

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 магістра

другого (магістерського) рівня освіти

(рівень вищої освіти)

на тему «Розробка лабораторної роботи з моделювання гібридної вітро-сонячної системи в програмному середовищі SAM»

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

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

Іванов О.С.

(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 лабораторної роботи з моделювання гібридної вітро-сонячної системи в програмному середовищі SAM» включає в себе пояснювальну записку та графічну частину. Пояснювальна записка містить 89 сторінок формату А4, 29 рисунків, 8 таблиць, 27 використаних джерел, 14 слайдів електронної презентації, 1 додаток.

Ключові слова: System Advisor Model, гібридна вітро-сонячна система, установка зберігання енергії, акумуляторна батарея, вітроенергетична установка, фотоелектричний генератор, параметричний аналіз, моделювання.

В кваліфікаційній роботі запропоновано методику виконання віртуальної лабораторної роботи в програмному середовищі System Advisor Model. Робота присвячена моделюванню та дослідженню параметрів гібридної вітро-сонячної системи з акумулюванням енергії. В процесі виконання лабораторної роботи опановуються методики введення кліматичних параметрів місця розташування об'єкту, введення даних щодо енергоспоживання, методики підбору параметрів компонентів вітро-сонячної системи та вивчаються можливості параметричного аналізу для оптимізації системи.

У розділі «Економічна частина» проведено обґрунтування економічної ефективності наукових досліджень на основі визначення економічних, науково-технічних та соціальних ефектів.

У розділі «Охорона праці» розглянуто основні вимоги до створення безпечних і здорових умов праці під час роботи з комп'ютерною технікою, проаналізовано нормативні вимоги до організації робочого місця, ергономіки та мікроклімату. Також виконано розрахунок штучного освітлення, який підтвердив відповідність умов праці чинним нормативам і забезпечення комфортної та безпечної роботи.

ABSTRACT

The qualification work on the topic "Development of a laboratory work on modelling a hybrid wind-solar system in the SAM software environment" includes an explanatory note and a graphic part. The explanatory report consists of 89 A4 pages, 29 figures, 8 tables, 27 references, 14 slides of an electronic presentation, and 1 appendix.

Keywords: System Advisor Model, hybrid wind–solar system, energy storage system, battery, wind power plant, photovoltaic generator, parametric analysis, modelling.

The qualification thesis proposes a methodology for performing a virtual laboratory work in the System Advisor Model software environment. The work is devoted to modelling and studying the parameters of a hybrid wind–solar system with energy storage. During the laboratory work, methods for inputting climatic parameters of the site location, energy consumption data, and selecting parameters of hybrid wind–solar system components are mastered, and the possibilities of parametric analysis for system optimisation are studied.

In the section “Economic Part”, the economic efficiency of the research is substantiated based on the assessment of economic, scientific-technical, and social effects.

In the section “Occupational Safety”, the main requirements for creating safe and healthy working conditions when using computer equipment are considered, and regulatory requirements for workplace organisation, ergonomics, and microclimate are analysed. A calculation of artificial lighting is also performed, which confirmed compliance with current standards and ensured comfortable and safe working conditions.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА	6
1.1 Вітроелектричні установки	6
1.2 Фотоелектричні системи	11
1.3 Програмні комплекси для моделювання роботи вітроелектричних та фотоелектричних систем	16
1.4 Висновки	19
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА	21
2.1 Методика створення моделі систем генерації в програмному середовищі SAM	21
2.2 Методика введення кліматичних даних щодо вітрових та сонячних енергетичних ресурсів	22
2.3 Методика введення даних щодо енергоспоживання об'єкта	25
2.4 Методика введення параметрів вітрової турбіни	28
2.5 Методика введення параметрів фотоелектричної системи	30
2.6 Методика введення параметрів установки зберігання енергії	37
2.7 Висновки	42
3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА	43
3.1 Визначення вітрового та сонячного енергетичного потенціалу місцевості	43
3.2 Визначення електричного навантаження	49
3.3 Розробка гібридної вітро-сонячної системи з акумулюванням	51
3.4 Параметричний аналіз	62
3.5 Висновки	66
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	68
4.1 Методика визначення економічної ефективності науково-дослідної роботи	68
4.2 Визначення економічної ефективності науково-дослідної	73

