

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ТА
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ:
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ – REMS'16**

Збірник матеріалів конференції

30 травня - 01 червня 2016 р.

м. Київ

Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку. Збірник наукових праць III Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції у місті Києві 30 травня-01 червня 2016 р. – Київ, НТУУ «КПІ», 2016. – 118 с.

**ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ
СПІВГОЛОВИ**

ДЕНИСЮК Сергій

Директор Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»

САВЧУК Сергій

Голова Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України

ЧЛЕНИ ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ:

Басок Борис, член-кор. НАН України

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

Випанасенко Станіслав, проф.

Національний гірничий університет, Україна

Дешко Валерій, проф.

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

Догматов Анатолій, проф.

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Україна

Жаркін Андрій, член-кор. НАН України

Інститут електродинаміки НАН України, Україна

Жуйков Валерій, проф.

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

Заболотний Анатолій, доцент

Запорізький національний технічний університет, Україна

Каплун Віктор, проф.

Київський національний університет технології та дизайну, Україна

Качан Юрій, проф.

Запорізька державна інженерна академія, Україна

Кіорсак Михайло, проф.

Інститут енергетики АН Молдови, Молдова

Константінов Сергій, проф.

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

Кудря Степан, проф.

Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Україна

Лежнюк Петро, проф.

Вінницький національний технічний університет, Україна

Лазуренко Олександр, проф.

Національний технічний Університет «ХПІ», Україна

Лі Бернт, проф.

Університетський коледж Телемарк, Норвегія

Маліновський Антон, проф.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Марченко Андрій, проф.

Національний технічний університет «ХПІ», Україна

Метельський Володимир, проф.

Запорізький національний технічний університет, Україна

Нижник Олександр, проф.

Полтавський національний політехнічний університет ім. Ю. Кондратюка, Україна

Садовий Олександр, проф.

Дніпродзержинський державний технічний університет, Україна

Сиченко Віктор, проф.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна, Україна

Сінчук Олег, проф.

Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, Україна

Терешкевич Леонід, доцент

Вінницький національний технічний університет, Україна

Танкевич Євген, проф.

Інститут електродинаміки, Україна

Фіалко Наталія, член-кор. НАН України

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

Фомічов Євгеній, проф.

Одеський національний політехнічний університет, Україна

Шмаров Валерій, проф.

Національний авіаційний університет, Україна

Щокін Вадим, проф.

Криворізький національний університет, Україна

Секретар оргкомітету конференції Веремійчук Юрій

Адреса організаційного комітету конференції:

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Інститут енергозбереження та енергоменеджменту. 03056, Україна, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, корпус 22, к. 315, тел./факс (38-044) 204-85-14; сайт: pems.kpi.ua, e-mail: pems@kpi.ua

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE**

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC-TECHNICAL,
METHODOLOGICAL CONFERENCE**

**PROBLEMS OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEM –
PEMS’16**

Conference proceedings

30 May – 1 June 2016.

Kyiv

Problems of Energy Management System. Conference proceedings of the 3rd International Scientific-Technical, Methodological Conference in Kyiv on 30 May – 1 June, 2016. Kyiv, NTUU “KPI”, 2016, 118 p.

CONFERENCE PROGRAM COMMITTEE

DEPUTIE HEADS

DENYSIUK Sergey

Director of the Institute of Energy saving and Energy management NTUU “KPI”

SAVCHUK Sergiy

Head of the State Agency for Energy efficiency and Energy saving of Ukraine

Members of program committee:

Basok Borys, Ass. Member of NAS Ukraine

Institute of Engineering Thermophysics NAS Ukraine, Ukraine

Vypanasenko Stanislav, Prof.

National Mining University, Ukraine

Deshko Valeriy, Prof.

National Technical University of Ukraine “KPI”, Ukraine

Dogmatov Anatoliy, Prof.

National Aerospace named after M.E. Zhukovsky “KhAI”, Ukraine

Zharkin Andriy, Ass. Member of NAS Ukraine

Institute of Electrodynamics NAS Ukraine, Ukraine

Zhuikov Valeriy, Prof.

National Technical University of Ukraine “KPI”, Ukraine

Kaplun Viktor, Prof.

Kyiv National University of Technology and Design, Ukraine

Kachan Yuriy, Prof.

Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine

Kiorsak Mychailo, Prof.

