

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ШИШКО ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 621.311

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ В
ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ ЗА УМОВИ
ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2019

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії
Оробчук Богдан Ярославович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук,
асистент кафедри фізики
Мочарський Віталій Сергійович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 09⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії № 39 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус № 7, ауд. 310

ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ

Актуальність теми. Найважливішим завданням сільськогосподарського виробництва є рівномірне цілорічне забезпечення населення свіжими овочами. Для вирішення зазначеного завдання близько 25% усіх вироблених овочів повинні вирощуватися в утепленому ґрунті, парниках і теплицях. Вирощування багатьох сільськогосподарських культур можна вести в захищеному ґрунті, який оснащений устаткуванням, що забезпечує створення мікроклімату, а також створює сприятливі умови для росту рослин не залежно від стану зовнішнього середовища.

Захищений ґрунт ділиться на утеплений ґрунт, парники і теплиці.

Теплиці - вид споруд, призначений в першу чергу для вирощування розсади овочевих культур, саджанців та іншого і завдяки своїй високій технічній оснащеності, дозволяють вирощувати овочі цілий рік, у всіх кліматичних зонах України. В даний час найбільш доцільно застосовувати ті тепличні приміщення, які є найменш енерговитратними спорудами.

Серед технологічних процесів, що проводяться в теплицях, особливу важливість мають процеси автоматичного контролю і підтримки параметрів мікроклімату теплиць. Одними з найважливіших параметрів, що визначають швидкість розвитку рослин, є вологість і температура повітря всередині теплиці.

Особливо актуальним є зниження енерговитрат, тому що вони займають значний відсоток в собівартості овочевої продукції в теплицях. Аналіз наукових публікацій, звітів тепличних комбінатів, а також власні дослідження показали, що енерговитрати на виробництво овочів в тепличних господарствах становлять близько 40%. Тому проблемою ведення тепличного господарства зазвичай є невиправдано великі витрати на традиційні енергоресурси.

При цьому доцільним є електричний обігрів в тепличних господарствах, що має низку суттєвих переваг перед іншими традиційними видами обігріву. Великим резервом подальшого підвищення економічної ефективності в цьому виробництві в сучасних умовах може служити і широке використання і нетрадиційних екологічно чистих джерел енергії - енергії сонця, вітру, глибинного тепла землі.

Аналіз спеціальної літератури показав, що виробництво овочів в захищеному ґрунті не завжди може бути прибутковим з погляду впливу різних чинників як економічного, технологічного, так і природного характеру. Тому зниження витрат на паливно-енергетичні ресурси в собівартості продукції захищеного ґрунту є актуальним.

У той же час питання дослідження і розробки систем автоматичного контролю параметрів мікроклімату, здатних працювати в умовах інформаційної невизначеності теплиць, вивчені слабко. Тому розробка інтелектуальної системи контролю вологості і температури повітря в теплиці є актуальною темою.

Мета і завдання досліджень.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи електрообладнання для систем підтримки мікроклімату в теплицях за рахунок впровадження енерго-ефективного електрообладнання, що дозволяє збільшити вихід продукції при зниженні витрат на паливно-енергетичні ресурси.

Для досягнення мети поставлені та вирішені такі завдання:

- проведено аналітичний огляд науково-літературних джерел за тематикою досліджуваного об'єкту, надано порівняльну характеристику існуючих систем підтримки мікроклімату, вказано їх переваги та недоліки;
- розроблено розрахункову схему енергетичного балансу теплиці з технічним обігрівом для нічного часу з зонним укриттям, виведено рівняння теплового балансу для робочих зон;
- розроблено функціональну схему управління обладнанням мікрокліматом теплиці;
- вибрано геліокотел для створення умов мікроклімату теплиці, розроблено електричну схему управління вентиляцією та калориферною системою;
- розроблено блок-схему логіки роботи системи поливу та вибрано програмований логічний контролер для її реалізації;
- розроблено логічну схему автоматизованої системи автоматичного поливу;
- розроблено програмне забезпечення для керування автополивом в теплиці.

Об'єктом дослідження є теплиці як об'єкт автоматизації та удосконалення систем автоматичного керування мікрокліматом.