роботи	
4.3 Висновки	76
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	77
5.1 Вплив здорових і безпечних умов праці на здоров'я людей, підвищення якості продукції	77
5.2 Безпечні умови праці	78
5.3 Розрахунок штучного освітлення робочого місця	81
5.4 Висновки	83
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	86
ДОДАТОК А Відомості щодо апробації кваліфікаційної роботи	90

ВСТУП

Актуальність застосування систем генерації на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) зумовлена зростаючими викликами енергетичної безпеки, необхідністю зменшення викидів парникових газів та переходом до сталого розвитку енергетики. Використання гібридних вітро-сонячних систем з акумулюванням енергії дозволяє підвищити надійність електропостачання, зменшити залежність від традиційних викопних палив і забезпечити більш рівномірний графік генерації за рахунок взаємодоповнюваності вітрових і сонячних ресурсів. Особливо актуальним є впровадження таких систем для децентралізованих об'єктів та споживачів із змінним навантаженням, де акумулювання енергії відіграє ключову роль у підвищенні енергоефективності та автономності енергопостачання.

Розробка лабораторної роботи з моделювання гібридної вітро-сонячної системи з акумулюванням є важливим етапом в навчанні та дослідженні технологій перетворення відновлюваних джерел енергії. Виконання роботи дозволить зрозуміти основні принципи роботи фотоелектричних систем, вітроенергетичних установок та установок зберігання енергії, дослідити вплив компонування та розташування системи генерації на рівень вироблення енергії та ефективність перетворення. Лабораторна робота є важливим етапом в освоєнні технології гібридних систем та підготовки до майбутньої роботи в галузі відновлюваної енергетики.

Метою роботи є розробка віртуальної лабораторної роботи з моделювання та дослідження роботи гібридної вітро-сонячної системи з акумулюванням енергії у програмному середовищі System Advisor Model.

Для досягнення мети роботи необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити методику введення даних вітрових та сонячних енергетичних ресурсів;
- розробити методику введення даних енергоспоживання об'єкту;
- розробити методику введення параметрів вітро-сонячної системи з

акумуляціям;

- розробити методику використання параметричного моделювання;
- визначити економічну ефективність науково-дослідної роботи;
- дослідити питання охорони праці на робочому місці.

Об'єктом дослідження є комп'ютерна модель гібридної вітро-сонячної системи з акумуляціям енергії в програмному середовищі System Advisor Model.

Предметом дослідження є залежність параметрів та характеристик гібридної вітро-сонячної системи від географічного розташування та компонування системи.

Методи дослідження включають в себе комп'ютерне моделювання та аналіз отриманих результатів.

У кваліфікаційній роботі розроблено комплексну лабораторну роботу, окремі етапи виконання якої дозволяють оволодіти методикою моделювання та оптимізації гібридних вітро-сонячних систем з акумуляціям в програмному середовищі System Advisor Model. Досліджено вплив кліматичних умов місця розташування та параметрів компонентів на генерацію гібридної вітро-сонячної системи. Розглянуто можливості оптимізації системи за допомогою параметричного аналізу. В роботі оцінюється економічна ефективність проведених досліджень. Також розглядаються питання безпеки на робочому місці.

Тези доповіді «Оптимізація розміщення фотоелектричних модулів на фасаді багатоквартирного будинку» авторів Смешко А.А., Іванова О.С., к.т.н., доц. Андронові О.В. опубліковано в Матеріалах ІХ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2025. – С. 121-124. (див. Додаток А).