.

Інноваційні технології та практики сталого розвитку також відіграють важливу роль у мінімізації екологічного навантаження. Комплексний підхід до впровадження цих заходів сприятиме збереженню природних ресурсів, покращенню екологічної ситуації та підвищенню ефективності тепличного виробництва..

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці в теплиці. Організація охорони праці в теплиці є важливим аспектом для забезпечення безпечних умов роботи співробітників. За охорону праці в теплиці відповідає роботодавець або призначена ним особа, яка зазвичай займає посаду інженера з охорони праці або іншого спеціаліста з відповідною кваліфікацією. Ця особа зобов'язана розробляти, впроваджувати та контролювати виконання всіх заходів з охорони праці, дотримання нормативних актів та стандартів безпеки.

Кожен працівник перед початком роботи в теплиці повинен пройти інструктаж з охорони праці. Це включає вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Вступний інструктаж проводиться під час прийому на роботу та ознайомлює працівника з загальними правилами безпеки, небезпечними факторами та способами їх уникнення. Первинний інструктаж на робочому місці детально пояснює специфічні ризики, пов'язані з конкретною роботою в теплиці, та порядок дій у разі небезпечної ситуації.

Повторний інструктаж проводиться періодично, не рідше одного разу на шість місяців, і має на меті оновити знання працівників щодо правил безпеки. Позаплановий інструктаж проводиться у випадках змін технологічного процесу, впровадження нових нормативних актів або після нещасних випадків. Цільовий інструктаж здійснюється перед виконанням разових робіт, які не є регулярними.

Крім інструктажів, працівники теплиці повинні проходити спеціальне навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Таке навчання зазвичай включає теоретичні та практичні заняття, де працівники вивчають правила безпечного використання обладнання, техніки та засобів індивідуального захисту. Після завершення навчання проводиться перевірка знань у формі тестування або заліку.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулярний медичний огляд працівників також є важливим елементом охорони праці. Він допомагає виявити можливі протипоказання до виконання певних робіт і забезпечує своєчасне виявлення професійних захворювань.

Організація охорони праці в теплиці включає також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, такими як рукавички, окуляри, захисний одяг, респіратори та інші засоби, залежно від характеру роботи. Важливо, щоб працівники використовували ці засоби відповідно до інструкцій та підтримували їх у належному стані.

Таким чином, комплексний підхід до організації охорони праці в теплиці включає призначення відповідальних осіб, проведення регулярних інструктажів та навчань, медичних оглядів та забезпечення засобами індивідуального захисту, що разом забезпечує безпеку та здоров'я працівників. [24, 25].

Небезпечні та шкідливі фактори при роботі в теплиці. Робота в теплиці може супроводжуватися різними небезпечними та шкідливими факторами, які необхідно враховувати для забезпечення безпеки працівників. Одним із основних небезпечних факторів є висока температура і вологість. Під час роботи в таких умовах організм людини може перегрітися, що призводить до теплового удару, зневоднення та загального погіршення самопочуття. Особливо це небезпечно у літні місяці або при використанні додаткових джерел обігріву взимку.

Ще одним серйозним фактором є хімічні речовини, які використовуються для догляду за рослинами. Добрива, пестициди, гербіциди та інші хімікати можуть бути токсичними та викликати алергічні реакції, подразнення шкіри, слизових оболонок, а також проблеми з дихальними шляхами. Неправильне зберігання або недотримання інструкцій з використання цих речовин може призвести до отруєнь та інших серйозних наслідків.

Фізичні навантаження також становлять значну небезпеку. Постійні нахили, піднімання важких предметів, тривала робота в незручних позах можуть викликати проблеми з опорно-руховою системою, такі як біль у спині,

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

суглобах і м'язах. Необхідність працювати з механічним обладнанням, таким як косарки, мотики або системи поливу, також додає ризиків отримання травм.

Недостатня вентиляція теплиці може призвести до накопичення вуглекислого газу та інших шкідливих газів, що виділяються при роботі техніки або під час процесів гниття органічних матеріалів. Це може викликати головний біль, запаморочення, нудоту та інші симптоми, пов'язані з гіпоксією.