Предмет дослідження – процеси опалення, зволоження, вентиляції та освітлення, котрі підтримують ідеальний мікроклімат для рослин у теплиці.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- розроблено фізико-математичну модель енергетичного режиму в теплиці, яка дозволяє оперативно управляти роботою встановленого електрообладнання для підтримки необхідних параметрів мікроклімату;
- розроблено алгоритм роботи програмованого логічного контролера, що дозволяє підвищити ефективність роботи системи автополиву та знизити споживання енергії.

Практичне значення одержаних результатів роботи. Результати роботи вносять науковий вклад в розвиток сільськогосподарських та приватних теплиць. Розробки даної системи автоматизованого керування мікрокліматом, автоматизованої системи автополиву та отримані результати із застосуванням розробленого програмного забезпечення можуть бути використані у наукових дослідженнях подібної тематики.

Результати дипломної роботи можуть бути використані в ряді господарств України при проектуванні системи управління мікрокліматом в тепличних господарствах, що дозволить забезпечити підвищення ефективності роботи існуючого електрообладнання.

Апробація.

Основні положення роботи і її результати доповідалися на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 27-28 листопада 2019 р. (м. Тернопіль)

Структура роботи.

Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (35 найменувань), 2 додатків.

Загальний обсяг текстової частини: 129 сторінок, 19 таблиць, 26 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми й актуальність, мету і завдання роботи, об'єкт та предмет дослідження, описану наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

У **першому розділі «Аналітична частина»** виконано аналіз існуючих систем автоматизації теплиць, розглянуто системи поливу і дозації добрив, системи вимірювання параметрів дренажу, проаналізовано сучасні системи управління мікрокліматом, вказано їх потенційні переваги і недоліки.

Отримання високих результатів при вирощуванні овочів, квітів, розсади, салату в теплицях безпосередньо залежить від якості забезпечення рослин оптимальними умовами росту і розвитку. І одним з найважливіших таких є чітко збалансований мікроклімат. Ще кілька років тому управління мікрокліматом могло здійснюватися вручну оператором, але з появою великої кількості інженерних систем в теплиці, а також з підвищенням вимог до якості підтримки мікроклімату, на сьогоднішній день, жодна промислова теплиця не обходиться без системи автоматичного управління.

У **другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведено теплофізичний розрахунок теплиці, розроблено розрахункову схему теплообміну і фізико-математичну модель формування енергетичного режиму в теплиці, визначено теплові потоки втрат і проведено їх розрахунок, сформовано фізико-математичну модель енергетичного режиму в теплиці, виведено рівняння теплових балансів.

Теплофізичний розрахунок встановлює аналітичний зв'язок між необхідними параметрами мікроклімату в теплиці і необхідними для їх забезпечення потоками тепла і речовини, що взаємодіють в спорудженні. Це засіб кількісного аналізу закономірностей регулювання енергетичного режиму в теплиці. Приміщення розглядають як єдину енергетичну систему, що включає в себе опалення, вентиляцію та теплотехніку огорожувальних конструкцій.

При вирощуванні саджанців, розсади та іншої рослинності, яка має висоту перед висадкою у відкритий ґрунт не більше 0,25 м, немає необхідності обігрівати всю теплицю висотою 3,2-4 м. Досить обігрівати тільки робочу зону заввишки 0,3 м, огородивши її від об'єму теплиці малогабаритними укриттями. Такий обігрів (зонний) дозволяє зменшити витрату теплоти на вирощування розсади і

знизить питому теплову потужність нагрівальних пристроїв теплиці. Розрахункова схема енергетичного режиму теплиці з зонним укриттям робочого об'єму, в якому розвивається розсада, показана на рис. 1.

