

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Неділько Артур Олександрович**

УДК 621.359.4

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування способу визначення місця несанкціонованого відбору  
електроенергії  
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Неділько А.О.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Гончаренко Юрій Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,  
автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2023

## АНОТАЦІЯ

Неділько А.О. Обґрунтування способу визначення місця несанкціонованого відбору електроенергії. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

У роботі розглянута проблема розкрадання електроенергії та визначені способи та методи визначення місця несанкціонованого відбору електроенергії .

**Ключові слова:** автоматизована система контролю та управління електроенергією, втрати електроенергії, економічні втрати, споживачі електроенергії.

## ABSTRACT

Nedilko A.O. Justification of the method of determining the place of unauthorized electricity withdrawal. Qualifying work for obtaining a bachelor's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polish National University, Zhytomyr, 2023.

The paper examines the problem of theft of electricity and determines the ways and methods of determining the place of unauthorized electricity withdrawal.

**Key words:** automated power control and management system, power losses, economic losses, power consumers.

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМА РОЗКРАДАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	7
1.1 Розкрадання електроенергії як один із видів комерційних втрат.	7
1.2 Деякі аспекти які приводять до розкрадання електроенергії споживачами	9
1.3 Проблема зниження комерційних втрат електроенергії в електричних мережах	12
Висновки по розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. СПОСОБИ РОЗКРАДАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	20
2.1 Розрахункові способи розкрадання	21
2.1.1. Зниження фактичної витрати електроенергії	21
2.1.2. Зниження розрахункових втрат активної потужності в абонентських трансформаторах та лінії	22
2.1.3. Використання східчастих тарифів на електроенергію	24
2.2. Технологічні способи розкрадання	25
2.2.1. Підключення навантаження до безобліковим живильним електромереж	25
2.2.2. Зміна схем первинної та вторинної комутації приладів обліку	26
Висновки по розділу 2	29
РОЗДІЛ 3 СПОСОБИ ТА МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ НЕСАНКЦІОННОГО ВІДБОРУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.	30
3.1 Огляд існуючих методів виявлення неконтрольованого споживання електроенергії	30
3.2 Пропоновані методи виявлення неконтрольованого споживання електроенергії за допомогою АСКУЕ	33
3.3 Обґрунтування складу та принципу роботи приладу контролю за розкраданням електроенергії	36
Висновки по розділу 3	39
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41

## ВСТУП

На сьогодні найважливішим показником економічності роботим електричних мережах є втрати електроенергії, які виступають індикатором ефективності системи обліку електроенергії, та діяльності енергопостачальних організацій в плані її збуту. Цей фактор все більше свідчить про проблеми, які потребують невідкладних рішень в області розвитку, реконструкції та технічного переозброєння електричних мереж, а також вдосконалення засобів та методів їх управління та експлуатації. Ефективність збору коштів за поставлену споживачам електроенергію напряму залежить від підвищенні точності обліку електроенергії. На думку Міжнародні експерти вважають, що відносні втрати електроенергії вважаються задовільними, якщо вони не перевищують 4...5% від загальної кількості переданої та розподіленої в електричних мережах .

Максимально допустимими можна вважати втрати електроенергії на рівні 10% від переданої мережами [1]. Відповідно про проблеми зниження втрат електроенергії в електричних мережах стають все більш очевидними та вимагають активного пошуку нових шляхів їх вирішення, напрацювання до вибору відповідних заходів, до організації роботи зі зниження втрат.

Сьогодні показує про значне скороченням інвестицій у розвиток та технічне переозброєння електричних мереж, систем управління та вдосконалення їх режимами роботи. При обліку електроенергії виникає ряд негативних тенденцій, які негативно, впливають на величину втрат у мережах. До них можна віднести: застаріле обладнання, моральний та фізичний знос засобів обліку електроенергії, невідповідність обладнання встановленим потужностям, що передається. З вище зазначеного слідує, що на тлі змін механізмів господарювання які відбуваються в енергетиці, а також кризових процесів в економіці країні **зниження втрат електроенергії в електричних мережах не тільки не втратила своєї актуальності, а і стало однією із головних задач в процесі забезпечення стабільності роботи енергопередаючих організацій.**

В комерційних втратах, однією з головних причин, вважають розкрадання електроенергії, причому не тільки в комунально-побутовому, а й у промисловому секторі. У роки перебудівництва в електроенергетиці в умовах зростання тарифів на електроенергію та зменшення платєжоспроможності населення у низці регіонів країни, особливо у сільській місцевості, збільшилися труднощі з оплатою електроенергії комунально-побутовими споживачами. Крім того, з'явилася мотивація до застосування витончених методів та засобів крадіжки електроенергії та відповідно до зростання обсягів цих крадіжок, з'явилися безгоспні електричні мережі, поселення, які ніхто не бажає брати на баланс та обслуговування. За даними Мінпаливенерго, загалом по Україні розкрадається 6.2 % споживаної електроенергії вартістю майже 12 млн доларів [2].

Відповідно до вище сказаного **метою кваліфікаційної роботи** являється визначення основних методів розкрадання електроенергії та представити спосіб визначення несакціонованого вибору електроенергії.

**Об'єктом дослідження** в даній роботі є система електропостачання для сільськогосподарських потреб виробництва та комунально побутових споживачів населених пунктів.

#### **Перелік публікацій автора за темою дослідження:**

Неділько О.А. ПРОБЛЕМА ЗНИЖЕННЯ КОМЕРЦІЙНИХ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «НАУКОВІ ЧИТАННЯ – 2023», 01.05.2023, Житомир, Україна.  
С. 69-71

Гончаренко Ю.П., Неділько О.А. ПРОПОНОВАНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ НЕКОНТРОЛЬОВАНОГО СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АСКУЕ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «НАУКОВІ ЧИТАННЯ – 2023», 01.05.2023, Житомир, Україна.

С. 69-71

## РОЗДІЛ 1

### ПРОБЛЕМА РОЗКРАДАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

#### 1.1 Розкрадання електроенергії як один із видів комерційних втрат.

До так званих комерційних втрат електроенергії відноситься її розкрадання, причому в останнім часу дане явище набуло масового характеру.

Так як електроенергія є товаром, то в умовах ринкової економіки її можна не тільки продати або купити, але також вкрати, приховати («приховати») надлишок потужності, розтратити або присвоїти, і навіть незаконно продати (наприклад, абонент - субабоненту).

Протиправні дії такого характеру можна визначити таким узагальненим поняттям як розкрадання. Доречні також терміни «крадіжка» - не санкціоноване використання чужого майна, «шахрайство» або привласнювання чужого майна в результаті обману і т. д.

З погляду закону розкрадання - це протиправна дія з вилучення чужого майна з метою його користування або розпорядженням ним як своєю власністю. Під розкраданням у статтях Кримінального кодексу України розуміються скоєні з корисливою метою протиправні дії по безоплатному користуванню, або вилученню чужого майна в особисту користь, або інших осіб, які завдали збитків власнику цього майна.

Межа балансової належності та експлуатаційної відповідальності електропостачальних організацій з пристроями споживачів встановлюється в точках розмежування електромереж В даних точках розмежування відповідно за договірними взаємовідносинами сторін електроенергія реалізується за встановленими тарифів.

Слід відмітити, що викраденню електричної енергії сприяє відповідна специфічна особливість даного товару, яка полягає в тому, що виробництво, передача, розподіл та придбання (споживання) електроенергії відбуваються одночасно. Даний товар неможливо складувати (акумуляувати) або зберігати на всіх зазначених етапах. Заключним етапом даного циклу являється

реалізація електричної енергії своїм споживачам, який визначає основні комерційні (фінансові) результати діяльності енергозбутових компаній.

Як універсальний товар - електроенергію можна необмежено ділити та практично перетворювати у всі інші види енергії. Покупцями (споживачами) електроенергії можуть бути електроприймачі з різними режимами роботи та характером споживання, які мають нерівномірний графік навантажень, якому відповідають «піки» та «спади» режимів електропостачання. Потужності електроприймачів лежить в дуже широких діапазонах – від тисячних часток до тисяч кіловат і більше в одиниці.

Багато електроприймачів разом з активною потужністю споживають і реактивну потужність, при цьому в деяких із них (наприклад, у зварювальних трансформаторах) величина споживаної реактивної потужності значно перевищує споживану активну потужність. Дане явище призводить до даткових втрат електроенергії та напруги в мережі, погіршує пропускну здатність електричних мереж, знижує продуктивність технологічного обладнання, що погіршує якість продукції та, крім того, потребує великих витрат для компенсації реактивною потужності.

Через великі обсяги електроенергії, що передається, значній кількості електроспоживачів з відмінним характером навантажень, за наявності технічних та комерційних втрат електроенергії, присутні суттєві відмінності в результатах вимірювання споживаної електроенергії розрахунковими способами або контрольними приладами обліку.

