

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергозберігаючих технологій та енергетичного менеджменту

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Дослідження сучасних систем автоматичного обліку електроенергії

Виконав:

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

_____ **ДАНЬКОВ Владислав**

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

_____ **Віктор ДУБІК**

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024 р.

Гарант освітньої програми

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

кандидат технічних наук, доцент _____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

м. Кам'янець-Подільський, 2024р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ ...	9
1.1. Порівняльна характеристика АСКОЕ та ЛУЗОД	9
1.1.1. Етапи створення АСКОЕ / ЛУЗОД	11
1.1.2. Основні види АСКОЕ	14
1.2 Склад автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії .	14
1.2.1. Структурна схема АСКОЕ.	16
1.2.2. Технічні засоби АСКОЕ	18
1.2.3. Переваги впровадження АСКОЕ.....	19
1.2.4.Огляд протоколів передачі даних АСКОЕ	21
Висновки до 1 розділу	26
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО СУБ'ЄКТІВ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	27
2.1. Основні вимоги щодо обліку перетікання електричної енергії на електростанціях:	34
2.2. Автоматизація обліку електричної енергії	36
Висновки до 2 розділу.	38
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ	39
3.1. Основні технічні рішення при реалізації системи комерційного обліку електроенергії.	40
3.1.1. Програмне забезпечення системи АСКОЕ.....	46
3.1.2. Вибір технології для передачі даних	47
3.1.3. Вибір обладнання	51
3.1.4. Вибір плати	54

3.2. Технічні засоби для обладнання СЕС в систему АСКОЕ.....	66
3.2.1 Фотоелектричні модулі (ФЕМ).....	67
3.2.2. Стрінг інвертор.....	68
3.2.3. Функції АСКОЕ на сонячній електростанції	70
Висновок до 3 розділу.....	72
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75

ВСТУП

У світі безперервно відбувається швидке зростання чисельності населення, що призводить до поступового виснаження доступних енергетичних та природних ресурсів. Прогрес у розвитку техніки веде до зростання споживання енергоресурсів, а з іншого боку — до підвищення їх вартості. У таких умовах набуває актуальності необхідність об'єктивного обліку спожитих ресурсів, посилення контролю за їх раціональним використанням, зручності для обліку та оплати комунальних послуг, а також вжиття ефективних заходів для запобігання несанкціонованому відбору ресурсів.

Актуальність роботи. Тема магістерської роботи є надзвичайно актуальною, оскільки в Україні досі відсутні бюджетні рішення для автоматизованих систем реєстрації та обробки показників обладнання обліку енергоносіїв. Крім того, доступ до обладнання обліку часто є ускладненим, що робить цю проблему особливо важливою для вирішення.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо вибору інформаційно-телекомунікаційних технологій для реєстрації, обробки та передачі даних, з урахуванням практичних аспектів впровадження рішень та методів реєстрації, обробки й передачі даних у системах обліку енергоносіїв у житлово-комунальному господарстві.

Об'єктом дослідження є прикладні аспекти реалізації рішень та методів реєстрації, обробки і передачі даних у системах обліку енергоносіїв у сфері ЖКГ.

Прикладним завданням магістерської роботи стало створення автоматизованої системи для реєстрації, обробки та передачі даних щодо показників обладнання обліку енергоносіїв ЖКГ до центру обробки даних. Це рішення спрямоване на економічно ефективну модернізацію існуючого обладнання без необхідності його повної заміни, а також на автоматизацію процесу передачі даних.

Методи дослідження. У процесі роботи було розглянуто кілька технологій передачі інформації, зокрема GSM, Ethernet, LoRa та Wi-Fi. Також кілька разів змінювалося обладнання: спочатку використовувалася плата ESP8266, але вона

незабаром перестала задовольняти вимоги проекту. Далі були зроблені кілька неуспішних спроб перенести всі напрацювання на плати іншого типу, що використовують мову програмування MicroPython, але ця ідея не мала успіху через обмежену доступність таких плат і комплектуючих в Україні. В результаті було вирішено повернутися до плат типу Arduino. У результаті було обрано плату ESP32-CAM від виробника AiThinker, яка повністю задовольняє усі вимоги та є готовим "кітом" для реалізації поставлених завдань.

Практична цінність. Розроблена в роботі система орієнтована на вирішення актуальних задач, що постають у сучасних умовах енергоринку, зокрема:

- Усунення несанкціонованого споживання електричної енергії в побутовому секторі.
- Контроль за побутовими мережами для виявлення випадків нечесного використання теплової енергії, води, газу та електричної енергії.
- Моніторинг споживання і своєчасної оплати за спожиту теплову енергію, воду, електричну енергію та газ.
- Регулювання споживання енергоресурсів шляхом відключення боржників від електричних, водопостачальних, теплопостачальних та газових мереж.
- Формування балансу споживаної електроенергії за будинками, районами та підстанціями.
- Оптимізація та зниження витрат на конфігурацію систем для зберігання, збору та передачі даних про фактичне споживання води, електричної енергії і теплової енергії на верхній рівень.

Апробація результатів роботи. Результати магістерської дисертації були оприлюднені на четвертій Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективне використання енергії: стан і перспективи». (19 листопада 2024). – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024.

Публікації. За результатами наукових досліджень було опубліковано тези:

Владислав ДАНЬКОВ. АНАЛІЗ МЕРЕЖ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ / Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективне використання енергії: стан і перспективи». (19 листопада 2024). – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024.