Для мінімізації небезпек і шкідливих факторів при роботі в теплиці необхідно дотримуватися правил техніки безпеки, використовувати засоби індивідуального захисту, такі як рукавиці, маски, окуляри та захисний одяг. Регулярні перерви, належне зволоження та забезпечення оптимальних умов мікроклімату в теплиці також є важливими заходами для збереження здоров'я працівників.

Рекомендації щодо впровадження безпечних і здорових умов праці в теплиці. Для впровадження безпечних і здорових умов праці в теплиці необхідно дотримуватися ряду рекомендацій. Перш за все, важливо забезпечити оптимальний мікроклімат у теплиці. Це включає контроль температури, вологості та вентиляції. Використання автоматичних систем контролю клімату допоможе підтримувати комфортні умови та запобігати перегріванню або надмірній вологості, що може негативно впливати на здоров'я працівників.

Окрему увагу слід приділити безпеці при роботі з хімічними речовинами. Необхідно забезпечити належне зберігання пестицидів, добрив та інших хімікатів у спеціально відведених для цього місцях, де вони будуть недоступні для несанкціонованого доступу. Важливо також дотримуватися інструкцій з використання цих речовин і забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, такими як рукавиці, маски та окуляри, щоб мінімізувати ризик контакту з токсичними речовинами.

Для запобігання фізичним травмам необхідно організувати робочі місця таким чином, щоб вони відповідали ергономічним вимогам. Використання спеціального обладнання для піднімання та переміщення важких предметів допоможе знизити навантаження на спину та суглоби працівників. Регулярні

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перерви і чергування різних видів робіт також сприятимуть зменшенню фізичного навантаження та втоми.

Безпека при роботі з механічним обладнанням є ще одним важливим аспектом. Працівники повинні проходити навчання з безпечного використання обладнання, такого як косарки, мотики та системи поливу. Регулярна перевірка і обслуговування техніки допоможе запобігти аваріям та травмам.

Недостатня вентиляція в теплиці може призвести до накопичення шкідливих газів. Тому важливо забезпечити достатню циркуляцію повітря за допомогою вентиляторів або систем вентиляції. Регулярне провітрювання теплиці також допоможе підтримувати здорове середовище.

Забезпечення належного рівня освітлення в теплиці є важливим для зменшення навантаження на зір і запобігання нещасним випадкам. Використання природного світла у поєднанні з штучним освітленням допоможе створити комфортні умови для роботи.

Важливо також проводити регулярні інструктажі з техніки безпеки та здоров'я працівників, щоб вони були обізнані про потенційні ризики та методи їх запобігання. Організація медичних оглядів та забезпечення першої допомоги на робочому місці є необхідними заходами для підтримки здоров'я працівників.

Висновки. Впровадження запропонованих рекомендацій допоможе створити безпечні та здорові умови праці в теплиці, що позитивно вплине на продуктивність та загальне самопочуття працівників.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Техніко-економічні розрахунки дозволяють визначити економічний ефект від впровадження автоматизації технологічних процесів при реконструкції теплиці або на етапі її планування. Найважливішими показниками при визначенні економічного ефекту є мінімальні капіталовкладення та витрати на утримання.

Техніко-економічні показники допоможуть визначити доцільність та ефективність впровадження проекту. Модернізація системи контролю параметрів мікроклімату в теплиці призводить до [27, 28]:

- зниження витрат на електроенергію;
- підвищення продуктивності праці;
- використання всієї корисної площі покриття теплиці;
- спрощення роботи персоналу;
- зменшення часу окупності капіталовкладень.

Для того, щоб визначити розмір капіталовкладень, необхідно розрахувати загальну вартість лінії автоматизації технологічного процесу. Загальна вартість визначається за складеними кошторисами використаного електрообладнання для підтримання параметрів мікроклімату за прайсами фірм, що постачають на ринок дане обладнання.

Наведені річні витрати підприємства:

$$Z_p = E_n \cdot K + B_p, \quad (8.1)$$

де E_n – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, який при автоматизації в часткових зонах приймається $E_n = 0,4$ [27];

K – за матеріалами переддипломної практики капіталовкладення з урахуванням витрат на монтаж обладнання та навчання персоналу становлять $K = 120000$ грн;

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

B_p – річні витрати виробництва, грн.

