

УДК 621.311

Ю. В. ЧЕРНЕЦЬКА, аспірант

А. І. ЗАМУЛКО, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

У статті досліджено існуючу систему моніторингу технічного стану електричних мереж на основі аналізу звітних даних основних електропередавальних організацій України.

В статье исследована существующая система мониторинга технического состояния электрических сетей на основе анализа отчетных данных основных электропередающих организаций Украины.

Постановка проблеми

Реформування енергетичної галузі України поставило перед суспільством чимало важливих завдань, одним з яких є пошук нових форм та методів управління розвитком електроенергетики, у тому числі створення умов для забезпечення ефективної роботи розподільчих електричних мереж. Пріоритетом для суб'єктів електроенергетичного ринку стає економічна вигода здійснення підприємницької діяльності, тому спостерігається скорочення інвестицій в оновлення основних фондів та бажання якомога довше експлуатувати наявне обладнання, що в свою чергу призводить до зниження надійності електропостачання [1–4]. Ця проблема зокрема стосується електропередавальних організацій (ЕПО), які виступають власниками розподільчих електричних мереж.

У зазначених умовах потрібен новий погляд на оцінювання технічного стану електричних мереж, під яким розуміють регламентовану процедуру з визначення технічних параметрів об'єкта чи його елементів, яку виконують з метою перевірення рівня надійності (безвідмовності) й довговічності елементів і встановлення можливості їх використання за призначенням у передбачених проектною документацією умовах і на певний строк експлуатації, який прогнозують [5, 6]. Окрім основної мети – визначення рівня надійності електроенергетичного обладнання, система оцінювання технічного стану дозволяє зосередити обмежені ресурси на відновленні чи заміні найменш надійного обладнання, здійснити перехід до оцінювання технологічних ризиків та управління ними, а також виробити державну політику управління розвитком та технічним переоснащенням у галузі в умовах зростання обсягів застарілого обладнання [2, 3].

Відповідно до правил здійснення ліцензійної діяльності [7] відповідальність за забезпечення належного технічного стану об'єктів електроенергетики та організацію їхньої експлуатації покладена на ЕПО. Разом з тим держава не може залишатися осторонь у питаннях надійності електропостачання та збереження і підвищення технічного рівня електроенергетики як базової галузі економіки країни [8, 9]. Тому на державному рівні виникає потреба не лише оцінювання технічного стану об'єктів електричних мереж ЕПО, а й формування ефективної системи моніторингу цих показників для забезпечення впливу на процес розвитку електричних мереж.

Основу для проведення моніторингу технічного стану електричних мереж ЕПО було покладено у 2008 році наказом Мінпаливенерго України [10], який затвердив впровадження у галузі збору даних щодо оцінки фактичного технічного стану об'єктів розподільчих електричних мереж. Щорічно ЕПО надають інформацію за спеціально розробленою формою 56-енерго, у якій передбачено проведення компаніями якісної та кількісної оцінки технічного стану основних груп об'єктів електричних мереж, а саме: повітряних ліній (ПЛ) основних класів напруги (110-150 кВ, 35 кВ, 6-20 кВ, та до 1 кВ), підстанцій (ПС) окремо 110-150 кВ та

35 кВ, трансформаторних підстанцій (ТП) 6-20 кВ та розподільчих пунктів (РП) 6-20 кВ. При цьому передбачено, що якісна оцінка технічного стану здійснюється у натуральних одиницях за шкалою: «добрий», «задовільний», «незадовільний» та «непридатний». Для кількісної оцінки прийнято фактичне та прогнозоване число відключень на 100 км ліній чи на одну ПС (ТП, РП) у рік відповідно до об'єкту оцінювання.

У перспективі планувалося розробити на основі зібраної інформації Паспорт технічного стану електричних мереж ЕПО [8]. Проте на сьогодні офіційної інформації про результати впровадження цієї системи моніторингу не має.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Система оцінювання технічного стану обладнання електричних мереж є невід'ємною складовою забезпечення надійності електропостачання за умов подальшого розвитку ринкових відносин в електроенергетичній галузі [1-3, 8, 9]. Тому в останні роки у науковій літературі значна увага приділяється проблемам оцінювання технічного стану, а також створення методів і засобів контролю, діагностики та визначення ресурсу основного електротехнічного обладнання. Детально ці питання досліджують вчені та практики Анпилогов Н. Г., Бадерак Я. С., Бардик Є. І., Бахор З. М., Горохов Є. В., Гримуд Г. І., Звягінцев А. В., Костерев М. В., Крижов Г. П., Львов Ю. Н., Молчанов В. М., Назаричев А. Н., Назім Я. В., Потребич О. А., Савельєв В. А., Соколов В. В., Турбін С. В., Удод Т. Є. та ін.

