

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка Міністерства освіти і науки України
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БУСЛАВЕЦЬ ОЛЬГА АНАТОЛІЇВНА

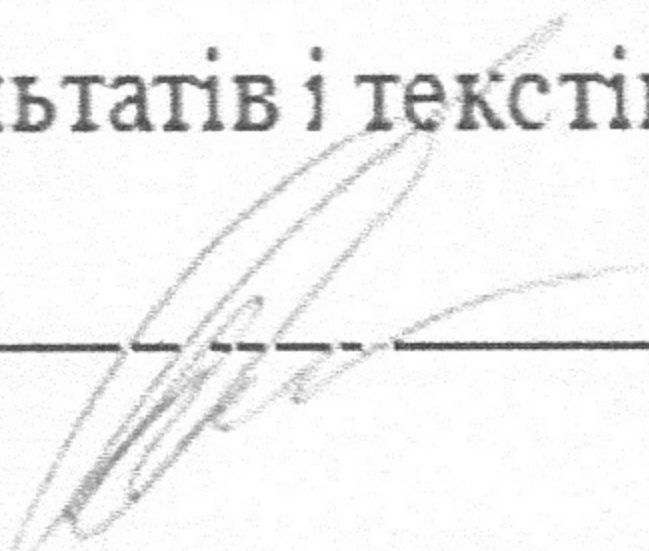
УДК 621.316.1.017

ДИСЕРТАЦІЯ

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ
РОЗРАХУНКУ ТА АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИТРАТ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ЇХ ЗМЕНШЕННЯ**

Спеціальність 05.14.02 – Електричні станції, мережі і системи
Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.


О. А. Буславець


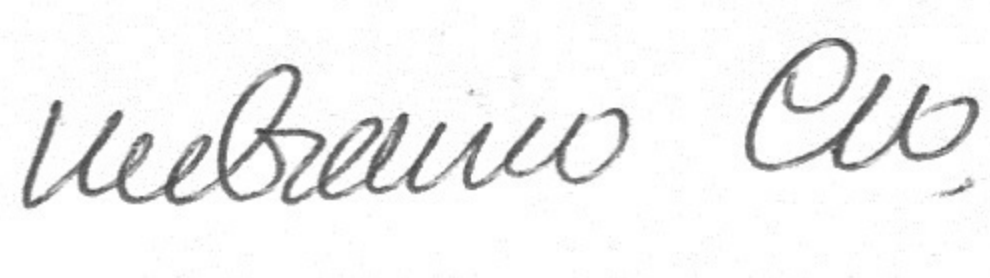
Науковий керівник

Лежнюк Петро Дем'янович,

доктор технічних наук, професор



Тема з іншими унікальними
дисертації ідеї
Внешній секретар спеціальної
виповні ради К 64.050.06

АНОТАЦІЯ

Буславець О.А. Методи та засоби підвищення достовірності розрахунку та аналізу технологічних витрат електроенергії для обґрунтування їх зменшення. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 «Електричні станції, мережі і системи». – Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Харків. 2017.

Оскільки значення технологічних витрат електроенергії (ТВЕ) під час її транспортування в розподільних електричних мережах України протягом останніх років залишаються високими і не мають тенденції до зниження, то необхідно продовжувати досліджувати напрямки їх зменшення в нових економічних умовах. Одним із напрямків зниження ТВЕ є підвищення достовірності розрахунку і аналізу ТВЕ для обґрунтування вибору заходів щодо їх зниження. Це стосується необхідності вдосконалення методичного, інформаційного та апаратного забезпечення, а також більш ефективного використання електрообладнання електричних мереж енергосистем.

Дисертаційна робота присвячена підвищенню ефективності функціонування електричних мереж шляхом вдосконалення методів розрахунку та аналізу технологічних витрат електроенергії.

Показано, що модернізація електроенергетики на основі концепції Smart Grid дозволяє суттєво покращати керованість процесів генерування, транспортування, розподілу та споживання електроенергії. Завдяки новим технологіям електроенергетика адаптується до ринкових умов, виконуються умови інтегрування її до об'єднаної енергосистеми Європи. Перехід на нову технологічну платформу дає змогу піднятися на вищий рівень щодо енергоефективності систем електропостачання, підвищити надійність, якість та економічність електропостачання.

