

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

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

«ДОСЛІДЖЕННЯ НОМІНАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ З УРАХУВАННЯМ ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ЗАСОБІВ ЇЇ АКУМУЛЮВАННЯ»

Виконав:

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

БЕЛЬСЬКИЙ Андрій Олександрович

Керівник канд. техн. наук, доцент

ДУМАНСЬКИЙ Олександр Васильович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

« ____ » _____ 2023 р.

Допускається до захисту:

« ____ » _____ 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Енергетичний менеджмент» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
докт. с-г. наук, канд. техн. наук, доцент

Олег ТКАЧ

м. Кам'янець-Подільський, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБГРУНТУВАННЯ НОМІНАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРІВ.....	12
1.1 Критерії вибору коефіцієнта завантаження силового трансформатора..	12
1.2 Визначення номінальної потужності силових трансформаторів з урахуванням післяаврійного перевантаження.....	17
1.3 Особливості визначення номінальної потужності трансформаторів в центрі живлення та ГПП.....	25
1.4 Аналіз міжнародного досвіду визначення номінальної потужності силових трансформаторів.....	27
Висновки до розділу	36
2. ОГЛЯД ПРОЦЕДУР ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СЕП	
2.1 Загальні положення.....	37
2.2 Показники економічної ефективності проектів та шляхи їх визначення.	39
2.3 Особливості порівняння інвестиційних проектів з різними термінами реалізації та масштабах інвестицій	44
2.4 Врахування факторів ризику та невизначеності при аналізі інвестиційних проектів.....	49
Висновки до розділу	54
3. ОБЛІК НЕВИЗНАЧЕНСТІ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНОМУ ПОРІВНЯННІ ВАРІАНТІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ	55
3.1 Техніко-економічне обґрунтування номінальної потужності розподільних трансформаторів.....	55
3.2 Особливості техніко-економічного аналізу проектів електропостачання в сучасних умовах	67
Висновки до розділу	77

4. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ	
79	Опис ідеї проекту 79
4.2	Технологічний аудит ідеї проекту 80
4.3	Аналіз ринкових можливостей 80
4.4	Розроблення ринкової стратегії проекту 83
4.5	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту 84
	Висновки до розділу 84
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 85
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 86

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні електроенергетичні системи характеризуються багаторазовою трансформацією електричної енергії під час її передачі та розподілу. Тому потужність трансформаторів значно перевищує встановлену потужність електростанцій. Це вимагає уваги до раціонального конструювання трансформаторів та вибору їх оптимальної потужності при проектуванні та експлуатації систем електропостачання. Одним з ключових завдань у цьому контексті є вибір оптимальної номінальної потужності розподільних трансформаторів, що визначає економічну ефективність проекту електропостачання.

Зазвичай вибір параметрів трансформаторів у системах електропостачання здійснюється за розрахунковою потужністю та рекомендованими коефіцієнтами завантаження, не враховуючи змін сезонного навантаження та інших економічних показників. Проте такий підхід не завжди є виправданим, оскільки в умовах сучасної енергетики всі рішення мають відповідати умові економічної доцільності.

Отже, розробка методики вибору оптимальної потужності трансформаторів на основі економічних показників з урахуванням технічних обмежень є актуальною задачею. Для обґрунтування оптимальної потужності може служити мінімізація дисконтованих витрат, яка враховує як капітальні вкладення, так і витрати на експлуатацію.

Вибір потужності трансформаторів є складною задачею, яка повинна враховувати надійність електропостачання та економічність їх роботи. Крім того, це завдання не можна вирішувати відокремлено від проектування розподільних мереж, а також необхідно враховувати можливі стратегії розвитку енергосистеми..

Мета та завдання досліджень. У цій роботі метою було розроблення методики та практичних рекомендацій для техніко-економічного порівняння різних варіантів побудови систем електропостачання з урахуванням невизначеності вихідних даних, що є властивим для завдань проектування та довгострокового планування.

Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання:

- Проведено аналіз існуючих методів розрахунку оптимальної потужності трансформаторів з метою виявлення їх недоліків та можливостей для удосконалення.
- Розроблена методика техніко-економічних розрахунків на основі показника NPV (чиста сучасна вартість) з урахуванням існуючої невизначеності відносно економічних та технічних параметрів проекту.
- Розроблений алгоритм та проведені експериментальні розрахунки при виборі параметрів системи електропостачання міста за умови інтервального визначення економічних та технічних характеристик проекту.

Об'єкт досліджень. Процес урахування невизначеності інформації при розрахунку дисконтованих витрат, пов'язаних з обґрунтуванням оптимальної номінальної потужності розподільних трансформаторів.

Предмет досліджень. Методи техніко-економічного обґрунтування кількості та параметрів трансформаторів при проектуванні систем електропостачання з урахуванням невизначеності інформації.

Методи дослідження. В основу проведених досліджень були покладені такі методи: метод аналізу інвестицій, що ґрунтується на розрахунку чистої сучасної вартості (NPV), який визначається шляхом дисконтування різниці між річними витратами і доходами проекту; методи інтервального аналізу, що використовуються для розгляду невизначеності і варіабельності параметрів проекту; теорія ігор, що застосовується для прийняття рішень в умовах невизначеності.

Елементи наукової новизни отриманих результатів.

1. Використаний комплексний підхід для техніко-економічного аналізу номінальної потужності трансформаторів.
2. Розроблена методологія для оцінки невизначеності інформації під час порівняння техніко-економічних варіантів електропостачання споживачів.
3. Проведені дослідження, які підтверджують важливий вплив факторів на обґрунтування оптимальної номінальної потужності розподільних трансформаторів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Після аналізу літературних джерел та досвіду в проектуванні, встановлено, що наразі немає чітких рекомендацій щодо вибору номінальної потужності розподільних трансформаторів. Запропоновані коефіцієнти завантаження варіюються від 0,3 до 1,3, залежно від критерію оптимальності.

2. Оптимальна номінальна потужність трансформаторів повинна визначатися виключно на основі техніко-економічного порівняння різних альтернатив з урахуванням факторів, таких як вартість розподілу електроенергії, рівень інфляції, термін експлуатації трансформаторів та інші.

3. Основною умовою для коректного техніко-економічного аналізу визначення номінальної потужності трансформаторів є врахування невизначеності інформації, особливо відносно таких показників, як вартість електроенергії, експлуатаційні витрати, навантаження, норма дисконту, при розгляді проектного терміну експлуатації трансформаторів.

4. Проведені дослідження підтверджують, що важливим фактором, який суттєво впливає на обґрунтування оптимальної номінальної потужності розподільних трансформаторів, є аналіз загальної стратегії розвитку електроенергетичної галузі, зокрема темпів та обсягів впровадження розподілених засобів генерації та акумуляції енергії, а також реалізації енергозберігаючих заходів.

5. В якості стартап-проекту рекомендується реалізація розробленого алгоритму онлайн моніторингу стану трансформаторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рудницький В. Г. Внутрішньозаводське електропостачання. Курсове проектування: навчальний посібник [Текст] / В. Г. Рудницький. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2006. – 153 с
2. Зайцева, Н. Н. К вопросу инвестиционной привлекательности сельского хозяйства // Финансы и кредит. – 2004. – №6. – ст.61–63.
3. Крылов, Э. И., Власова, В. М. Методологические вопросы анализа финансового состояния во взаимосвязи с инвестиционной привлекательностью предприятия // Финансы и кредит. – 2002. – № 5 – ст.20–24.
4. Бердникова Л.Ф. К вопросу снижения рисков инвестиционно-инновационной деятельности организации // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2013. № 4. С. 11-13.
5. Царук В.Ю. Мировые тенденции реализации экономического роста с помощью инвестиций // Балтийский гуманитарный журнал. 2015. № 1 (10). С. 192-195.
6. Коваленко О.Г. Экономическая сущность банковских рисков и их классификация // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2013. № 3. С. 11-14.
7. Пестов И.П. Формирование методики оценки эффективности инвестиций в человеческий капитал на основе концепции стоимостного управления // Актуальные проблемы экономики и права. 2012. № 3. С. 141-144.
8. Волков И.В. Некоторые подходы в управлении инвестициями в АПК // Вестник НГИЭИ. 2014. № 5 (36). С. 9-14.
9. Паук М.И. Эффективность влияния иностранных инвестиций на социально-экономическое развитие региона // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2014. № 3. С. 72-76.