Розроблено систему оцінювання технічного стану окремих елементів мереж, а саме повітряних ліній, порталів і стоек відкритих розподільчих установок [5, 6]. Уведено в дію нормативний документ [11], що дозволяє виконати облік та аналіз технічного стану розподільчих мереж 0,4-20 кВ.

Отримали подальший розвиток автоматизовані системи моніторингу, які дозволяють проводити комплексну оцінку технічного стану, прогнозування залишкового ресурсу та удосконалення систем керування технічним станом. Їх впровадження дозволяє перейти до проведення поточних і капітальних ремонтів на основі оцінки фактичного технічного стану устаткування [1, 9, 12]. Через високу вартість поки що автоматизовані системи моніторингу використовують тільки для найбільш відповідальних об'єктів, але розвиток інтелектуальних мереж («smart grid») сприятиме подальшому поширенню цих технологій [13].

Та не зважаючи на досить значний науковий та практичний досвід оцінювання технічного стану основного електрообладнання, процедура проведення моніторингу технічного стану розподільчих мереж ЕПО проходить перші етапи впровадження, а отже потребує ретельного вивчення.

Мета та завдання дослідження

Метою даної роботи є дослідження існуючої системи моніторингу технічного стану електричних мереж та проведення перевірки отриманої інформації на її адекватність для прийняття управлінських рішень. Відповідно до мети було поставлено і вирішено наступні завдання:

- 1) визначити функції та основні складові системи моніторингу технічного стану в процесі управління розвитком електричних мереж;
- 2) вивчити нормативно-правові засади для проведення моніторингу технічного стану розподільчих електричних мереж;
- 3) проаналізувати наявну статистичну звітність ЕПО за формою 56-енерго щодо оцінки технічного стану розподільчих електричних мереж.

Основний матеріал

1. Визначення функцій та основних складових системи моніторингу технічного стану

Поняття моніторинг визначають як безперервне стеження за певним процесом з метою виявлення його відповідності бажаному результату, а також прогнозування та запобігання критичним ситуаціям.

Тобто, моніторинг технічного стану електричних мереж – це науково обґрунтована

система регулярного визначення технічних параметрів об'єктів розподільчих електричних мереж, яку виконують державні структури спільно з ЕПО для вирішення наступних завдань:

- визначення рівня надійності об'єкту в цілому (електричних мереж ЕПО) та його окремих складових (повітряних та кабельних ліній, трансформаторних підстанцій тощо);
- забезпечення як оперативними даними для виявлення раптових змін, так і даними, що спостерігаються на тривалих проміжках часу, для довгострокового аналізу інформації;
- надання можливості складання звітів, виданні попереджень при зниженні надійності роботи електричних мереж, збереження усіх отриманих даних та ведення постійного аналізу окремих об'єктів;
- надання реальної основи для прийняття рішень щодо проведення модернізації та вчасного обслуговування об'єктів електричних мереж.

Така система моніторингу повинна відповідати наступним вимогам: об'єктивність даних моніторингу, забезпечення повноти і своєчасності подання інформації, визначеність алгоритмів обробки одержаної інформації, а також наявність певної системи управління, яка забезпечить гнучкість впровадженій системи у досягненні цілей моніторингу.

Як бачимо з табл. 1, можна виділити різні види моніторингу. Наприклад, для формування щорічних інвестиційних програм ЕПО здійснює тактичний моніторинг технічного стану усіх об'єктів електричних мереж 0,4–110 (150) кВ, узагальнюючи результати моніторингу, проведені на рівні окремих РЕМ.

Таблиця 1

Класифікація видів моніторингу технічного стану розподільчих мереж

Критерій класифікації	Види моніторингу
<i>За класом напруги</i>	- моніторинг мереж 154, 110 кВ, - моніторинг мереж 27, 35 кВ, - моніторинг мереж 10, 6, 3 кВ, - моніторинг мереж 0,38 кВ
<i>За об'єктом спостереження</i>	- моніторинг силових трансформаторів, - моніторинг кабельних ліній, - моніторинг повітряних ліній
<i>За рівнем проведення</i>	- на рівні району електромереж (РЕМ), - на рівні електропередавальної організації (ЕПО), - на рівні ОЕС України
<i>За часовим горизонтом</i>	- оперативний, - тактичний, - стратегічний
<i>За періодичністю</i>	- безперервний, - періодичний (календарна чи поетапна форми)

У якості основних елементів системи моніторингу можна виділити суб'єкт та об'єкт моніторингу, а також контрольовані показники. Розглянемо детальніше схему взаємодії цих складових (рис. 1).

