

УДК 005:621.311.1

Ачкасов Ігор Анатолійович

Кандидат технічних наук, докторант кафедри управління проектами, orcid.org/0000-0002-7049-0530
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОЕКТІВ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ**

***Анотація.** Розглянуто систему класифікації проектів зменшення витрат електроенергії в електричних мережах в умовах невизначеності (спостережності, неверифікованої інформації та недосконалості методів оцінки технологічних витрат). В межах системи класифікації витрат виділені два класи – технічні витрати та комерційні витрати. Кожен з видів витрат в мережах зменшується за рахунок впровадження проектів, які складають портфелі. Автором запропоновано розподілити портфелі за класами витрат та застосувати міжнародні стандарти портфельного управління. Визначені моделі та методи класифікації проектів зменшення витрат в електричних мережах. Залежно від повноти інформації про навантаження елементів електричної мережі за розрахунковий період для розрахунків навантажувальних витрат використовуються різні методи формування портфелів проектів зменшення витрат у електричних мережах.*

***Ключові слова:** класифікація проектів; витрати електроенергії; методи класифікації проектів зменшення витрат*

Вступ

Розвиток електроенергетики пов'язаний з проектами створення нових потужностей та мереж й зниженням витрат в мережах. Сьогодні витрати електроенергії на її транспортування від електростанцій до споживачів в Україні значно перевищують аналогічний показник країн Західної Європи. З економічної точки зору проекти зменшення витрат в мережах на сьогодні є найбільш привабливими з урахуванням наявної потужності електроенергетики України.

Основними причинами неефективності проектів зменшення витрат електроенергії на її транспортування в розподільних мережах є:

– недосконалість моделей та методів розрахунку технологічних витрат електроенергії, а саме в частині їх точності, адекватності та можливостей щодо аналізу чутливості витрат в задачах їх зниження [1];

– низький рівень спостережності електричних мереж цього класу напруг, що зумовлює низьку якість вхідної інформації про режимні параметри, та наявність необлікованих споживачів [2];

– відсутність методів верифікації вихідної інформації [3] та ін.

Побудова ефективної системи управління портфелями проектів зниження витрат в мережах постачання електроенергії це розробка нових або вдосконалення існуючих методів класифікації проектів щодо зниження витрат електроенергії в низьковольтних електричних мережах.

Мета статті

Метою та завданнями публікації є побудова систем класифікації проектів зменшення витрат електроенергії з погляду рівня спостережності, методів розрахунку витрат та верифікації наявної інформації для побудови програм розвитку та портфелів проектів операційної діяльності.

Виклад основного матеріалу**1. Формування системи класифікації проектів зменшенням витрат енергомерж**

Концептуальна схема системи класифікації проектів зменшенням витрат електромереж побудована з урахуванням взаємозв'язку операційної діяльності та портфельного управління розвитком енергопостачальної організації. При цьому стратегія та цілі організації пов'язані зі збалансованим управлінням портфелем проектів та операційною діяльністю на основі єдиних організаційних ресурсів [4; 5]. Розглянемо ключові групи проектів зменшення витрат електроенергії.

У практиці широкого застосування набула група методів розрахунку витрат електроенергії, в яких вся електрична мережа зводиться до одного елемента – еквівалентного опору. Адекватність та точність даної групи методів підсилюється за рахунок використання коефіцієнтів, за допомогою яких відображається вплив того чи іншого впливового фактора. Значення цих коефіцієнтів зазвичай визначаються за допомогою статистичної

інформації у вигляді їх середніх значень, що значним чином спотворює реальне значення втрат. Недоліком цієї групи методів є також неможливість виявлення окремих ділянок мережі з підвищеним значенням втрат і неможливість розробки проектів з їх зниження засобами аналізу чутливості. Мають вони і надзвичайно важливу перевагу – не потребують проведення додаткових вимірювань режимних параметрів мережі.

Втрати електроенергії в електричних мережах стали одним з важливих показників економічності роботи енергопостачальних компаній, характерним показником технічного стану електромереж, метрологічної відповідності розрахункових засобів вимірювальної техніки, ефективності функціонування енергетичного нагляду та збутової діяльності в електроенергетичній галузі [6]. Такий стан потребує застосування сучасних моделей та методів щодо зниження витрат та забезпечення якості [9]. Незадовільний стан електричних мереж, їх невідповідність режимам електроспоживання, а також низький рівень точності приладів обліку призводить до значного зростання втрат електроенергії.

