

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ ЛІНІЙ 10 – 35 кВ
ЗА РАХУНОК АВТОМАТИЧНИХ ПУНКТИВ СЕКЦІОНУВАННЯ

Жорняк Л. Б., к.т.н., доцент, e-mail: zproton@zp.edu.ua

Бахметьев В. В., аспірант, e-mail: vladdp70@gmail.com

Левченко О. П., аспірант, e-mail: levchenko17101984@gmail.com

Національний університет «Запорізька політехніка»

Актуальність дослідження. Одним із важливих напрямів системних наукових досліджень в енергетиці є вивчення проблеми надійності, стабільності та ефективності електропостачання споживачів. Це дуже актуально для мережі високовольтних ліній 10-35 кВ, які складають майже чверть від усіх електромереж напругою 6-110 кВ. Сучасні системи електропостачання повсякчас зазнають впливу від різних навантажень та можливих проблем впродовж експлуатації та функціонування, тобто в них постійно відбуваються зміни в режимах споживання електроенергії, коливання напруги на шинах, збої в окремих елементах і пристроях релейного захисту та автоматики, а також інші випадкові події. Крім того, значний вплив чинить руйнування та вихід з ладу обладнання внаслідок атак ворожої техніки.

Мета дослідження. Дослідження можливості підвищення надійності функціонування систем електропостачання з урахуванням її відновлення та одночасною модернізацією для розподільних мереж 10-35 кВ під час війни, а також після її закінчення, а саме завдяки оснащенню сучасних електричних систем вакуумними реклоузерами – пристроями, які аналізують стан електромереж та автоматично відключають лінії електропередавання у разі виникнення аварій. Тим більше, що щороку провідні виробники намагаються підвищувати технічні характеристики даних приладів, щоб скоротити час недовідпускання електроенергії споживачам та підвищити рентабельність ліній електропередавання.

Основні матеріали досліджень. Запровадження та застосування принципів стимулюючого регулювання в ґрунтується на суттєвому (в декілька разів) зниженні базового показнику – індексу середньої тривалості переривання в роботі системи (SAIDI), який демонструє середню тривалість відключення електроенергії для кожного окремого клієнта протягом визначеного періоду часу для певної мережі чи групи мереж, і, зазвичай, використовується для оцінки надійності електропостачання в Україні. SAIDI визначається як співвідношення загальної сумарної тривалості відключень за певний точний період до загальної кількості клієнтів в мережі:

$$S = \frac{\sum N_i U_i}{N_T}$$

де N_i – кількість клієнтів, U_i – час відключення за певний період в конкретному місцезнаходженні; i та N_T – загальна кількість обслуговуваних клієнтів в мережі.

Аналіз динаміки цього показника на заході демонструє, що величина SAIDI зменшується втричі на кожну 1/3 часового інтервалу від моменту запровадження стимулюючого регулювання розподільних мереж високовольтних ліній до поточного часу. У провідних країнах цей показник, зазвичай, не перевищує 100 хвилин на рік для конкретної країни чи регіону. Натомість, за даними джерел [1,2] лише за перші 6 місяців в 2022 році середнє по Україні значення індексу SAIDI становило 1402 хвилини, а до війни коливання складала близько 1500 хвилин на рік (рис. 1). Авторами було визначено, що за рахунок форс-мажорів, викликаних війною, зріст індексу складав від 142 % до 156% на 2022 рік, але все одно перевищував минулорічні показники західних країн в 13-15 разів.

Водночас, аналіз індексу надійності мереж, що використовують принципи розподіленого секціонування впродовж багатьох років, демонструє ефективність застосування реклоузерів як основного обладнання при автоматизації секціонування та використання мережевого резервування, що базується на зниженні часу пошуку місця аварії та часу відновлення електропостачання кінцевого споживача [3]. Приклад реалізації такого технічного рішення, а саме варіант модернізації підстанції ТП-876 наведений на рис. 2. Завдяки автоматизації

секціонування розподільної мережі з використанням реклоузерів [3], і якщо коефіцієнт завантаження встановленого обладнання прийняти на рівні 0,5, було визначено значення SAIDI, яке для споживачів на магістралі прогнозується близько 600 хв., що в 3,5 рази менше на відміну від немодифікованої мережі 10 кВ.