Як зазначалося раніше, оцінювання технічного стану розподільчих мереж проводиться за формою 56-енерго з періодичністю один раз на рік. ЕПО, які здійснюють постачання електричної енергії за регульованим тарифом, подають інформацію про технічний стан об'єктів електричних мереж Держенергонагляду та до Головного інформаційно-обчислю-

вального центру Міністерства енергетики та вугільної промисловості України (Міненерговугілля). Отже, **суб'єктами моніторингу** (рис. 1) виступають Міненерговугілля, Держенергонагляд та опосередковано Національна комісія регулювання електроенергетики України (НКРЕ) (на етапі затвердження інвестиційних програм), хоча інформацію для аналізу надає безпосередньо сама ЕПО.

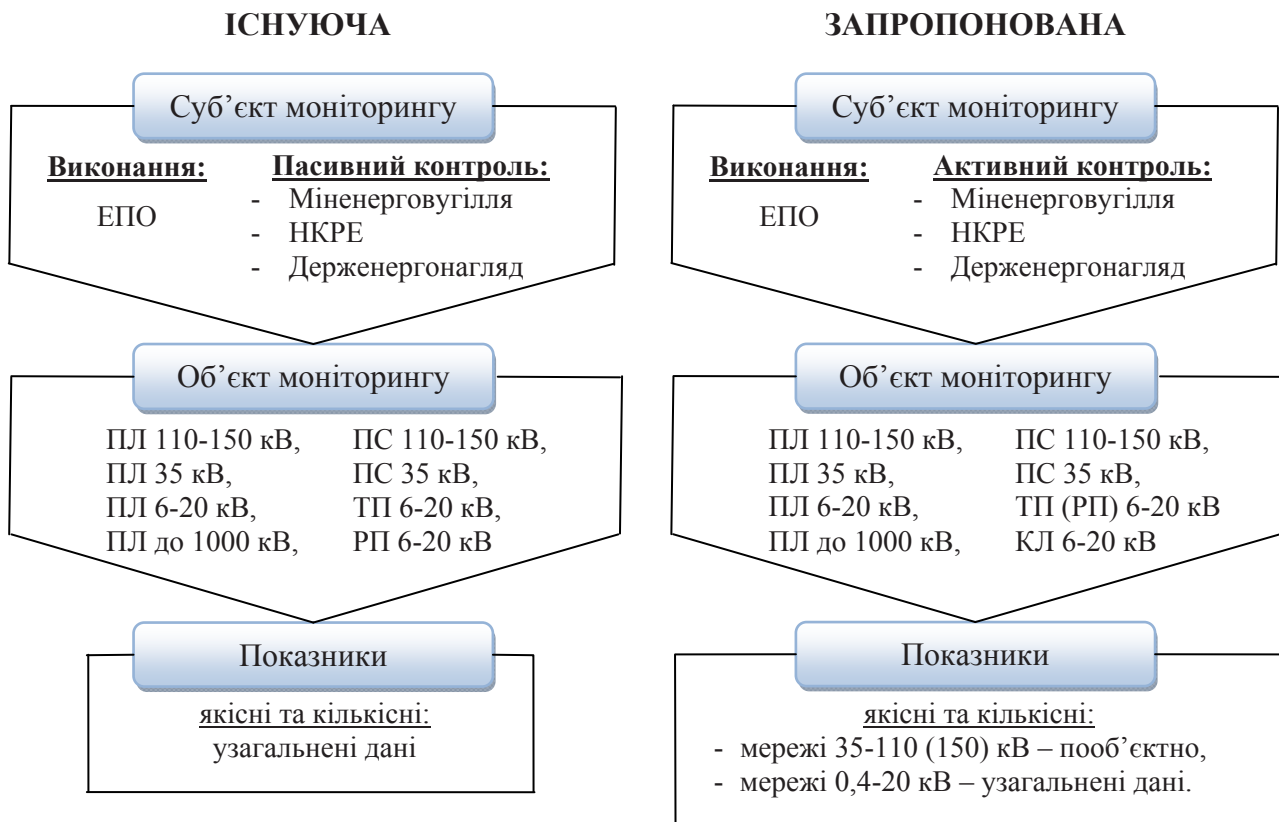


Рис. 1. Схема взаємодії основних елементів системи моніторингу

Фактично, звітуючи перед державними структурами про технічний стан електричних мереж, компанії самостійно оцінюють результати своєї діяльності. Завдання контролюючих органів зводиться до механічного збору і узагальнення одержаної інформації. У такій ситуації *потрібні додаткові механізми перевірки коректності та об'єктивності звітних даних*. Одним з варіантів вирішення проблеми є перевірки Держенергонаглядом фактичного стану справ в ЕПО щодо технічного стану об'єктів електричних мереж. Водночас, при таких перевірках розглядається незначна частина обладнання, тож за умови надання ЕПО лише узагальнених даних за показниками оцінювання, визначити достовірність звітної інформації не вдається.

