

УДК 621.31.001.3(045)

В.В. Корнійчук

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ВІДБОРУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Кафедра інформаційно-вимірювальних систем, НАУ, e-mail: vuyiko@unisystem.kiev.ua

*Виконано аналіз методів несанкціонованого відбору електроенергії. Наведено їх класифікацію. Визначено основні напрями подальших досліджень та розробок методів захисту.***Вступ**

Рациональне використання енергії – один із основних шляхів досягнення максимальної ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. При цьому залежність національної енергетики від зовнішніх джерел постачання сировини особливо підкреслює проблему енергозбереження.

На сьогодні в електроенергетиці України залишається невирішеним питання достовірного обліку електричної енергії на всіх рівнях виробництва, передачі та споживання. При цьому спостерігається зростання обсягів абсолютних та відносних втрат.

Основні фактори, що спричиняють таке зростання:

- крадіжки електричної енергії;
- недоліки систем збору показників лічильників електричної енергії та її оплати;
- похибки вимірювань параметрів енергоспоживання (струму, потужності, напруги) та електричної енергії, використовувани для розрахунку технологічних втрат.

З аналізу систем обліку електричної енергії в Україні випливає, що значна кількість точок обліку оснащена різними за типом і класом точності засобами вимірювань, понад 50% з яких застаріли і фізично, і морально [1].

Парк лічильників потребує заміни, оскільки близько половини з них експлуатуються понад двадцять років, а основну їх частину становлять індукційні однотарифні лічильники старої конструкції.

Відсутність сучасного обладнання та технологій істотно позначається на обсягах технологічних втрат електричної енергії.

Середнє значення технологічних втрат електричної енергії в Україні становить 15% від її загального виробництва. У Німеччині та Бельгії цей показник становить 4,5 і 5,5 % відповідно. Щорічно в середньому енергетики України недоотримують за свою продукцію понад 1,8 млрд. грн, з них через крадіжки – понад 600 млн. грн. [2].

До останнього часу в Україні приділялося недостатньо уваги питанню виробництва необхідного спектра засобів вимірювальної техніки, збору, передачі та обробки інформації про споживання електричної енергії.

Крім того, недосконалою залишається і нормативна база, яка б регулювала процес створення і використання сучасних пристроїв обліку.

Сьогодні багато товаровиробників, здебільшого закордонних, пропонують різноманітні типи облікових пристроїв та інформаційно-вимірювальних систем, зокрема, лічильники з посиленням захистом від крадіжок електричної енергії. Проте виробники лічильників гарантують захищеність власної продукції лише від деяких методів несанкціонованого відбору електричної енергії, наприклад, зміни фаза–нуль і заземлення навантаження в лічильниках електронної та механічної систем; зміни фаза–нуль для відмотки показань лічильника в зворотному напрямі для лічильників механічної системи. Існує велика кількість різних методів безоблікового користування електричною енергією, захист від яких не гарантує жоден із виробників, і кількість таких методів постійно зростає.

У зв'язку з цим виникає потреба в класифікації методів несанкціонованого відбору електричної енергії, що є важливою передумовою розробки нових методів захисту. Побудова якомога повнішої класифікації забезпечить раціональний підхід як до теоретичного і практичного дослідження існуючих методів крадіжок, так і до розробки методів протидії.

Для розробки класифікації відомих методів несанкціонованого відбору електричної енергії проведено огляд цих методів, виділено найбільш загальні класифікаційні ознаки для різних груп методів відбору і виконано їх аналіз.

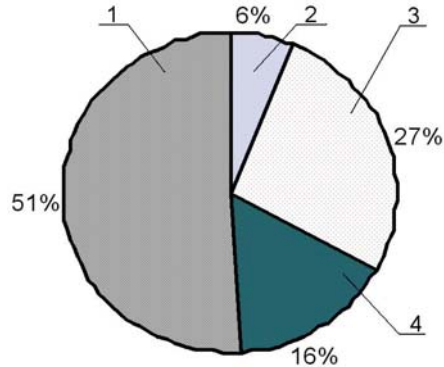
Розв'язання проблеми

Досвід боротьби з крадіжками електричної енергії в різних країнах узагальнюється спеціальною експертною групою з вивчення питань крадіжок електричної енергії і неспланих рахунків, яка організована в рамках дослідного комітету з економіки і тарифів міжнародної організації UNIPED (International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy).

Згідно зі звітом, який експертна група підготувала ще в грудні 1998 р., термін “крадіжка електричної енергії” застосовується в тих випадках, коли електрична енергія не обліковується або

не повністю реєструється з вини споживача, або коли споживач порушує цілісність лічильника чи систему постачання електроживлення з метою зниження обліковуваних витрат споживаної електричної енергії.

