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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СЕЛИЩА МІСЬКОГО ТИПУ ЧЕРЕЗ РЕКОНСТРУКЦІЮ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Виконав:
здобувач вищої освіти денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр», освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
_____ Сергій КАЧУР

Керівник: Канд. техн. наук, доцент
_____ **Павло ПОТАПСЬКИЙ**

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**

м. Кам'янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 5
ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ 8
1.1 Енергетичні виклики аграрних підприємств 8
1.2 Децентралізовані джерела виробництва електроенергії 9
1.3 Позитивні та проблемні аспекти інтеграції децентралізованої генерації 11
1.4 Підсумки першого розділу 13
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТА АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ПРИ ЇХ МОДЕРНІЗАЦІЇ 15
2.1 Дослідження території енергозабезпечення 15
2.2 Визначення проектних навантажень 18
2.3 Оцінка втрат потужності та коливань напруги 22
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ТА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ ОНОВЛЕНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ 29
3.1 Вибір розташування підстанції 35/10 кВ та трансформаторного обладнання . 29
3.2 Забезпечення нормативної надійності електропостачання 31
3.3 Обґрунтування перерізів кабельних та повітряних ліній 34
3.4 Перевірка термостійкості обраних провідників 39
3.5 Підсумки третього розділу 42
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ 43
4.1 Основні напрями у сфері захисту працівників 43
4.2 Проєктування системи блискавкозахисту підстанції 44

4.3 Розрахунок та вибір заземлення 45
4.4 Підсумки четвертого розділу 48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 49
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 50
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку енергетичного сектору України особливого значення набувають питання підвищення ефективності функціонування систем електропостачання, забезпечення їх надійності, якості електроенергії та відповідності вимогам енергозбереження. Це пов’язано як із загальносвітовими тенденціями раціонального використання енергоресурсів, так і з внутрішніми проблемами, серед яких значна зношеність електромереж, моральне старіння обладнання та зростання навантажень на енергосистему.

Особливо гостро ці проблеми проявляються у селищах міського типу, де електричні мережі здебільшого були побудовані ще у другій половині XX століття і сьогодні експлуатуються з перевищенням нормативних строків служби. Такі мережі характеризуються підвищеними втратами електроенергії, недостатньою пропускною здатністю, низьким рівнем автоматизації та обмеженими можливостями для інтеграції сучасних технологій. У результаті це призводить до погіршення якості електропостачання, зниження надійності роботи мереж та збільшення витрат на їх утримання.

У контексті реформування енергетичної галузі України, інтеграції до європейського енергетичного простору та впровадження принципів сталого розвитку особливої актуальності набуває модернізація розподільних електричних мереж. Одним із ключових напрямів такої модернізації є їх реконструкція з використанням енергоефективних технологій, що дозволяють зменшити технічні та комерційні втрати електроенергії, підвищити рівень автоматизації та диспетчеризації, а також забезпечити більш гнучке та надійне управління електропостачанням.

Важливим аспектом є також впровадження сучасних засобів обліку електроенергії, систем моніторингу та управління навантаженням, використання нових типів проводів, трансформаторів та комутаційного обладнання з покращеними енергетичними характеристиками. Це створює передумови для

формування інтелектуальних електричних мереж (Smart Grid), які здатні адаптуватися до змін у споживанні електроенергії та забезпечувати ефективну взаємодію між виробниками та споживачами.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка технічних та організаційних рішень щодо модернізації системи електропостачання селища міського типу шляхом реконструкції розподільних мереж із урахуванням вимог енергозбереження та підвищення енергоефективності. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких основних завдань: аналіз існуючого стану системи електропостачання; визначення основних причин втрат електроенергії та зниження якості електропостачання; обґрунтування вибору сучасного обладнання та технологій; розробка заходів щодо реконструкції мереж; оцінка техніко-економічної ефективності запропонованих рішень.

Об’єктом дослідження є система електропостачання селища міського типу, а предметом — процеси її модернізації на основі реконструкції розподільних мереж та впровадження енергозберігаючих технологій.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання при проєктуванні та модернізації електричних мереж населених пунктів, що дозволить підвищити надійність електропостачання, знизити втрати електроенергії, оптимізувати експлуатаційні витрати та покращити якість електроенергії для кінцевих споживачів.

Отже, обрана тема є актуальною, має як наукове, так і практичне значення, та відповідає сучасним вимогам розвитку енергетичної інфраструктури України.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було запропоновано практичне рішення поставленої задачі, яке передбачає реконструкцію системи електропостачання селища міського типу Закарпатської області.

Виконаний аналіз літературних джерел та існуючих схем живлення аграрних споживачів показав, що модернізація застарілого обладнання та впровадження розподіленої генерації є актуальним напрямом розвитку енергетичних систем.

На основі проведених розрахунків прийнято рішення здійснити реконструкцію мережі електропостачання, де найбільш ефективним варіантом для зменшення втрат потужності та стабілізації напруги визначено будівництво трансформаторної підстанції глибокого вводу на напругу 35 кВ із поетапною модернізацією розподільчої мережі 10 кВ.

Виконано реконструкцію існуючого розподільного пристрою, розташованого поблизу центру навантаження, та за результатами розрахунків обрано два трансформатори номінальною потужністю по 4000 кВА.

Проведено вибір перетинів проводів і кабелів для мереж напругою понад 1 кВ за методом економічних інтервалів, при цьому застосовано самонесучі ізольовані проводи марки СІП-3. Перевірка на термічну стійкість підтвердила правильність прийнятих рішень щодо вибраних перетинів.

Виконано розрахунок та побудову захисної зони блискавковідводів, у межах якої розташоване все обладнання підстанції. Додатково проведений розрахунок заземлювальних пристроїв показав відповідність нормативним вимогам, що забезпечує безпеку персоналу та надійність роботи обладнання.

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.

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 інш. 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://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://kubg.edu.ua/images/stories/podii/2017/06_21_posylannia/dstu_8302.pdf. – Назва з екрана.

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.