Об'єкт моніторингу технічного стану – розподільчі електричні мережі. Відповідно до затвердженої форми звітності оцінюється вісім груп об'єктів: ПЛ 110-150 кВ, ПЛ 35 кВ, ПЛ 6-20 кВ, ПЛ до 1000 кВ, ПС 110-150 кВ, ПС 35 кВ, ТП 6-20 кВ та РП 6-20 кВ (рис. 1). Варто зазначити, що *система оцінювання не охоплює кабельні лінії електропередачі*, що унеможливує моніторинг технічного стану мереж 10 (6) кВ міських ЕПО (Київенерго, Севастопольенерго).

Обов'язковою складовою системи моніторингу є **показники**, що використовуються для оцінювання. Очевидно, що ці критерії повинні відповідати меті проведення моніторингу, бути простими, зрозумілими та мати уніфікований характер для різних об'єктів оцінювання. Шкала якісної оцінки технічного стану, передбачена формою 5б-енерго, може вважатися такою, що задовольняє ці вимоги. Стосовно середньої кількісної оцінки, то тут має місце деяка двозначність. У звітній формі використовується дві оцінки – фактична та прогнозна кількість відключень на одиницю обладнання. Фактична розраховується за даними обліку

технологічних порушень у звітному році, прогнозна – за даними переліку дефектів, задокументованих у встановленому порядку. Оскільки технологічні порушення, що фактично мали місце у звітному році, можуть бути спричинені не лише дефектами обладнання, а й стихійними явищами, помилковими діями персоналу, станом трас тощо, *фактична кількість відключень не може бути прямим критерієм визначення технічного стану.*

2. Нормативно-правова база для проведення моніторингу технічного стану

Оцінювання технічного стану основних груп об'єктів електричних мереж має спільну основу, яка полягає у визначенні дефектності конструктивних елементів досліджуваної лінії чи підстанції. Проте, як видно з табл. 2, шкали, що використовуються для оцінювання мереж 0,4-20 кВ та 35-150 кВ, у різних нормативних документах відрізняються.

Таблиця 2

Нормативне забезпечення організації оцінювання технічного стану

Група об'єктів електричних мереж	Нормативний документ	Коротка характеристика методології оцінювання
ПЛ 110 – 150 кВ	СОУ-Н БЕ 20.571:2007 Оцінка технічного стану повітряних ліній електропередавання напругою від 35 до 750 кВ.	Шкала оцінювання «нормальний», «задовільний», «обмежено працездатний», «аварійний» залежно від наявності дефектів і умов експлуатації
ПЛ 35 кВ		
ПЛ 6 – 20 кВ	СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005 Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільчих мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі	<i>Якісна оцінка</i> за шкалою «добрий», «задовільний», «незадовільний» та «непридатний» відповідно до коефіцієнту дефектності. <i>Кількісна оцінка</i> за даними переліку зареєстрованих дефектів.
ПЛ до 1000 В		
ПС 110 – 150 кВ	СОУ-Н БЕ 20.572:2006 Методичні вказівки з обстеження металевих і залізобетонних порталів відкритих розподільчих установок напругою 35 - 750 кВ	Дозволяє оцінити лише технічний стан порталів ВРУ. Шкала оцінювання «нормальний», «задовільний», «непридатний до нормальної експлуатації», «аварійний» залежно від наявності дефектів і умов експлуатації
ПС 35 кВ		
ТП 6 – 20 кВ	СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005 Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільчих мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі	<i>Якісна оцінка</i> за шкалою «добрий», «задовільний», «незадовільний» та «непридатний» відповідно до коефіцієнту дефектності. <i>Кількісна оцінка</i> за даними переліку зареєстрованих дефектів.
РП 6 – 20 кВ		

Фактично, єдиний нормативний документ, що дозволяє ЕПО виконати облік та аналіз технічного стану розподільчих мереж у відповідності з вимогами форми 56-енерго – це СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005 [11]. Проте він передбачає оцінювання лише мереж 0,4-20 кВ і лише з повітряними лініями електропередачі. Що стосується класів напруги 35-110 кВ, то існуюча нормативна база дозволяє оцінити технічний стан повітряних ліній, а також металевих і залізобетонних порталів відкритих розподільчих установок (табл. 2), але не передбачає оцінювання технічного стану підстанцій 35-110 (150) кВ як того вимагає форма 56-енерго. І якщо для якісної оцінки можна провести відповідність у градації використаної шкали оцінювання («добрий» – «нормальний», «задовільний» – «задовільний»),

«незадовільний» – «обмежено працездатний» та «непридатний» – «аварійний»), то методології, яка дозволяє розрахувати прогнозну кількість відключень повітряних ліній чи підстанцій 35-110 кВ немає.

