

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО СПОЖИВАЧА З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ КОГЕНЕРАЦІЇ

Виконав:

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

_____ **Вадим ЛІСНИК**

Керівник: асистент

_____ **Микола ВУСАТИЙ**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

« _____ » _____ 2026 р.

Гарант _____ освітньої програми
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» кандидат технічних
наук, доцент

_____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
РОЗДІЛ 1. ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ.....	7
1.1 Опис об'єкта та постановка завдань проєктування.....	7
1.2 Розрахунок параметрів мережі 10 кВ.....	12
1.3 Визначення кількості та потужності трансформаторів для підстанції 35/10 кВ	20
1.4 Розрахунок мережі напругою 35 кВ.....	21
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ	23
2.1 Обчислення параметрів струмів КЗ для вибору електрообладнання	23
2.2 Вибір комутаційної та захисної апаратури на напрузі 35 кВ	27
2.3 Розрахунок та підбір високовольтної апаратури розподільного пристрою 10 кВ	33
РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ ЯК ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	39
3.1 Інтеграція фотоелектричних та вітроенергетичних установок у модернізовану мережу сільськогосподарського об'єкта	39
3.2 Аналіз технічних рішень сонячної та вітрової генерації для систем сільськогосподарського призначення	40
3.3 Реконструкція схеми електропостачання сільськогосподарського об'єкта з інтеграцією відновлюваних джерел	41

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	44
4.1 Загальні положення охорони праці при експлуатації когенераційних систем.	44
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	45
4.3 Заходи електробезпеки	45
4.4 Пожежна та вибухова безпека	46
4.5 Розрахунок системи заземлення трансформаторної підстанції	47
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙ У ВПРОВАДЖЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	49
ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА	

ВСТУП

Сучасний розвиток агропромислового комплексу нерозривно пов'язаний із підвищенням енергоефективності виробництва та надійністю електропостачання. В умовах зростання тарифів на енергоносії та викликів, пов'язаних із енергетичною безпекою, сільськогосподарські підприємства стикаються з гострою необхідністю пошуку шляхів оптимізації енерговитрат. Традиційні схеми електропостачання, що базуються переважно на централізованих мережах, часто не забезпечують необхідного рівня стабільності та економічної ефективності, особливо з урахуванням специфіки технологічних процесів, що потребують безперебійної енергії та теплоти.

Одним із найбільш перспективних напрямків модернізації енергосистем у сільському господарстві є впровадження технологій когенерації — одночасного виробництва електричної та теплової енергії. Когенераційні установки (КГУ) дозволяють значно підвищити коефіцієнт використання палива, знизити собівартість енергоресурсів, а також забезпечити автономність енергопостачання підприємства, що є критично важливим для багатьох аграрних секторів (наприклад, птахівництва, тваринництва чи переробки сільськогосподарської продукції).

Метою роботи є розробка проєкту модернізації системи електропостачання сільськогосподарського споживача шляхом інтеграції когенераційної установки для підвищення енергоефективності та надійності енергозабезпечення підприємства.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Розрахунки показали, що комбінована система електропостачання для ферми на базі сонячної електростанції потужністю 50 кВт та вітроелектростанції потужністю 20 кВт має економічну доцільність. Загальні капітальні вкладення становлять 1 950 000 грн, до яких входять витрати на придбання сонячних модулів, інверторів, вітрових турбін, захисної апаратури та монтажні роботи. Поточні витрати, що включають амортизаційні відрахування, експлуатаційні витрати та оплату залишкових потреб у електроенергії з мережі, складають 287 200 грн на рік.

Річний дохід від економії електроенергії, що формується завдяки скороченню споживання з централізованої мережі на 90% (180 000 кВт·год), дорівнює 640 800 грн. Балансовий прибуток становить 353 600 грн, а чистий прибуток після сплати податку на прибуток – 247 520 грн. Період окупності інвестицій складає близько 7,88 року, що відповідає прийнятним показникам для проєктів у сфері відновлюваної енергетики.

Запровадження такої системи дозволяє фермі зменшити залежність від зовнішніх джерел живлення, оптимізувати витрати на електроенергію та знизити негативний вплив на довкілля. Проєкт відповідає сучасним вимогам енергоефективності та сталого розвитку, забезпечуючи стабільне та екологічно безпечне енергопостачання.

					177.24-КР.387с.26.03.27.1.3.1 ПЗ			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Дипломник	Лісник В.С.				ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК	Літера	Лист	Листів
Керівник	Вусатий М.В.						54	56
Н.контроль	Потапський П.					ЗВО «ПДУ», ФЕІТ		
Затвердив	Козак О. В.							