Витрати теплиці за рік визначаються за формулою:

$$B_p = Z + B_a + B_m + B_{el} + B_{np}, \quad (8.2)$$

де Z – заробітна плата персоналу, грн;

B_a – амортизаційні відрахування, приймаємо $B_a=10\%$ від капіталовкладень, грн;

B_m – відрахування на поточний ремонт, приймаємо $B_m=4\%$ від капіталовкладень, грн;

B_{el} – витрати на електричну енергію, грн;

B_{np} – експлуатаційні витрати, приймаємо $B_{np} = 1\%$ від загальної суми річних витрат.

Річний фонд заробітної плати персоналу розраховується за формулою:

$$Z = n \cdot Z_z + H \cdot T_p, \quad (8.3)$$

де n – кількість людей у зміну, $n_o=3$, $n_n=2$;

Z_z – денна заробітна плата персоналу, $Z_{zo}=800$ грн, $Z_{zn}=1000$ грн;

T_p – кількість робочих днів у році, $T_p=150$ днів;

H – нарахування до основного фонду заробітної плати, приймаємо $H=10\%$ від основного фонду заробітної плати, грн/год.

Річний фонд заробітної плати базового та проектного варіантів:

$$Z_o = 3 \cdot 800 + 0,01 \cdot 800 \cdot 150 = 360000 \text{ грн.}$$

$$Z_n = 2 \cdot 1000 + 0,01 \cdot 1000 \cdot 150 = 350000 \text{ грн.}$$

Затрати електричної енергії на систему контролю мікроклімату:

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{el} = K_0 \cdot \sum P_n \cdot C_{el} \cdot T_p, \quad (8.4)$$

де K_0 – коефіцієнт одночасності роботи, $K_{об} = 0,6$; $K_{он} = 0,55$;

$\sum P_n$ – сумарна номінальна потужність електрообладнання для підтримання параметрів мікроклімату, $\sum P_{нб} = 314$ кВт, $P_{ни} = 237,4$ кВт;

C_{el} – вартість електричної енергії для підприємства, $C_{el} = 4,5$ грн/(кВт·год).

Отримаємо витрати на електроенергію базового та проектного варіантів:

$$B_{el.б} = 0,6 \cdot 314 \cdot 4,5 \cdot 150 = 127170 \text{ грн.}$$

$$B_{el.п} = 0,55 \cdot 237,4 \cdot 4,5 \cdot 150 = 88135 \text{ грн.}$$

Щорічні витрати на виробництво базового та проектного варіантів розраховуються за формулою 8.2:

$$B_{рб} = 360000 + 12000 + 4800 + 127170 + 1200 = 505170 \text{ грн};$$

$$B_{рп} = 350000 + 12000 + 4800 + 88135 + 1200 = 456135 \text{ грн.}$$

Отримаємо наведені річні витрати базового та проектного варіантів:

$$З_{рб} = 0,4 \cdot 120000 + 505170 = 553170 \text{ грн};$$

$$З_{рп} = 0,4 \cdot 120000 + 456135 = 504135 \text{ грн.}$$

За рахунок збільшення інтенсивності виробництва, підвищення врожайності в сезон можна збільшити вартість збуту продукції.

Річний дохід від реалізації продукції обчислюють за формулою:

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{p.z} = G_{p.z} \cdot C_n, \quad (8.5)$$

де $G_{p.z}$ – валова продукція за рік, кг;

C_n – вартість продукції, грн/кг.

Річний дохід від реалізації продукції базового та проєктного варіантів:

$$B_{p.z.b} = 7200 \cdot 80 = 576000 \text{ грн};$$

$$B_{p.z.n} = 8100 \cdot 90 = 729000 \text{ грн}.$$

Річні трудові витрати на виробництво в люд·год розраховуються за формулою:

$$Z_m = n \cdot t \cdot T_p, \quad (8.6)$$

де t – час тривалості зміни, год.