Показано, що існує міра залежності техніко-економічної ефективності електроощадних заходів в електричних мережах від повноти їх інформаційного забезпечення. Показано, що шляхом математичного моделювання можливо встановити необхідний рівень інформаційного забезпечення, достатній для об'єктивного планування і реалізації заходів щодо зменшення технологічних витрат електроенергії. Обґрунтовано доцільність переходу на нову технологічну платформу в електроенергетиці, яка базується на принципах Smart Grid, що дозволяє вдосконалити оптимальне керування потоками потужності в електричних мережах та підвищити енергоефективності систем електропостачання.

Досліджено ряд електроощадних заходів в електричних мережах, ефективність яких може бути підвищена завдяки більш розвиненій інформаційній інфраструктурі електричних мереж з застосуванням Smart Grid технологій. Вдосконалено метод визначення максимального навантаження трансформатора з використанням характерних графіків навантажень та його навантажувальної здатності, яка визначається у відповідності з його залишковим ресурсом, що дозволяє більш обґрунтовано використовувати його регульовальні можливості для зменшення втрат електроенергії в електричній мережі. На даний час значно змінилися структура споживачів та характер електроспоживання. При цьому частка побутових споживачів у загальній структурі споживання суттєво збільшилася. За таких умов максимальне навантаження трансформаторних підстанцій з необхідною точністю може бути визначене на підставі результатів вимірювань та використання характерних графіків навантажень. В результаті розрахунковим шляхом визначаються струми у проводах ліній електропередачі, втрати електричної енергії в елементах електричної мережі, втрати напруги у споживачів.

В умовах реформування ринку електричної енергії надважливу роль буде відігравати точність добового прогнозування споживання

електроенергії, тому на сьогодні значно підвищився інтерес до графіків електричних навантажень, і в першу чергу, до типових графіків. Розроблено типові графіки навантажень, які можуть використовуватись операторами системи передачі та розподілу електроенергії, а також проектними організаціями для виконання електричних розрахунків в розподільних електричних мережах, обчислення резерву потужності трансформаторних підстанцій, обчислення втрат енергії та напруги в елементах електричних мереж, обчислення максимального навантаження трансформаторних підстанцій, керування режимами електроспоживання та режимами роботи розподільних електричних мереж. Типові графіки навантаження можуть використовуватися споживачами електричної енергії для мінімізації їх витрат на електричну енергію. Перспективним є використання графіків навантаження в 3D-форматі. Основний недолік подання графіків навантажень у двомірному зображенні полягає в тому, що зазначені графіки подають тільки зріз процесу зміни навантажень, що призводить до додаткових витрат часу і обчислювальних ресурсів. Помісячні графіки навантажень, суміщені на одному рисунку в 3D-форматі є високо інформативними. На них одразу можна побачити, де знаходяться річні максимум та мінімум навантаження, помісячні максимуми та мінімуми навантажень тощо.

Показана можливість і доцільність оптимального керування втратами від взаємних і транзитних перетоків в електричних мережах, об'єднаних на паралельну роботу в ЕЕС. Для мінімізації додаткових втрат від взаємних і транзитних перетоків вдосконалено відповідні методи і алгоритми розрахунку. Можливість покращання і підвищення ефективності керування процесами генерування, транспортування, розподілу та споживання електроенергії завдяки Smart Grid технологіям показана на прикладі локальних електричних систем з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ). Модернізація сучасних систем електропостачання з розвитком ВДЕ і

обмеженням централізованого електропостачання тісно пов'язана з Smart Grid технологіями. Планований техніко-економічний ефект від впровадження ВДЕ може бути досягнутий шляхом узгодження в часі оптимізації процесів вироблення, транспортування і споживання електроенергії. Електричні мережі за рахунок локальних систем керування, самоналагодження та самодіагностування можуть здійснювати регулювання постачанням електроенергії в залежності від режиму її споживання, але за умови достатнього інформаційного забезпечення. За допомогою сучасних інформаційно-комунікаційних технологій «розумні» мережі забезпечать інформаційне сполучення централізованого електропостачання, а також споживачів електроенергії з ВДЕ. Забезпечення оптимальності процесу генерування, розподілу та споживання електроенергії з урахуванням особливостей ВДЕ у реальному часі крім потужних комунікаційних можливостей розосередженої системи керування вимагає залучення відповідних підходів щодо формування керувальних впливів та законів керування окремими джерелами електроенергії з урахуванням специфіки їх керованості та спостережності. Як приклад, такої системи наведено систему керування режимами електричних мереж з ВДЕ. Особливістю цієї системи керування є те, що вона відкрита для доповнення новими функціями і розширення можливостей. На сьогодні вона доповнена блоком, в якому використовуються типові графіки навантаження і реалізована методика визначення максимального навантаження трансформаторних підстанцій для прогнозування балансу потужності в електричній мережі і визначення в ній технологічних витрат електроенергії.