У процесі купівлі-продажу електроенергії між виробником та споживачем, вони повинні бути обов'язково з'єднанні з джерелом електроенергії та з електроприймаючими пристроями. В даному випадку між цими сторонами повинен бути укладений договір на технологічне приєднання до електричних мереж, який буде визначати порядок взаємодії сторін щодо експлуатації електроустановок, проведення обліку використаної електроенергії, забезпечення належної її якості на кордоні балансовий приналежності тощо.



Розрахунок споживання електроенергії, а також і за споживану потужність, для абонентів, які розраховуються по двоставковому тарифу, виконується в встановленому порядку за договорами енергопостачання.

Тому можна сказати, що наявність протяжних розгалужених магістральних та розподільчих електромереж, а також складних їх конфігурацій з урахуванням особливостей процесу виробництва, передачі та збуту електроенергії, створюються сприятливі умови для розкрадання електроенергії.

## **1.2 Деякі аспекти які приводять до розкрадання електроенергії споживачами**

Внаслідок постійного подорожчання електроенергії, з одного боку, та зниження платоспроможності споживачів, з іншого боку, а також через свою доступність і безкарності розкрадання електроенергії неминуче і традиційно були, є і будуть.

В даний час виникла ще одна причина розкрадання електроенергії: надмірно висока плата за підключення до електромереж. У такій ситуації споживач електричної енергії змушений «приховувати» надлишок потужності, що підключається (споживається), хоча був би радий при інших, більш прийнятних для нього умовах, її оплачувати.

У системах енергопостачання виникла така ситуація, за якої альтернативою непомерно високій платі за приєднання до електромереж може бути лише різке зростання тарифів на електричну енергію або збільшення кількості відмов у приєднанні споживачів до електричних мереж.

Однак коли енергопостачальні компанії роблять висновок про постійне зниження кількості споживачів електричної енергії, що приєднуються до електромереж, вони не беруть до уваги чималу кількість споживачів, які здійснюють несанкціоноване підключення до електромереж та безоблікове користування електроенергією. За їх прогнозами, якщо плата за приєднання наступного року буде скасовано, то тільки кожен десятий бажаючий буде

мати можливість підключитися до електромереж або збільшити споживану потужність. В цьому випадку залишається тільки гадати, як сильно зросте число викрадачів електроенергії.

Виникає замкнене коло: що чим більше споживачів електричної енергії підключаються до електромереж енергопостачальних організацій, тим більше збільшується дефіцит потужності генеруючих джерел. В умовах такого дефіциту потужності приєднання споживачів до електромереж можливе лише при будівництві нових або модернізації існуючих генеруючих джерел. Тому з метою ліквідації дефіциту потужності для споживачів електричної енергії вводиться надмірно висока плата на підключення до електромереж. Це, у свою чергу, викликає масштабне зростання розкрадання електроенергії та, відповідно, призводить до чергового витку збільшення дефіциту потужності через неврахованих навантажень викрадачів електричної енергії. Тому навіть за таких високих вкладень в електромережні компанії дефіцит генеруючих потужностей, як мінімум, залишиться на колишньому рівні.

На жаль, при здійсненні реформ у вітчизняній електроенергетиці, спрямованих, головним чином, на організаційно-фінансові завдання, на другий план відійшла ціла низка життєво важливих техніко-економічних проблем, таких як підвищення надійності, економічності та безпеки роботи електроустановок, удосконалення рівня їх експлуатації, впровадження масштабних енергозберігаючих заходів, забезпечення споживачів якісною електроенергією, упорядкування взаємовідносин енергопостачальних організацій з споживачами електричної енергії і т. буд.

Електроенергія стала комерційним товаром роздрібному ринку; її продавці та покупці вперше за весь час існування вітчизняної електроенергетики стали представляти собою два протиборчі табори. І всі реформаторські перетворення виробників та продавців електроенергії (енергопостачальних організацій) за ринковими законам стали лягати важким тягарем на покупців (споживачів) електричної енергії.

У ряді випадків розкрадання електроенергії здійснюється не заради її

розкрадання, а є вимушеною мірою, в зокрема, при оформленні договорів енергопостачання.

Це пов'язано з так званою "прикордонною" потужністю 10 кВт. При потужності електроустановки менше 10 кВт майбутньому абоненту замість складного та дорогого проекту електропостачання достатньо обмежитися простою однолінійною схемою електропостачання. Крім того, відповідно до п. 1.2.3 Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕП) у споживачів, встановлена потужність електроустановок яких не перевищує 10 кВт, може не призначатися працівник, заміщаючий відповідального за електрогосподарство [3].

При оформленні дозволу на приєднання потужності менше 10 кВт (часто набагато менше фактичної) значно спрощуються, прискорюються та здешевлюються всі подальші процедури щодо оформлення та укладання договору енергопостачання. Бо в таких, якщо фактичне навантаження абонента перевищує дозволена потужність, то «зайву» потужність абонент змушений «приховувати», підключаючи її, наприклад, перед лічильником та опиняючись, таким чином, викрадачем електроенергії.

До приховання «надлишків» потужності абонентів змушує і та обставина, що уставки вступного захисного апарату (автоматичного вимикача, запобіжників) і комутаційних апаратів ліній, що відходять, повинні відповідати розрахунковому струму навантаження, зазначеному в акті розмежування балансової та експлуатаційної належності відповідальності і в розрахунковій схемі електропостачання.

Через численні випадки розкрадання енергопостачальні організації несуть значні збитки, щорічно обчислювані сотнями мільйонів гривень.

У ряді випадків такі збитки зазнають і самі споживачі електричної енергії від мереж, яких живляться інші споживачі – субабоненти. Сучасні промислові підприємства та організації, як правило, мають значну кількість субабонентів, розрахунок з якими здійснюється за показаннями приладів обліку, встановлених на кордоні їх балансової власності.

Таким чином, численні розкрадання з боку абонентів та субабонентів призводять до зростання комерційних втрат електроенергії і значним збитків її постачальників – енергопостачальних організацій, які нині не мають дієвих важелів для виявлення та усунення фактів розкрадань, а також для залучення розкрадачів електроенергії до відповідальності.

### **1.3 Проблема зниження комерційних втрат електроенергії в електричних мережах**

Втрати електроенергії в електричних мережах прийнято умовно розділяти на технічні та комерційні.

До технічних відносяться втрати електроенергії, обумовлені фізичними процесами, що відбуваються при передачі електроенергії електричними мережами і виражаються в перетворення частини електроенергії на тепло в елементах мережі. Технічні втрати не можуть бути вимірянні. Їх значення набувають розрахунковим шляхом на підставі відомих законів електротехніки. Величина технічних втрат у системах електропостачання включається до тарифної вартості електроенергії. Без технічних втрат електроенергію транспортувати не можна – їх можна лише знизити за допомогою відповідних технічних та режимних заходів.

В енергосистемах існують питомі нормативи технічних втрат електричної енергії в електричних мережах, що визначаються на Наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.06.2013 р. № 399 «Про Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання» [4].

Укрупнені нормативи таких втрат розроблені за рівнями напруги та поділені на умовно-постійні та змінні.

Умовно-постійні втрати електроенергії визначені залежно від паспортних даних обладнання електричних мереж та тривалості роботи протягом розрахункового періоду. Умовно-постійні втрати в натуральному вираженні враховуються при розрахунку тарифних ставок

плати за послуги з передачі електричної енергії для споживачів, підключених до мережам відповідного рівня (діапазону) напруги.

Змінні втрати електричної енергії визначаються в абсолютних одиницях та відсотках до відпуску електричної енергії в мережу відповідного ступеня напруги та враховуються при розрахунку розміру плати за послуги з передачі електричної енергії для споживачів, підключених до мережам відповідного рівня (діапазону) напруги.

До комерційним відносяться втрати електроенергії, обумовлені:

- розкраданнями електроенергії;
- невідповідністю показань лічильників про оплату електроенергії споживачами та іншими причинами у сфері організації контролю споживання електроенергії (наприклад, недостовірний облік через несправність приладів обліку, неправильне підключення вимірювальних трансформаторів напруги (ТН) та трансформаторів струму (ТТ), несанкціонованого підключення струмоприймачів або їх підключення крім лічильників тощо);
- помилками в нарахування за відпущену електроенергію через неточні або недостовірні відомостей про споживача, через розрахунок по приладах обліку не на межі балансової приналежності тощо;
- неоплатою електроенергії споживачами, що знаходяться на "самооплаті".

Наявність неприпустимої великої кількості неплатників вже стала для енергозбутових організацій звичайним явищем.

Зріст комерційних втрат наводить до підвищення тарифів на електроенергію.

Зниження комерційних втрат електроенергії в електричних мережах є один із суттєвих потенціалів енергозбереження та збільшення пропускнуої спроможності електромереж.

Однією з найбільш вагомих складових комерційних втрат є розкрадання

електроенергії, купують в останні роки загрозливих масштабів.