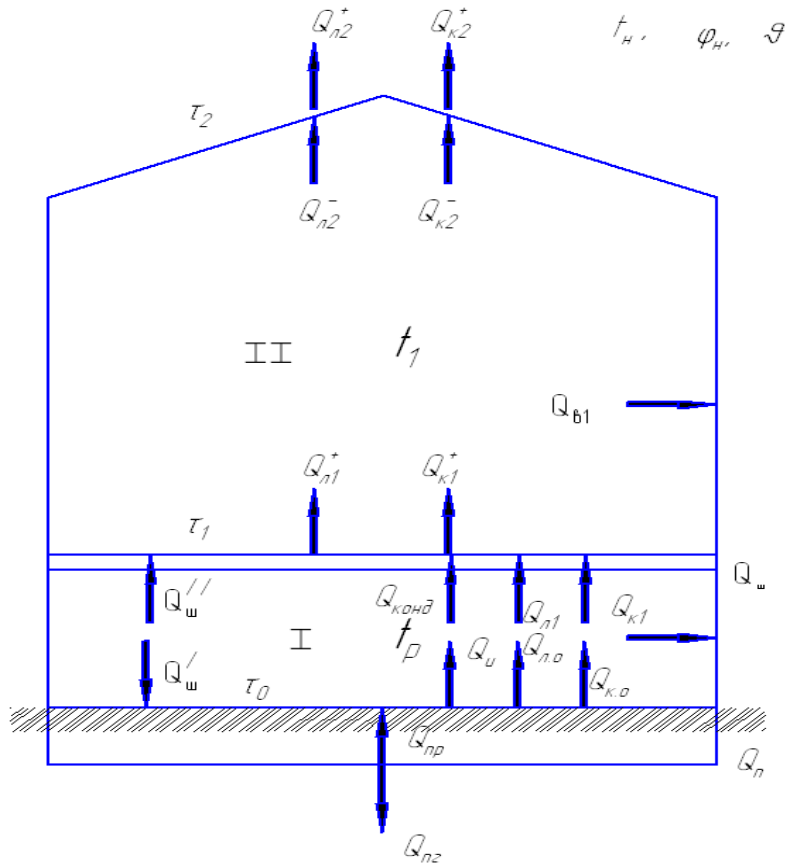


Рисунок 1 - Розрахункова схема енергетичного балансу теплиці з технічним обігрівом для нічного часу з зонним укриттям

У робочій зоні I діють теплові потоки від нагрівача, закладеного в ґрунт, $Q_{п}$ і шатрового нагрівача $Q_{ш}$, змонтованого під зонним укриттям. Теплові потоки втрат представлені витратами тепла на випаровування $Q_{і}$, інфільтрацію $Q_{вп}$, а також променисті і конвективні потоки $Q_{ло}$, $Q_{ві}^-$, $Q_{ко}$ і $Q_{е1}^-$. На внутрішній поверхні зонного укриття, покритої конденсатом, діє потік $Q_{конд}$, враховує фазовий перетворення водимо пара в воду. В неробочій зоні II діють тільки потоки втрат з інфільтрацію $Q_{в1}$ а також променистий і конвективний $Q_{л1}^+$, $Q_{л2}^-$, $Q_{к1}^+$ і $Q_{к2}^-$. Внутрішня поверхня зовнішньої огорожі може покрита незначними конденсатом і, з огляду на його незначний об'єм, виділеннями тепла при конденсації можна знехтувати.

У третьому розділі «Технологічна частина» розглянуто загальні відомості про господарство, його економічні показники, виробничі ресурси, парк машин та електричну частину, проведено аналіз устаткування тепличного господарства ПАП «Агропродсервіс» та технологію забезпечення мікроклімату.

На території господарства ПАП «Агропродсервіс» побудовані три теплиці з плівковим покриттям довжиною 60 м, шириною 24 м кожна, площа однієї теплиці становить 1440 м².

До недоліків електрифікації тепличного господарства можна віднести наступні:

- опалення здійснюється шляхом підігріву води електрикою, без автоматичного регулювання температури;
- вентиляція теплиці тільки природна, проводиться відкриванням дверей, які розташовані паралельно;
- за графіком полив сільськогосподарських культур здійснюється один або два рази на добу,
- по довжині всієї теплиці розташовано чотири лампи розжарювання, які недостатньо забезпечують освітленість робочої зони в темний час доби.

Всі ці недоліки в опаленні, вентиляції, поливі і висвітленні вказують на те, що підприємство зазнає певних збитків в тепличному господарстві.

Для усунення всіх цих недоліків доцільно:

- введення в систему автоматичного регулювання повітрообміну;
- полив рослин в теплиці доцільно проводити в автоматичному режимі за заздалегідь заданою програмою автоматичного управління, що скоротить витрати ручної праці;
- при проектуванні необхідно провести більш точний розрахунок необхідної для рослини рівня освітленості, що дозволить прискорити зростання рослин і їх якість;
- використовувати в системі оригінальний сонячний котел з жалюзями, для отримання додаткового тепла і охолодження при необхідності тепличного приміщення, що дасть економію витрат традиційних джерел тепла, (в нашому випадку витрат на електропідігрів і примусову вентиляцію).

