

<https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-324-6-29>

УДК 658.18:658.26

Сергій ШАШКОВ

Сумський національний аграрний університет

<https://orcid.org/0009-0001-8734-5460>

e-mail: s.shashkov@gmail.com

Владислав ЗУБКО

Сумський національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-2426-2772>

zubkovladislav@ukr.net

Андрій ЧЕПІЖНИЙ

Сумський національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7540-8313>

e-mail: snausymu@gmail.com

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ СКЛАДОВІ ПРОГРАМ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

У статті досліджено показники рівнів надійності електропостачання та технологічних втрат електроенергії, їх пряма залежність від стану електричних мереж. Проаналізовано основні причини проблем в розподільчих мережах. Розглянуто заходи, направлені на зниження технологічних втрат електроенергії, а також керування розвитку мереж та споживачів. Визначено документи, які розроблені та затверджені з метою реалізації сценарію Енергетичного переходу та впровадження концепції інтелектуальних мереж. Запропоновано включення до державних, так і регіональних програм і документів організаційно-економічних складових, які найбільш ефективно сприятимуть досягненню поставлених цілей.

Ключові слова: надійність, втрати, мережі, організаційно-економічні, програми, керування.

Serhiy SHASHKOV, Vladyslav ZUBKO, Andrii CHEPZHNYI

Sумы National Agrarian University

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC COMPONENTS OF ELECTRICAL GRIDS DEVELOPMENT PROGRAMS

In the article researched the indicators that directly depend on the state of electrical networks. The first of them is the level of reliability of electricity supply, the indicators of which are the SAIDI and SAIPI indices. The domestic indicators of the specified indices significantly exceed the level in the countries of the European Union and to date have no signs of a decrease. Plans for reducing the indicator SAIDI have been analyzed in relation to the method of incentive tariffs for operators of distribution systems. The next considered indicator is high technological losses of electrical energy. It was analyzed that the volume of these losses has a growing trend and also significantly exceeds the average European level.

The main reason for these phenomena is the outdated and worn-out condition of electrical grids, which, given the damage caused by missile strikes and shelling, tends to worsen. Proposals have been identified that in the future may help improve the condition of grids and eliminate a number of problematic phenomena. Their main problems and approximate volumes of priority grids modernization were summarized. Possible practical measures aimed at helping to reduce technological losses of electricity are considered. The structure of the proposed traditional measures necessary to manage the development of networks and consumers were analyzed.

It has also recently started in Ukraine development and approval of a set of documents which are directed to the implementation of the Energy Transition scenario and the implementation of the Smart Grid concept. The further need for the development of system and program documents at both the state and regional levels was identified. It is proposed to include in these documents a number of organizational and economic components which will most effectively contribute to the achievement of the set goals.

Keywords: reliability, losses, networks, organizational and economic, programs, management.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

На сьогоднішній день в електричних мережах держави спостерігаються ознаки зниження рівня надійності, а також збільшення технологічних втрат електричної енергії. Першопричина вказаних явищ полягає в тому, що величезна кількість складових елементів електроенергетичної системи України потребує відновлення, реконструкції, модернізації та технічного переоснащення. В той же час, необхідно звернути окрему увагу, що для успішного досягнення необхідних цілей потрібна розробка технічних, організаційних, економічних, політичних, програмних та інших заходів, а також підходів до їх реалізації, які в дозволить вивести енергетику України на новий рівень, що є значно вищий в порівнянні за існуючий.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Технічні та економічні аспекти надійності та ефективності роботи вітчизняних електроенергетичних систем та електропостачання в своїх роботах досліджували В. Ю. Божанова, С. В. Казанський, П. Д. Лежнюк, І. М. Луценко, В. А. Міщенко, Б. М. Сердюк, А. І. Яковлев та інші. Вирішенням проблеми

зниження технологічних втрат електроенергії свої дослідження присвятили І. В. Бохонко, І. А. Будзко, Ю. С. Железко, П. Д. Лежнюк, В. А. Малярєнко, Д. В. Ципленков, Н. І. Чухрай та інші. Питання впровадження розвитку інтелектуальних мереж висвітлені в працях С. П. Денисюка, О. В. Кириленка, С. І. Колосок, В. Ю. Лободзинського, С. М. Петько, С. О. Тульчинської та ряду інших авторів.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Разом з тим наукових досліджень потребує спектр організаційно-економічних питань, пов'язаних із комплексами заходів, направлених на покращення показників роботи електричних мереж

Формулювання цілей статті

Метою статті є дослідження надійності електропостачання, технологічних втрат електроенергії та аналіз перспектив розвитку електричних мереж.