Найбільше крадіжок і найбільші обсяги електроенергії, що викрадається, мають місце в побутовому сектор. Причинами цього є, з однієї сторони, постійний зріст тарифів на електроенергію при одночасному зростанні обсягу її споживання та зниженні платоспроможності населення, а з іншого боку – відносна доступність та простота здійснення того або іншого способу розкрадання електроенергії, недосконалість конструкцій приладів обліку, первинних та вторинних схем їх комутації, незадовільний технічне стан вимірювальних ТТ і ТН, відсутність конкретної правовий бази для залучення до відповідальності розкрадачів електроенергії, надмірно висока (у багатьох випадках недоступна для малоенергоємних організацій) плата за приєднання до електромереж і т.д.

Стримати зростання цін на електроенергію в найближчому майбутньому через низку об'єктивних причин не є можливим. З огляду на особливості структури вітчизняної електроенергетики споживачі не можуть впливати на вартість електроенергії ні на оптовому, ні на роздрібному ринку. При цьому у зв'язку зі спадом обсягів промислового виробництва зросла (у відсотковому відношенні) частка споживання електричної енергії в побутовому та дрібномоторному секторах.

Істотне зростання електроспоживання у побутовому секторі викликають значні перевантаження в районних магістралях і трансформаторних підстанціях, що живлять, що, у свою черга, сприяє виникненню (загрозі виникнення) аварійних ситуацій у електроустановки та загрожує небажаними наслідками (пожежами, електротравмами, недовипуском та шлюбом продукції і т. д.).

При розкраданні електроенергії частина потужності виявляється неврахованою, що призводить до перевищення максимально допустимого навантаження і, як наслідок, до мережних перевантажень і відключення споживачів автоматичними захисними пристроями.

Багато підприємств та організацій, особливо у сфері малого та

середнього бізнесу, також не справляються зі зростанням тарифів та переходять у розряд неплатників, а деякі з них встають на шлях розкрадання електроенергії.

Таким чином, мають місце масові неплатежі енергопостачальним організаціям як комунальному, так і в промисловому секторах.

При цьому керівництво енергопостачальних організацій вважає (по своєму справедливим), що тарифи на електроенергію, наприклад у побутовому секторі, є заниженими (пільгові). У зв'язку з цим відпадають всякі сумніви щодо подальшого зростання тарифів на електроенергію, що викличе відповідне збільшення обсягів її розкрадання.

Така ситуація не узгоджується з основними цілями Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг згідно Постанови №991 від 01.08.2017 «Про затвердження Методики формування, розрахунку та встановлення тарифів на електричну та (або) теплову енергію, що виробляється на теплоелектроцентралях, теплових електростанціях та когенераційних установках», у якій зазначено, що з основних цілей державного регулювання тарифів є «захист економічних інтересів споживачів від монопольного підвищення тарифів» [5].

В даний час виник ще один істотний фактор, що спонукає споживачів електричної енергії самовільно підключатися до електричних мереж без отримання дозволу на приєднання потужності та, отже, без оформлення договору технологічного приєднання до електричних мереж та договору енергопостачання: значне збільшення розміру плати за приєднання потужності.

У відповідно з Постановою Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) №585 від 22.04.2019 «Про затвердження Порядку встановлення (формування) тарифу на послуги з передачі електричної енергії» [6]. приєднання до електричних мереж плата стягується одноразово. Розмір вказаної плати встановлюється органом

виконавчої. При цьому включення до склад плати послуги з передачі електричної енергії не допускається.

Згідно Правила взаємовідносин між Державним підприємством «Національна енергетична компанія «Укренерго» та суб'єктами (об'єктами) електроенергетики в умовах паралельної роботи в складі Об'єднаної енергетичної системи України, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 02 червня 2008 року № 303, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 23 липня 2008 року за № 673/15364 [7] становлений «Порядок приєднання до електроустановок» де сказано що для отримання дозволу на приєднання потужності споживачам електроенергії необхідно укласти з енергопостачальними організаціями договір технологічного приєднання до електромережам та відповідно до цього договору зробити одноразову плату за приєднання потужності до електричних мереж.

Розмір плати за приєднання потужності до електромереж енергопостачальних організацій регламентується Постановою НКРЕКП на кожен рік, де вказується розміру плати за технологічне приєднання до електричних мереж». Останнім часом він різко підвищився та зростає з кожним роком [7].

Очевидно, що далеко не кожен споживач електроенергії може платити таку величезну суму, і залишається тільки гадати, яка їхня кількість змушена буде підключатися до електричних мереж самовільно без дозволу енергопостачальної організації на приєднання потужності та без укладання з нею договору технологічного приєднання та договору енергопостачання.

В умовах безперервного дефіциту генеруючих потужностей та наростання у зв'язку з цим проблем у системі енергопостачальних організацій очікується подальшого зростання плати за приєднання до електричних мереж. Це тим більше ймовірно, що плата за технологічне приєднання встановлюється державними регулюючими органами і, як усі тарифи, буде щорічно переглядатись.



Плата за приєднання потужності використовується енергопостачальною організацією практично як останнє джерело фінансування.

У енергопостачальних організацій існує ще одна суттєва причина, що обмежує можливість підключення споживачів до електромереж: наявність технічної можливості технологічного приєднання.

Існує і зворотний бік проблеми: зростання масштабів розкрадання електроенергії, у свою черга, впливає на підвищення тарифів. При цьому методи розкрадання електроенергії постійно удосконалюються. У міру їх виявлення з'являються нові, більш витончені та приховані способи, які часто не піддаються виявленню та запобігання.

У Концепції стратегії розвитку енергетики в Україні до 2035 року [8] говориться, що основними заходами щодо зниження комерційних втрат є:

- своєчасна ревізійна робота;
- контрольні перевірки кінцевих споживачів;
- вдосконалення системи комерційного та технологічного обліку на базі автоматизованих систем контролю, обліку та управління електроспоживанням (АСКУЕ) та автоматизованих систем технологічного управління електроспоживанням (АСТУЕ);
- автоматизація і використання інформаційних технологій.

У принципі застосування засобів обліку закладено необхідність визначення комерційних втрат електроенергії, а також складання та моніторинг балансу потужності та електроенергії по окремим вузлам електричних мереж.

Слід враховувати ще один несприятливий фактор: при несанкціонованому самовільному підключенні навантаження до електричних мереж знижується рівень напруги, можуть погіршуватися та інші показники якості електроенергії. Це призводить до додаткової шкоди, пов'язаної зі зниженням продуктивності обладнання, погіршенням якості продукції, її браком, а в ряді випадків – з відмовами деяких приладів, чутливих до відхилень показників якості електроенергії від нормованих значень.

Крім того, розкрадання електроенергії спотворює статистику енергозбереження та призводить до зростання небалансу між виробленою та відпущеною електроенергією. В даний час дедалі більше енергопостачальних організацій стикається з проблемою значних небалансів, перевищують допустимі значення.

Розрахунок, аналіз та зіставлення допустимих небалансів з фактичними сприяють реальної кількісної оцінки комерційних втрат в електричних мережах і дозволяють здійснювати контроль за достовірністю обліку електроенергії у всіх ланках системи електропостачання. Усі складові балансу, крім втрат електроенергії у силових трансформаторах, повинні бути виміряні лічильниками розрахункового і технічного обліку.

Відповідно до Типової інструкції з обліку електроенергії під час її виробництва, передачі та розподілення значення фактичного небалансу (НБФ) в електричних мережах слід визначати за такою формулою

$$\text{НБ}_\phi = \frac{W_{\text{н.ш.п.}} - W_{\text{в.е.}} - W_{\text{вл.п.}} - W_{\text{г.п.}} - W_{\text{в.п.}} - \Delta W_{\text{тр.}}}{W_{\text{н.ш.п.}}} \cdot 100\% , \quad (1.1)$$

де  $W_{\text{н.ш.п.}}$  - надходження електроенергії на шини підстанції;

$W_{\text{в.е.}}$  – відпустка електроенергії;

$W_{\text{вл.п.}}$  - витрата електроенергії на власні потреби;

$W_{\text{г.п.}}$  - витрата електроенергії на господарські потреби підстанції;

$W_{\text{в.п.}}$  - витрата електроенергії на виробничі потреби;

$\Delta W_{\text{тр.}}$  - втрати електроенергії в силових трансформаторах підстанції.

До додаткового та неврахованого зростання фактичного небалансу призводить збільшення складової  $W_{\text{в.е.}}$  у формулі (1.1) за рахунок розкрадання відпущеної електроенергії, а звітні дані з енергозбереження у цих випадках виявляються заниженими відповідно неврахованою частці комерційних втрат.

Визначення фактичного небалансу електроенергії по районних електричних мереж, підприємствам електричних мереж в цілому можливе в

тому випадку, якщо провадиться розрахунок технічних втрат у мережах усіх класів напруги, включаючи і мережі напругою 0,38 кВ.