Не зважаючи на виявлені недоліки в організаційно-методичному забезпеченні системи моніторингу, у галузі за 2008-2010 роки накопичилися звітні дані основних ЕПО щодо оцінки технічного стану об'єктів розподільчих електричних мереж за формою 56-енерго. І хоча для статистичної звітності цей часовий горизонт незначний, етап становлення система моніторингу пройшла. Саме зараз доцільно реалізувати функцію управління системою моніторингу, тобто проаналізувати наявну звітність, виявити слабкі місця та забезпечити ефективне функціонування системи моніторингу технічного стану розподільчих електричних мереж ЕПО в майбутньому.

3. Аналіз статистичної звітності ЕПО

Аналіз звітних даних проведемо у наступній послідовності: по-перше, проаналізуємо дані щодо якісної оцінки технічного стану електричних мереж, по-друге, виконаємо аналіз даних щодо кількісної оцінки, по-третє, перевіримо кореляційну залежність між звітними кількісними та якісними показниками.

3.1 Аналіз даних щодо якісної оцінки технічного стану дозволив виявити деякі невідповідності у звітності. Зокрема у даних за 2008-2009 роки для повітряних ліній не завжди виконується очевидна рівність:

$$L_{\Sigma} = L_{\text{добр.}} + L_{\text{задов.}} + L_{\text{незадов.}} + L_{\text{непридатн.}} \quad (1)$$

де L_{Σ} , $L_{\text{добр.}}$, $L_{\text{задов.}}$, $L_{\text{незадов.}}$, $L_{\text{непридатн.}}$ – відповідно загальна протяжність ПЛ на балансі та протяжності у доброму, задовільному, незадовільному та непридатному технічному стані.

Щоправда, у даних на кінець 2010 року подібних недоліків не виявлено, відтак можна зробити висновок про більш якісну роботу респондентів на етапі збору даних.

Для аналізу динаміки технічного стану використаємо значення комплексної якісної оцінки технічного стану сукупності об'єктів однієї групи [11]:

$$k_{\text{деф}} = \frac{0 \cdot L_1 + 0,1 \cdot L_2 + 0,3 \cdot L_3 + 0,6 \cdot L_4}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} \quad (2)$$

де L_1, L_2, L_3, L_4 - сумарні довжини ПЛ, що знаходяться відповідно в доброму, задовільному, незадовільному і непридатному технічному стані, км;

$0; 0,1; 0,3; 0,6$ – вагові коефіцієнти комплексної якісної оцінки технічного стану.

На рис. 2 представлено динаміку значення комплексної якісної оцінки технічного стану розподільчих мереж у 2008–2010 роках. Технічний стан ПЛ 35–110 кВ практично не змінився. Про високу дефектність звітують ЕПО Сумиобленерго, Закарпаттяобленерго. Зростає дефектність ліній Чернівціобленерго, Кіровоградобленерго. Дефектність ПЛ

0,4–20 кВ у 2008-2010 роках має тенденцію до зниження. Погіршення технічного стану цих мереж спостерігається у Харківобленерго та Київобленерго.

Якщо у формулі (2) замість довжин ПЛ використати кількість ПС (ТП, РП), то аналогічно можна розрахувати комплексну якісну оцінку цих об'єктів (див. рис. 2).

Динаміка технічного стану ПС 35-110 кВ в цілому по Україні негативна – значення коефіцієнту дефектності зростає. Особливо істотне зростання дефектності за 2010 рік у компаній Крименерго – з 13,6 % до 18,7 % та Донецькобленерго – з 2,2 % до 11,5 % (рис. 2).

При цьому електропередавальні організації Кіровоградобленерго, Київобленерго, Чернівціобленерго та Київенерго не надають звітних даних щодо якісної оцінки ПС, мотивуючи відмову відсутністю відповідної методики оцінювання.

Технічний стан ТП (РП) за узагальненими даними по Україні має тенденцію до покращення. Незначне зростання дефектності спостерігається у Крименерго, Київобленерго, Чернігівобленерго (рис. 2).