Річні трудові витрати для базового та проєктного варіантів:

$$Z_{m.b} = 3 \cdot 8 \cdot 150 = 3600 \text{ люд} \cdot \text{год};$$

$$Z_{m.n} = 2 \cdot 8 \cdot 150 = 2400 \text{ люд} \cdot \text{год}.$$

Питомі трудові витрати в люд·год/кг розраховуються за формулою:

$$Z_{y.m} = \frac{Z_m}{G_p}, \quad (8.7)$$

Тоді:

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{y.m} = \frac{3600}{7200} = 0,5 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{кг};$$

$$Z_{y.m} = \frac{2400}{8100} = 0,3 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{кг}.$$

Прибуток за рік розраховують за формулою:

$$П_{p.z} = B_{p.z} - B_{p.z} \cdot C_{np}, \quad (8.8)$$

де C_{np} – собівартість продукції ($C_{np} = 70\%$ – базовий і 65% – проект).

Річний прибуток для базового та проєктного варіантів:

$$П_{p.z.b} = 576000 - 576000 \cdot 0,7 = 172800 \text{ грн};$$

$$П_{p.z.n} = 729000 - 729000 \cdot 0,65 = 255150 \text{ грн}.$$

Додатковий прибуток за рік:

$$E_p = П_{p.z.n} - П_{p.z.b}; \quad (8.9)$$

$$E_p = 255150 - 172800 = 82350 \text{ грн}.$$

Строк окупності витрат розраховується за формулою:

$$T = \frac{K}{E_p}; \quad (8.10)$$

$$T = \frac{120000}{82350} = 1,4 \text{ роки}.$$

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати загальних техніко-економічних оцінок впроваджених заходів з реконструкції системи електрифікації теплиці показані у таблиці 8.1 та в графічній частині проекту №6.

Таблиця 8.1 – Результати загальної техніко-економічної оцінки впроваджених заходів з реконструкції системи електрифікації теплиці.

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Річний фонд заробітної плати, тис. грн	360	350
Витрати на оплату електричної енергії, тис. грн	127,2	88,1
Витрати на виробництво, тис. грн.	505,2	456,1
Зведені річні витрати, тис. грн	553,2	504,1
Надходження від реалізації продукції, тис. грн	576	729
Питомі затрати праці на виробництво, люд·год/кг	0,5	0,3
Річний прибуток, тис. грн	172,8	255,15
Прибуток від провадження запропонованих рішень, тис. грн	-	82,35
Капіталовкладення, грн	-	120000
Термін окупності, років	-	1,4

Висновки. Строк окупності проекту є прийнятним, враховуючи існуючі ринкові умови. Процес автоматизації теплиці з одночасною модернізацією обладнання, призначеного для контролю і підтримки параметрів мікроклімату в теплиці, є обґрунтованим і ефективним. Впровадження запропонованих рішень дозволить зменшити питомі витрати праці на виробництва та знизити витрати на оплату електричної енергії, що дозволить отримати річний прибуток в розмірі 82350 грн на рік. Період окупності капіталовкладень у теплиці становить 1,4 роки.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи була розроблена система управління мікрокліматом теплиці. Було обрано елементну базу для побудови системи контролю і підтримання мікроклімату в теплиці на основі мікроконтролера Arduino Mega2560 та описано алгоритми її роботи. Здійснено розрахунок параметрів силової мережі, пускозахисної апаратури, а також виконано підбір автоматичних вимикачів і пристроїв захисного відключення.

Результати проведеного розрахунку системи опалення теплиці показують, що для підтримання заданого температурного режиму необхідно 3 електрокалорифери, а саме два СФОЦ – 64 і один СФОЦ – 42.

Представлено технологічну і принципову електричну схему системи підігріву ґрунту в теплиці. Для нагріву ґрунту був обраний провід марки ПОСХП.

Складено електричну принципову схему автоматизованого керування процесом підтримки заданої температури ґрунту в теплиці.

Запропоновано заходи та рекомендації щодо забезпечення безпеки праці при виконанні робіт в теплиці та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Впровадження запропонованих рішень дозволить зменшити питомі витрати праці на виробництва та знизити витрати на оплату електричної енергії, що дозволить отримати річний прибуток в розмірі 82350 грн на рік. Період окупності капіталовкладень у теплиці становить 1,4 роки.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. YouControl – сервіс перевірки контрагентів. ФІЛІЯ "КУРМАНИ" ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "АГРО-ПОЛІС". [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/37051988/.

2. Білий С. Плівкові теплиці останнього покоління / С. Білий // Плантатор. – 2016. – № 3. – С. 108-110.