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок : [арх. 15 березня 2020] / Міненерговугілля України. — Київ : [б. в.], 2017. — 617 с.
2. ДСТУ 3569-97 Енергозбереження нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Основні положення (ГОСТ 30514-97). Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25862. — Назва з екрана.
3. Волох П.В., Цоколенко М.П., Ревенко Л.В., Грічаненко В.А. та ін. Довідникова книга з електроенергетики : Навчальний посібник — К.: Аграрна освіта, 2014. — 506 с.
4. ДНАОП 0.00-1-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. — К.: Укрархбудінформ, 2001. — 117 с.
5. Проектування електропостачання та електрообладнання машин і установок геотехнічних виробництв: Навчальний посібник для курсового та дипломного проектування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Уклад.: І. С. Рябенко, О. В. Мейта. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. — 244 с.
6. Шкрабець Ф.П. Електропостачання: навч. посіб. / Ф.П.Шкрабець; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. — Д.: НГУ, 2015. — 540 с.
7. Бурбело М. Й. Системи електропостачання. Елементи теорії та приклади розрахунків : навчальний посібник / М. Й. Бурбело, О. О. Бірюков, Л. М. Мельничук — Вінниця : ВНТУ, 2011. — 204 с.
8. Мілих В.І. Електропостачання промислових підприємств: Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. — Харків: ФОП Панов А. М., 2016. — 272 с.

					177.24-КР.387с.26.03.27.1.3.1 ПЗ			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата				
Дипломник	Лісник В.С.				СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літера	Лист	Листів
Керівник	Вусатий М.В.						55	56
Н.контроль	Потапський П.					ЗВО «ПДУ», ФЕІТ		
Затвердив	Козак О. В.							

9. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. - Тернопіль : Підручники і посібники, 2001. - 984с.

10. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38 – 150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних втрат електроенергії. (ГНД 34. 09. 104 – 2003). – К. : Міністерство палива та енергетики України, 2004. – 115 с.

11. Бурбело М. Й. Стимулювання зменшення втрат в електричних мережах : монографія / М. Й. Бурбело, Л. М. Мельничук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 110 с.

12. Сиворакша В.Ю., Марков В.Л., Петров Б.Є. та інші. Теплові розрахунки геліосистем. – Дніпропетровськ: Вид-во ДГУ, 2003. – 132 с.

13. Б.Х Драганов, В.В.Іщенко, О.В,Шеліманова. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем. К.:Аграрна освіта. 2009.-230 с

14. Енергозбереження. Посібник для загальноосвітньої школи, Львів: Праховник А.В., Мельникова О.В., Конеченков А.Є., Іншеков Є.М., Дешко В.І. / Політра Друку, 2003, - 92 с.

15. Електромагнітна сумісність у системах електропостачання: Підручник / І. В. Жежеленко, А. К. Шидловський, Г. Г. Півняк, Ю. Л. Саєнко.-Д, Нац. гірнич. ун-т, 2009.-319 с.

16. Новітні енергетичні технології та їх вплив на функціонування систем енергопостачання: аналіт. доп. / О. М. Суходоля. – Київ : НІСД, 2022. – 36 с.

17. Забезпечення стійкості енергосистем та їх об'єднань: За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2018. – 320 с.

18. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Режим доступу: chrome-

extension://efaidnbnmnnibpcajpcg/clefindmkaj/https://kubg.edu.ua/images/stories/podii/2017/06-21_posylannya_dstu_8302.pdf. – Назва з екрана.					177.24-КР.387с.26.03.27.1.3.1 ПЗ					
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ЗВО «ПДУ», ФЕІТ					
Дипломник	Лісник В.С.									
Керівник	Вусатий М.В.									
Н.контроль	Потапський П.									
Затвердив	Козак О. В.									
					Літера		Лист		Листів	
							56		56	

19. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки Структура і правила оформлення ДСТУ 3008-2015. Режим доступу: https://science.kname.edu.ua/images/dok/derzhstandart_3008_2015.pdf. – Назва з екрана.

20. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник.-Л.:Афіша,2002.-320 с.

21. Електробезпека: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 295 с.

22. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х.: Індустрія: Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.

23. Основи безпечної експлуатації електроустановок: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 149 с.

24. Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/уклад.: О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко/КПІ ім. Ігоря Сікорського, – Електронні текстові дані (1 файл: 4,62 Мбайт). – Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. – 183 с.

25. Система дистанційного навчання Moodle 2.7. – «ЗВО «ПДУ»». Режим доступу: <http://pdatu.net.ua/>. – Назва з екрана.

26. Конспект лекцій з дисципліни “Основи електропостачання ” (скорочений курс лекцій, частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Микола ВУСАТИЙ, Павло ПОТАПСЬКИЙ, Ігор ГАРАСИМЧУК (За загальною редакцією Павла ПОТАПСЬКОГО). – Кам'янець – Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023. – 127с.

					177.24-КР.387с.26.03.27.1.3.1 ПЗ							
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата								
Дипломник	Лісник В.С.								Літера	Лист	Листів	
Керівник	Вусатий М.В.										57	56
Н.контроль	Потапський П.								ЗВО «ПДУ», ФЕІТ			
Затвердив	Козак О. В.											