Відповідно до вимог зазначеного в [3] значення фактичного небалансу не повинно перевищувати значення допустимого небалансу  $НБ_{д}$  ( $НБ_{ф} \leq НБ_{д}$ )

$$НБ_{д} = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^m \delta_{pi}^2 \cdot d_{oi}^2 + \frac{\delta_{p3}^3}{n_3} \cdot d_3^2 + \frac{\delta_{p1}^2}{n_1} \cdot d_1^2}, \quad (1.2)$$

де  $m$  – сумарна кількість точок обліку, що фіксують надходження найбільших потоків електроенергії та віддачу електроенергії особливо великим споживачам (стосовно відповідного структурного підрозділу);

$\delta_{pi}$  – похибка вимірювального комплексу  $i$  – ої точки обліку електроенергії;

$d_{oi}$  - частка електроенергії, врахованої  $i$ -ї точкою обліку;

$\delta_{p3}$  – похибка вимірювального комплексу (типпредставника) трифазного споживача (потужністю менше 750 кВ-А);

$\delta_{p1}$  - похибка вимірювального комплексу (типпредставника) однофазного споживача;

$n_3$  - кількість точок обліку трифазних споживачів (крім врахованих у числі  $m$ ), за якими сумарний відносний пропуск електроенергії становить  $d_3$ ;

$n_1$  - число точок обліку однофазних споживачів (крім врахованих в числі  $m$ ), за якими сумарний відносний пропуск електроенергії становить  $d_1$ .

### Висновки по першому розділу

За відсутності методики оцінки економічної шкоди від розкрадання електроенергії, яку немає можливості розробити через відсутність репрезентативних (повних і достовірних) статистичних даних за фактами її розкрадання, немає надійної основи навіть для приблизної оцінки реальних збитків від розкрадання електроенергії. А одного лише якісного аналізу навіть значної кількості випадків розкрадання електроенергії (яке невідомо досі і навряд чи буде точно відоме і надалі), рішення цієї проблеми, зрозуміло, недостатньо.

## РОЗДІЛ 2

### СПОСОБИ РОЗКРАДАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Величезна кількість різноманітних способів та видів розкрадання електроенергії можна диференціювати по окремим групам, наприклад:

*за групами споживачів електричної енергії:*

- промислові споживачі електроенергії;
- споживачі в узагальненому секторі (дрібномоторні споживачі);
- споживачі у побутовому секторі (населення у містах та в сільській місцевості) тощо;

*по способам розкрадання:*

- розрахункові методи;
- за рахунок порушення схеми вимірювального комплексу;
- за рахунок несанкціонованого підключення до живильних магістралей і введів у будівлі тощо;
- за рахунок технічного недосконалість існуючих приладів обліку та вимірювальних ТС та ТН; шляхом використання безоблікових прихованих проводок;
- шляхом механічного впливу на лічильний механізм приладів обліку та ін.

Однак через відсутність репрезентативних статистичних даних за способами (видами) розкрадання електроенергії (хоча б по одному регіону країни) у такій класифікації немає необхідності, оскільки немає можливості застосувати якісь суворі математичні методи для кількісної оцінки масштабів проблеми. Тому представляється доцільним на даному етапі просто розділити способи розкрадання електроенергії на розрахункові та технологічні (технічні): ці групи включають все існуюче на даний момент різноманіття способів і видів розкрадання електроенергії.

До технологічним способам відносяться розкрадання електроенергії в живильних електромережах, розкрадання шляхом зміни схем первинної та вторинної комутації до приладів обліку та вимірювальним ТС та ТН, а також

розкрадання шляхом зовнішнього впливу на лічильний механізм приладів обліку електроенергії.

## 2.1. Розрахункові способи розкрадання

### 2.1.1. Зниження фактичної витрати електроенергії

У загалом випадку фактична витрата електроенергії  $W$  дорівнює добутку різниці показань лічильника активною енергії ( $\Pi_1 - \Pi_2$ ) на розрахунковий коефіцієнт лічильника  $K_{p.ліч.}$  та на коефіцієнти трансформації вимірювальних ТС  $K_I$  та ТН  $K_U$

$$W = K_{p.ліч.} \cdot K_I \cdot K_U \cdot (\Pi_1 - \Pi_2), \text{кВт}\cdot\text{год.} \quad (2.1)$$

Зменшуючи значення кожного з співмножників у наведеній формулі, можна суттєво принизити дані по фактичній витраті електроенергії.

Значення розрахункового коефіцієнта лічильника  $K_{p.ліч.}$  визначається його параметрами (постійною лічильника, передавальним числом лічильника і коефіцієнтом лічильника), які в різних варіантах вказані на таблиці лічильника та які не завжди правильно беруться до уваги енергопостачальними (збутовими) організаціями, іноді враховуються частково або взагалі не враховуються.

Таке часто має місце, наприклад, при визначенні потужності, споживаної абонентом, по лічильнику активної енергії, замір навантаження здійснюється за допомогою секундоміра. При цьому число повних оборотів відраховують:

у індукційного лічильника – при кожному проходженні мітки на диску лічильника;

у електронного лічильника - по частоті миготіння світлодіодного індикатор.

Визначення споживаної потужності за умовами договору енергопостачання, як правило, повинно проводитися за розрахунковими приладами обліку, а не за струмовимірювальними кліщами, як це у ряді випадків має місце на практиці під час перевірки приєднаної потужності абонента контролюючими органами енергопостачальних організацій. За таких вимірів може виникнути ряд помилок, що призводять, як правило, до

завищення справжньої величини споживаної потужності не тільки через те, що клас точності струмовимірювальних кліщів нижче класу точності лічильників, але і через помилок при розрахунку споживаної потужності.

Щодо коефіцієнтів трансформації вимірювальних ТС та ТН, то на практиці мали місце випадки заміни таких трансформаторів без погодження та без оповіщення енергопостачальної організації. Така заміна призводить до зміни розрахункових коефіцієнтів, що спричиняє відповідну зміну розміру оплати за спожиту електроенергію.

Для зниження величини останнього множника у формулі (2.1) – різниці показань лічильника - з метою розкрадання електроенергії існує безліч так званих технологічних способів, розглянутих в наступному пункті.

### **2.1.2. Зниження розрахункових втрат активної потужності в абонентських трансформаторах та лінії**

До розрахункових способів розкрадання електроенергії слід віднести свідомо занижені розрахунковим шляхом втрати активної енергії в живильному абонентському трансформаторі у разі, якщо розрахункові лічильники встановлені на боці нижчої напруги цих трансформаторів.

Розрахунок втрат електроенергії оформляється як додаток до договору енергопостачання. У деяких енергопостачальних організаціях такий розрахунок не провадиться; з абонентів стягується 5,1 % за втрати у трансформаторах (відповідно до чинних раніше тарифними документами). У справжнє час такий підхід є некоректним, оскільки не відображає дійсного значення втрат.

У принципі зазначений розрахунок має бути зроблений та оформлений обома сторонами спільно. Однак якщо виконання такого розрахунку покладено на місцеву енергопостачальну організацією на споживача або якщо від споживача потрібні лише вихідні дані для розрахунку, то створюються передумови для заниження оплати втрат, що є видом розкрадання частини електроенергії.

Втрати активної електроенергії у трансформаторі  $\Delta W_a$  визначаються за формулою

$$\Delta W_a = \Delta P_x \cdot T_o + \beta^2 \cdot \Delta P_k \cdot T_p, \text{кВт}\cdot\text{год.} \quad (2.1)$$

де  $\Delta P_x$  - втрати активної потужності холостого ходу (ХХ) в трансформатор, кВт;

$\Delta P_k$  - втрати активної потужності КЗ в трансформаторі, кВт;

$T_o$  – річне число годин приєднання трансформатора до мережі;

$T_p$  - число годин роботи трансформатора під навантаженням;

$\beta$  - коефіцієнт завантаження трансформатора, рівний відношенню середнього струму навантаження  $I_{cp}$  до номінальному струму  $I_{ном}$ , тобто.

Коефіцієнт  $\beta$  можна, можливо визначити і по іншій формулі

$$\beta = I_{cp} / I_{ном}, \quad (2.3)$$

$$I_{cp} = \frac{\sqrt{W_a^2 - W_p^2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot T}, \quad (2.4)$$

$$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}. \quad (2.5)$$

Коефіцієнт  $\beta$  можна, можливо визначити і по іншій формулі

$$\beta = \frac{W_a}{S_{ном} \cdot T \cdot \cos \varphi}, \quad (2.6)$$

де  $W_a$  і  $W_p$  - відповідно витрата активної, кВт·год, і реактивної, квар·г, електроенергії;

$\cos \varphi$  - коефіцієнт потужності навантаження;

$T$  – час роботи трансформатора за період, год;

$S_{ном}$  - номінальна потужність трансформатора, В·А.

Річні втрати електроенергії при постійно підключеному до мережі трансформаторі (тобто. при  $T_o = 8760$  год) можна, можливо визначити по наступною формулі

$$\Delta W_a = 8760 \cdot \Delta P_x + (S_{max} / S_{ном})^2 \text{кВт}\cdot\text{г}, \quad (2.7)$$

Да  $S_{\max}$  – зафіксоване максимальне навантаження трансформатора, кВ·А.