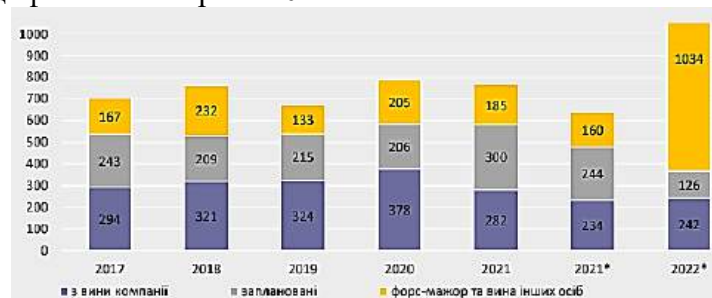


Рисунок 1 – Показники SAIDI впродовж I півріччя 2017-2022 років, хв [2]

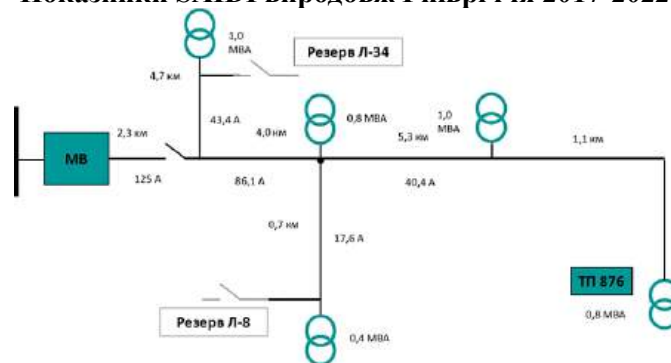


Рисунок 2 – Базова схема мережі 10 кВ та її показники [3]

Характеристики базової мережі (рис. 2): питома пошкоджуваність $\omega_0=69$ 1/рік, протяжність $L = 20,29$ км, встановлена базова потужність $P = 4,7$ МВА, середній час відновлення $T_B = 5,6$ годин, SAIDI = 1990 хв. і нестача електроенергії у клієнтів $W_{\text{баз}} = 8536$ кВА.

Для споживачів, що мають підключення до мережевого резервування, SAIDI зменшена на 97,24% і становить 56 хвилин. Нестача електроенергії для споживачів, що живляться від розподільної мережі, зменшена на 73,1% (2288 кВА). Нестача електроенергії для споживачів, що живляться від мережевого автоматичного резервування, незначне.

Висновок. Реалізація мережевого автоматичного резервування із застосуванням вакуумних реклоузерів в розподільчій мережі ліній 10 – 35 кВ в умовах стимулюючого регулювання дає змогу суттєво покращити характеристики їх надійності, що дуже важливо для нестабільної енергосистеми нашої країни під час війни та її відновлення. Це буде корисно не тільки для спеціалістів при модернізації мереж, а також для подальшого зменшення показників індексу SAIDI та нестачі електроенергії для конкретних споживачів в мережі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Левченко, О. П. Дослідження шляхів підвищення надійності роботи електромережевого господарства АПК України у сучасних умовах життя / О. П. Левченко, Ю. О. Семчишина // Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 9 листопада 2023 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Харків, 2024. – 21-22 с.

2. Показники якості надання послуг у сферах електропостачання і централізованого водопостачання та водовідведення у 1-му півріччі 2022 року. URL: https://www.nerc.gov.ua/storage/app/sites/1/Docs/Sfery_ElektroEnergiia/Monitoring_elektrto/Zvit_pokaznyky_yakosti-poslug_1kv_2022.pdf

3. Power Utility Remote Recloser Management. URL: <https://www.unidata.com.au/application-notes/power-utility-remote-recloser-managemen>