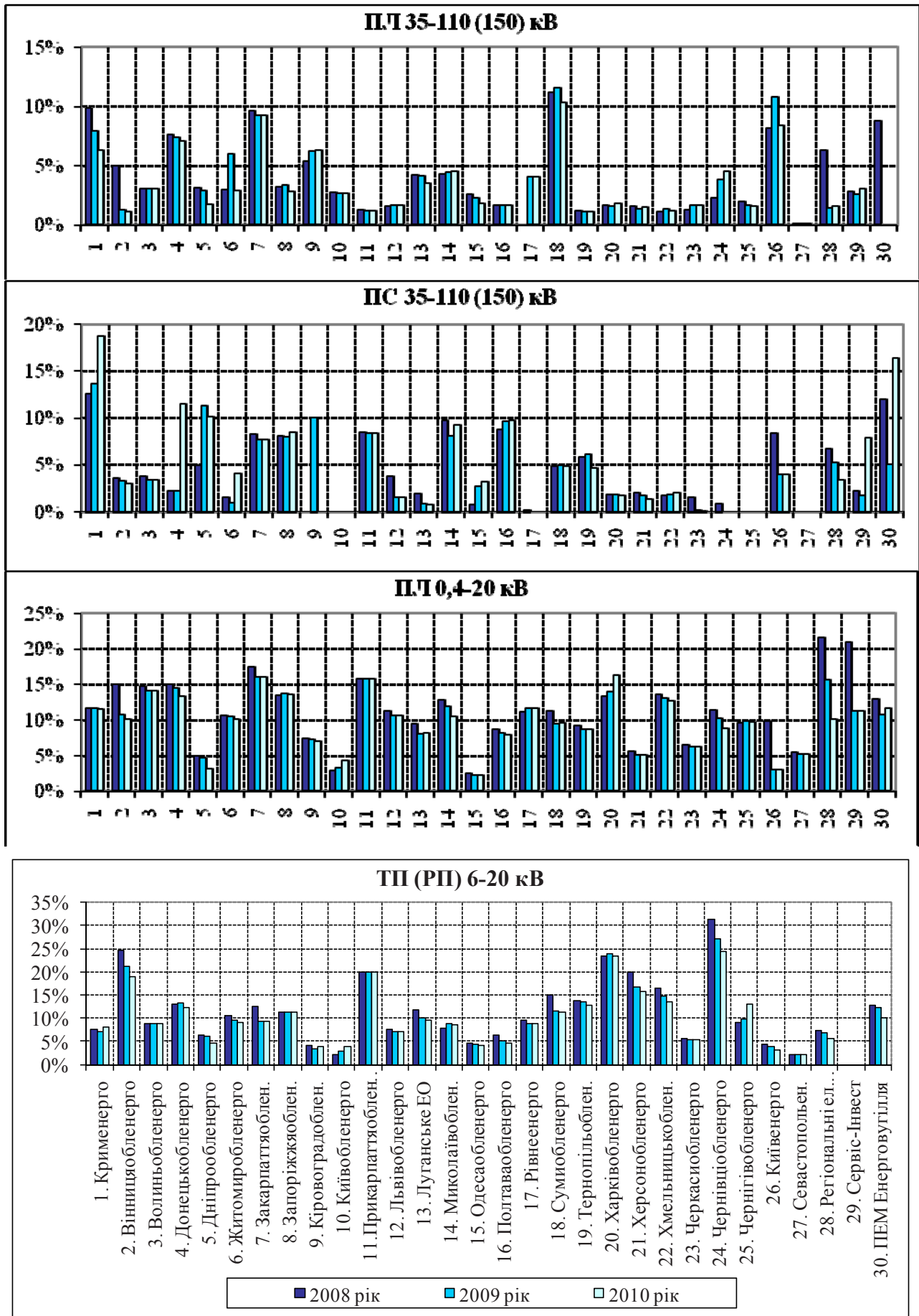


Рис. 2. Динаміка дефектності розподільчих електричних мереж у 2008–2010 роках

3.2 Аналіз звітних даних щодо кількісної характеристики технічного стану показав, що значення по окремих компаніям відрізняються у десятки і навіть сотні разів (табл. 3).