Постійні складові втрат в трансформаторі ( $\Delta P_x$ ,  $\Delta P_k$ ) визначаються по технічним даними трансформатора і тривалості його роботи (у годинах).

Змінні (навантажувальні) втрати визначаються на основі фактичного графіка навантаження трансформатор.

Споживач електроенергії може подати до розрахунку за формулами (2.1) – (2.7), наприклад, знижені значення змінних (навантажувальних) втрат, у т. ч. кількість годин роботи трансформатора під навантаженням ( $T_p$ ) або знижену зафіксовану максимальне навантаження трансформатора ( $S_{\max}$ ), а також ряд інших, що входять у вказані розрахункові формули величин, які контролюються лише самим споживачем, тим найбільше знизивши розрахункову величину втрат електроенергії. Це також можна віднести до розкрадання.

### **2.1.3. Використання східчастих тарифів на електроенергію**

З метою стимулювання побутових споживачів до економії електроенергії у деяких енергопостачальних організаціях вводяться ступінчасті тарифи, що зростають зі збільшенням рівня споживання. Споживач має можливість знизити оплату за підвищеним тарифом, обмежуючи споживання електроенергії в період її високого витрати.

При цьому споживачам надавалася можливість оплачувати електроенергію щомісяця, а вибірково (за відповідною ставкою) одразу за кілька місяців. У результаті за загальний розрахунковий період (наприклад, за рік) має бути оплачена вся реально спожита електроенергія.

Оскільки розрахунок проводиться за різницею показань лічильника на початку та наприкінці оплачуваного періоду, недобросовісний споживач може оплачувати за мінімальною ставкою електроенергію, насправді спожиту під час дії вищого тарифу.

Таким чином, запроваджуючи систему ступінчастих тарифів, задуману як засіб економії електроенергії, енергозбутова організація сама опосередковано



сприяє розкрадання електроенергії побутовими споживачами таким нескладним способом.

## **2.2. Технологічні способи розкрадання**

### **2.2.1. Підключення навантаження до безобліковим живильним електромереж**

Живильні (магістральні) і споживчі (розподільні) електромережі розділені межею балансової належності, що є лінією розділу об'єктів електромережного господарства між власниками за принципом власності чи володіння іншому законному на підставі.

Кордон балансової належності та експлуатаційної відповідальності між споживачем електроенергії та енергопостачальною організацією встановлюється за відповідному акту розмежування балансової належності та експлуатаційної відповідальності, прикладеному до договором енергопостачання.

Практично кожному спеціалісту-електрику (і не тільки електрику) відомо, що обліку підлягає навантаження, включене після лічильника. Отже, будь-який вид навантаження, підключений перед лічильником, є безобліковим.

Таким чином, забезпечення безпечних умов заміни лічильника (установка комутаційних апаратів та апаратів захисту перед приладами обліку) сприятливі передумови для розкрадання електроенергії шляхом підключення навантаження до комутаційному апарату та/або апаратам захисту (автоматичним вимикачам, запобіжникам), включеними перед лічильником. Як правило, таке підключення виконується прихованої проводкою, не торкаючись схему комутації до приладів обліку.

### **2.2.2. Зміна схем первинної та вторинної комутації приладів обліку**

Обертальний момент індукційного лічильника  $M_{\text{ліч}}$ , що визначає частоту обертання його диска, прямо пропорційний магнітному потоку, який пронизує алюмінієвий диск лічильника та створюючим в ньому вихрові струми.

Взаємодія магнітного потоку  $\Phi$  в котушці напруги лічильника з струмом навантаження  $I_B$  його струмовій котушці створює крутний момент  $M_{\text{ліч}}$ , що можна виразити наступною формулою

$$M_{\text{ліч}} = k\Phi I, \quad (2.8)$$

де  $\Phi$  - магнітний потік, пропорційний прикладеному напруги  $U$ ;

$k$  - коефіцієнт пропорційності, залежить від конструкції і параметрів лічильника

Змінюючи той чи інший параметр у формулі (2.8), можна змінювати величину обертового моменту  $M_{\text{ліч}}$  лічильника та, відповідно, швидкість обертання його диска аж до повної зупинки або обертання в зворотну бік.

Розкрадання електроенергії в розподільчих мережах може бути здійснено з порушенням схеми обліку електроенергії та (або) навіть не торкаючись схеми обліку та самого лічильника.

При порушенні схеми обліку з проникненням під кришку колодки затискачів (з розтином цієї кришки) мають місце найбільш примітивні та «грубі» способи розкрадання електроенергії, що виконуються в деяких випадках не фахівцями-електриками, а некваліфікованими майстрами.

Для однофазного лічильника момент, що обертає, прямо пропорційний навантаженню, а оскільки навантаження має активно-індуктивний характер, то пропорційний і  $\cos\varphi$ , т. б.

$$M_{\text{ліч}} = kUI \cos\varphi. \quad (2.9)$$

У цій формулі  $\cos\varphi$  може бути позитивним (при куті  $\varphi$  від  $+90^\circ$  до  $-90^\circ$ ) або негативним (якщо кут – більше  $\pm 90^\circ$ ). В результаті цього крутний момент лічильника  $M_{\text{ліч}}$  також може бути позитивним чи негативним.

Зі схеми рис. 2.1 видно, що зміна полярності в струмовому ланцюзі лічильника (якщо змінити місцями вхідний у лічильник кінець 1 з кінцем 2, що відходить від лічильника, приведе до зміни напрямку магнітного потоку та зворотного обертання диска лічильника, якщо в конструкції лічильника не передбачено стопорний пристрій. В даному випадку при позитивному значенні  $\cos\varphi$  зміна місць кінців 1 і 2 рівнозначна зміні фази струму  $180^\circ$ , тобто

$\cos(180^\circ - \varphi)$  стає негативним і, відповідно, негативним стає обертаючий момент  $M_{\text{ліч}}$  лічильника, що і приведе до обертання його диска в зворотну бік.

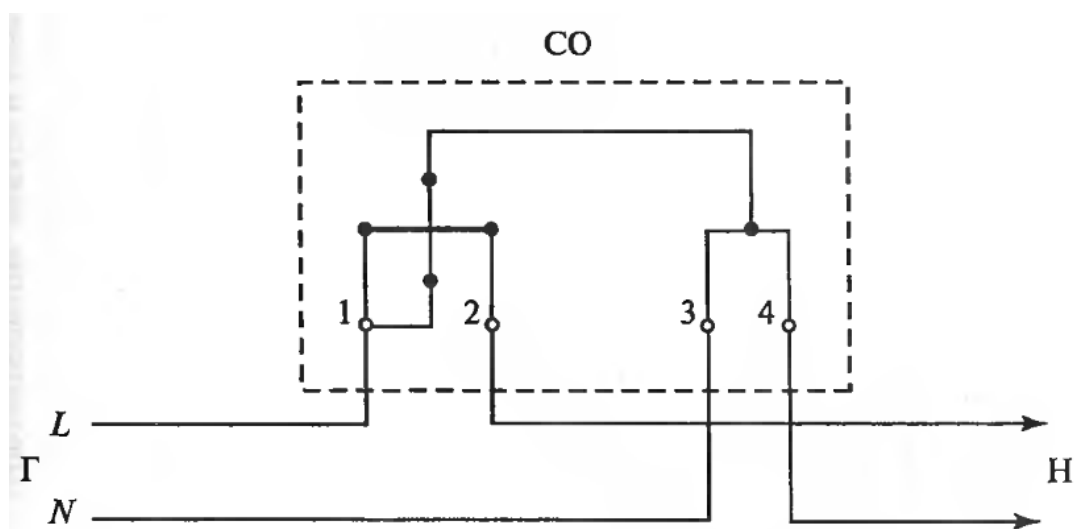


Рисунок 2.1. Схема включення індукційного однофазного лічильника типу СО

Такий же результат можна отримати, якщо поміняти місцями кінці 3 та 4, підключені до ланцюги напруги лічильника.

При цьому слід враховувати, що одночасна зміна місць кінців 1 і 2 струмового ланцюга і кінців 3 і 4 ланцюга напруги лічильника не зможе змінити напрям обертання його диска.

Крім того, із схеми рис.2.1 видно, що до подібних поширених, примітивних і небезпечним з точки зору можливого ураження електричним струмом способів розкрадання електроенергії в однофазних електромереж відносяться також наступні:

- установка перемички (шунтування) між кінцем 1, що входить у лічильник і відходить від лічильника кінцем 2. У цьому випадку струмова обмотка лічильника виявляється зашунтованою, струм  $I$  в формулах (2.8) і (2.9) стає рівним нулю, і диск лічильника буде зупинено;

- установка перемички між кінцем 3, що входить в лічильник, і кінцем 4, що відходить від нього приведе до такого ж результату, оскільки нулю стає рівним потік у котушці напруги лічильника;

- до такого ж результату призводить від'єднання двох будь-яких кінців (1 і 2 або 3 і 4) або всіх чотирьох кінців від затискачів лічильника та з'єднання їх між собою крім лічильника по тій ж схемою (1 з 2 та 3 з 4);

- ослаблення контакту в ланцюзі напруги лічильника доти, доки не зупиниться його диск. У цьому випадку магнітний потік  $\Phi$  у формулі (2.8) і, отже, крутний момент лічильника  $M_{\text{ліч}}$  стануть рівними нулю, що викличе зупинку диска лічильника.