ВИСНОВКИ

Для удосконалення схеми АСКОЕ на СЕС до вище описаної схеми потрібно додати деякі компоненти для покращення її ефективності. До основного лічильника потрібно додати резервне живлення з шафи АСКОЕ для безперебійної передачі даних. Так як можливе зникнення живлення самого лічильника. Потрібно поєднати всі лічильники послідовно в одну ланку.

Тобто від шафи АСКОЕ потрібно протягнути кабель послідовно до кожного лічильника, для кращої взаємодії. А також від автомата шафи потрібно силовим кабелем протягнути резервне живлення до основного лічильника.

Дана схема монтажу спрощує всі можливі недоліки серед інших типів монтажу. Але є деякі мінуси в цій системі АСКОЕ так як зв'язок по території України для різних операторів різний то потрібно враховувати який оператор краще підходить до даної місцевості. Основним плюсом даної шафи АСКОЕ являється найпростіша схема монтування що забезпечується простотою встановлення у всіх типах електростанцій

Окрім основного лічильника потрібно встановити дублюючий лічильник електричної енергії. Також зі шафи АСКОЕ протягнути резервне живлення яке виводиться силовим кабелем з додаткового автомата який знаходиться в шафі АСКОЕ. Конструкція лічильника ZMG 405 CR.4 має додаткові клеми для встановлення резервного живлення. Тобто основний лічильний разом з додатковим лічильником підключені в одну й туж саму схему і під'єднані до одного ТС[22].

Дублюючий лічильник встановлюється для уникнення можливості провалів в передачі даних через мережу АСКОЕ в разі виходу з ладу основного лічильника. Резервне живлення встановлене на основний лічильник слугує можливістю безперебійної передачі сигналу.

Тобто якщо лічильник починає використовувати резервне живлення в систему АСКОВ подається сигнал що можливі проблеми з трансформаторами струму так як струм на лічильнику пропав. А резервне живлення не вносить свої корективи в показники лічильника. Таким чином після даного сигналу на підстанції виїжає обслуговуючий персонал і усуває причину поломки.

Засвідчую, що у цій кваліфікаційній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач вищої освіти _____ ДАНЬКОВ Владислав

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. "NovaSys. Advanced Metering Infrastructure" (Автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов). Бытовой сектор. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL; <http://www.nik.net.ua/ru/category/AMI-residential>
2. Сучасні способи автоматичного управління енергозбереженням на промислових підприємствах [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL:<http://masters.donntu.org/2012/etf/khara/diss/index.htm>
3. Системи ЛУЗОД/АСКОЕ [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: https://kyivenergo.ua/ee-company/sistemi_luzodaskoe
4. Автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії [Електронний ресурс] - Режим доступу: URL: <http://masters.donntu.org/2013/etf/dolgikh/diss/indexu.htm>
5. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг «Про затвердження порядку комерційного обліку електричної енергії виробленої на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії», 2017, №472.
6. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, «Визначення технологічних втрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання», 2011, №532, ст.65.
7. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Про затвердження правил улаштування електроустановок», 2017, №476, ст.759.
8. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг «Про внесення змін до постанови №2868 від 26.11.2015», 2016, №1142.
9. Технічні рекомендації щодо вибору розрахункових засобів обліку електричної енергії до ЛУЗОД та АСКОВЕ юридичних споживачів/ Затверджено комерційним директором ПАТ «Волиньобленерго», Іванов Д.О., 2012, 4с.

10. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, «Визначення технологічних втрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання», 2011, №532, ст.65.
11. Технічне переоснащення сонячної електростанції ФЕС «СОЛАР ЧОРНОБИЛЬ» робочий проект 170323.2017. -ТОМ 5- К: 2017 280ст.
12. Охорона навколишнього середовища [Електронний ресурс] - Режим доступу: URL: <https://solarsystem.com.ua/blog/vplyv-sonyachnoyi-elektrostantsiyi-na-navkolyshnye-seredovyshhe-atmosferu-ta-ekologiyu-mif-chy-realnist>
13. Техніка безпеки при роботі на електричних підстанціях [Електронний ресурс] - Режим доступу: URL: <https://studfile.net/preview/9936938/page:8/>
14. Системи ЛУЗОД/АСКОЕ [Електронний ресурс] URL: https://www.kyivenergy.top/ee-company/sistemi_luzodaskoe.html
15. Сайт компанії Вольт Енерго [Електронний ресурс] URL: <https://shop.voltenergo.com.ua/counter/po-energocentr>.
16. Программний комплекс АСКОЕ "Енергоцентр - 5" до 5 лічильників вкл. [Електронний ресурс] URL: <https://shop.voltenergo.com.ua/counter/po-energocentr/pk-askoe-energotsentr-do-5-schetchikov>
17. Що таке Arduino? І чому це ідеальний старт для майбутнього розробника автоматизованих систем? [Електронний ресурс] URL: <https://keddr.com/2017/09/shho-take-arduino-i-chomu-tse-idealniy-start-dlya-maybutnogo-rozrobnika-avtomatizovanih-sistem/>
18. Інтернет-магазин 1wire [Електронний ресурс] URL: <https://1wire.com.ua/esp32-cam.html>
19. Raspberry Pi 3 Model B [Електронний ресурс] URL: <http://arduino.ua/prod1449-raspberry-pi-3-b>
20. Setting up an Apache Web Server on a Raspberry Pi [Електронний ресурс] URL: <https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/web-server/apache.md>