

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію **Буславець Ольги Анатоліївни** «Методи та засоби підвищення достовірності розрахунку та аналізу технологічних витрат електроенергії для обґрунтування їх зменшення», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи

Актуальність теми дисертації.

Технологічні витрати електроенергії (ТВЕ) в електричних мережах енергосистем України порівняно з більш енергоефективно розвиненими країнами є значними. Особливо це стосується розподільних мереж напругою 110–0,4 кВ. В обласних енергопостачальних компаній вони в середньому становлять 11–14% від відпущеної електроенергії. Хоча в останні роки спостерігається поступове зменшення ТВЕ, проте рахувати ці темпи задовільними не можна.

За багато років «боротьби» з ТВЕ розроблено низку типових заходів зменшення витрат (ЗЗВ) електроенергії в електричних мережах. Не всі вони є однаково ефективними, коли стосується конкретних техніко-економічних умов. Тому приходиться вибирати ЗЗВ, порівнюючи й оцінюючи їхню кінцеву результативність. Спільним в цьому процесі для всіх ЗЗВ є те, наскільки точними і достовірними є результати визначення ТВЕ на етапі планування ЗЗВ, а також під час оцінювання їх ефективності за звітний період за ретроспективними даними. Очевидно, що як в першому, так і в другому випадках визначальним є повнота і достовірність вихідних даних.

На сьогодні, якість інформаційного забезпечення електричних мереж бажає кращого. Особливо це стосується розподільних електричних мереж, де навіть порівняно з вітчизняними магістральними мережами відчувається суттєве відставання. Без якісного покращання ситуації з інформаційним забезпеченням розподільних електричних мереж не вдасться в повній мірі скористатися перевагами, які дає впровадження Smart Grid технологій. В тому числі і в тій частині, яка відноситься до зменшення витрат електроенергії в електричних мережах під час її транспортування та розподілу.

В роботі Буславець О.А. досліджується можливість покращання ефективності функціонування електричних мереж шляхом підвищення достовірності розрахунку та аналізу технологічних витрат електроенергії для обґрунтування їх зменшення. Для цього в роботі ставиться задача оцінювання впливу повноти інформаційного забезпечення на достовірність розрахунків і аналізу ТВЕ для обґрунтування заходів щодо їх зменшення. Для дослідження ефективності ЗЗВ автором вибрано актуальні на сьогодні задачі оптимізації навантаження трансформаторних підстанцій, оптимального керування перетіканням електроенергії в електричних мережах та підвищення ефективності керування режимами електричних мереж на базі моніторингу їх параметрів та впливових метеопараметрів навколишнього середовища.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана на кафедрі електропостачання та енергетичного менеджменту Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка згідно плану держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України «Розробка методів та засобів підвищення ефективності керування режимами та транспортуванням електричної енергії в електричних мережах» (ДР № 0110U002506) та плану наукових та науково-технічних розробок у сфері паливно-енергетичного комплексу Міненерговугілля «Дослідження структури і режимів споживання електроенергії в розподільних електричних мережах» (Наказ № 634 від 02.09.2013 р.).

Короткий аналіз змісту дисертації і відповідність його поставленим задачам.

В *першому розділі* проаналізовано причини підвищених ТВЕ в електричних мережах енергосистем та показана недостатня ефективність заходів щодо їх зменшення. Показана необхідність вдосконалювати і розвивати інформаційне забезпечення електричних мереж, що створить умови для підвищення достовірності розрахунків та аналізу ТВЕ для обґрунтування заходів їх зменшення. Показано, що необхідно переглянути заходи з вдосконалення інформаційної інфраструктури розподільних мереж шляхом залучення розвиненої інфраструктури автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) та корпоративних баз даних.

Другий розділ присвячено аналізу і визначенню впливу силових трансформаторів на втрати електроенергії в електричних мережах. Запропоновано метод визначення максимального навантаження трансформаторних підстанцій (ТП) розрахунковим шляхом, що дозволяє точніше визначити втрати електроенергії в електричних мережах. Показано, що використання графіків навантаження ТП в розрахунках режимів ЕМ дозволяє точніше здійснювати пофідерний аналіз втрат і відповідним чином планувати ЗЗВ. Вдосконалено метод визначення максимального навантаження ТП з використанням характерних графіків навантажень та навантажувальної здатності трансформатора. Показано, що помісячні графіки навантажень, суміщені на одному рисунку в 3D-форматі є високо інформативними. З них видно, де знаходяться річні максимум та мінімум навантаження, помісячні максимуми та мінімуми навантажень тощо.