Спосіб крадіжки електроенергії через заземлення (рис.2.2).

Цей спосіб застосовується у приватному секторі. Рекомендуємо Вам періодично проводити огляд повітряної кабельної лінії, що проходить через вулицю. Може виявитись, що крадуть саме у вас! Це актуально в дачних кооперативах, так як загальнокооперативні потреби електропостачання ляжуть і на ваші плечі.

Цей спосіб у шахраїв дуже поширений на пострадянському просторі через свою простоту. Суть процесу крадіжки полягає у горезвісному обході лічильника з нульового проводу. Придивитися рекомендуємо саме до старих дискових лічильників. Прилади обліку старого зразка сприйнятливі до протікання струмів через нульовий провід, і за відсутності таких, прилад просто перестає враховувати витрати електроенергії. З розетки, як правило, виводиться «нуль» і заземляється. Позичальниками можуть виступати труби водопостачання та опалення, металеві несучі конструкції будівлі.

На сьогоднішній день одна з кращих методик виявлення крадіжок та можливість надання відразу кількох доказів, оскільки дає безліч можливостей для контролю за споживаною електроенергією, причому на віддаленому доступі від даних автоматизації та збору інформації.

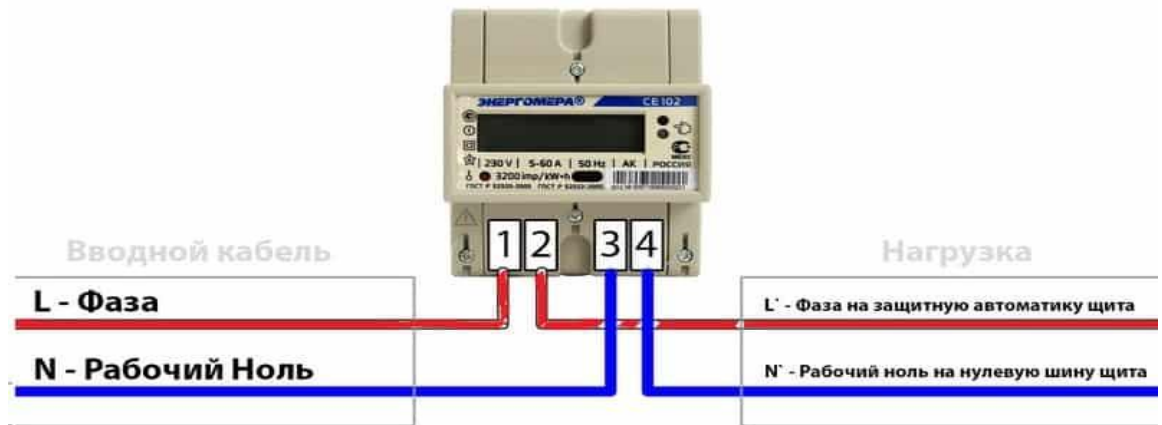


Рисунок 2.2. Способ крадіжки електроенергії через заземлення

Перевірка струмового навантаження. Цей спосіб крадіжки досить складно відстежити, якщо ви не задаєтеся такою метою навмисно, також він може реалізуватися від розподільчих коробок, але це трапляється значно рідше.

### Висновки по другому розділу

Наведений аналіз численних та різноманітних способів розкрадання електроенергії показує, що всі ці способи будуть застосовуватися не тільки надалі, але і удосконалюватися, приймаючи все більш приховані та витончені форми. Для цього існують об'єктивні передумови, у т. ч. підвищення вартості електроенергії, зниження платоспроможності населення, порівняльна простота та доступність використання розглянутих способів розкрадання, недосконалість законодавчої бази для залучення розкрадачів електроенергії до відповідальності і т. п.

## РОЗДІЛ 3

### СПОСОБИ ТА МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ НЕСАНКЦІОННОГО ВІДБОРУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

#### **3.1 Огляд існуючих методів виявлення неконтрольованого споживання електроенергії**

Для енергозбутових організацій дуже важливими є вирішення двох проблем: виявлення та боротьба з крадіжкою електричної енергії. Щоб виявити винуватців розкрадань електричної енергії, представники енергозбутових організацій влаштовують плановий обхід з метою огляду (перевірки) точності підключення лічильників електроенергії до мережі електропостачання, опломбування, коректність показань. Але такі перевірки не ефективні, тому що для точного відшукування вогнища втрат електроенергії необхідно оперативно визначити місце, де відбувається крадіжка електроенергії. Крім цього, згідно із законодавством РФ доступ представника електромережевої організації до лічильників електричної енергії може бути недоступним.

«Система передачі та розподілу виступає як сполучна ланка між виробленням електроенергії на електростанції та її споживанням. Система передачі обмежується технічним дослідженням даних необхідної передачі та маршрутів лінії передачі на поетапній основі, проте розширення системи розподілу виконано і у разі потреби буде сформовано на основі попиту. Таким чином, відсутність планування спричинить розширення системи розподілу. Відповідно до цієї причини, зростання втрат у системі передачі та розподілу та надійність електропостачання мінімізується. Кінцевий споживач не задоволений і обтяжений високими тарифами, пов'язаними з високими втратами електроенергії. Так, фокусування цієї проблеми цілком обґрунтовано зміщено вдосконалення системи розподілу зменшення втрат у ній. Скорочення втрат розподілу не є новим напрямом у вивченні. Безліч робіт різних авторів та організацій присвячено цій темі. Нові методи розвиваються в прагненні до того, щоб максимально можлива частина енергії, що

виробляється, досягала кінцевого споживача. Деякі з цих методів були прийняті на практиці, наприклад: заміна диска активного лічильника енергії лічильником електрики, використання повітряної мережі згрупованих проводів, підвищення коефіцієнта потужності за допомогою установки конденсаторних одиниць на підстанції, джерело живлення потужністю 11 кВт та моторні термінали, система високовольтного постійного струму для сільськогосподарського виробництва, балансування навантаження на кожній фазі, перевірка зв'язків спеціальними комісіями енергетичних компаній наступне накладення високих штрафів, високі тарифи/штрафи протягом годин пікового навантаження, розміщення трансформатора у центрі вантажу тощо» [1].

Існує кілька методів виявлення несанкціонованого споживання електроенергії (НСЕ), які поділяються на розрахункові методи та методи вимірювання.

Розрахункові методи:

- за допомогою статистичного методу можна визначити ті ділянки мережі, де відбувається крадіжка електричної енергії. Але цей метод використовується для розрахунку приблизної оцінки втрат електроенергії, які виникають через неконтрольоване споживання за певний час (наприклад, місяць), і не дозволяє оперативно виявити місця, де відбувається крадіжка електроенергії;

- наближений метод розрахунку дозволяє визначати місця розкрадання електроенергії за допомогою струмових кліщів. У період максимуму навантаження за допомогою струмових кліщів вимірюється струм, який проходить через електропровід, приєднаний до лінії споживача. Потім визначається значення споживаної потужності. Потім порівнюються два значення кількості електроенергії спожитого за тимчасовий період із показаннями приладу обліку, встановленого у споживача. При великій розбіжності даних необхідно загострити увагу такого споживача і частіше проводити перевірки приладу обліку, переконання і докази в розкраданні електроенергії.

- балансний метод базується на порівнянні сум значень лічильника, що розташовується у абонентів, та значень трифазного лічильника, що розташовується на початку лінії електропостачання. Звідси можна вивести різницю, яка і дорівнюватиме комерційних втрат.

У вищевикладеного методу може бути похибка, у зв'язку з тим, що:

- дані, які видає лічильник у споживача, не вдається рахувати разом із показаннями трифазного приладу обліку, розташованого на початку лінії електропостачання без використання АСКОЕ;

- до лінії електропостачання можуть бути підключені навантаження без урахування, наприклад, вуличне освітлення, у якого тимчасовий режим роботи та потужність різні.

Вимірювальні методи:

- застосування пристроїв, що вимірюють електричну енергію із захистом від крадіжки, що складаються із зовнішнього (до введення в будинок) датчика потужності та приладу обліку (базовий блок), встановлений на території споживача. Датчик потужності та лічильник вимірюють використовувану потужність до введення та

після введення до будинку. При формуванні небалансу пристрій обліку створює сигнал на відключення або враховує електроенергію за показанням двох блоків;

- застосування приладів обліку електроенергії із захистом від крадіжки, у яких перетворення частоту імпульсного сигналу здійснюється незалежно від цього, куди спрямована потужність навантаження. Але такі лічильники не мають можливості захистити від крадіжки електричної енергії при несанкціонованому підключенні абонентів до пристрою, що вимірює електричну енергію;

- використання приладів, які можуть виявляти приховану електропроводку. Пристрої фіксують електричне поле провідника під напругою. Недоліки: досить велика похибка (10-15 см) щодо схеми



проходження прихованої електропроводки, що утрудняє перебування несанкціонованого підключення до електричної мережі.

