

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ В ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЯХ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ГІФА-АГРО" ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми
навчання освітнього ступеня «Магістр»,
освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

_____ **Владислав САВЧУК**

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

_____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проектної групи
(гарант освітньої програми)

«Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

кандидат технічних наук, доцент _____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ.....	11
1.1. Напрямок та основні показники виробничо-господарської діяльності господарства.....	11
1.2. Стан електрифікації господарства.....	13
1.3. Характеристика об'єкту проектування	15
РОЗДІЛ 2. ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ЗИМОВІЙ ТЕПЛИЦІ НА МАЛООБ'ЄМНІЙ ГІДРОПОНІЦІ	17
2.1. Вибір технологічного обладнання для вирощування рослин в теплицях.....	17
2.2. Розрахунок і вибір обладнання для створення необхідного мікроклімату в теплиці	18
2.3 Розрахунок водопостачання тепличного господарства.....	22
2.4. Вибір обладнання для мінерального живлення рослин у теплицях	25
2.5. Розрахунок освітлення, вибір освітлювального обладнання	36
2.6. Вибір обладнання для підживлення рослин CO ₂	40
2.7. Вибір пультів керування, апаратури захисту та керування	41
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СВІТЛОДІОДНОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН У ТЕПЛИЦЯХ	44
3.1. Застосування опромінювальних установок в теплицях	44
3.2. Значення спектрального спектру світла для розвитку рослин.....	45
3.3. Математичне моделювання спектрального складу світлодіодного опромінювача	46
3.4. Обґрунтування структури і розрахунок резонансної системи живлення опромінювачів рослин	52

3.5. Оптимізація параметрів і розробка широкосмугового енергозберігаючого опромінювача	54
3.6. Результати експериментальних досліджень світлодіодної системи опромінення рослин з резонансною системою електроживлення.....	58
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	61
4.1. Розрахунок електронавантажень, вибір джерела живлення	61
4.2. Розрахунок електромережі 0,38 кВ	62
4.3. Перевірка мережі 0,38кВ на допустиме зниження напруги при запуску електричного двигуна із коротко-замкненим ротором	63
4.4. Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах короткого замикання.....	66
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З МОНТАЖУ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	69
5.1. Заходи з монтажу та налагодження електрообладнання.....	69
5.2. Визначення об'єму робіт з експлуатації електрообладнання і кількість обслуговуючого персоналу	70
5.3. Планування робіт з ремонту та обслуговування електрообладнання.....	81
5.4. Заходи по підвищенню надійності електропостачання зимової теплиці та визначення втрат від перерви в електропостачанні	84
5.5. Визначення річного споживання електроенергії та втрат в трансформаторній підстанції і лінії 0,38кВ	84
5.6. Організація обліку електричної енергії, заходи з її раціонального використання	85
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	87
6.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	87
6.2. Безпечність об'єкта проектування.....	91
6.3. Заходи щодо забезпечення належних умов праці персоналу на об'єкті проектування.....	93
6.4. Розрахунок потреби та вибір захисних засобі	94

6.5. Розрахунок заземлюючих пристроїв.....	94
6.6. Блискавкозахист будівель і споруд на об'єкті проектування	99
РОЗДІЛ 7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВИКОРИСТАННЯ	
ШИРОКОСМУГОВОЇ СИСТЕМИ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН З	
РЕЗОНАНСНИМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ.....	101
ВИСНОВКИ	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	110

ВСТУП

Для підвищення ефективності тепличного овочівництва необхідно впровадити енерго- і ресурсозберігаючі гідропонні технології, які дають змогу підвищити урожайність овочевих культур на 25-30 % при зменшенні витрати води та мінеральних добрив відповідно на 30 % і 40 %.

Використовуючи штучне опромінення в теплиці, можна скоротити час вирощування розсади на 25...30 днів та підвищити урожайність овочевих культур на 25...30 %.

Більшість тепличних господарств використовують для опромінення рослин натрієві лампи високого і низького тиску, а також металогалогенні лампи ДРИ. При цьому споживана потужність досягає 125 Вт/м². Спектр натрієвих ламп лише частково замінює природний спектр, необхідний для росту і розвитку рослин.

Науково і практично доведено, що для опромінення рослин можна використовувати джерела світла на основі світлодіодів різного кольору. Застосування в якості штучних джерел світла світлодіодів дозволить створити широкосмуговий опромінювач з регульованим спектром.

Для світлодіодного опромінення зі змінним спектром випромінювання по-потрібне застосування великого числа живлячих проводів для кожного кольору окремо або складна і дорога система керування.

Застосування резонансної системи електроживлення джерел світла дозволяє позбутися від великої кількості проводів.

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи автоматизованого електрообладнання для вирощування овочевих культур у теплицях із застосуванням світлодіодної системи опромінення рослин.

Об'єктом досліджень є технологічний процес вирощування рослин у блоці теплиць на малооб'ємній гідропоніці із штучним опроміненням.

Предмет досліджень – структура автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин у теплицях на малооб’ємній гідропоніці та параметри відповідного електрообладнання.

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

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в обґрунтуванні структури та параметрів системи електрообладнання для створення мікроклімату і мінерального живлення рослин у теплицях на малооб’ємній гідропоніці зі світлодіодною системою опромінення.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці системи електрообладнання, яка дає можливість підтримувати параметри мікроклімату та режим мінерального живлення рослин на заданому рівні.