Виклад основного матеріалу

Національною комісією, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) визначено три основні напрямки визначення якості електропостачання [1]:

1. Якість електричної енергії, характерними рисами якої є фізичні параметри поставленої споживачу електроенергії та їх відповідність встановленому стандарту, що в точках приєднання (в нормальних умовах експлуатації) має відповідати вимогам ДСТУ EN 50160:2014 «Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загального призначення».

2. Комерційна якість надання послуг, яка характеризує якість взаємовідносин операторів системи розподілу (ОСР) або постачальників електричної енергії з споживачами стосовно:

- надання послуг кол-центрами;
- дотримання встановлених нормативно-правовими актами строків надання послуг та виконання робіт щодо: оприєднання до системи розподілу;
- надання послуг з розподілу електричної енергії;
- відновлення електропостачання та забезпечення належної якості електричної енергії;
- питань комерційного обліку;
- відповідей на звернення та скарги споживачів тощо.

3. Надійність (безперервність) електропостачання, яка характеризується кількістю, тривалістю та частотою перерв в електропостачанні і основними показниками якої є:

- індекс середньої тривалості довгих перерв в електропостачанні в системі (System Average Interruption Duration Index, SAIDI), який, в свою чергу, є відношенням сумарної тривалості довгих перерв в електропостачанні в точках комерційного обліку електричної енергії, в яких було припинене електропостачання, за звітний період до загальної кількості точок комерційного обліку електричної енергії;
- індекс середньої частоти довгих перерв в електропостачанні в системі (System Average Interruption Frequency Index, SAIFI), який є відношенням сумарної кількості точок комерційного обліку електричної енергії, в яких було припинене електропостачання внаслідок усіх довгих перерв в електропостачанні протягом звітного періоду, до загальної кількості точок комерційного обліку електричної енергії.

Слід констатувати, що рівень SAIDI в Україні навіть перед широкомасштабним вторгненням не мав ознак зниження, був найнижчим в Європі і в десятки разів перевищував рівень країн Європейського союзу.

Таблиця 1.

SAIDI, тривалість перерв в електропостачанні у 2020 році, хвилин [1]

Тривалість перерв, хв	Україна		Країни ЄС	
	Планові	Непланові	Планові	Непланові
	484	816	160	102

Джерело: [1]

Дані таблиці 1 свідчать, що в 2020 році середнє значення SAIDI в середньому по Україні перевищувало середньоєвропейське значення при планових відключеннях на 304 %, а при непланових – на 800%.

Одним з шляхів, направлених на зниження SAIDI в Україні стало затвердження в 2020 році методики стимулюючого тарифоутворення для операторів систем розподілу (РАВ-регулювання), згідно якої передбачено зниження даного показника протягом 13 наступних років до 150 хвилин в міських територіях та до 300 хвилин в сільській місцевості [2].

Водночас, внаслідок комплексу негативних обставин, пов'язаних з військовим станом, спостерігається тенденція зростання рівня даного індексу [1]. Тому прогнозується висока ймовірність недосягнення передбаченого результату без актуалізації підходів досягнення цілей шляхом адаптації до існуючих реалій та подальших перспектив.

Автори [3] узагальнюють наступні проблеми розподільчих електричних мереж, які мають місце в першу чергу у зв'язку з їх застарілим та зношеним станом:

- об'єкти мають підвищені експлуатаційні витрати;
- низька надійність комутаційної апаратури (рубильники, вимикачі навантаження, запобіжники);
- встановлені трансформатори з високими значеннями втрат потужності;
- низька надійність електропостачання споживачів і підвищена ймовірність відмов обладнання тощо.