### 3.2 Пропоновані методи виявлення неконтрольованого споживання електроенергії за допомогою АСКУЕ

Найефективнішою методикою визначення втрат електроенергії є використання АСКУЕ. Цю методику можуть використовувати будь-які електропостачальні організації.

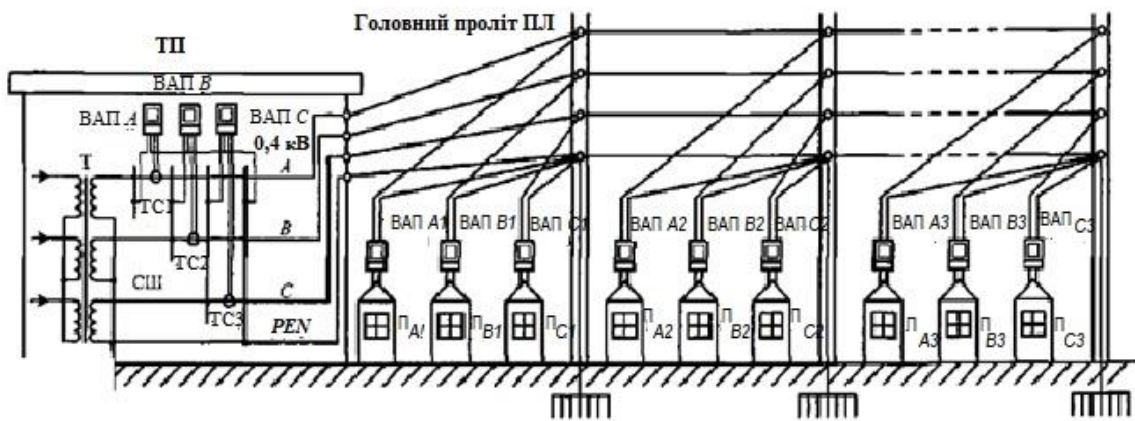


Рисунок 3.1. Схема заміщення повітряної лінії.

Застосування даних АСКУЕ дозволить працівникам енергозбутової організації у швидкому режимі виявляти місця втрати електроенергії та потужності споживань у будь-яких лініях електропостачання. Це можна пояснити за допомогою рисунка 3.1, де зображено схему повітряної лінії з виконавчими абонентськими пристроями (ВАП), які встановлені у абонентів електроенергії.

На рисунку 2.1 зображено трансформаторну підстанцію з силовим трансформатором. Трансформатор працює на напрузі вище 1000 В. До збірних шин 0,4 кВ підключено вхідні виконавчі абонентські пристрої, які підключені через трансформатор струму повітряної лінії 0,4 кВ. Кожен абонент електричної енергії підключено до повітряної лінії за допомогою ВАП.

ВАП при вході відрізняється від ВАП споживачів тим, що «встановлюється на шинах підстанції і заміряє значення фазної напруги на вході ліній і споживану в кожній фазі ліній потужність» [11].

"У першому методі визначення комерційних втрат електричної енергії застосовується режим холостого ходу лінії" [11]. Центр управління АСКОЕ на всі ВАП подає сигнал на вимкнення навантаження абонентів. Після відключення навантаження вимірюються дані напруг у всіх місцях лінії та споживана потужність. Цілком зрозуміло, що в тому випадку, якщо втрати електроенергії відсутні, то споживана лінією потужність  $P_{сл}$  приблизно дорівнюватиме нулю. При відключених ВАП та відсутності втрат напруги в всіх вузлах лінії електропостачання мають бути однакові.

Місця неконтрольованого споживання електроенергії можна уточнити за допомогою зіставлення фазної напруги на вході лінії  $U_{ф.л.}$  з вимірними  $U_{ф.вим.}$  у всіх точках підключення ВАП» [12]. За допомогою розрахунків уточнилося, що у місці неконтрольованого електроспоживання різниця вищевикладених напруг досягає максимального значення.

На рисунку 3.2 для прикладу наведено результати розрахунку фазних напруги в декількох точках повітряної лінії, протяжністю по 50 м.

Фазні проводи повітряної лінії виконані проводом марки А-35, а нульовий - марки А-16. Питомі опори прийняті рівними: для фазних проводів ПЛ  $r_0 = 0,835$  Ом/км,  $x_0 = 0,308$  Ом/км, для нульового проводу ПЛ  $r_0 = 1,801$  Ом/км,  $x_0 = 0,33$  Ом/км. До точки 5 лінії підключений споживач, який використовує електроенергію неконтрольованим способом потужністю 0...3 кВт.

З рисунка 3.2 можна дійти невтішного висновку у тому, що різниця  $U_{ф.нк.і} = U_{ф.л.} - U_{ф.вим.і}$  максимальна в місці неконтрольованого споживання (точка 5).

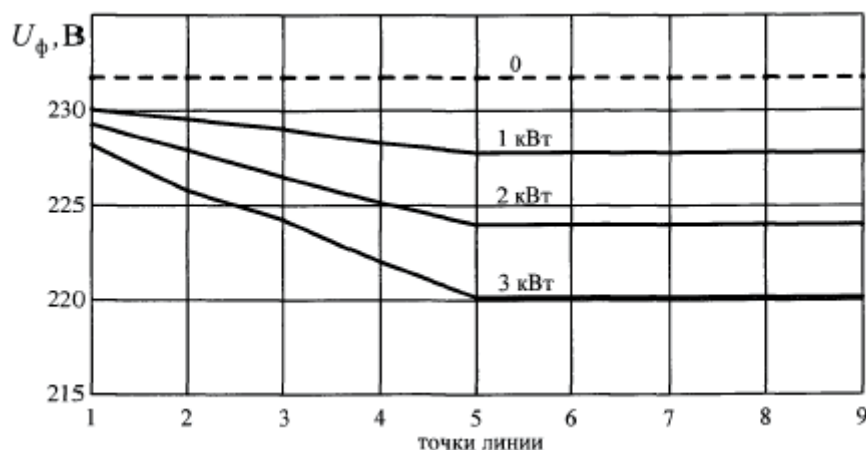


Рисунок 3.2 - Розподіл фазних напруг по лінії при різних значеннях  $P_{сл}$  в точці 5

Після відключення споживачів від мережі електропостачання, яке триває не більше секунди, живлення споживачів продовжуватиметься за сигналом «увімкнення навантаження споживачів». Щоб збільшити правильність отриманих результатів про несанкціоноване споживання електроенергії, дані відключення електропостачання можна виконувати протягом доби кілька разів.

За допомогою цього способу енергозбутові компанії можуть здійснювати контрольні перевірки таких споживачів. Сигнал тимчасового відключення навантаження передається на адресу саме споживачеві, який підозрюється у несанкціонованому споживанні електричної енергії. Таке споживання електричної енергії може уточнюватися за допомогою вимірювальних струмових кліщів, які підключаються контролером енергозбутової компанії на введенні абонента, або візуально вночі доби, щоб у абонента було включено освітлення всередині житлового будинку.

При цьому цей спосіб має недолік: відбувається короточасне припинення електропостачання споживачів, що не завжди вітається. Однак використання вищевикладеного методу виявлення втрат електричної енергії допомагає практично миттєво виявляти місця крадіжки електричної енергії та значення потужностей, що споживаються в лінії електропостачання, завдяки чому скорочуються комерційні втрати електроенергії.

Також існують дієві методи, що застосовуються в Пенджабі (Індія), це:

- «компіляція» даних розподілу енергоджерел;
- точні обчислення технічних втрат;
- встановлення лічильників енергії на кожен розподільчий трансформатор;
- предоплата лічильників активної енергії;
- використання ізолюваного кабелю для повітряних ліній;
- встановлення стійок замкнутого перерізу для внутрішніх та зовнішніх лічильників енергії;
- перевірка якості з'єднання додаткових каналів, частину з яких необхідно усунути протягом сезону збору врожаю;
- повторна перевірка якості з'єднання додаткових каналів, обкладених високим тарифом;
- кожен додатковий канал необхідно оснастити лічильником активної енергії для досягнення коректних витрат;
- регулярні перевірки таких сезонних виробництв;
- впровадження перевірки енергосхеми;
- зниження розкрадання енергії у вигляді визнання його скоєнням злочину з покаранням з позбавлення волі [10].

### **3.3 Обґрунтування складу та принципу роботи приладу контролю за розкраданням електроенергії**

Для автоматичного контролю справності засобів обліку електроенергії та за рахунок цього своєчасного автоматичного відключення споживача, що завдає шкоду від розкрадань електроенергії було розроблено пристрій захисту від розкрадань, що працює на основі контролю обліку електроенергії .