Аналіз дослідження обсягів несанкціонованого відбору електричної енергії в різних соціально-виробничих секторах доводить [3], що здебільшого такі відбори здійснюються споживачами в побутових умовах, хоча є непоодинокі випадки крадіжок електричної енергії промисловими або торговими підприємствами (див. рисунок).



Розподіл обсягів крадіжок електричної енергії в Україні за різними соціально-виробничими секторами:

1 – населення; 2 – промисловість; 3 – побутовий сектор; 4 – сільське господарство

Завідувач лабораторії АО «ВНИИЭ» (м. Москва, Росія), професор, доктор технічних наук В.Є. Воротницький, аналізуючи проблему комерційних і технологічних втрат електричної енергії, пропонує свою класифікацію способів крадіжок електричної енергії [4]. В основу класифікації професора В.Є. Воротницького покладено розподіл способів несанкціонованого відбору електричної енергії на три групи втручання в роботу приладу обліку:

- механічного;
- електричного;
- застосування магнітів.

Така класифікація, на наш погляд, визначає лише характер здійснення того чи іншого способу відбору електричної енергії. Проте для подальшого її застосування в науковому аналізі та пошуку ефективних засобів протидії будь-який метод необхідно розглядати як певний технологічний процес, що відображає не лише характер впливу на об'єкт обліку електричної енергії, а й особливості засобів впливу.

В основі запропонованої класифікації покладено такі класифікаційні ознаки:

- об'єкт втручання;
- мета втручання;
- результат втручання.

Процес відбору електричної енергії можна аналізувати передусім за класифікаційною ознакою об'єкта втручання.

Оскільки відбір електричної енергії передбачає несанкціоноване її безоблікове використання, у процесі заниження показників або повної зупинки обліку основним об'єктом втручання може виступати безпосередньо прилад обліку (засіб виміральної техніки, використовуваний для визначення обсягу електричної енергії та рівня споживання електричної потужності [5]).

Крім приладу обліку, в побутових умовах, з метою несанкціонованого використання електричної енергії, здійснюється втручання в схему електропроводки (сукупність проводів і кабелів з кріпленнями, монтажними та захисними деталями, які прокладено на поверхні чи всередині конструктивних елементів споруд) зі зміною її структури.

Наприклад, може бути застосовано заміну нульового проводу електромережі на штучну “землю”, яку можна отримати за допомогою заземлених металевих частин конструкції споруди або заземлення європроводки.

На відміну від приладів обліку, захист яких може здійснюватися на етапі розробки, захищеність електропроводки має забезпечуватись у процесі її експлуатації.

Значні втрати електричної енергії відбуваються через безоблікове використання електричної енергії – підключенням до електромережі (підстанції, розподільні установки та електричні лінії, призначені для передачі та розподілу енергії, до яких безпосередньо приєднана електроустановка або електропроводка) без ввімкнення приладу обліку.

Проблема несанкціонованого підключення до електромережі на сьогодні майже не має практичного вирішення, оскільки потребує залучення значних коштів для винайдення способів та методів протидії.

Другою важливою класифікаційною ознакою методів несанкціонованого відбору електричної енергії є метод втручання. За цією ознакою можна виділити такі групи методів:

- механічні;
- електричні;
- магнітні.

Одним із найпоширеніших є механічний метод. Зазвичай механічне втручання супроводжується пошкодженням приладу обліку електричної енергії та захисного пломбування і може здійснюватися різними способами:

- свердлінням отворів у корпусі кришки чи склі лічильника;

– вставка через отвір різноманітних предметів, голок тощо для того, щоб зупинити обертання диску або скинути показники лічильника;

– переміщенням лічильника з нормального вертикального в напівгоризонтальне положення для зниження швидкості обертання диску, порушення захисного пломбування для доступу до схеми приладу обліку електричної енергії та її зміни.

Виявлення фактів такого втручання можливе лише за умови кваліфікованого обстеження приладів обліку працівниками компаній енергопостачальників.

Захист від такого втручання здійснюється за допомогою вдосконалення методів пломбування та відповідного облаштування місць установки приладів обліку електричної енергії.

Другу групу методів несанкціонованого використання електричної енергії, що виокремлюється за методом утручання, становлять електричні методи, які останнім часом набувають поширення разом з розвитком виробництва приладів електронної системи обліку.

Досить поширений електричний метод крадіжок електричної енергії – це так званий “накид” на виконану голим проводом повітряну лінію. Також можуть використовуватись і такі методи:

- інвертування фази струму навантаження;
- застосування різноманітних типів відмоток для часткової чи повної компенсації струму навантаження зі зміною її фази;
- заземлення нульового проводу навантаження;
- порушення чергування фазного і нульового проводів в мережі із заземленою нейтраллю силового трансформатора тощо.