Показано, що комплексна системна компенсація перетікань реактивної потужності в розподільних мережах 110/35/10 кВ є ефективним та реальним шляхом до зниження технічних втрат електроенергії під час її транспортування. За рахунок оптимальної компенсації реактивної потужності можливе максимальне зниження технічних втрат електроенергії на 10%, що

відповідає зниженню рівня втрат електроенергії з 11,8% до 10,6% від відпуску електроенергії в мережу. Запропоновані практичні концептуальні положення забезпечують вихідну методичну базу для виконання цільових проектів щодо системної компенсації перетікань реактивної потужності в мережах конкретних електропередавальних організацій. Вирішення задачі може бути забезпечене інвестиційними фондами за рахунок фінансування від сплати за реактивну електроенергію, яка надходить безпосередньо на розрахункові рахунки від промислових та інших споживачів, які залучаються до розрахунків за перетікання реактивної електроенергії.

Практична цінність роботи полягає в тому, що на підставі виконаних досліджень визначені 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, вдосконалена методика визначення втрат електроенергії від транзитних потоків, 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). На основі отриманих у роботі результатів вдосконалено програмний комплекс інтелектуальної підтримки розроблення електроощадних заходів в розподільних електричних мережах 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.

Ключові слова: електричні мережі, втрати електроенергії, заходи зменшення втрат, інформаційне забезпечення, графіки навантаження, оптимізація потоків потужності.

Список публікацій здобувача

1. Буславец О. А. Развитие воздушных линий 110–750 кВ в рамках концепции Smart Grid / Н. М. Черемисин, В. В. Черкашина, О. А. Буславец // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2014.– Вип.153.– С.3 – 8.
2. Буславец О. А. Перспективные оценки повышения эффективности электрических сетей / Н. М. Черемисин, В. В. Черкашина, О. А. Буславец // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2014. – №2. – С. 6–9.
3. O. Buslavets. Evaluation and increase of load capacity of on-load tap changing transformers for improvement of their regulating possibilities / O. Buslavets, P. Lezhniuk, O. Rubanenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – № 2/8 (74). – P. 35–41.
4. Буславець О. А. Оцінювання впливу відновлюваних джерел електроенергії на функціонування електричних мереж / О. А. Буславець, В. В. Кулик, П. Д. Лежнюк, В. В. Тептя // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 164. – С. 46 – 49.
5. Буславець О. А. Інформаційне забезпечення для ефективного планування заходів зі зменшення втрат електроенергії у розподільних електричних мережах / О. А. Буславець, В. В. Кулик, П. Д. Лежнюк // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика». – 2015. – № 1. – С. 103–109.
6. Буславець О. А. Вплив транзитних перетоків потужності на втрати електроенергії в електричних мережах / О. А. Буславець, О. Б. Бурикін, П. Д. Лежнюк // Технічна електродинаміка. – 2016. – № 4. – С. 71–73.
7. Petro Lezhnyuk, Olga Buslavets and Vyacheslav Komar. Impact of Renewable Sources of Energy on The Level of Active Power losses in Distribution Networks // 2016 2nd International Conference on Intelligent Energy

and Power Systems (IEPS). – Kyiv, Ukrain, 2016. – P. 73–78.

8. Буславец О. А. К расчету потерь электроэнергии на корону в сетях НЭК Укрэнерго / А. А. Потребич, В. И. Ткачев, В. С. Черников, Д. С. Стрельников, Н. И. Галкин, Н. А. Потребич, О. А. Буславец, Я. М. Коваль, В. А. Костюшко, О. С. Якимович // Энергетика та електрифікація. – 2013. – № 4. – С. 41–52.

9. Буславец О. А. Визначення максимального навантаження трансформаторних підстанцій розрахунковим шляхом / О. А. Буславец, А. О. Квицинський, Л. Н. Кудецький, В. В. Лях, С. Я. Меженний, В. М. Молчанов, В. Г. Стафійчук // Энергетика та електрифікація. – 2013. – № 5. – С. 25–31.