На рис. 3.3 представлена функціональна схема розробленого пристрою захисту від розкрадань електроенергії. Схема пристрою включає: 1 – оптичний датчик обертання диска індукційного засобу; 2 – перший лічильник прямокутних імпульсів; 3 - аналоговий помножувач сигналів струму і напруги; 4 – генератор прямокутних імпульсів; 5 – таймер; 6 – другий лічильник

прямокутних імпульсів; 7 – блок порівняння; 8 – вихідний блок; 9 – комутаційний апарат; 12 - індукційний засіб обліку електроенергії; 11 – датчики струму та 10 – датчик напруги.

Пристрій працює наступним чином: при включенні споживачів електроенергії до електричної мережі починає роботу (індукційний) лічильник електроенергії 12, результатом чого є обертання диска лічильника.

Оптичний датчик 1 обертів диска реагує на обертання диска і починає формувати прямокутні імпульси напруги, поступаючи на вхід першого лічильника прямокутних імпульсів 2, при цьому частота вихідних прямокутних імпульсів залежить від частоти обертання диска індукційного засобу обліку електроенергії. Сигнали з виходів струму 11 датчика напруги 10, в якості яких можуть використовуватися вимірювальні трансформатори струму та напруги, надходять на вхід аналогового помножувача 3 сигналів струму та напруги мережі. На виході аналогового помножувача 3 в залежності від значень струму та напруги, що надходять на його входи, формується аналоговий сигнал, лінійно залежить від добутку  $I$  на  $U$ . Сигнал із виходу помножувача 3 надходить на вхід генератора прямокутних імпульсів 4, який формує прямокутні імпульси з частотою слідування, що лінійно залежить від рівня аналогового сигналу, що надходить на його вхід. Таким чином, частота прямокутних імпульсів на виходах генератора 4 та оптичного датчика 1 лінійно залежать від значення добутку сигналів струму навантаження та напруги. З виходу генератора 4 прямокутні імпульси надходять на вхід другого лічильника 6 прямокутних імпульсів. Блок порівняння 7 має два інформаційні входи, на які надходить інформація про стан лічильників прямокутних імпульсів 2 та 6. Управління роботою лічильників прямокутних імпульсів 2 та 6, а також блоком порівняння 7 здійснює таймер 5, який відповідно до алгоритму його роботи формує сигнал обнулення лічильників 2 і 6, а через певний час видає сигнал «порівняння», який надходить на вхід управління блоку порівняння 7. При цьому, якщо стан лічильників 2 і 6 однаково, відбувається обнулення лічильників 2 і 6 і цикл «рахунок імпульсів

– порівняння – обнулення» повторюється. У разі, якщо стан лічильників 2 та 6 виявиться різним, що може бути у випадку блокування будь-яким способом диска індукції засобу обліку електроенергії 12 з метою несанкціонованого відбору енергії або підключення, на виході блоку порівняння 7 з'явиться сигнал, що впливає на вихідний блок 8. Поява сигналу на вході вихідного блоку 8 призводить до відключення комутаційного апарату 9 і блокування його наступного включення протягом певного часу. Після закінчення часу блокування комутаційного апарату 9 відбудеться його автотичне включення мережі.

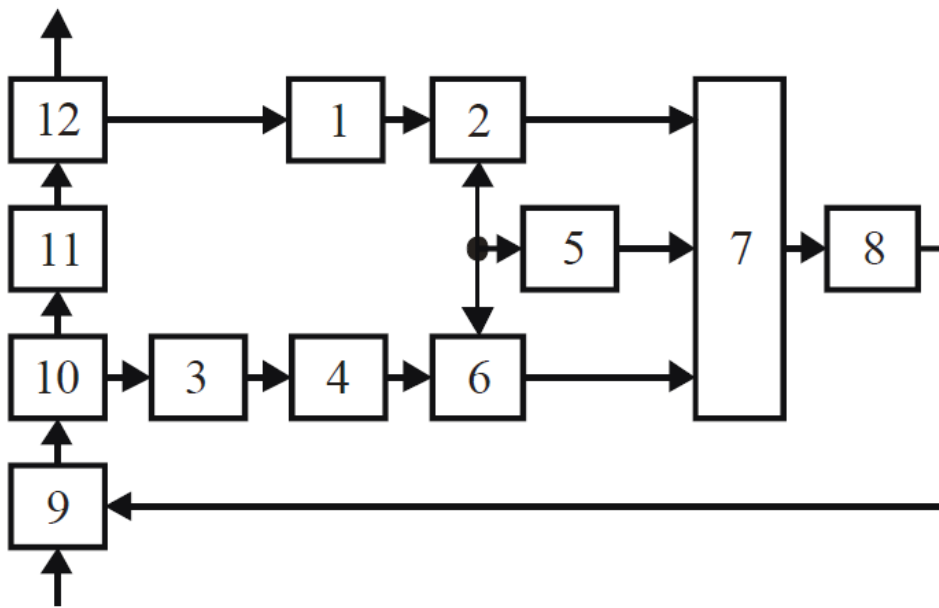


Рисунок 3.3. Функціональна схема пристрою захисту від розкрадань електроенергії

### Висновки по третьому розділу

Проведено огляд ефективності заходів щодо скорочення комерційних втрат електричної енергії. З'ясовано, що на даний час комерційні втрати виникають через крадіжку електричної енергії.

Оптимізація інших складових комерційних втрат негарязд ефективна через відсутність необхідних технічних рішень.

Розроблений пристрій контролю розкрадання електроенергії

## ВИСНОВКИ

В останні роки розкрадання електроенергії як соціально-масового явища у сфері комерційної електроенергетики стали приділяти пильну увагу, оскільки дана проблема неухильно стає дедалі масштабнішою, та її рішення представляється конче скрутним.

Ясно лише одне: доти, доки зростатиме вартість електроенергії, знижуватиметься платоспроможність її споживачів та відсутня ефективна правова база притягнення розкрадачів електроенергії до відповідальності, розкрадання електроенергії буде купувати все більш загрозливі темпи та обсяги.

Жоден з розглянутих вище організаційних та технічних заходів щодо розкрадань не допоможе в повної мірою вирішити цю проблему.

Так, під час переходу від системи самообслуговування на контроль з боку енергозбутових організацій після виписки рахунків абонент-розкрадач готовий знову відновити свою систему розкрадання, можливо, навіть у досконалішому варіанті.

Запропоновано метод обліку електроенергії із захистом від крадіжки, що дозволяє встановити виносні лічильники електричної енергії з дистанційним керуванням. Винесення приладу обліку за кордон балансової належності абонента з дистанційним керуванням з енергопідприємства та індикацією показань даних у споживача дозволяє скоротити комерційні втрати електричної енергії, що виникають через приєднання абонентів до лічильників електроенергії.

Запропоновано пристрій контролю розкрадання електроенергії дозволяє виключити безоблікове споживання електроенергії при несправності індукційних засобів обліку або умисного втручання в їх роботу.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воротницький В. Е. Заходи щодо зниження втрат електроенергії в електричних мережах енергопостачальних організацій / В. Е. Воротницький, М. А. Калінкіна, В. Н. Апараткін // Енергозбереження, 2018 № 3. - С. 53-56.
2. Копсяєв А. Проблеми енергозбереження при становленні конкурентного ринку // Енергоринок, 20017 № 1.
3. Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів
4. «Про Методичні рекомендації визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання» Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.06.2013 р. № 399
5. «Про затвердження Методики формування, розрахунку та встановлення тарифів на електричну та (або) теплову енергію, що виробляється на теплоелектроцентралях, теплових електростанціях та когенераційних установках» Постанови Кабінету Міністрів України №991 від 01.08.2017.
6. «Про затвердження Порядку встановлення (формування) тарифу на послуги з передачі електричної енергії» Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) №585 від 22.04.2019
7. Правила взаємовідносин між Державним підприємством «Національна енергетична компанія «Укренерго» та суб'єктами (об'єктами) електроенергетики в умовах паралельної роботи в складі Об'єднаної енергетичної системи України, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 02 червня 2008 року № 303, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 23 липня 2008 року за № 673/15364.
8. <https://www.nerc.gov.ua/calculator-standart>
9. Концепції стратегії розвитку енергетики в Україні до 2035 року
10. Singh, D. An Approach for Measurement of Non-Technical losses of 11KV feeder and its Minimization [electronic source:



<https://doaj.org/article/7a2e15b618f741098d146ad4451e5675>] // International Journal of Engineering Research and Applications. 2015. 5(6). PP.34-42

11. Кужеков С. Л., Сапронов А. А., Тынянский В. Г. Снижение коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением до 1 кВ// Кибернетика электрических систем: Материалы XXV сессии семинара «Электроснабжение промышленных предприятий». Новочеркасск: Ред. журн. «Изв. вузов. Электромеханика». 2014. С. 81.

12. Средства и системы компьютерной автоматизации: [Электронный ресурс]. Т. 2001. URL: <http://asutp.ru>