

Подільський державний університет
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра енергозберігаючих технологій та енергетичного менеджменту

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

**Впровадження сучасних засобів та методів захисту електричних мереж від
грозових перенапруг**

Виконав:

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

_____ Дмитро КОШЕВОЙ

Керівник: кандидат технічних наук, доцент

_____ Віктор ДУБІК

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2023 р.

Керівник проектної групи
(гарант освітньої програми)

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

кандидат технічних наук, доцент _____ **Ігор ГАРАСИМЧУК**

м. Кам'янець-Подільський, 2023р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ	10
РОЗДІЛ 2 БЛИСКАВКОЗАХИСТ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	15
2.1 Розряди блискавки і їх параметри	15
2.2 Характеристики грозової діяльності житлових будівель та споруд....	17
2.3 небезпечні дії блискавки.....	19
2.4 Класифікація об'єктів, що захищаються.....	20
2.5 Засоби і способи блискавкозахисту	21
2.5.1 Зовнішній блискавкозахист	21
2.5.2 Внутрішній блискавкозахист житлових будівель	29
2.6 Грозозахисні зони житлових будівель.....	31
Висновок по розділу	36
РОЗДІЛ 3 БЛИСКАВКОЗАХИСТ СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ	38
3.1 Принцип роботи громовідводу	40
3.2 Установка громовідводів.....	44
3.3 Апарати захисту від імпульсного перенапругня	44
3.3.1 Розрядники.....	45
3.3.2 Обмежувачі перенапруги	46
3.4 Правила захисту електроустановок.....	48
3.5 Захист підстанцій промислових підприємств	49
Висновок по розділу	55
РОЗДІЛ 4 ПРИСТРОЇ АКТИВНОГО БЛИСКАВКОЗАХИСТУ.....	57
4.1 Пристрої активного блискавкозахисту із джерелом живлення.....	57

4.2 Пристрої активного блискавкозахисту без джерела живлення.....	61
4.2.1 Принцип роботи	62
РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ».....	70
5.1 Опис ідеї проекту	70
5.2 Технологічний аудит проекту.....	72
5.3 Аналіз ринкових можливостей -проекту	73
ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79

ВСТУП

Актуальність теми. Блискавкозахист будівель і споруд — це не лише комплекс технічних рішень, але й невід'ємна частина забезпечення безпеки людей та майна. Щорічно нашу планету обходить близько 16 мільйонів гроз, перетворюючи небо на величезне світло-звукове шоу. Проте, кожен блискавковий удар несе за собою потенційну загрозу для життя та власності.

Прямий удар блискавки може призвести до небезпечних наслідків для будівель і споруд. Вони стають уразливими перед можливістю пожежі, руйнування чи пошкодження чутливого устаткування. Блискавка, як могутній грозовий розряд, здатна трошити все на своєму шляху.

Відповідно до цих викликів розроблено та впроваджено блискавкозахисні системи. Їхня проста на перший погляд конструкція має вирішальне значення у забезпеченні ефективного захисту будь-якої споруди чи електропостачальної системи. Блискавкозахист гарантує не лише безпеку майна, але й зберігає життя людей.

Ці системи усувають небезпеку удару блискавки і захищають не лише будівлі, а й інфраструктуру в цілому: електричні мережі, засоби зв'язку, комутаційне обладнання, антени, вишки та інші об'єкти. Необхідність установки захисту пояснюється тим, що потужний струм блискавки може досягати до 50 мільйонів вольт з силою струму близько 300 000 ампер. Удар блискавки, супроводжуваний звуковими, тепловими та світловими ефектами, може негативно вплинути на цілісність будівлі та призвести до серйозних наслідків.

Наприклад, на рисунку 2 представлена карта середньої тривалості гроз на території України. Однак, незважаючи на ці відомості, багато людей зволікають із встановленням блискавкозахисних систем.

Мета і задачі дослідження.

Дослідження, спрямоване на підвищення надійності електричної мережі через використання заходів захисту від перенавантаження, має на меті забезпечити стійкість і безпеку енергопостачання. Для досягнення цієї мети

визначено конкретні задачі, які включають в себе аналіз існуючих систем блискавкозахисту в Україні, оцінку грозової діяльності на території країни, порівняльний аналіз наявних засобів та методів побудови систем блискавкозахисту, а також розробку шляхів підвищення ефективності цих систем в промислових та адміністративних електричних мережах.