10. Поташник Я.С. Оценка стоимости собственного капитала предприятия с учетом финансового риска инвестиционного проекта // Актуальные проблемы экономики и права. 2014. № 3 (31). С. 90-94.
11. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент: Учебное пособие. — Киев: Ника-Центр: Эльга-Н, 2001. — 448 с.
12. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций / А. С. Шапкин. — М. : Дашков и К, 2009.
13. РУКОВОДСТВО ПО НАГРУЗКЕ СИЛОВЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ, МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ, ГОСТ 14209-97 (МЭК 354-91), «Украинский научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт трансформаторостроения», 2002, 76 с.
14. Ю.В. Владимиров, Р.А. Вдовин Выбор номинальной мощности трансформаторов с учетом минимизации потерь, Світлотехніка та електроенергетика, 2009, N 1, стр. 13-16
15. Афанасьев А.П., Гринкруг М.С., Ткачева Ю.И. Определение местоположения трансформаторных подстанций в сети электроснабжения низкого напряжения с помощью кумулятивной матрицы геодезических дистанций, Russian Internet Journal of Electrical Engineering, 2014, Vol. 1, no. 2, pp. 17-20.
16. www.nrc.gov.ua/index.php?id=37192
17. www.nrc.gov.ua/index.php?id=37481
18. СОУ-Н МЕВ 45.2-37471933-44:2011 Укрупнені показники вартості будівництва підстанцій напругою від 6 кВ до 150 кВ та ліній електропередавання напругою від 0,38 кВ до 150 кВ. Норми (зі змінами), Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики» Державного підприємства «Національна енергетична компанія Укренерго», Київ, 2018 р.
19. Ramon E. Moore; Interval Analysis; Prentice Hall; 1966, 159 pp.

20. Sengupta A, Pal T, K. (2009) Fuzzy preference ordering of interval numbers in decision problems. Springer, Berlin, 238 p.
21. B. Q. Hu and S. Wang. A novel approach in uncertain programming part i: New arithmetic and order relation for interval numbers. Journal of Industrial and Management Optimization, 2(4):351–371, 2006
22. <https://vse.energy/news/pec-news/electro/915-ee-price-2019-i-vi>
23. <https://prom.ua/p5737141-transformatory-silovye-maslyannye.html>
24. <https://prom.ua/p685461842-paneli-raspredelitelnyh-schitov.html>
25. <https://prom.ua/p5737141-transformatory-silovye-maslyannye.html>
26. <https://prom.ua/p685461842-paneli-raspredelitelnyh-schitov.html>
27. Павлов В.Б., Новський В.О., Попов В.А., Палачов С.О. Особливості застосування зарядних станцій електромобілів у міських електричних мережах, Технічна Електродинаміка, 2018, № 6, с. 78-80.
28. Ю.В. Владимиров, Р.А. Вдовин Выбор номинальной мощности трансформаторов с учетом минимизации потерь, Світлотехніка та електроенергетика, 2009, N 1, стр. 13-16.
29. Фурсанов М.И. Теоретические основы обеспечения оптимальных уровней потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем, Энергетика, Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ, 2005, N 6, с. 5 – 13.
30. Фурсанов М.И. определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем, Минск ИВИЦ при УП «Белэнергосбережение», 2005. – 207 с.
31. Гонтарь А.А. О критериях оптимизации работы силового трансформатора Энергетика, Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ, 2006, N 5, с. 34-37.