

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

(назва факультету)

КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ І ФІЗИКИ

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи здобувача

другого (магістерського) рівня освіти

(рівень вищої освіти)

на тему «Розробка мережевої фотоелектричної станції для
сільгосп підприємства в с. Хвощове Полтавської обл.»

Виконав: здобувач 2 курсу групи БЕЛ
спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

освітньо- Нетрадиційні та відновлювані
професійної джерела енергії
програми (назва ОПП)

Турчин В.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Андропова О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Мешков Ю.Є.

(прізвище та ініціали)

Хмельницький – 2025 р.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Розробка мережевої фотоелектричної станції для сільгосп підприємства в с. Хвоцове Полтавської обл.» включає в себе пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка містить 72 сторінки формату А4, 31 рисунок, 10 таблиць, 26 використаних джерел, 15 слайдів електронної презентації, 4 додатки.

Ключові слова: фотоелектрична станція, мережевий інвертор, фотоелектричний модуль, власне споживання, енергоефективність, PVSyst, термін окупності.

Робота присвячена розробці генеруючої установки на базі мережевої фотоелектричної станції для сільськогосподарського підприємства з метою часткового заміщення власного споживання. Визначено кліматичні умови місцезнаходження, споживання електроенергії об'єктом. Проведено підбір основного обладнання, визначено схеми приєднання, підібрано кабельно-провідникову продукцію та щитове обладнання. Визначено клас відповідальності об'єкта. Моделювання генерації енергії фотоелектричною станцією показало заміщення власного споживання на рівні 35 %.

У економічній частині виконано розрахунок основних показників ефективності інвестиційного проекту, який підтвердив його високу рентабельність.

У розділі «Охорона праці» розглянуто питання забезпечення безпечних умов праці для чергового персоналу та проведено розрахунок системи штучного освітлення робочого приміщення.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "Development of a network photovoltaic station for an agricultural enterprise in the village of Khvoshchove of Poltava region" consists of an explanatory note and a graphical part. The explanatory note contains 72 pages of A4 format, 31 figures, 10 tables, 26 references, 15 slides of the electronic presentation, and 4 appendices.

Keywords: photovoltaic station, grid-connected inverter, photovoltaic module, self-consumption, energy efficiency, PVsyst, payback period.

The work is dedicated to the development of a generating installation based on a grid-connected photovoltaic station for an agricultural enterprise aimed at partial substitution of its own electricity consumption. The climatic conditions of the location and the electricity consumption of the facility have been determined. The selection of main equipment has been carried out, connection schemes have been defined, and cabling and switchboard equipment have been selected. The consequence class of the facility has been determined. Modeling of energy generation by the photovoltaic station showed a substitution of own consumption at the level of 35%.

In the economic part, the calculation of the main efficiency indicators of the investment project was performed, which confirmed its high profitability.

The "Occupational Safety" section considers the issues of ensuring safe working conditions for duty personnel and includes a calculation of the artificial lighting system for the working room.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	6
1.1 Потенціал сонячного випромінювання в Україні	6
1.2 Компоненти фотоелектричних систем	8
1.3 Фотоелектричні станції	11
1.4 Висновки	13
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА	16
2.1 Методика розрахунку сонячної радіації та вироблення енергії	16
2.2 Методика визначення електроспоживання об'єкту	21
2.3 Методика розробки фотоелектричної станції	23
2.4 Методика розрахунку класу наслідків об'єкту	29
2.5 Висновки	32
3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	34
3.1 Вихідні дані	34
3.2 Визначення електроспоживання об'єкта	36
3.3 Визначення надходження сонячної радіації	37
3.4 Проектування фотоелектричної станції	39
3.5 Визначення генерації фотоелектричної станції	49
3.6 Розрахунок класу наслідків об'єкту	52
3.7 Висновки	54
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	56
4.1 Розрахунок капітальних витрат на впровадження системи	56
4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	57
4.3 Розрахунок доходу та прибутку	59
4.4 Показники економічної ефективності	59
4.5 Розрахунок дисконтованих показників	60
4.6 Висновки	62
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	64