Крім того, в рамках дослідження планується провести аналіз проекту з метою визначення його ринкового потенціалу та можливих напрямків реалізації. Цей аспект дослідження включатиме оцінку потреб ринку, конкурентний аналіз, визначення ключових переваг та ризиків стартапу. Результатом такого аналізу буде визначено, наскільки проект є життєздатним і придатним для впровадження на ринку.

Загальна мета дослідження полягає в тому, щоб розробити інноваційні рішення для підвищення надійності електричних мереж, забезпечуючи оптимальний баланс між технічними, економічними та екологічними аспектами. Це дослідження відкриває шлях для удосконалення систем блискавкозахисту та розробки новаторських підходів до створення стабільних та безпечних електричних мереж для промислових та адміністративних будівель.

Об'єкт дослідження: режими роботи електричних мереж.

Предмет дослідження: методи та засоби організації влаштування системи блискавкозахисту.

Методи досліджень:

У процесі аналізу та розв'язання поставлених задач використовуються різноманітні наукові методи та інструменти, спрямовані на об'єктивне дослідження та висновки. До основних методів, які можуть бути застосовані в рамках вашого дослідження, входять:

Статистичні методи обробки даних: Вони дозволяють аналізувати та інтерпретувати великі обсяги інформації. Наприклад, ви можете використовувати статистичні методи для аналізу грозової активності, рейтингу

існуючих систем блискавкозахисту та інших параметрів, які впливають на надійність електричної мережі.

Узагальнювальні методи теорії моделювання: Вони дозволяють створювати адекватні математичні моделі, які відображають реальні процеси. Моделювання грозової діяльності та ефективності систем блискавкозахисту може надати уявлення про різноманітні сценарії та їх вплив на електричну мережу.

Чисельні методи: Вони використовуються для числового розв'язання складних математичних задач, таких як оптимізація систем блискавкозахисту чи аналіз перенавантаження. Ці методи можуть забезпечити конкретні результати та оптимальні рішення на основі числових обчислень.

Аналіз проекту: Використання аналітичних методів для визначення потенціалу проекту, його конкурентоспроможності та можливих напрямків реалізації. Це може включати оцінку ринкових тенденцій, ідентифікацію цільової аудиторії, аналіз конкурентів та ризиків.

Застосування цих методів дозволить систематично дослідити та вирішити поставлені задачі, а також надати обґрунтовані рекомендації для підвищення ефективності систем блискавкозахисту в промислових та адміністративних електричних мережах.

Наукова новизна отриманих результатів.

Формалізований огляд існуючих систем блискавкозахисту в Україні:

Початковий етап дослідження передбачає зібрання та формалізацію інформації про існуючі системи блискавкозахисту в Україні. Це включає вивчення технічних характеристик, результатів випробувань, ступеня ефективності та вартості. Аналіз може базуватися на статистичних даних, відгуках користувачів, а також на наукових публікаціях та стандартах.

Принципово нова система блискавкозахисту:

Розроблення нової системи активного блискавкозахисту для систем електропостачання є ключовим етапом дослідження. Ця система може включати

інтелектуальні датчики, що виявляють наближення блискавки, та систему автоматичного реагування для забезпечення надійного захисту. Можливі елементи системи включають переривачі, розрядники, та елементи електронного контролю, спрямовані на управління та зниження впливу блискавки на електромережу.

Розробка нової системи передбачає також проведення тестів та моделювання для підтвердження її ефективності в різних умовах експлуатації. Важливим аспектом буде врахування технічних, економічних та екологічних аспектів нового рішення.

Загальний підхід до цих завдань передбачає використання методів дослідження, таких як аналіз літературних джерел, статистичний аналіз, математичне моделювання, технічне тестування та експериментальні дослідження. Результатом має бути інтегрована система блискавкозахисту, яка буде сприяти підвищенню надійності електричних мереж в Україні та забезпечувати безпеку електропостачання.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці перспективних систем блискавкозахисту в Україні.