Для вирішення цієї проблеми, згідно з «Енергетичною стратегією України на період до 2030 року», передбачено ввести в експлуатацію нові та реконструювати наявні лінії електропостачання напругою 0,38–150 кВ. Такі масштабні проекти щодо реконструкції розподільних електричних мереж вимагають використання новітніх наукових розробок та технологій. Тому не дивно, що зростає увага вітчизняних науковців до вирішення задач розрахунку, оцінювання, аналізу та зменшення втрат електроенергії в розподільних електричних мережах. При аналізі втрат електроенергії прийнято класифікувати їх за такими двома критеріями, як клас напруги електричної мережі та причини їх виникнення.

За першим критерієм розрізняють:

1. Втрати електроенергії в магістральних мережах 750–220 кВ;
2. Втрати електроенергії в замкнених мережах 110–150 кВ;
3. Втрати електроенергії в розімкнених (радіальних) мережах 150–35 кВ;
4. Втрати електроенергії в розподільних мережах 10(6) кВ;
5. Втрати електроенергії в мережах 0,38 кВ.

За критерієм причин виникнення втрати електроенергії класифікуються як технічні та комерційні.

Технічні втрати в свою чергу складаються з навантажувальних та втрат холостого ходу. Навантажувальні втрати – це частина втрат, яка залежить від навантаження кожного елемента мережі, тому носить змінний характер як і

навантаження. Більшість методів розрахунку втрат визначають саме цю складову. Втрати холостого ходу – це відносно постійні втрати електроенергії, до яких відносяться втрати холостого ходу електрообладнання (втрати в магнітопроводах та в ізоляції) та втрати на корону (для мереж 220–750 кВ).

Втрати на власні потреби підстанцій для розподільних електричних мереж – це витрати електроенергії на охолодження та обігрів силового обладнання та приміщень ПС-110(150) кВ, освітлення приміщень, територій та ін.

Технологічні втрати електроенергії в електричних мережах – це кількість електроенергії, яка дорівнює сумі втрат електроенергії в елементах електричних мереж, що виникають в них під час передачі електроенергії, витрат електроенергії на власні потреби підстанцій і розподільних пунктів, витрати електроенергії на плавлення ожеледі та втрати, що виникають як результат недосконалості обліку електроенергії технічними засобами. Тобто, технологічні втрати електроенергії складаються з технічних, витрат на власні потреби та втрат, обумовлених недообліком електроенергії.

Втрати електроенергії від недообліку електроенергії зумовлені недосконалістю системи обліку, похибкою трансформаторів струму (ТС) та напруги (ТН), приладів обліку, що використовуються.

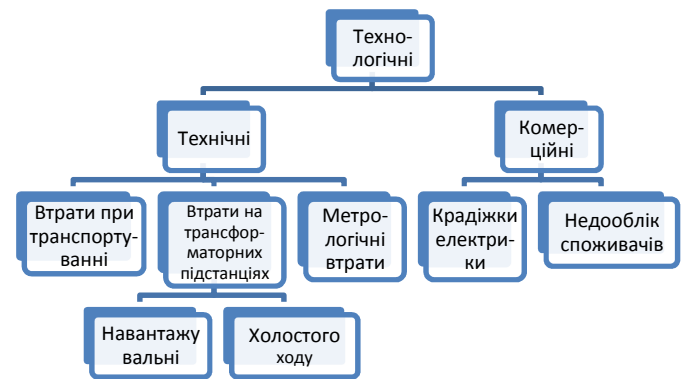


Рисунок 1 – Класи технологічних втрат електроенергії

Комерційні втрати електроенергії – це втрати електроенергії, які обумовлені неоплаченою часткою відпущеної електроенергії та втратами, які пов'язані з нерівномірністю оплати за спожиту електроенергію.