Якщо лічильники вмикають через вимірювальні трансформатори, можна використовувати і вимкнення струмових ланцюгів трансформатора струму, заміну нормальних запобіжників на перегорілі і т. ін.

Електричні методи були розроблені майже одночасно з початком масового застосування лічильників електричної енергії у побутовому секторі, тому методи захисту від них добре відомі і використовуються для проектування нових зразків приладів обліку.

Проте тепер виявляються нові методи з використанням потужних електричних розрядів та застосуванням фазозсувних кіл, методика захисту від яких потребує додаткового аналізу.

Ще одну групу становлять магнітні методи втручання, які використовують для приладів індукційної та електронної систем.

Застосування магнітів із зовнішнього боку лічильника може вплинути на його робочі характеристики.

Зокрема, втручання в роботу індукційних лічильників старих зразків за допомогою магніту може уповільнити обертання диску, а застосування магніту для приладів обліку електронної системи впливає на коефіцієнт передачі трансформатора струму і роботу механічного відлікового пристрою з кроковим двигуном.

Струм I_1 первинної обмотки трансформатора струму створює магнітний потік в осерді, який, у свою чергу, створює електрорушійну силу у вторинній обмотці. Якщо вторинна обмотка замкнена, то під дією електрорушійної сили у вторинній обмотці виникає струм

$$I_2 = \frac{I_1}{n_1} \frac{1}{1 - \varepsilon_1(\mu)}, \quad (1)$$

де n_1 – коефіцієнт трансформації:

$$n = I_1 / I_2 ;$$

$\varepsilon_1(\mu)$ – втрати в осерді внаслідок кінцевого значення магнітної проникності магнітопроводу μ .

З рівняння (1) випливає, що за нескінченного значення коефіцієнта магнітної проникності магнітопроводу вираз для обчислення вторинного струму має вигляд:

$$I_2 = I_1 / n_1.$$

У постійному магнітному полі осердя трансформатора струму насичується, що призводить до зменшення μ і відповідно коефіцієнта трансформації.

Отже, основну роль в методах такого типу відіграє магнітне поле, тому групу названо магнітними методами.

Остання класифікаційна ознака – результат впливу – об'єднує конструктивні особливості втручання у виділені нами об'єкти (електромережу, електропроводку та прилад обліку) для несанкціонованого використання електричної енергії.

Конструктивні особливості методів несанкціонованого відбору можна визначити лише за умов виявлення результатів їх застосування за допомогою ретельного обстеження об'єкта, що зазнав впливу.

Результатами впливу на об'єкт методів несанкціонованого відбору електроенергії можуть бути:

- пошкодження лічильника з метою повного припинення обліку електричної енергії;
- фізичні (механічні) зміни у роботі приладу обліку з частковим припиненням обліку;
- зміни у функціональній схемі приладу обліку з повним або частковим припиненням обліку;
- фізичні (механічні) зміни в схемі електропостачання.

У результаті розгляду методів відбору електричної енергії створено структуру класифікації, яку подано у вигляді таблиці.

Структура класифікації методів відбору електричної енергії

| Класифікаційна ознака | Група методів |
|--|--|
| За об'єктом утручання | З впливом на прилад обліку |
| | З впливом на електропроводку |
| | З впливом на електромережу |
| За методом утручання | Механічні |
| | Електричні |
| | Магнітні |
| За результатом впливу методів крадіжок | З пошкодженням приладу обліку |
| | З фізичними змінами в роботі приладу обліку |
| | Зі змінами у функціональній схемі приладу обліку |
| | Зі змінами в схемі електропостачання |

У цій таблиці не наведено методів поодиноких крадіжок, які суттєво не впливають на обсяги крадіжок. Це, наприклад, метод із заміною щитків лічильників з однаковими параметрами, але різними відліковими пристроями.

Переважає більшість методів несанкціонованого відбору електроенергії, яка характеризується впливом на прилад обліку, виявляється перевірками лічильників на місцях їх встановлення. Такі методи крадіжок, як зміни в схемі електропостачання, майже не можна виявити без спеціальної методики виявлення, яка полягає у вимірюванні параметрів споживання об'єкта та порівняння отриманих даних із фактичним споживанням, яке обліковує лічильник.

Після таких вимірювань шукають додаткову проводку з підключенням до приладу обліку, місця заземлення навантаження тощо. Установити факт несанкціонованого відбору електричної енергії за допомогою методів, які входять до групи “Зміни в функціональній схемі приладу обліку”, виділеної за ознакою “Результат впливу”, досить важко, якщо захисні пломби встановлені на місце з найменшими пошкодженнями і немає видимих пошкоджень корпусу лічильника.