У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина» виконано розрахунок розробленого проекту теплиці, модернізовано систему електрифікації теплиць, проведено розрахунок теплового балансу геліоустановки теплиці.

Конструкція геліокотла (рис. 1) представляє собою теплоізоляційну камеру, орієнтовану на південь, з метою захоплення максимуму енергії Сонця. Нагрівальні елементи складаються з розташованих на передній стінці ємності системи жалюзі, пофарбований з одного боку в чорний, а з іншого боку - в білий колір. Над системою жалюзі (поглинальна поверхню) вмонтована рама зі склом. При високій температурі всередині теплиці жалюзі розгортають за допомогою автоматичного електромагніту білою стороною до Сонця, що призводить до зниження температури і відбиванню сонячної радіації від поверхні теплиці, а при низькій температурі, навпаки, відбувається поглинання сонячної радіації зворотною (чорною) стороною жалюзі, що призводить до підвищення температури. Примусова циркуляція повітря забезпечується електричними вентиляторами. Повітряний зазор між скляними панелями становить 10-15 см при двошаровій системі.

Робота системи жалюзі діє від електромагнітів, які спрацьовують від схеми автоматичного управління температурним режимом теплиці. Плоска установка, крім прямої сонячної радіації, сприймає і розсіяну радіацію в похмуру погоду, при легкій хмарності.

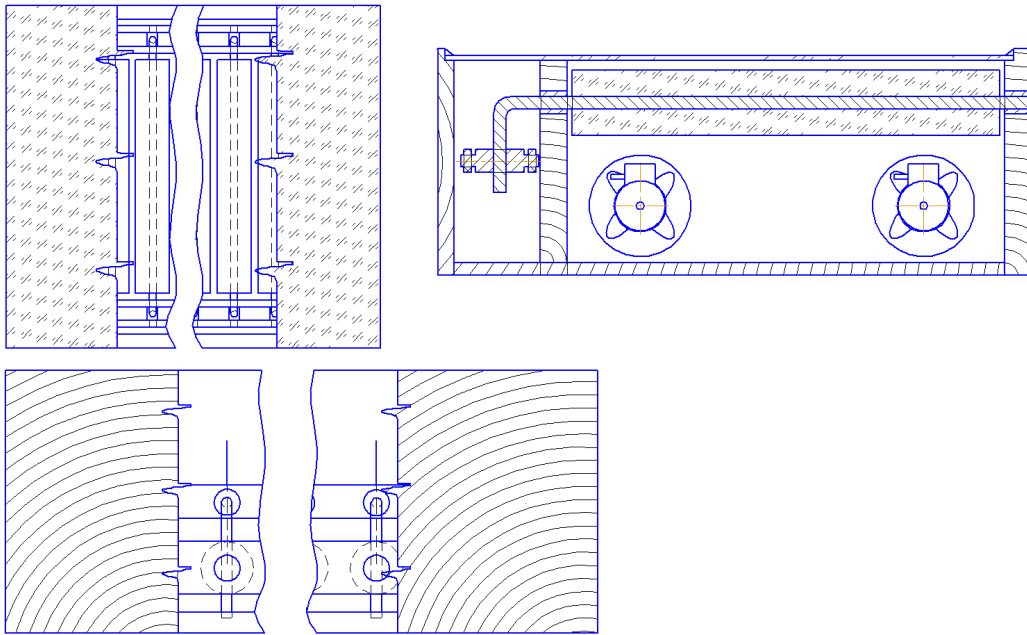


Рисунок 2 - Геліокотел

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» проведено розрахунок системи вентиляції, розроблено електричну схему і систему автоматичного управління вентиляцією теплиці, виконано розрахунок системи поливу з розробкою автоматизованої системи та програми для персонального комп'ютера.

На підставі проведеного аналізу систем поливу стало очевидно, що необхідно проектувати свою власну систему поливу, яка відповідає основним вимогам до автоматичної системи поливу.