10. Буславец О. А. Практичні питання комплексної системної компенсації реактивної потужності в електричних мережах 110/35/10 кВ електропередавальних організацій / Д. Б. Банін, М. Д. Банін, О. С. Яндульський, Ю. М. Бондаренко, О. І. Ришкевич, А. Е. Зоммер, А. В. Левицький, С. Я. Меженний, А. М. Гушля, О. А. Буславец // Энергетика та електрифікація. – 2013. – № 8. – С. 2–16.

11. Буславец О. А. Шляхи підвищення достовірності розрахунку і аналізу технологічних витрат електричної енергії в мережах суб'єктів електроенергетики та обґрунтування вибору заходів щодо їх зниження / О. А. Буславец, М. Л. Головатюк, А. О. Квицинський, В. Ф. Черевач // Энергетика та електрифікація. – 2014. – № 4. – С. 3–6.

12. Буславец О.А. Типові графіки електричних навантажень у 3D зображенні / О. А. Буславец, А. О. Квицинський, Л. Н. Кудецький, С. Я. Меженний, Л. В. Мойсеєнко // Энергетика та електрифікація. – 2016. – № 2. – С. 2–12.

13. Буславец О. А., Лежнюк П. Д., Smart Grid технології в електроенергетиці // Матеріали XIII Міжнародної конференції «Контроль і управління в складних системах». – Вінниця: ВНТУ, 2016. – С. 6–10.

ABSTRACT

Buslavets O.A. Methods and means of increasing the reliability of calculation and analysis of technological electric power consumption for substantiation of their reduction. Qualifying scientific work on the rights of a manuscript.

The dissertation for the Candidate Degree (Engineering) on specialty 05.14.02 «Electric power stations, networks and systems». – Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv. 2017

As the values of technological electric power consumption in the process of its transportation in distribution grids of Ukraine remain high and the trend to their decrease is not observed it is necessary to continue studying the directions, aimed at their decrease in new economic conditions. One of the ways of decreasing TPC is to increase reliability of TPC calculation and analysis to substantiate the choice of measures for their reduction. This concerns the need to improve methodological, informational and hardware support, and more efficient usage of electrical equipment of power systems electric grids.

The dissertation is dedicated to the increase of electric grids operation efficiency by improvement of calculation and analysis methods of technological electric power consumption.

It has been shown that the modernization of power sector of the economy on the basis of Smart Grid concept enables to improve significantly the controllability of the processes of generation, transportation, distribution and consumption of electric energy. Due to new technologies, the power industry adapts itself to market conditions, meeting the requirements of its integration into a United power system of Europe. The transition on a new technological platform gives the possibility to raise to a higher level of energy efficiency of energy supply systems, increase the reliability, quality and economic efficiency of electric energy supply. The technical and economic efficiency of energy saving measures in

electric grids depends on the completeness of their information support. It has been shown that by means of mathematical modeling it is possible to establish the required level of information support, sufficient for objective planning and realization of measures, aimed at reduction of the technological consumption of electric power. The expediency of the transition to a new technological platform in power industry, based on the principles of Smart Grid that allows to improve the optimal control of power flows in electric grids and increase energy efficiency of electric energy supply systems is substantiated. A number of energy saving measures in electric grids, the efficiency of which can be increased due to more developed information infrastructure of electric grids, applying Smart Grid technologies have been studied. The method of determining the maximum load of the transformer, using characteristic loading graphs and its load capacity, determined in accordance with its residual resource was improved that allows more reasonable use of its regulating possibilities to reduce electric energy losses in the grids. At present moment the structure of consumers and the character of energy consumption has considerably changed. The share of house hold consumers in the general structure of consumption increased considerably. At such conditions maximum loading of transformer substations with required accuracy can be determined on the base of measurements results and usage of characteristic loading graphs. As a result, currents in transmission lines wires, losses of electric energy in the elements of electric grids, voltage losses in consumers are determined by means of calculation. In conditions of the reformation of the electric energy market the accuracy of daily forecast of energy consumption will play an important role, that is why, graphs of electric loadings and, especially characteristic graphs are of great interest. Typical loading graphs were developed, they could be used by the operators of electric energy transmission and distribution systems as well as by design organizations to perform electric calculations in distribution electric grids, calculation of power reserve of transformer substations, calculation of power and voltage losses in the elements of power grids, calculation of