Виявити такі факти втручання може тільки кваліфікований фахівець, уважно оглянувши прилад.

Таким чином, вчасне виявлення несанкціонованого відбору електричної енергії – досить складний діагностичний процес.

З огляду на те, що більшість методів крадіжок електричної енергії можна виявити тільки через інспекційні перевірки (які, до речі, проводяться досить рідко у зв'язку з недостатністю кваліфікованого персоналу), одним з найважливіших напрямів досліджень є розробка концепції побудови автоматизованої багаторівневої системи обліку електричної енергії з додатковими функціями контролю за станом приладів обліку електричної енергії і зміною параметрів якості електричної енергії в процесі споживання та контролю системи електропостачання з урахуванням додаткових відомостей про структуру та навантажувальні можливості об'єктів електроспоживання.

Розробці такої концепції має передувати:

- дослідження особливостей структури та властивостей національної мережі електропередач;
- узагальнення законів енергетичного менеджменту для розробки методик збору даних про об'єкти енергоспоживання та їх статистичної обробки для виявлення основних закономірностей споживання;
- створення програмного забезпечення для моніторингу електроспоживання.

Створення автоматизованої багаторівневої системи обліку електричної енергії дасть можливість своєчасно виявляти факти несанкціонованого доступу до системи електроспоживання та їх усунення.

Важливим з переліку питань, пов'язаних зі збереженням електричної енергії, є питання кваліфікації працівників енергозбуту, їх здатність виявляти факти несанкціонованого відбору електричної енергії. Для його вирішення потрібно впроваджувати систему заходів, спрямованих на підвищення кваліфікації, та створення системи заохочень, яка б стимулювала працівників до поліпшення ефективності їх роботи.

Висновок

Запропоновано класифікацію методів безоблікового відбору електричної енергії, в основу якої покладено такі ознаки: об'єкт утручання, метод втручання, результат утручання. За кожною з ознак складено декілька груп, які мають свої спільні ознаки.

Найбільше зафіксованих фактів крадіжок здійснюється з використанням електричних методів, тому актуальним є розроблення:

– нових та вдосконалення існуючих приладів обліку електричної енергії, які не мають захисту від такого впливу;
 – методів та засобів захисту приладів обліку на місцях встановлення;
 – методики пломбування приладів обліку та її уніфікація.

Головними напрямками вдосконалення системи обліку електричної енергії та боротьби з крадіжками є:
 – розроблення концепції побудови автоматизованих систем обліку електричної енергії з урахуванням заходів щодо своєчасного виявлення фактів несанкціонованого її споживання;

– заміна застарілих, відпрацювавших власний ресурс індукційних лічильників на нові з підвищеним рівнем захисту;

– перевірка і метрологічна атестація трансформаторів струму та напруги в робочих умовах експлуатації, створення і впровадження відповідних перевірних засобів для вимірювальних трансформаторів усіх ступенів напруги.

Література

1. *Концепція* побудови автоматизованих систем електроенергії в умовах енергоринку. – Затв. наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держком-енергозбереження, Держстандарту, Держбуду,

Держпромполітики 17.04.2000 №32/28/276/75/54// Інформ. бюл. НКРЕ. – 2002. – № 11.

2. *Скиба А.С.* Результати роботи семи енергопостачальних компаній зі зниження рівня технологічних втрат електроенергії в 2003 р. Шляхи та етапи вирішення проблеми. ТОВ «Укренергоконсалтинг». 30.06.04. http://www.smenergy.com.ua/presscenter/analytic_m_content.php?id=2705&q.

3. *Озеров И.Е.* Технические средства защиты от хищений электроэнергии и перегрузки низковольтных электрических сетей // Докл. междунар. техн. семинара «Нормирование, анализ и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях – 2002». – М.: ЭНАС при АО ВНИЭ, 2000.

4. *Воротницкий В.Е.* Структура и снижение коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях // Докл. междунар. техн. семинара «Современные методы и средства расчета, нормирования и снижения технических и коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях». – М.: ЭНАС при АО ВНИЭ, 2000.

5. *Постанова* НКРЕ від 22.08.2002 №928 “Про внесення змін та доповнень до Правил користування електричною енергією, затверджених постановою НКРЕ від 31.07.1996 №28”. <http://www.hoe.com.ua/ukr/files/newrules.htm>

Стаття надійшла до редакції 25.04.05.

В.В. Корнийчук

Классификация методов несанкционированного отбора электрической энергии

Выполнен анализ методов несанкционированного отбора электрической энергии. Приведена их классификация. Определены основные направления дальнейших исследований и разработок методов защиты.

V.V. Korniychuk

Classification illegal electric energy extraction methods

Made analysis of illegal electric energy extraction methods, described their classification, defined main guidelines for further researches and protection methods development.