3. Мельник С. Клімат-контроль у ягідних тунелях компанії Naugrove / С. Мельник // Ягідник. – 2019. – № 2. – С. 80-82.

4. Опалення теплиць узимку: прості поради для комерційних виробників // Овочівництво. – 2020. – № 2. – С. 152.

5. Слепцов Ю. Обігрів теплиць / Ю. Слепцов // Плантатор. – 2016. – № 1. – С. 104-106.

6. Кошкін Д. Л. Ієрархічна комп'ютеризована система керування врожайністю теплиці / Д. Л. Кошкін // Вісник аграрної науки Причорномор'я : науковий журнал. – 2015. – Вип.2(85). - Т.1. - Ч.2. - С. 179-186.

7. Діордієв В.Т., Кашкар'єв А.О., Діордієв О.О. Автоматизована система моніторингу та керування мікрокліматом у теплиці. Матеріали науково-технічної конференції студентів та магістрантів. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2018. Вип. 8. Т. 2.

8. Віхрова Л.Г., Каліч В.М., Прокопенко Т.О. Адаптивна автоматизована система збору та контролю основних параметрів мікроклімату в теплиці. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Кіровоград, 2016. Вип. 29. С. 168–172.

9. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання, станом на 21.08.2017).

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Електропривод с.г. машин, агрегатів та потокових ліній. Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавриненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. За ред. Жулая Є.Л. – Вища освіта, 2001. – 288 с.

11. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

12. Katzin, D., Marcelis, L. F., Van Henten, E. J., & Van Mourik, S. (2023). Heating greenhouses by light: A novel concept for intensive greenhouse production. *Biosystems Engineering*, 230, 242–276. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.04.003>.

13. Yilmaz, F., & Selbaş, R. (2018). Performance assessment of various greenhouse heating systems; a case study in Antalya. In Elsevier eBooks (pp. 421–433). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813734-5.00024-x>.

14. Vourdoubas, J. (2015). Overview of Heating Greenhouses with Renewable Energy Sources a Case Study in Crete- Greece. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 4(1). <https://doi.org/10.15640/jaes.v4n1a9>.

15. Sun, W., Wei, X., Zhou, B., Lu, C., & Guo, W. (2022). Greenhouse heating by energy transfer between greenhouses: System design and implementation. *Applied Energy*, 325, 119815. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119815>.

16. Лисенко В. П. Алгоритм формування стратегій керування процесом вирощування рослин у теплиці з урахуванням їх стану / В. П. Лисенко, І. Т. Лендел // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2018. – Вип. № 283. - С. 118-124.

17. Arduino. Вільна платформа апаратного та програмного забезпечення. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.wikiwand.com/uk/Arduino>.

18. Бабіченко А. К. Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін. ; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. – 470 с.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

19. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К. : НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с; 2020. – 330 с.

20. Каталог електродвигунів серії АИР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrodivigatelei_air/.

21. Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. Частина 2 «Проектування внутрішньої силової розподільчої мережі. Вибір та перевірка пуско-захисної апаратури» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» / С.О. Квітка, М.В. Постнікова. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – 76 с.

22. Каталог кабельної продукції. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.avtomats.com.ua/3307-wire_apv.html.

23. Каталог продукції компанії АВВ. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://new.abb.com/ru/produkty-i-servisy>.

24. Організація охорони праці в сільському господарстві : навчальний посібник / Д.А. Будко, В.Л. Лущенко, М.Т. Воїнов, С.Д. Мазілін. – Сімферополь : Бізнес-інформ, 1998. – 368с.

25. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 20.01.2018).

26. Яковлев В. Ф., Барсукова Г. В. Методичні вказівки до виконання розділу «Екологічна експертиза» в випускних роботах здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 2 першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. – Суми: СНАУ, 2021.– 12 с.

27. Кравець О.В. Методичні вказівки до економічної частини дипломних проєктів ФЕСВ / О.В. Кравець, М. І. Стручаєв. – Мелітополь : ТДАТА, 2004. – 15 с.

28. Економіка сільського господарства : навч. посіб. / [Збарський В.К., Бабієнко М.Ф., Кулаєць М.М., Синявська І.М., Хоменко М.П.]; за ред. проф. В.К. Збарського. – К. : Агроосвіта, 2013. – 352 с.

					КП.6.03.011.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		