transformer substations maximum loading, control of power consumption modes and distribution electric grids operation modes. Typical loading graphs can be used by the consumers of electrical energy for minimization of their cost for electrical energy. Usage of loading graphs in 3-D format is very challenging. Main drawback of loading graphs presentation in 2D image is that these graphs present only the cross-section of the process of loading change that results in additional losses of time and computational resources. Month-by-month loading graphs, combined on one and the same Figure in 3D format are highly informative. Location of annual maximum and minimum of loading, month-by-month maxima and minima of loadings, etc. can be seen immediately on these Figures. The possibility and expediency of optimal control of losses due to mutual and transit flows in electric grids, connected for parallel operation in EES is shown. Appropriate methods and calculation algorithms were improved to minimize additional losses due to mutual and transit flows. The possibility to improve the efficiency of generation, transmission, distribution and power consumption processes control as a result of Smart Grid technologies implementation is shown on the example of local power systems with renewable energy sources(RSE).

Upgrading of modern systems of energy supply with the development of RSE and limitation of the centralized energy supply is closely connected with Smart Grid technologies.

Planned technical and economic effect as a result of RSE implementation can be achieved by means of time matching of generation, transport and consumption of electric energy processes. Electric grids due to local control systems, self-adjustment and self- diagnostics can perform regulation of energy supply, depending on the mode of its consumption but on condition of sufficient information support. By means of modern information-communication technologies “smart” grids will provide information communication of centralized energy supply as well as consumers of electric energy with RSE. Provision of the optimality of generation, distribution and energy consumption process with the

account of RSE peculiarities in real-time, besides powerful communication possibilities of distributed control system requires involvement of corresponding approaches, regarding the formation of control impacts and control laws of separate sources of electrical energy with the account of the characteristic features of their controllability and observability. As the example of such a system the control system of electric grids with RSE operation modes is suggested. Characteristic feature of such control system is the fact that it is open for supplementing with new functions and widening of possibilities. Nowadays the given system is supplemented with a unit where typical load graphs are used and the technique of maximum loading determination of transformer substations for the forecast of power balance in electric grid and determination of technological losses of electrical energy in it, is realized.

It is shown that complex system compensation of reactive power flow in 110/35/10 kV distributed grids is efficient and real way to the reduction of technical losses of electrical energy in the process of its transportation. At the expense of optimal compensation of reactive power maximum reduction of technical losses of electrical energy by 10% is possible. This corresponds to the reduction of electrical energy losses level from 11.8% to 10.6% from electrical energy supply in the grid. The suggested practical concept factors provide methodical base for realization of target projects, regarding system compensation of reactive power overflows in the grids of energy transmission companies. The solution of the given problem can be provided by the investment funds at the expense of financing, obtained from payment for reactive power, that enters directly on bank accounts from industrial and other consumers, involved in the calculations for reactive electrical energy flows.

Practical value of the dissertation is that on the base of the performed research means of increasing the efficiency of electric grids operation by improving the methods of calculation and analysis of technological electric power consumption are determined. In particular: the algorithm, determining the

maximum loading of transformer substations by calculation method is suggested, technique of determining power losses due to transit flows is improved, technique of assessing the impact of information support on the efficiency of measures, aimed at reduction of energy losses (on the example of reactive power compensation, determination and reduction of transit energy losses) is developed. On the basis of the results, obtained in the work, the software complex of intellectual support for the development of energy saving measures in distribution electric grids was improved and proposed for industrial operation at PJSC «Vinnytsyaoblenergo» (implementation act dated 04.10.2016). As a result of the research work «Study of the structure and modes of electric energy consumption in distributed electric networks», «Album of typical graphs of electrical loadings» was developed for a wide range of consumers.

Keywords: electric networks, power losses, measures for losses reduction, information support, loading graphs, optimization of power flows.

Referencese

1. Buslavec O. A. Razvitie vozduzhnyh liniy 110–750 kv v ramkah koncepcii smart grid / N. M. Cheremisin, V. V. Cherkashina, O. A. Buslavec // Visnik Harkivskogo Nacionalnogo Tehnichnogo Universitetu Silskogo Gospodarstva im. P. Vasilenka. – Harkiv: HNTUSG, 2014.– vip. 153.– P. 3 – 8.

2. Buslavec O. A. Perspektivnye ocenki povysheniya effektivnosti elektricheskikh setej / N. M. Cheremisin, V. V. Cherkashina, O. A. Buslavec // Energetika ta Kompyuterno-integrovani Tehnologii v APK. –2014. – №2. – P. 6–9.