В *третьому розділі* показано, що модернізація електричних мереж на основі концепції Smart Grid дозволяє суттєво покращити керованість процесів транспортування та розподілу електроенергії. Як приклад, розглянуто електричні мережі з відновлюваними джерелами електроенергії. Впровадження Smart Grid технологій на рівні локальних електричних систем підтверджує їх техніко-економічну ефективність. Перехід на нову технологічну платформу обіцяє піднятися на вищий рівень щодо енергоефективності систем електропостачання, підвищити надійність, якість та економічність електропостачання. Підтверджена можливість і доцільність оптимального

керування втратами від взаємних і транзитних перетоків в ЕЕС, що є також актуальним для електричних мереж з відновлюваними джерелами енергії. Запропоновано практичні концептуальні положення комплексної системної компенсації перетікань реактивної потужності в розподільчих мережах

Четвертий розділ присвячено ілюстрації працездатності методів підвищення ефективності керування режимами електричних мереж на основі моніторингу їх параметрів і навколишнього середовища. Показано залежність втрат електроенергії в електричних мережах від температури навколишнього середовища та обґрунтована можливість уточнення розрахункових значень втрат електроенергії шляхом використання результатів моніторингу параметрів мережі. Приведено розрахунки щодо планування та оцінювання ефективності заходів зменшення втрат електроенергії в мережах. Показано залежність ефективності заходів щодо зменшення втрат від повноти інформаційного забезпечення.

Таким чином, Буславець О.А., провівши сукупність наукових досліджень, спираючись на сучасні методи досліджень і технічні засоби, розв'язала поставлені нею задачі і вирішила поставлену в роботі мету – покращання ефективності функціонування електричних мереж шляхом підвищення достовірності розрахунку та аналізу технологічних витрат електроенергії для обґрунтування їх зменшення.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна.

В дисертації Буславець О.А. отримала такі результати, які мають суттєву наукову новизну:

– розроблено підхід щодо оцінювання впливу інформаційного забезпечення на техніко-економічну ефективність електроощадних заходів в електричних мережах;

– вдосконалено метод визначення максимального навантаження ТП з використанням характерних графіків навантажень та навантажувальної здатності трансформатора;

– обґрунтовано необхідність переходу на нову технологічну платформу в електричних мережах, яка базується на принципах Smart Grid.

Положення і висновки відносно суті проблеми, принципів і методів побудови математичних моделей в роботі обґрунтовані і базуються на методах математичного моделювання на основі сучасних інтелектуальних технологій, зокрема, штучних нейронних мереж. При дослідженні втрат електроенергії використано методи розрахунку електричних кіл, теорії ймовірності, математичної статистики. Експериментальні дослідження виконані із застосуванням методів обробки даних.

Висновки по розділах і по роботі в цілому відповідають змісту дисертації і є об'єктивними. Можна стверджувати, що приведені в дисертаційній роботі Буславець О.А. висновки і рекомендації щодо використання результатів досліджень достатньо обґрунтовані і відповідають дійсності. Достовірність їх забезпечена коректністю використання математичного апарату та наукових

положень. Імітаційне моделювання виконано з використанням ПК «Втрати». Перевірка ефективності розроблених методів та алгоритмів проводилася на основі аналізу результатів моделювання та їх порівняння з результатами розрахунків режимів електричних мереж з реальними вихідними даними.

Основні результати дослідження **достатньо апробовані**. Вони доповідались на науково-технічних конференціях і опубліковані у 13-ти роботах, зокрема 7 у фахових виданнях, які входять в міжнародні наукометричні бази, зокрема одна стаття у виданні з наукометричної бази SCOPUS, а також 5 статей в інших професійних виданнях. Аналіз публікацій дозволяє зробити висновок, що в них в повному об'ємі опубліковані матеріали дисертації. Автореферат дисертації відображає її зміст, ідеї і висновки. У авторефераті розкрито внесок автора в даний науковий напрям, розкриті новизна розробок, теоретичні і практичні значення результатів проведених досліджень.

Практична цінність отриманих результатів.

На підставі виконаних досліджень визначені можливі способи підвищення ефективності функціонування електричних мереж шляхом вдосконалення методів розрахунку та аналізу технологічних витрат електроенергії. Зокрема: запропоновано алгоритм визначення максимального навантаження трансформаторних підстанцій розрахунковим шляхом, розроблена методика оцінювання впливу інформаційного забезпечення на ефективність заходів щодо зменшення втрат електроенергії (на прикладі компенсації реактивної потужності та визначення і зменшення транзитних втрат електроенергії). Вдосконалено програмний комплекс інтелектуальної підтримки розроблення електроощадних заходів в розподільних електричних мережах «Втрати», який передано для промислової експлуатації в ПАТ «Вінницяобленерго» (акт про впровадження від 04.10.2016 р.). За результатом НДР «Дослідження структури і режимів споживання електроенергії в розподільних електричних мережах» розроблено «Альбом типових графіків електричних навантажень» для широкого кола споживачів, який затверджено наказом Міненерговугілля України № 267 від 06.04.2017 р.