Алгоритм роботи системи поливу повинен враховувати:

1. Час між поливами;
2. Вологість ґрунту;
3. Вологість в приміщенні (при роботі в умовах теплиці);
4. Система поливу повинна, при можливості, надавати додаткові функції, наприклад, включення витяжного вентилятора в теплиці при підвищеній вологості в теплиці або перевищенні температури всередині теплиці.

Таким чином, ми можемо скласти словесну модель роботи нашої системи поливу:

1. Перевіряти часові проміжки (включати подачу води на n хвилин кожні m хвилин);
2. Перевіряти вологість ґрунту і при перевищенні допустимого рівня, відключати подачу води;
3. Контролювати вологість всередині теплиці і включати витяжний вентилятор при перевищенні допустимого рівня;
4. Контролювати температури всередині теплиці і включати витяжний вентилятор при перевищенні допустимого рівня.

На основі словесної моделі розробляємо блок-схему логіки роботи системи поливу (рис. 3).

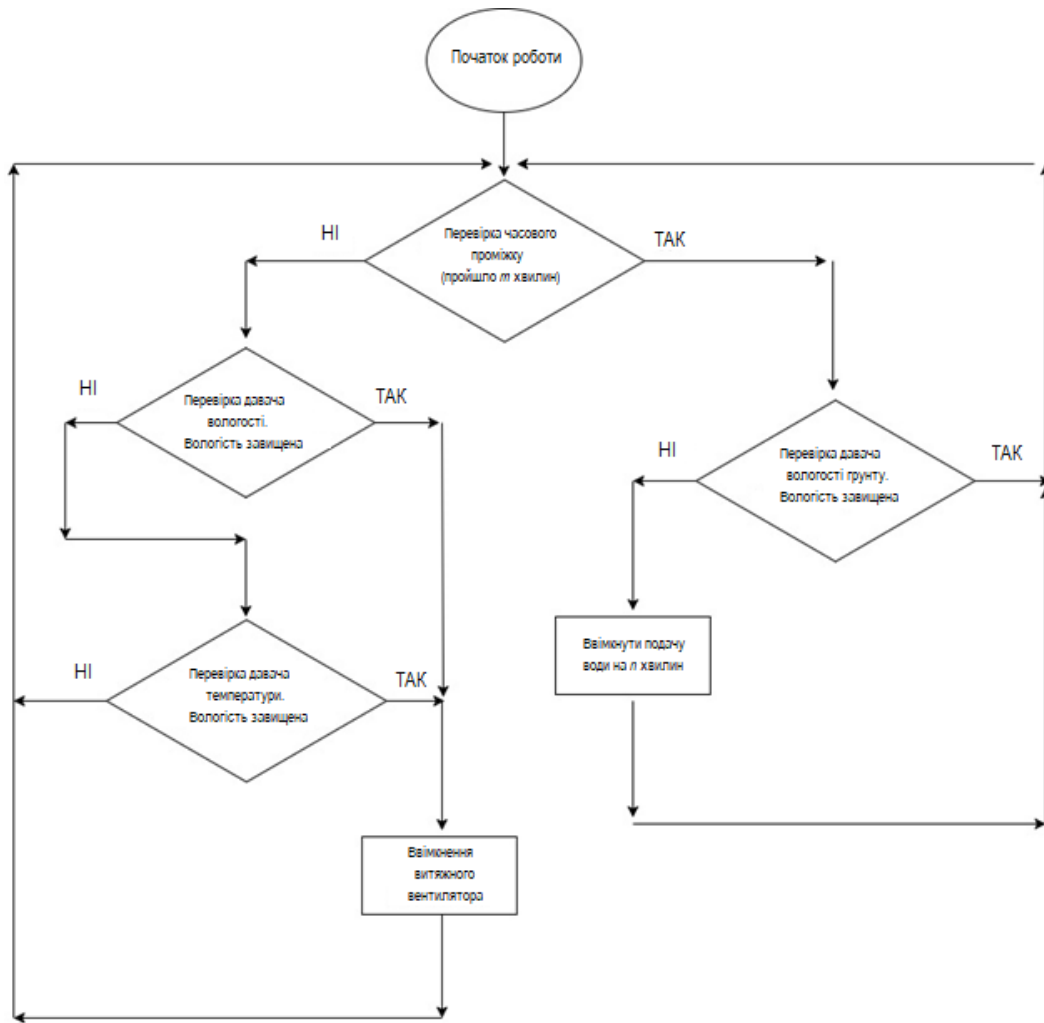


Рисунок 3 - Блок-схема логіки роботи системи поливу

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто економічне обґрунтування проекту, проведено розрахунок експлуатаційних витрат, розрахунок заробітної плати і амортизаційних відрахувань, розрахунок експлуатаційних витрат та економічного ефекту.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання стану охорони праці на об'єкті проектування та заходи щодо попередження травматизму, виконано розрахунок контурного заземлення теплиці, запропоновано заходи з безпека життєдіяльності при електрифікації сільськогосподарських об'єктів.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання впливу тепличних господарств на навколишнє середовище, запропоновані природоохоронні заходи при будівництві теплиць та способи захисту навколишнього середовища при роботі теплиць.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі приведені результати теоретичних досліджень та вирішена науково-технічна задача, що полягає в розробці системи мікроклімату для тепличного господарства з використанням сонячної енергії. На базі отриманих результатів та розробок зроблено наступні висновки:

1. Виконано аналіз існуючих систем автоматизації теплиць і сучасних систем управління мікрокліматом, вибрано найбільш оптимальний варіанти для вирішення поставленої задачі.
2. Проведено теплофізичний розрахунок теплиці та розроблено фізико-математичну модель енергетичного режиму в теплиці. Виведено рівняння теплових балансів.
3. Розроблено технологію забезпечення мікроклімату на вибраному об'єкті проектування.
4. Виконано розрахунок теплового балансу теплиці з впровадженням в технологічний процес геліоустановки.
5. Виконано розробку електричної схеми і системи автоматичного управління вентиляцією теплиці.
6. Розроблено автоматизовану систему поливу на базі логічного програмованого контролера.
7. Розроблено прикладне програмне забезпечення автоматизованої системи поливу для персонального комп'ютера.
