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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

ЦИФРОВІЗАЦІЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКИХ МЕРЕЖ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ ПОШКОДЖЕНЬ

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

Керівник: канд. техн. наук, доцент
_____ **Юрій ПАНЦИР**

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. ОПИС ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ 7
1.1. Аналіз характеристик споживачів електроенергії 7
1.2. Загальна характеристика енергетичної системи 8
1.3. Генеральний план району з урахуванням мереж та підстанцій 8
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОБЛАДНАННЯ РТП 10
2.1 Визначення електричних навантажень 10
2.2 Обчислення потужності та кількості трансформаторів РТП 14
2.3 Обґрунтування місця розташування РТП 16
2.4 Розроблення схеми основних електричних з'єднань РТП 16
2.5 Розрахунок мережі напругою 10 кВ 18
2.6 Визначення струмів короткого замикання 24
2.7 Вибір електричної апаратури для РТП 26
РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ 31
3.1 Розрахунок параметрів релейного захисту 31
3.2 Визначення максимального струмового захисту 31
3.3 Розрахунок базового захисту силового трансформатора 33
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ПОШКОДЖЕНЬ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 37
4.1 Систематизація та функціональне призначення обладнання для локалізації аварійних ділянок повітряних ЛЕП 37
4.2 Конструктивні особливості та принцип дії діагностичного комплексу «Пошук-1» 38

4.3 Практичне застосування та регламент технічного обслуговування комплексу «Пошук-1» 40
4.4 Робочі принципи та технічні параметри апаратури «Хвиля» 41
4.5 Експлуатаційні умови та обслуговування апаратури «Хвиля» 45
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ 47
5.1 Розрахунок системи захисного заземлення трансформаторної підстанції 47
5.2 Комплекс організаційних та технічних заходів з охорони праці на РТП 49
5.3 Система протипожежної безпеки та профілактичні заходи на РТП 49
5.4 Екологічні аспекти та заходи з охорони довкілля 50
РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ 52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 56
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА
ДОДАТКИ

ВСТУП

Сучасний розвиток суспільства визначається трьома ключовими складовими – енергетичними ресурсами, матеріальною базою та технологічними інноваціями. Україна після здобуття незалежності успадкувала економіку з надмірною енерго- та ресурсоємністю: витрати матеріалів на одиницю продукції перевищують середньосвітові показники у 2–3 рази, а споживання енергії – у 6–9 разів. Така диспропорція потребує негайного виправлення шляхом переходу до більш раціональної моделі розвитку. На початку нового тисячоліття рівень добробуту населення визначається не лише кількістю використаної енергії, а насамперед ефективністю її застосування.

Низька енергоефективність українського ВВП пояснюється кількома факторами. По-перше, значна частина обладнання теплових та гідроелектростанцій давно вичерпала свій ресурс і не відповідає сучасним стандартам. По-друге, технології виробництва електроенергії залишаються застарілими, а коефіцієнт корисної дії перетворення первинних енергоносіїв у електричну енергію становить лише близько 30%, тоді як у провідних країнах цей показник сягає 40–50%. По-третє, високими залишаються втрати електроенергії на власні потреби станцій та під час транспортування в мережах.

У межах кваліфікаційної роботи виконано розрахунок електропостачання групи населених пунктів Новоушицької селищної територіальної громади з урахуванням реальних навантажень. Метою є зниження втрат електроенергії та скорочення експлуатаційних витрат. Для підвищення надійності електропостачання обґрунтовано можливість застосування автоматичного повторного включення ліній напругою 10 кВ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У межах кваліфікаційної роботи було виконано комплексний аналіз системи електропостачання групи населених пунктів Новоушицької територіальної громади, що отримують живлення від районної трансформаторної підстанції РТП-35/10 кВ. У процесі роботи проведено детальний підрахунок навантажень діючих трансформаторних пунктів 10/0,4 кВ, визначено необхідну кількість та потужність трансформаторів для РТП, здійснено розрахунок мережі напругою 10 кВ із вибором типу та перерізу проводів за економічними критеріями з перевіркою втрат напруги, виконано розрахунок струмів короткого замикання на стороні 35 і 10 кВ, підібрано апаратуру для підстанції та розраховано систему заземлення. Окремо було розглянуто релейний захист силових трансформаторів, а також обґрунтовано використання обладнання для визначення місця пошкодження ліній електропередачі. Проведено техніко-економічний аналіз проєкту та описано заходи з охорони праці й протипожежного захисту.

Основні результати:

1) потужність трансформаторів на РТП визначена за денним піковим навантаженням, яке становить $S_{\text{дРТП}} = 7487{,}5$ кВА;

2) для роботи прийнято два трансформатори типу ТМН-4000/35;

3) для забезпечення надійності електропостачання та відповідності потужності на стороні 35 кВ застосована схема з вакуумними вимикачами;

4) найбільші втрати напруги в мережі 10 кВ дорівнюють 4,68%, що не перевищує допустимий рівень у 6%;

5) на стороні 35 кВ встановлені роз’єднувачі РД(3)-2-25/1000, вакуумні вимикачі ВБПЗ-35-12,5/800 та трансформатори напруги ЗНОМ-35-65;

6) на стороні 10 кВ для розподілу та захисту ліній використані комплектні розподільні шафи КРЗ-10 з масляними вимикачами ВК-10-630/20, трансформаторами струму ТПЛ-10-0,5Р, трансформаторами напруги НТМИ-10 та роз'єднувачами РВО-10/400;

7) для ліній 10 кВ передбачене автоматичне вмикання резервного живлення;

8) кошторисна вартість будівництва РТП складає 990,8 тис. грн, термін окупності капітальних вкладень – 4,72 роки, а собівартість передачі 1 кВт·год електроенергії дорівнює 4,6 коп.

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.