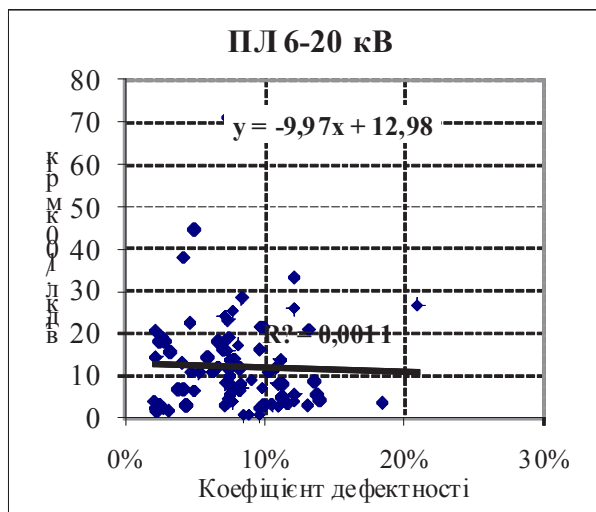
Таблиця 3

Кількісна характеристика технічного стану повітряних ліній

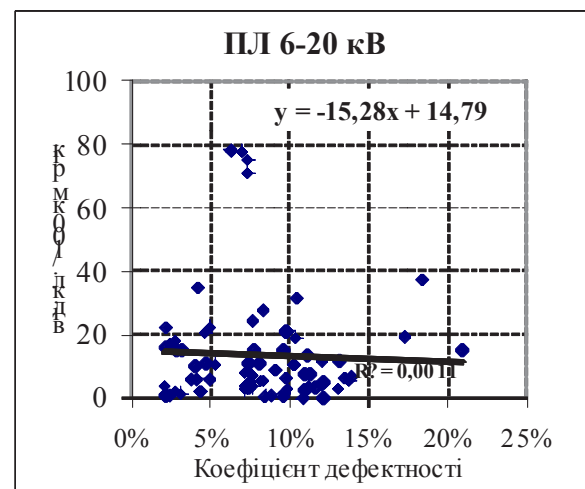
Група об'єктів	Значення показника	Питома кількість відключень, відкл./100 км рік		
		2008	2009	2010
ПЛ-110(150) кВ	Середньозважене	4,865	4,327	4,628
	Діапазон зміни	0,7÷15,6	1,03÷14,6	0,21÷8,28
ПЛ 35 кВ	Середньозважене	3,233	3,561	3,718
	Діапазон зміни	0,055÷23,1	0,36÷41	0,18÷17,5
ПЛ 6-20 кВ	Середньозважене	13,81	10,567	10,649
	Діапазон зміни	0,62÷71,11	0,68÷441	0,8÷438
ПЛ до 1 кВ	Середньозважене	32,922	23,733	24,319
	Діапазон зміни	2,6÷325,29	3,46÷224	6,1÷220

По окремих компаніям дані щодо кількісної оцінки технічного стану з року в рік дублюються, або взагалі не надаються. А якщо така оцінка все-таки виконана, звітні значення часто мають досить суперечливий характер. Наприклад, Севастопольенерго звітує по ПЛ до 1 кВ: 2008 рік – 252 відкл./100 км, 2009 рік – 24 відкл./100 км, а у 2010 – знову 217 відкл./100 км.

3.3 Аналіз кореляційної залежності між кількісними та якісними показниками технічного стану. На рис. 3 представлена діаграма розсіювання звітних даних по ПЛ 6-20 кВ (значення понад 100 відкл./100 км у рік були виключені).



а) фактичні відключення



б) прогнольні відключення

Рис.3. Дослідження залежності між кількісними та якісними показниками технічного стану (за даними ЕПО у 2008-2010 роках)

Висновки

1. В умовах розвитку ринкових відносин в електроенергетичній галузі держава має проводити моніторинг технічного стану електричних мереж ЕПО. При цьому моніторинг повинен виступати не лише як система збору, зберігання та поширення звітної інформації, а і як одна з функцій управління, що забезпечує зворотній зв'язок для перевірки відповідності

фактичних результатів діяльності компаній поставленим цілям. Тобто оцінювання технічного стану електричних мереж може виступати одним з критеріїв ефективності роботи ЕПО.

2. Аналіз звітної інформації основних ЕПО України у 2008–2010 роках за формою 56-енерго показав, що існуюча система моніторингу не дозволяє приймати управлінські рішення і потребує удосконалення. До основних недоліків існуючої системи моніторингу можна віднести:

– відсутність нормативних документів, які б регламентували систему оцінювання технічного стану кабельних ліній та окремих підстанцій 35-110 (150) кВ, фактично структура форми 56-енерго не має відповідного нормативного підкріплення;

– значний вплив суб'єктивних факторів у системі оцінювання технічного стану об'єктів електричних мереж.