На захист магістерської роботи виносяться:

1. Система автоматизованого електрообладнання для теплиці на малооб’ємній гідропоніці.
2. Широкосмугова енергозберігаюча система опромінення рослин з багатоканальною резонансною системою живлення.
3. Математична модель опромінювача, яка дозволяє визначити оптимальний спектральний склад опромінення.
4. Методика розрахунку резонансної системи живлення.
5. Заходи з експлуатації електрообладнання та охорони праці у теплиці.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання досліджень:

1. Обґрунтувати можливість використання широкосмугової системи опромінення рослин у теплицях з резонансним електроживленням.
2. Розробити математичну модель для визначення оптимального спектрального складу опромінювача.
3. Обґрунтувати параметри електрообладнання для широкосмугової системи опромінення з резонансною системою живлення.

4. Провести економічну оцінку розробленої системи електрообладнання в теплицях.

У магістерській роботі вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для підтримання мікроклімату та забезпечення режиму мінерального живлення рослин у теплицях на малооб'ємній гідропонії, розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та безпеки праці в тепличному комбінаті, розроблена широкосмугова системи опромінення рослин у теплицях з резонансним електроживленням та проведені її дослідження, наведені техніко-економічні показники застосування розробленого автоматизованого електрообладнання у теплицях на малооб'ємній гідропонії.

Публікації: Владислав САВЧУК / Обґрунтування структури і розрахунок резонансної системи живлення опромінювачів рослин // III Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Ефективне використання енергії: стан і перспективи» (09 листопада 2023 року) / Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Кам'янець – Подільський. 2023.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз технологій вирощування овочів у закритому ґрунті показує, що найбільш перспективними є малооб'ємні гідропонні технології, які дозволяють одержувати більш високі врожаї порівняно з ґрунтовими теплицями при менших витратах води, мінеральних добрив і енергії.

2. Обґрунтоване технологічне обладнання для створення мікроклімату та мінерального живлення рослин у теплицях.

3. Обґрунтована система автоматизованого електрообладнання для створення необхідного мікроклімату, водопостачання, приготування та подачі живильного розчину, освітлення виробничих приміщень теплиць.

4. Розроблено математичну модель, що дозволяє обґрунтувати спектральні характеристики широкопasmового джерела опромінювання, на основі якої розрахована конструкція світильника, який складається з чотирьох кольорових світлодіодів з довжинами хвиль 400 нм, 470 нм, 525 нм і 600 нм (зі співвідношенням потужностей 3,2 %: 10,3 %: 16,1 %: 70,4 %), з часткою збігу спектрального розподілу енергії світильника з функцією, заснованої на спектрі дії фотосинтезу 57,7 %.

5. Обґрунтовано склад обладнання, що включає в себе широкопasmові опромінювачі і багатоканальну систему живлення. Розраховані основні характеристики силової частини системи живлення потужністю до 31,2 кВт і параметрів світильників потужністю до 300 Вт.

6. Проведений розрахунок електричної мережі 0,38 кВ та визначена потужність трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.

7. Розроблені заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, обґрунтована структура електротехнічної служби та визначена її чисельність, складені графіки технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання в тепличному комбінаті. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки в теплиці.

8. Економічний розрахунок заміни діючої системи опромінення на основі ламп ДНаЗ на нову показав, що річний економічний ефект в одному блоці становить 416 тис. грн, а термін окупності нової системи становить 1,7 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електропривод і автоматизація: підручник / [Синявський О.Ю., Савченко В.В., Козирський В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019. – 619 с.
2. Основи електропривода: підручник / Ю. М. Лавріненко, П. І. Савченко, О. Ю. Синявський та ін. – К.: Ліра-К, 2016. – 524 с.
3. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Іноземцев Г. Б., Козирський В. В., Лут М. Т., Радько І.П., Синявський О.Ю. – 2-е вид., перероб. і доп. – К., 2014. – 526 с.
4. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: Вид – во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.
5. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.
6. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч. / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин. – К. : Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
7. Овочівництво відкритого та закритого ґрунту: Підручник / К.К. Плешков, Н.М. Ткаченко, Л.М. Шульгіна – 2-е вид., перероб. и доп. – К.: Вища шк., 1991. – 351 с.
8. Довідник сільського електрика. За редакцією кандидата технічних наук В.С. Олійника – 3-е видання, перероблене і доповнене. – К.: Урожай, 1989. – 262 с.
9. Стасюкевич А.А., Томашпольский Я.Н., Гордий Н.В. Теплиці з малооб'ємною гідропонікою // Картопля та овочі. – 1988. - №1. – с.40-41.
10. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів і потокових ліній / Є.Л.Жулай, Б.В.Зайцев, Ю.М.Лавріненко, О.С.Марченко, Д.Г.Войтюк. - К.: Вища освіта, 2001. - 288 с.

11. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення".
12. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.
13. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 260с.
14. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 81с.
15. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Держнаглядохоронпраці України. - К.: Основа, 1997. - 265 с.
16. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. /Держнаглядохоронпраці України.: - К.: Основа, 1998. – 380 с.
17. Правила улаштування електроустановок. – Міненерго України, 2010. – 716 с.
18. V. Kozyrskyi, V. Savchenko, and O. Sinyavsky, “Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field”. In: Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, USA, 2018, pp. 576 – 620. **(Scopus)**
19. M. Zablodskiy, V. Savchenko, O. Sinyavsky, O., V. Pliuhin, “Interactions between Magnetic Field and Biological Objects of Plant Origin”. 2018 IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2018, Proceedings 8477484, pp. 261-266. **(Scopus)**.
20. Методичні рекомендації щодо виконання та оформлення кваліфікаційної роботи магістра / Т.Д.Гуцол, Л.М.Михайлова, І.Д.Гарасимчук, В.М.Дубік, О.В.Ткач, П.В.Потапський. (За загальною редакцією Михайлової Л. М.) – ПДАТУ, 2019. – 30 с.
21. Система дистанційного навчання Moodle 2.7. – «ЗВО «ПДУ»». Режим доступу: <http://pdatu.net.ua/>.– Назва з екрана.