5.1 Аналіз умов праці та обґрунтування необхідності розрахунку	64
5.2 Розрахунок штучного освітлення робочого приміщення	65
5.3 Висновки	66
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТОК А. Відомості щодо апробації кваліфікаційної роботи	73
ДОДАТОК Б. Даташит фотомодуля JAM78D40 -600/MB	76
ДОДАТОК В. Даташит інвертора Huawei sun2000 100KTL-M2	78
ДОДАТОК Г. Розрахунок генерації PV Syst	80

ВСТУП

В сучасних умовах функціонування енергетичного сектору України питання енергетичної безпеки та економічної ефективності підприємств набуває критичного значення. Постійне зростання тарифів на електроенергію для юридичних осіб, а також нестабільність централізованого енергопостачання змушують аграрні підприємства шукати шляхи оптимізації витрат та диверсифікації джерел енергії [1, 2].

Полтавська область належить до регіонів із високим потенціалом сонячної інсоляції (близько 1150–1250 кВт·год/м² на рік), що робить впровадження фотоелектричних систем (ФЕС) економічно обґрунтованим рішенням [3]. Для діючих сільськогосподарських об'єктів, які мають стабільне денне споживання (вентиляція, технологічне обладнання), найбільш доцільним є використання мережевих сонячних електростанцій, що працюють за механізмом заміщення власного споживання (Self-consumption). Таке рішення дозволяє суттєво знизити собівартість продукції без необхідності значних капіталовкладень у дорогі системи накопичення енергії.

Метою роботи є розробка проекту мережевої фотоелектричної станції для компенсації власного енергоспоживання сільськогосподарського підприємства в с. Хвоцове Полтавської області.

Для досягнення мети поставлено наступні завдання:

- проаналізувати енергетичний потенціал сонячного випромінювання в Полтавському регіоні та обґрунтувати вибір типу фотоелектричної системи (мережева, гібридна чи автономна);
- дослідити графіки електричних навантажень підприємства та визначити оптимальну потужність ФЕС для максимізації відсотка власного споживання;
- розробити методику розрахунку генерації та підбору обладнання з використанням спеціалізованого програмного комплексу PV Syst;
- спроектувати технічну частину станції: виконати розкладку

фотоелектричних модулів на даху, підібрати інверторне обладнання, розробити схему підключення до існуючої мережі 0,4 кВ та розрахувати систему захисту;

- виконати моделювання річної генерації станції та оцінити енергетичний баланс системи;
- провести техніко-економічне обґрунтування проекту та розробити заходи з охорони праці.

Об'єкт дослідження: система електропостачання сільськогосподарського підприємства в с. Хвощове.

Предмет дослідження: процеси генерації та розподілу електричної енергії мережевою фотоелектричною станцією в умовах роботи на власне споживання об'єкта.

Методи досліджень. У роботі використано методи аналізу статистичних даних (для оцінки сонячного потенціалу та профілів споживання), математичне моделювання енергетичних процесів за допомогою програмного забезпечення PVSyst (для розрахунку генерації та втрат), а також розрахункові методи проектування електричних мереж (вибір перерізу кабелів, апаратів захисту) відповідно до чинних нормативних документів (ПУЕ, ДСТУ).

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці готового проектного рішення мережевої ФЕС потужністю 100 кВт, яка дозволяє замінити близько 35% річного енергоспоживання підприємства, забезпечуючи економію електроенергії на рівні 124,9 МВт·год на рік. Запропоноване рішення враховує специфіку покрівлі ферми, існуючу інфраструктуру та забезпечує клас наслідків об'єкта СС1.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи доповідалися на ІХ Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні проблеми сучасної енергетики» (м. Херсон, 2025 р.) (Додаток А).