8. Виконано обґрунтування економічної ефективності впровадження розробленого проекту.
9. Розроблено та запропоновано заходи щодо охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та охорони навколишнього середовища при реалізації проекту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шишко В.О. «Розробка системи забезпечення мікроклімату в теплиці». Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2019. – Т. 3, С. 73-74.

АНОТАЦІЯ

Шишко В.О. Розробка системи мікроклімату в тепличних господарствах за умови використання сонячної енергії, 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕм-61. – Тернопіль: ТНТУ, 2019

В дипломній роботі виконано розробку системи мікроклімату для тепличного господарства з використанням сонячної енергії.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи електроустаткування для систем підтримки мікроклімату в теплицях за рахунок впровадження енерго-ефективного електрообладнання, що дозволяє збільшити вихід продукції при зниженні витрат на паливно-енергетичні ресурси.

В роботі запропоновано технологію забезпечення мікроклімату, виконано розрахунок теплового балансу теплиці з впровадженням в технологічний процес геліоустановки. Виконано розробку електричної схеми і системи автоматичного управління вентиляцією теплиці, розроблено автоматизовану систему поливу на базі логічного програмованого контролера та прикладне програмне забезпечення автоматизованої системи поливу для персонального комп'ютера.

Ключові слова: мікроклімат, теплиця, геліоустановка, управління, система автоматичного керування, логічний програмований контролер, програмне забезпечення.

ANNOTATION

Shyshko V. Microclimate system development in greenhouses with the usage of solar energy. 141 - Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering. Chair of Electrical Engineering, group EEM-61. – Ternopil: TNTU, 2019.

In the diploma paper is devoted to the development of a microclimate system for a greenhouse using solar energy.

The purpose of the work is to increase the efficiency of electrical equipment for microclimate support systems in greenhouses due to the introduction of energy efficient electrical equipment, which allows to increase production output while reducing the cost of fuel and energy resources.

In the work the technology of providing of microclimate is offered, the calculation of the heat balance of the greenhouse with the introduction into the technological process of solar installation is performed. Development of electrical scheme and system of automatic control of ventilation of the greenhouse, automated irrigation system based on logic programmable controller and application software of automated irrigation system for personal computer.

Key words: microclimate, greenhouse, solar installation, control, automatic control system, logic programmable controller, software.