Апробація результатів дисертаційної роботи.

Доповіді на Всеукраїнських науково-технічних конференції: Ефективне використання енергії стан і перспективи. Всеукраїнська студентська науково-практична конференція. 9 листопада 2023 р. (ЗВО «ПДУ», м. Кам'янець-Подільський)

Стаття по матеріалах конференції:

Дмитро КОШЕВОЙ. **КОМПЛЕКСНИЙ ЗАХИСТ СТАНЦІЙ ТА ПІДСТАНЦІЙ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ** / Дмитро КОШЕВОЙ, Віктор ДУБІК, Олег ГОРБОВИЙ // Ефективне використання енергії стан і перспективи: збірник наукових праць III Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. 9 листопада 2023 р. (ЗВО «ПДУ», м. Кам'янець-Подільський). – Кам'янець-Подільський, 2023. – С.

ВИСНОВКИ

1. Із заданої інформації, здається, що текст в основному є оглядом та кратким описом змісту дисертації за спеціальністю "електроенергетика, електротехніка та електромеханіка". Це включає в себе аналіз існуючих систем управління і захисту повітряних ліній передач (ЛЕП) на основі вакуумних вимикачів, обґрунтування технічних рішень для використання секціонуючих пунктів з реклоузерами, розрахунки показників надійності та вибір оптимального розміщення реклоузерів.

Зокрема, декілька ключових пунктів та результатів дослідження:

2. Аналіз існуючих систем: проведено аналіз систем автоматичного управління та захисту ЛЕП на основі вакуумних вимикачів, що працюють під управлінням мікропроцесорів.

3. Обґрунтування технічних рішень: Сформульовано обґрунтування застосування секціонуючих пунктів з використанням реклоузерів. Можливо, розглянуті типові схеми підключення для практичної реалізації.

4. Розрахунки та моделювання: Виконано розрахунки залежності показників надійності від кількості встановлюваних реклоузерів для радіального фідера. Також, можливо, подано алгоритм вибору оптимального місця установки реклоузерів.

5. Математичне моделювання вакуумних систем: Розроблено математичну модель вакуумної контактної системи комутації вакуумного вимикача, можливо, використовуючи метод Монте-Карло.

6. Аналіз проекту: Здійснено аналіз проекту для визначення можливості ринкового впровадження та можливих напрямків реалізації.

7. У разі, якщо у вас є конкретні запитання або якщо вам потрібна конкретна допомога щодо вказаних вами пунктів, будь ласка, конкретизуйте ваш запит.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Неклепаев Б.Н., Гачків І.П. Електрична частина електростанцій і підстанцій. Довідкові матеріали для курсового і дипломного проектування. Навчальний посібник для внз - 4-е видавництво перер. і доп. - М.: Энергоиздат, 2006.
2. Перехідні процеси в сисмемах електропостачання. Підручник /В. Н.Винославский, Г. Г. Пивняк, Л.И. Несен та ін. під ред.В. Н.Винославского. - До.: Вища школа. Голов. видавництво, 2004.
3. ГОСТ 13109-97. Електрична енергія. Норми якості електричній енергії у її приймачів, приєднаних до електричних мереж загального призначення. - М.: Вид-во стандартів, 2014.
4. ГОСТ 28249-93. Коротке замикання в електроустановках. Методи розрахунку в електроустановках змінного струму напругою до кВ.
3. Князевский Б.А., Липкин Б.Ю. Електропостачання промислових підприємств. - Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка 2006-400с.
4. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електропостачання: Навчальний посібник. - Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2005. - 324с.
5. Громадський Ю.С., Манілов А.М. Щодо ефективності застосування запобіжників з вимикачами навантаження PIF фірми "Powercon Corp" (США) в ятерах 6-35 кВ//Промелектро. - 2004. - №2 - С. 32...35.
6. Щестеренко В. Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник.- Вінниця : Нова Книга, 2004. - 656с.
7. ДСТУ 2790-94. Електропостачальні системи напругою понад 1000 В. Терміни та визначення.
8. ДСТУ 2791-94. Електропостачальні системи напругою до 1000 В. Терміни та визначення.