2. Методи розв'язання проблем зменшення витрат електроенергії на основі портфелів проектів

Враховуючи велику кількість проблем, які розв'язуються в проектах зменшення втрат електроенергії в розподільних електричних мережах, постала першочергова необхідність

у створенні комплексної системи інноваційних проектів зі зменшення втрат електроенергії з урахуванням особливостей вітчизняної економіки [7; 12]. З метою повного розуміння існуючих проектів необхідно провести повний аналіз основних етапів розв'язку задач зменшення втрат електроенергії в розподільних електричних мережах та різних підходів щодо вирішення проблем кожного з цих етапів.

Згідно стандартів портфельного управління [5; 13] портфель проектів організації створюється на основі стратегії та цілей, планування операційних проектів та проектів розвитку на основі стратегічних ініціатив. При цьому вирішальну роль в успіху портфельного управління грає компетентність команди управлінців та організації [8; 11].

Методи формування портфеля проектів базуються на основі розрахунку або оцінки втрат електроенергії і передбачають визначення технологічної складової, а саме всіх її частин. Комерційна складова визначається як різниця між фактичними і технологічними втратами електроенергії. Точне визначення всіх складових втрат є запорукою точного збалансування режиму системи постачання електроенергії та портфеля проектів зниження втрат.

Кожний з методів розрахунку втрат електроенергії передбачає використання певного об'єму інформації про режим та обладнання електричних мереж. За таких умов, збирання необхідної достовірної інформації для моделювання електричного режиму та визначення у подальшому втрат електроенергії є одним з визначальних етапів вирішення проблеми їх зменшення. Тому не дивно, що саме через недосконалість систем обліку електроенергії (похибка обліку складає 10–15%), яка споживається, майже всі енергопостачальні компанії України довгий час були збитковими підприємствами. Через це питання достовірності інформації про режим електричних мереж є досить актуальним не тільки в задачах оптимального керування, але і в задачах встановлення реального тарифу за спожиту електроенергію та, в подальшому, в задачах вибору оптимальних засобів зменшення втрат електроенергії.

Всю інформацію про режим мережі можна умовно розділити на детерміновану та ймовірнісну. Детермінована інформація – це паспортні дані обладнання, кількість генеруючого обладнання та ЛЕП, довжина ЛЕП. Під імовірнісною інформацією розуміють дані про режимні параметри мережі. Наприклад, навантаження споживачів, потужність генерування, значення напруги у вузлах.

Залежно від ступеня повноти та достовірності отриманої інформації будується з відповідною

точністю модель електричних мереж та використовується відповідний метод розрахунку режиму електричної мережі. Якість цієї інформації визначається за такими класичними критеріями, як інформаційна і методична похибки.

Для низьковольтних електричних мереж, тобто мереж побутових споживачів є проблема надходження повної і достовірної інформації для розрахунків втрат електроенергії. Ця проблема вирішується енергопостачальними компаніями поступовою заміною всіх електромагнітних лічильників на електронні, які мають вищий клас точності, деякі з них можуть передавати дані про графік споживання електроенергії засобами вбудованого модему.

За наявності інформації про навантаження у вітках, яка надходить в обчислювальний центр від системи телевимірювання, задача розрахунку втрат електроенергії зводиться до сумування втрат потужності в кожному з розрахованих режимів. Відомо, що засобами телевимірювання в наш час оснащені навіть не всі транзитні мережі 110 кВ. Тому для розподільних мереж 110 кВ та нижче задача розрахунку втрат електроенергії за період T базується на розрахунку втрат потужності для обмеженої кількості режимів. В цьому випадку втрати потужності перемножують на визначені тим або іншим способом інтегруючі множники, чисельні значення яких розраховуються на базі даних про графіки навантаження.

З використанням даних телевимірювання проводяться оперативні розрахунки, а з використанням інтегруючих множників – аналітичні. В окрему групу виділяються розрахунки втрат за узагальненими параметрами – оціночні розрахунки.

Наведемо характеристику методів розрахунків втрат електроенергії та засоби підвищення точності оціночних розрахунків втрат в розподільних низьковольтних мережах.

Оціночні методи розрахунку використовують під час розв'язку задач пов'язаних з прогнозуванням, нормуванням, а також з визначенням фактичних втрат в низьковольтних електричних мережах, де спожита електроенергія кожним споживачем визначається за сплаченими рахунками, тобто існує невизначеність вихідної інформації.