До цього переліку об'єктивно додати масове пошкодження мереж внаслідок бойових дій, а також, як наслідок, відсутності схеми нормального режиму роботи обладнання.

Дана найвагоміша причина, яка об'єктивно погіршує вітчизняні показники індексів SAIDI та SAIFI, підтверджується [4] перебуванням в незадовільному технічному стані 78 тис. км повітряних ліній напругою 150...0,4 кВ, а також майже 32 тис. трансформаторних підстанцій 10(6)/0,4 кВ та підстанцій 35 кВ та вище. Загальний же кількісний показник об'єктів, які потребують модернізації значно вищий.

Іншим негативним показником незадовільного технічного стану вітчизняних електричних мереж є технологічні втрати електричної енергії (ТВЕ). На прикладі, за даними за Міністерства енергетики України нормативна (технічна) складова ТВЕ за 9 місяців 2021 року в порівнянні з аналогічним періодом 2020 року збільшилась на 1,0 млрд. кВт·год, а рівень загальних технологічних втрат збільшився на 0,6 млрд. кВт·год. [5] Водночас, також слід відмітити і той факт, що навіть до 2022 року обсяг втрат в мережах України значно перевищував середньоєвропейський рівень.

Окрему увагу необхідно звернути на продовження фактичного зростання ТВЕ в порівнянні з зазначеними періодами, що в першу чергу здебільшого пов'язане з причинами, аналогічними до причин високих показників індексів SAIDI та SAIFI.



Рис. 1. Комплекс заходів з керування розвитком мереж та споживачів в рамках зниження ТВЕ [7].

Спеціалісти енергопостачальних компаній та науковці відзначають наступні заходи, які сприятимуть зниженню ТВЕ:

- оптимізація розподілу навантаження між підстанціями 110 кВ і вище;
- вирівнювання навантажень фаз в електромережі 0,4 кВ;
- вимкнення трансформаторів з малим навантаженням на ПС з двома трансформаторами;
- введення в роботу пристрої для компенсації реактивної потужності;
- встановлення порогових значень коефіцієнта потужності і величини штрафних санкцій за його недотримання;

- заборона будівництва ВДЕ в місцях, де немає споживання електроенергії;
- внесення змін в чинну Методику з компенсації реактивної потужності електроенергії;
- проведення розрахунків режимів роботи та діагностику мереж, до яких планується приєднувати СЕС, ВЕС, тощо перед видачою технічних умов [6].

Крім того, слід погодитись і з твердженням авторів, які розглядають комплекс традиційних заходів, відображених на рис. 1, пов'язаних з керуванням розвитку мереж та керуванням розвитку споживачів [7].

Водночас, на нашу думку, істотною проблемою є відсутність комплексу заходів та програмних інструментів, які затверджені на державному рівні та містять послідовний та повний алгоритм зниження високих показників SAIDI та SAIFI, а також зниження рівня ТВЕ.

Одним з ключових напрямків вирішення вищенаведених проблем є реалізація сценарію Енергетичного переходу, що на сьогоднішній день активно відбувається в постіндустріальних країнах. Моделі реалізації даного переходу, в рамках концепції інтелектуальних мереж (Smart Grid) зокрема, передбачають суттєвий розвиток розосередженої генерації, в першу чергу відновлюваних джерел енергії, а також та розвиток акумуляції електричної енергії.

Проведений аналіз засвідчив, що на сьогоднішній день вже розпочато розробку та впровадження ряду документів, які на державному рівні певною мірою сприятимуть реалізації сценарію Енергетичного переходу, зокрема:

- розроблено та схвалено Енергетичну стратегію України на період до 2050 року;
- оновлено Національно визначений внесок України до Паризької угоди;
- схвалено Концепцію впровадження «розумних мереж» в Україні до 2035 року та затверджено План заходів щодо її реалізації;
- розроблено та концепцію Державної цільової програми підтримки розподіленої генерації з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) тощо.