3. O. Buslavets. Evaluation and increase of load capacity of on-load tap changing transformers for improvement of their regulating possibilities / O. Buslavets, P. Lezhniuk, O. Rubanenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – № 2/8 (74). – pp. 35 – 41.

4. Buslavec O. A. Ocinyuvannya vplivu vidnovlyuvanih dzherel elektroenergii na funkcionuvannya elektrichnih merezh / O. A. Buslavec, V. V.

Kulik , P. D. Lezhnyuk , V. V. Teptya // Visnik Harkivskogo Nacionalnogo Tehnichnogo Universitetu Silskogo Gospodarstva im. P. Vasilenka. – Harkiv: HNTUSG, 2015.– vip.164.– pp. 46 – 49.

5. Buslavec O. A. Informacijne zabezpechennya dlya effektivnogo planuvannya zahodiv zi zmeshennya vtrat elektroenergii u rozpodilnih elektrichnih merezhah / O. A. Buslavec, V. V. Kulik, P. D. Lezhnyuk // Naukovi Praci Doneckogo Nacionalnogo Tehnichnogo Universitetu. Seriya «Elektrotehnika i Energetika». – 2015. – № 1. – pp. 103–109.

6. Buslavec O. A. Vpliv tranzitnih peretokiv potuzhnosti na vtrati elektroenergii v elektrichnih merezhah / O. A. Buslavec, O. B. Burikin, P. D. Lezhnyuk // Tehnichna Elektrodinamika. – 2016. – № 4. – pp. 71–73.

7. Olga Buslavets, Petro Lezhnyuk and Vyacheslav Komar. Impact of renewable sources of energy on the level of active power losses in distribution networks // 2016 2nd international conference on intelligent energy and power systems (ieps). – Kyiv, Ukraine, 2016. – pp. 73–78.

8. Buslavec O. A. K raschetu poter elektroenergii na koronu v setyah nek ukrenergo / A. A. Potrebich, V. I. Tkachev, V. S. Chernikov, D. S. Strelnikov, N. I. Galkin, N. A. Potrebich, O. A. Buslavec, YA. M. Koval, V. A. Kostyushko, O. S. Yakimovich // Energetika ta Elektrifikaciya.– 2013.– № 4.– pp. 41 – 52.

9. Buslavec O. A. Vyznachennya maksimalnogo navantazhennya transformatornih pidstancij rozrahunkovim shlyahom / O. A. Buslavec, A. O. Kvicinskij, L. N. Kudackij, V. V. Lyah, S.YA. Mezhennij, V. M. Molchanov, V. G. Stafijchuk // Energetika ta Elektrifikaciya. – 2013. – № 5. – pp. 25 – 31.

10. Buslavec O. A. Praktichni pitannya kompleksnoï sistemnoï kompensacii reaktivnoï potuzhnosti v elektrichnih merezhah 110/35/10 kv elektroperedavvalnih organizacij / D. B. Banin, M. D. Banin, O. S. Yandulskij, YU. M. Bondarenko, O. I. Rishkevich, A. E. Zommer, A. V. Levickmj, S. YA. Mezhennij, A. M. Gushlya, O. A. Buslavec // Energetika ta Elektrifikaciya. – 2013. – №8. – pp. 2 – 16.

11. Buslavec O. A. Shlyahi pidvishhennya dostovirnosti rozrahunku i analizu tehnologichnih vitrat elektrichnoï energii v merezhah subektiv elektroenergetiki ta obruntuvannya vioru zahodiv shhodo ih znizhennya / O. A. Buslavec, M. L. Golovatyuk, A. O. Kvicinskij, V. F. Cherevach // Energetika ta Elektrifikaciya. – 2014. – № 4. – pp. 3 – 6.

12. Buslavec O. A. Tipovi grafiki elektrichnih navantazhen u 3d zobrazhenni / O. A. Buslavec, A. O. Kvicinskij, L. N. Kudackij, S. YA. Mezhennij, L.V. Mojseenko // Energetika ta Elektrifikaciya.– 2016.– № 2.– pp. 2 – 12.