3. Для здійснення моніторингу потрібен

1) певний регламент, який забезпечить узгодженість та реальні терміни виконання окремих етапів моніторингу;

2) організаційно-функціональна схема, що визначає основні функції учасників процесу, порядок проведення моніторингу з чітким визначенням обов'язків та ступеню відповідальності усіх учасників;

3) методичні рекомендації щодо проведення моніторингу.

Для усунення виявлених недоліків автори пропонують, по-перше, розробити єдину методологію оцінювання технічного стану основних груп об'єктів електричних мереж з урахуванням особливостей оцінки на різних класах напруги; по-друге, впроваджувати сучасні системи, що дозволяють отримувати дані щодо технічного стану автоматично, без участі осіб, що зацікавлені у результатах оцінювання.

Список літератури

1. Стогній Б.С. Особливості ОЕС України та науково-технічні проблеми забезпечення її розвитку [Електронний ресурс] / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, В. Я. Жуйков, А. Г. Баталов // Пленарні доповіді XI Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми сучасної електротехніки - 2010». – Режим доступу : http://fel.kpi.ua/ppedisc/doc/p/p_1.pdf.

2. Кучеров Ю. Н. О развитии системы обеспечения надежности в электроэнергетике страны / Ю. Н. Кучеров // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2009. № 6. – С. 2–14.

3. Анализ надежности социально-экономических систем электроэнергетики / [Воропай Н. И., Шаланда В. А., Таджибаев А. И. и др.] : под ред. Н. И. Воропая и А. И. Таджибаева. – Санкт-Петербург : ПЭИПК, 2010. – 161 с.

4. Гительман Л. Д. Эффективная энергокомпания: Экономика. Менеджмент. Реформирование / Л. Д. Гительман, Б. Е. Ратников. – М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002. – 544 с.

5. Методичні вказівки з обстеження металевих і залізобетонних порталів відкритих розподільчих установок напругою 35 - 750 кВ : СОУ-Н ЕЕ 20.572:2006. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2006. – 95 с. (Нормативний документ Мінпалиенерго України. Настанова).

6. Оцінка технічного стану повітряних ліній електропередавання напругою від 35 до 750 кВ : методичні вказівки у двох частинах : СОУ-Н ЕЕ 20.571:2007. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. – . (Нормативний документ Мінпалиенерго України. Методичні вказівки).

7. Постанова Національної комісії регулювання електроенергетики України № 15 від 13.06.96 «Про затвердження Умов та Правил здійснення підприємницької діяльності з передачі електричної енергії місцевими (локальними) електромережами», зареєстрована в Міністерстві юстиції України 26 липня 1996 р. за № 408/1433.

8. Надійне та безпечне електропостачання, розвиток електромереж – під контролем Держенергонагляду [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/ukrenergo/control/uk/publish/article?art_id=54905&cat_id=35981.

9. Проблеми розвитку енергетики. Погляд громадськості (збірка № 7): науково-технічне видання за матеріалами громадських обговорень / [упорядники: НТСЕУ, ОЕП «ГРІФРЕ»]. – К.: НТСЕУ, ОЕП «ГРІФРЕ», 2010. – 328 с.
10. Наказ Міністерства палива та енергетики України № 352 від 01.07.08 «Про затвердження Переліку форм звітності Міністерства палива та енергетики України».
11. Методичні вказівки з обліку та аналізу в енергосистемах технічного стану розподільчих мереж напругою 0,38-20 кВ з повітряними лініями електропередачі: СОУ-Н МПЕ 40.1.20.576:2005. – Офіц. вид. – К.: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2005. – 92 с. – (Нормативний документ Мінпалиенерго України. Настанова).
12. Анпилогов Н. Г. Методы контроля состояния и диагностирования силовых трансформаторов классом напряжения 35 кВ и выше / Н. Г. Анпилогов, Я. С. Бадерак. – Харьков : Изд-во «Форт», 2010. – 408 с.
13. Кэту С. Система мониторинга трансформатора – неотъемлемая составляющая «интеллектуальной электросети» [Электронный ресурс] / С. Кэту // Информационно-аналитический журнал Энерго-инфо. – 2010. – № 8 (43). – С. 76–80. – Режим доступа : <http://www.energo-info.ru/content/view/16963/211/>.

THE MONITORING SYSTEM OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE DISTRIBUTION ELECTRIC NETWORKS

J. V. CHERNETSKA, graduate student
A. I. ZAMULKO, Cand. Tech. Sci.,

This article researches the existing monitoring system of the technical condition of the electrical networks based on analyzing the reporting data of the main electricity transmission organizations of Ukraine.

Поступила в редакцію 23.06 2011 г.