Зауваження по роботі.

1. В першому розділі розглянуто різні методи розрахунку втрат електроенергії, використання яких рекомендується в залежності від повноти інформації про навантаження електричної мережі. Очікувалося, що автор в кінці роботи повернеться до них і проаналізує уже з точки зору необхідного розвитку інформаційного забезпечення електричних мереж.

2. В роботі йдеться про доцільність використання для планування ЗЗВ корпоративних баз даних енергопостачальних компаній. Їх використання дає змогу забезпечити розрахункові моделі характерних режимів електричних мереж для визначення втрат електроенергії та динаміки їх зміни протягом звітного періоду і на перспективу. Проте конкретний механізм використання корпоративних даних не приведено.

3. В другому розділі розглянуто як можна для оптимізації навантаження ТП використати навантажувальні здатності трансформаторів та уточнені розрахунковим шляхом графіки навантаження ТП. Проте ці заходи розглянуто окремо. Більший ефект був би, коли б ці заходи використовувалися разом, доповнюючи один одного.

4. Під час розрахунку втрат електроенергії в РЕМ рекомендується використовувати типові графіки навантаження споживачів, альбоми яких розроблено. Це дозволяє підвищити точність визначення розрахункових максимумів навантаження та коефіцієнтів завантаження ТП. Проте в роботі не розкрито, як скористатися цією базою даних конкретним споживачам, які користуються рекомендованими програмними продуктами.

5. Є сумніви чи буде на належному рівні розвиватися інформаційне забезпечення електричних мереж з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ), оскільки є конфлікт інтересів між власниками ВДЕ і мереж. На сьогодні вимоги до ВДЕ при їх роботі в електричних мережах енергосистем не унормовані.

6. Оптимізація нормальної схеми електричної мережі з визначенням відповідних місць секціонування здійснюється за уточненими даними щодо навантаження. Зі зміною навантаження оптимальні місця секціонування часто можуть також змінюватися. Якщо схему мережі оперативно не змінювати, то ефект від розрахунків за більш точними даними (наприклад, за графіками навантаження) може суттєво зменшитися. В роботі не йдеться, як і якими засобами схема мережі буде коригуватися у відповідності зі зміною навантаження.

7. Щодо загальної оцінки змісту, структури та оформлення результатів роботи. У роботі зустрічаються граматичні помилки, стилістичні неточності і описки, але кількість їх допустима.

Зазначені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву результати досліджень. Вони не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Буславець О.А.

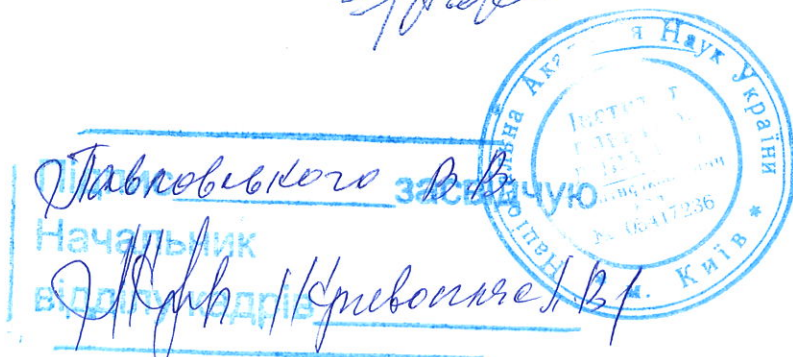
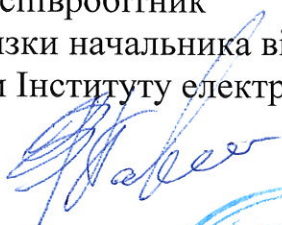
Висновки.

Зміст дисертації Буславець Ольги Анатоліївни відповідає спеціальності 05.14.02, за якою вона представлена до захисту. Дисертаційна робота має наукову цінність, є закінченою науково-дослідною роботою, яка присвячена вирішенню важливої і складної проблеми для електроенергетики – зменшення витрат електроенергії в електричних мережах енергосистем. Зокрема обґрунтовано необхідність покращання інформаційного забезпечення для підвищення достовірності розрахунку втрат електроенергії в електричних мережах і, як наслідок, більш обґрунтовано обирати заходи по зменшенню витрат електроенергії. Дисертаційна робота за актуальністю теми, обґрунтованістю та достовірністю наукових положень, новизною досліджень і практичною цінністю отриманих результатів відповідає вимогам пп. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 (зі змінами, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 р.,

№656). Її автор, Буславець Ольга Анатоліївна, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – електричні станції, мережі та системи.

Старший науковий співробітник
Виконуючий обов'язки начальника відділу автоматизації
електричних систем Інституту електродинаміки НАН України,
д.т.н., с.н.с.

Павловський В.В.



18. 12. 17р.