В той же час, проаналізувавши вищевикладене, ми прийшли до висновку стосовно існування потреби в розробці системи прогностичних та програмних документів, які максимально всеосяжно регламентуватимуть комплекс заходів з створення системи інтелектуальних мереж як на державному рівні, так і на регіональному рівнях. Окрему увагу, окрім безпосередньо технічних заходів, слід приділити організаційно-економічним складовим розроблюваних документів та найбільш оптимальним економічним моделям, які на всіх рівнях максимально повно враховуватимуть і передбачатимуть:

- визначення задач і функцій учасників реалізації програмних завдань;
- існуючі та потенційні можливості господарюючих суб'єктів;
- створення максимально сприятливих умов учасникам реалізації програмних завдань;
- розподіл відповідальності за прийняті рішення;
- організацію ефективної взаємодії між господарюючими суб'єктами різних галузей, органами місцевого самоврядування та виконавчої влади;
- формування фінансової складової, зокрема:
 - кредитування;
 - оподаткування;
 - інвестиційного забезпечення;
 - бюджетних коштів;
 - джерел додаткового фінансування та ін.
- раціональне використання наявних ресурсів;
- сприяння соціальній відповідальності;
- заохочення мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Відновлення та подальший розвиток електричних мереж країни, керуючись успішним досвідом розвинених держав, є запорукою покращення якості електропостачання та зниження рівня технологічних втрат. В той же час, успішне досягнення поставлених цілей вимагає розробки та виконання комплексу організаційно-економічних заходів, які необхідно включити в прогностичні та програмні документи.

Література

1. Офіційний сайт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nerc.gov.ua>.
2. Про затвердження Порядку встановлення (формування) тарифів на послуги з розподілу електричної енергії. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг №1175 від 05.10.2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v1175874-18#Text>.

3. Луценко І. М., Кошеленко Є. В., Циган П. С., Кузнецов Д. О. Проблеми ефективності роботи розподільчих електричних мереж 6-10 кВ міст. Науково-технічний збірник «Гірнича електромеханіка та автоматика» – 2018. №100. – С. 3-9.

4. Белякова І. В., Вакуленко О. О., Фіголь Р. П. Перспективи розвитку розподільних електромереж середнього класу напруги. Актуальні задачі сучасних технологій: Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, м. Тернопіль 25-26 листопада 2020р. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – Т.2. – С. 94-95.

5. Офіційний сайт Міністерства енергетики України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mev.gov.ua>

6. Рішення науково-практичної конференції «Проблеми втрат електроенергії в електричних мережах. Необхідність оптимального використання мережі та забезпечення її економічності» 10-13 грудня 2019р., смт. Славське. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ntseu.net.ua/special-projects/557-conf-decision>

7. Ципленков Д.В., Красовський П. Ю. Методи та засоби зниження технічних втрат електроенергії в елементах систем електропостачання. Електротехніка та електроенергетика. – 2015. – №1. – С. 77-82.

References

1. Official website of National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities. URL: <https://www.nerc.gov.ua>
2. On the approval of the Procedure for setting (forming) tariffs for electric energy distribution services. Resolution of the National Commission for State Regulation of Energy and Public Utilities of 05.10.2018 №1175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v1175874-18#Text>.
3. Lutsenko I.M., Koshelenko E.V., Tsygan P.S., Kuznetsov D.O. Problems of the efficiency of distribution power networks of 6-10 kV of urban areas. Scientific and technical collection «Mining Electromechanics and Automation» – 2018. №100. – P. 3-9.
4. Belyakova I.V., Vakulenko O. O., Figol R. P. Prospects for the development of medium-voltage power distribution networks. Actual problems of modern technologies: Book of abstracts of the XI International scientific and practical conference of young researchers and students. – Ternopil: TNTU, 2020. – V.2. – P. 94-95.
5. Official website of the Ministry of Energy of Ukraine. URL: <https://www.mev.gov.ua>
6. Decisions of the scientific and practical conference «Problems of power losses in electrical networks. The need for optimal use of the network and ensuring its economy» December 10-13, 2019, Slavske village. URL: <https://www.ntseu.net.ua/special-projects/557-conf-decision>
7. Tsyplenkov D.V., Krasovskiy P. Y. Methods and means of reducing technical losses of electricity in elements of power supply systems. Electrotechnics and electroengineering. – 2015. – №1. – P. 77-82