13. Buslavec O. A., Lezhnyuk P. D. Smart grid tehnologii v elektroenergetici // Materiali XIII mizhnarodnoï konferencii «Kontrol I Upravlinnya V Skladnih Sistemah». – Vinnicya: VNTU, 2016. – pp.6 – 10.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	7
Розділ 1. КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВИТРАТАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ В УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ НОВОЇ МОДЕЛІ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ .	13
1.1 Шляхи підвищення достовірності розрахунків та аналізу ТВЕ для обґрунтування заходів щодо їх зменшення	13
1.2 Інформаційне забезпечення для ефективного планування заходів зі зменшення втрат електроенергії.	17
1.2.1 Інформаційне забезпечення як впливовий фактор планування та оцінювання ефективності ЗЗВ	17
1.2.2 Розрахунок та аналіз навантажувальних втрат електроенергії	22
1.2.2.1 Вихідні дані для розрахунку	22
1.2.2.2 Оцінювання похибки розрахунку змінних втрат електроенергії та спостережності електричної мережі	27
1.2.2.3 Використання баз даних АСКОЕ для задач аналізу втрат електроенергії	28
1.3 Постановка задач дослідження. Висновки до першого розділу.....	30
Розділ 2. ОПТИМІЗАЦІЯ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСФОРМА- ТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ	32
2.1 Силові трансформатори як елементи, що формують основну складову втрат електроенергії в електричних мережах	32
2.1.1 Загальна характеристика трансформаторів в електричних мережах	32
2.1.2 Оцінювання і підвищення навантажувальної здатності трансформаторів з РПН для збільшення їх регулювальних можливостей	34
2.1.2.1 Використання трансформаторів з РПН для компенсації	

негативного впливу неоднорідності електричних мереж	34
2.1.2.2 Нейро-нечітка модель коефіцієнта ресурсу РПН трансформатора з врахуванням стану системи охолодження	36
2.1.2.3 Вплив навантажувальної здатності трансформаторів на зону оптимальності режимів електричних мереж	46
2.2. Визначення максимального навантаження трансформаторних підстанцій розрахунковим шляхом	49
2.2.1 Визначення максимального навантаження ТП за результатами ряду вимірювань	50
2.2.2 Розподіл максимальних навантажень ТП пропорційно їх номінальним потужностям	51
2.2.3 Визначення максимального навантаження ТП за її річним споживанням активної електроенергії	53
2.3 Формування графіків навантаження трансформаторних підстанцій	59
2.3.1 Загальні положення щодо використання графіків навантаження в розрахунках режимів електричних мереж	59
2.3.2 Групування графіків навантажень методами кластерного аналізу	62
2.3.3 Переваги тривимірного зображення графіків навантажень	62
2.4 Висновки до розділу 2	65
Розділ 3. ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПЕРЕТІКАННЯМ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ	67
3.1 Застосування Smart Grid технологій для підвищення ефективності транспортування електроенергії	67
3.1.1 Концепція Smart Grid в електроенергетиці	67
3.1.2 Smart Grid технології в локальній електричній системі	72
3.1.2.1 Локальна електрична система як об'єкт керування	72
3.1.2.2 Оптимальне керування ВДЕ в електричній мережі	75
3.2 Вплив транзитних перетоків на втрати електроенергії в	

електричних мережах	82
3.3 Перетіканням реактивної потужності в електричних мережах як об'єкт керування	87
3.4 Висновки до розділу 3	94
Розділ 4. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ЇХ ПАРАМЕТРІВ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	96
4.1 Залежність втрат електроенергії в електричних мережах від температури навколишнього середовища	96
4.1.1 Залежність параметрів електричних мереж від температури	96
4.1.2 Використання результатів моніторингу для уточнення втрат електроенергії	100
4.1.3 Розрахунок режимів електричної мережі за різної повноти вихідних даних	106
4.2 Планування та оцінювання ефективності заходів щодо зменшення втрат електроенергії	110
4.2.1 Оптимізація нормальної схеми електричної мережі	110
4.2.2 Обґрунтування заміни перерізів проводів перевантажених ЛЕП	114
4.2.3 Обґрунтування компенсації реактивної потужності	118
4.3 Інформаційне забезпечення контролю й керування адресними потоками потужності в електричних мережах	121
4.3.1 Визначення втрат електроенергії, викликаних адресними потоками	122
4.3.2 АСКОЕ локальних рівнів як елемент системи балансування електроенергії	125
4.4 Висновки до розділу 4	127
ВИСНОВКИ	129
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	133
Додаток А Типові графіки електричних навантажень	146
Додаток Б Розрахунки Ямпільських РЕМ	156
Додаток В Акти впровадження	165
Додаток Г Список публікацій здобувача за темою дисертації	166