Нормування – це процедура встановлення для розрахункового періоду нормального за економічними критеріями рівня втрат, значення якого визначають на базі розрахунків втрат, аналізуючи можливості зниження в запланованому періоді. Узагальнені показники, які використовуються в оціночних моделях нормативу втрат електроенергії, повинні базуватися на

офіційних звітних даних за минулий розрахунковий період. Методи прогнозування втрат електроенергії за змістом не відрізняються від методів нормування. Відмінністю цих розрахунків є подальше використання їх результатів.

В окрему групу можна виділити оцінювання фактичних втрат електроенергії в розподільних мережах низької напруги. Метою цих розрахунків є визначення місць з підвищеним значенням втрат та складання попередніх балансів електроенергії.

Основними причинами недостатньої точності методів розрахунку втрат електроенергії в розподільних мережах, особливо що стосується низьковольтних електричних мереж є:

– неможливість отримання вихідної інформації про режимні та схемні параметри електричних мереж (реальні значення перерізів проводів, їх довжина, навантаження кожного елемента в будь-який момент часу і т. п.);

– неможливість функціонально відобразити залежність втрат електроенергії від несиметричного завантаження фаз, старіння обладнання, розташування споживачів вздовж лінії, неоднаковості перерізу головної ділянки фідера та окремих віток.

Кінцевою метою визначення втрат електроенергії в електричних мережах будь-якого

класу напруг є їх подальше зниження, тобто для низьковольтних електричних мереж це зумовлює необхідність проведення поелементного розрахунку та аналізу втрат електроенергії для визначення місць з підвищеним їх значенням.

Проведення поелементного аналізу втрат електроенергії можливо лише за умови впровадження в електричних мережах цього класу напруг АСКОЕ, з подальшим інтегруванням БД АСКОЕ в БД програмних комплексів розрахунку втрат електроенергії.

Висновки

1. Запропонована класифікація проектів зменшення втрат в електромережах дозволяє формувати раціональні портфелі проектів та визначати їх пріоритети.

2. Розглянуті методи зменшення втрат в електромережах дозволяють оптимізувати портфелі проектів як за технологічною, так й за комерційними ознаками.

3. Залежно від ступеня повноти та достовірності інформації щодо спостережень електромереж будується з відповідною точністю модель динаміки під впливом впровадження проектів зменшення втрат.

Список літератури

1. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем / [В. Э. Воротницкий, Ю. С. Железко, В. Н. Казанцев и др.]; под ред. В. Н. Казанцева. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 366 с.
2. Казанцев В. Н. Методы расчета и пути снижения потерь энергии в электрических сетях. – Свердловск: Издание УПИ, 1983. – 82 с.
3. Железко Ю. С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях / Ю. С. Железко. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 172 с.
4. Адизес И. Интеграция: Выжить и стать сильнее в кризисные времена / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 128 с.
5. Стандарт управления портфелями. Второе издание. PMI, 2008. 144 с.
6. Пригожин А. И. Методы развития организаций. – М.: МЦФЭР, 2003. – С. 93 – 104.
7. Ярошенко Ф.А., Бушуев С.Д., Танака Х. Руководство инновационными проектами и программами на основе системы знаний P2M.– Киев: «Саммит-Книга», 2012. – 272 с.
8. Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. Основы профессиональных знаний и система оценки компетенции проектных менеджеров. – Киев: ІРІДІУМ, 2010. – 225 с.
9. Имаи Масааки Гембакайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 346 с.
10. Bushuyev Sergey D., Wagner Reinhard F. IPMA Delta and IPMA Organisational Competence Baseline (OCB): New approaches in the field of project management maturity, *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 7, 2014 Iss: 2, pp.302 – 310.
11. IPMA Organisational Competence Baseline (IPMA OCB). IPMA, 2013, 67 p.
12. Kerzner H. In search of excellence in Project Management. VNB, 1998, 274 p.
13. ISO 21504. Project, programme and portfolio management. – Guidance on portfolio management, 2015. 20 p.