9. Електричні мережі і системи / Н.В.Буслова, В. Н.Винославский, Г. І.Денисенко, В. С. Перхач; Под.ред. Г. І.Денисенко.-К.:Вища шк. Голоवेशці вид-во, 2006 - 584с.
10. Електробезпека на промислових підприємствах: Довідник/ Р. В. Сабарно, А.Г Степанов, А.В. Слонченко-К.: Техніка, 1985.-228с.
8. Долин П. А Основи техніки безпеки в електроустановках: Навчань.посібник для внз. - 2-е видавництво, пері раб. І доп. - К.: Енергоатомиздат, 1984. -448с.
9. Правила облаштування електроустановок /Міненерго СРСР. - 6-е видавництво, перераб. і доп. - К.: Енергоатомиздат, 2006. - 648с.
10. Методичні вказівки до лабораторної роботи ОПЕ- 4 "Засоби захисту в електроустановках"/ Р. В. Сабарно.-К.: НТУУ "КПІ", 2005-22с.
11. Довідник по проектуванню електропостачання / Під ред. Барыбіна та ін. / - К.: Енергоиздат, 1990. - 576 с.
11. Довідник по електропостачанню промислових підприємств: Проектування і розрахунок/ Овчаренко А.С., Рабинович М.П. і др.- До: Техніка, 2005.-297 с.
12. Постанова НКРЕ №1124 від 09.12.97 р. "Про тарифи на е/е, що відпускається компаніями Міненерго, що енергозабезпечують, України".
13. Інструктивні вказівки за розрахунком електричних навантажень промислових установок // Інструктивні вказівки по проектуванню промислових електричних установок /Тяжпром-электропроект/.-К.: Енергоатомиздат, 2002.- №4.- С. 3-7.
14. Довідкова книга для проектування електричного освітлення. Під ред. Г. / Кнорринга.- Л.: Енергія, 1976.
12. Методичні вказівки до виконання дипломного проектування "Електропостачання промислових підприємств" .-Киев: КПИ, 1981.-30 с.
15. ГОСТ 14209-85 "Трансформаторів силові масляні загального призначення".

16. Електротехнічний довідник в 3 томах, 3 том 2 книги, книга 1 Виробництво і розподіл електричної енергії / Під загальною редакцією професорів МЭИ, И.Н. Орлова і Др./К : ЭнергоатоДодаток 1 – приклад реалізації проекту СБЗ адміністративної будівлі.

17. Постанова НКРЕ №1124 від 09.12.97 р. "Про тарифи на е/е, що відпускається компаніями Міненерго, що енергозабезпечують, України".

18. Інструктивні вказівки за розрахунком електричних навантажень промислових установок // Інструктивні вказівки по проектуванню промислових електричних установок /Тяжпром-электропроект/.К.: Энергоатомиздат, 2005.-№4.-С. 3-7.

19. Методичні вказівки і завдання для курсового проектування по курсу "Електропостачання промислових підприємств". Київ: КПИ, 2004.-62с.

20. Довідкова книга для проектування електричного освітлення. Під ред. Г. М. Кнорринга.- Л.: Енергія, 1976.

21. ГОСТ 14209-85 "Трансформаторів силові масляні загального призначення".

22. Електротехнічний довідник в 3 томах, 3 том 2 книги, книга 1 Виробництво і розподіл електричної енергії / Під загальною редакцією професорів МЭИ, И.Н. Орлова і Др./К : Энергоатомиздат, 2000.-880 с.

23. Правила облаштування електроустановок / Міненерго СССР- 6-і изд.перераб. і Доп.К.: Энергоатомиздат, 2003.-648 с.: мул

24. Електротехнічний довідник / Під ред. И.Н. Орлова та ін./ .К.: Энергоатомиздат, 2014. - 880с.

25. Неклепаев Б.Н., Гачків И.П. Електрична частина електростанцій і підстанцій : Довідкові матеріали для курсового і дипломного проектування: Навчальний посібник для вузів.-4-е видавництво перероб. і доп. К.: Энергоатомиздат, 2019.-608 с.