Стаття надійшла до редколегії 21.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Д. Бушуев, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Ачкасов Игорь Анатольевич

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления проектами, *orcid.org/0000-0002-7049-0530*
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКТОВ УМЕНЬШЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Аннотация. Рассматривается система классификации проектов уменьшения расходов электроэнергии в электрических сетях в условиях неопределенности (наблюдаемости, неверифицированности информации и несовершенства методов оценки технологических потерь). В рамках системы классификации потерь выделены два класса – технические потери и коммерческие потери. Каждый из видов потерь в сетях уменьшается за счет внедрения проектов, составляющих портфели. Автором предлагается распределить портфели по классам потерь и применить международные стандарты портфельного управления. Определены модели и методы классификации проектов уменьшения потерь в электрических сетях. В зависимости от полноты информации о нагрузках элементов электрической сети за расчетный период для расчетов нагрузочных потерь используются различные методы формирования портфелей проектов уменьшения потерь в электрических сетях.

Ключевые слова: классификация проектов, потери электроэнергии, методы классификации проектов уменьшения потерь

Achkasov Igor Anatolievich

PhD, Associated professor of the project management department, *orcid.org/0000-0002-7049-0530*
Kiev National University of Construction and Architecture, Kiev

CLASSIFICATION OF ELECTRICITY PROJECTS REDUCE LOSSES IN ELECTRIC NETWORKS

Abstract. The article deals with the classification of projects of electric line power losses saving under uncertainty (observability, nonverifiable information and immaturity of process losses evaluation methods). Technical and commercial losses are described in the frame of system losses classification. Each type of losses in line is decreasing through project implementation which is included into the project portfolio. Divided portfolios for losses types are offered by author. Author proposes to use international standards of portfolio management. Models and methods of classification projects of reducing losses in electric lines were defined. Depending on the completeness of the information about the load of electric line elements for the billing period for the calculation of load losses by various methods of portfolio development to reduce losses in electric lines.

Key words: projects classification, power losses, methods of power losses saving projects

References

1. Voronitsky, V.E., Zhelezko, S.V., Kazantsev, N et al. (1983). *The losses in electric networks of power supply*. Ed. V. Kazantsev. Moscow, Russia: Energoatomizdat, 366.
2. Kazantsev, V. (1983). *Calculation methods and ways to reduce energy losses in electric networks*. Sverdlovsk: UPI Edition, 82.
3. Zhelezko, S. (1989). *Selecting measures to reduce losses in electric networks*. Moscow, Russia: Energoatomizdat, 172.
4. Adizes, I. (2009). *Integration: to survive and become stronger in times of crisis / Trans. from English*. Moscow, Russia: Alpina Business Books, 128.
5. *The Standard for Portfolio Management. Second edition. (2008)*. PMI. 144.
6. Prigogine, A. (2003). *Methods development organizations*. Moscow, Russia: MCFER, 93-104.
7. Yaroshenko, F, Bushuyev, S, Tanaka, H. (2012). *Management of innovative projects and programs on the basis of knowledge P2M*. Kyiv, Ukraine: "Summit Book", 272.
8. Bushuyev, S, Bushueva, N. (2010). *Basics of professional knowledge and competence assessment system of project managers*. Kyiv, Ukraine: IRIDIUM, 225.
9. Masaaki Imai Gemba Kaizen (2005): *The way to reduce costs and improve the quality*. Trans. from English. Moscow, Russia: Alpina Business Books, 346.
10. Bushuyev, Sergey D., Wagner, Reinhard F.(2014). *IPMA Delta and IPMA Organisational Competence Baseline (OCB): New approaches in the field of project management maturity*. *International Journal of Managing Projects in Business*, 7(2), 302 – 310.
11. *IPMA Organisational Competence Baseline (IPMA OCB)*. (2013). IPMA, 67.
12. Kerzner, H. (1998). *In search of excellence in Project Management*. VNB, 274.
13. ISO 21504. *Project, programme and portfolio management — Guidance on portfolio management*.

Посилання на публікацію

- APA Achkasov, I. A. (2016). *Formation of portfolios of projects reducing electricity losses in electric networks*. *Management of Development of Complex Systems*, 25, 6 – 10.
- ГОСТ Ачкасов І.А. *Формування портфелів проектів зменшення втрат електроенергії у електричних мережах [Текст] / І.А. Ачкасов // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 6 – 10.*