Institute of Energy AS Moldova, Moldova

Konstantinov Segiy, Prof.

National Technical University of Ukraine “KPI”, Ukraine

Kudrya Stepan, Prof.

Institute of Renewable Energy NAS Ukraine, Ukraine

Lezhniuk Petro, Prof.

Vinnytsya National Technical University, Ukraine

Lazurenko oleksandr, Prof.

National Technical University of Ukraine “KPI”, Ukraine

Lie Bernt, Prof.

Telemark University College, Norway

Malinovsky Anton, Prof.

Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Marchenko Andriy, Prof.

National Technical University “KhPI”, Ukraine

Metelsky Volodymyr, Prof.

Zaporizhzhya National Technical University, Ukraine

Nyzhnyk Oleksandr, Prof.

Poltava National Polytechnic University named after Y. Kondratiuk, Ukraine

Sadovyi Oleksandr, Prof.

Dniprodzerzhynsk State Technical University, Ukraine

Sychenko Viktor, Prof.

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after academician V. Lazaryan, Ukraine

Sinchuk Oleg, Prof.

Kremenchug National University named after M. Ostrogradsky, Ukraine

Tereshkevych Leonid, Ass. Prof.

Vinnytsya National Technical University, Ukraine

Tankevych Yevgen, Prof.

Institute of Electrodynamics NAS Ukraine, Ukraine

Fialko Nataliya, Ass. Member of NAS Ukraine

Institute of Engineering Thermophysics NAS Ukraine, Ukraine

Fomichov Yevgeniy, Prof.

Odesa National Polytechnic University, Ukraine

Shmarov Valeriy, Prof.

National Aviation University, Ukraine

Shchokin Vadym, Prof.

Kryvyi Rih National University, Ukraine

Yurchenko Oleg, Prof.

Institute of Electrodynamics NAS Ukraine, Ukraine

Secretary of the Organizing Committee Veremiichuk Yurii

Organizational committee of the conference:

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Institute of Energy saving and Energy management. 3056, Ukraine, Kyiv, 115 Borshchagivska st., b. 22, r. 315, tel./fax (38-044) 204-85-14;

e-mail: pems@kpi.ua, link: pems.kpi.ua

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Басок Б. І. ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ	9
Бочуля П. О. АСИМЕТРИЯ НАПРУГИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РОБОТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ	11
Верба М. Є. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІВАЛЕНТНИХ СХЕМ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	12
Веремійчук Ю. А., Гончаренко І. С., Лисенко О. М., Черкашина Г. І. УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ В ОБ'ЄДНАНІЙ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ УКРАЇНИ	14
Волошко А. В., Бражник К. О. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ	15
Ворфоломєєв А. В. ВИКОРИСТАННЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА	17
Денисюк С. П., Горенко Д. С. АНАЛІЗ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ НА БАЗІ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	18
Доценко С. І. МЕТОДОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАННЯ ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ДІАЛОГОВОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ	20
Дудніков С. М. ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ	22
Ковалко О. М., Євтухова Т. О. СТРУКТУРИЗАЦІЯ БАЛАНСОВО-ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ	24
Заболотный А. П., Хоролец А. С. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕННЯ	27
Ковальчук А. М., Савченко Л. Ю. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНОТИПНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ	28
Костюк В. О. ТРИТОЧКОВА АПРОКСИМАЦІЯ ФУНКЦІЙ РОЗПОДІЛУ МІНЛИВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СТОХАСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	30
Костюк В. О., Близнюк Є. В. СИСТЕМА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ДЕРЕВООБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВОМ СИНТЕТИЧНОГО ПАЛИВА ДЛЯ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	32
Костюк В. О., Радченко О. Л., Аксьонова О. С. МОДЕЛЬ СФЕУ З ВІДСТЕЖЕННЯМ КУТА СХОДЖЕННЯ СОНЦЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРО-ПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТА ТА З ВРАХУВАННЯМ ЗМІННОГО ПОКАЗНИКА ІНСОЛЯЦІЇ	34
Костюк В. О., Радченко О. Л., Конопко В. І. РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ МІКРОМЕРЕЖЕЮ НА ОСНОВІ УМОВИ ІНВАРІАНТНОСТІ СТАНУ ЗАРЯДЖЕНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО АКУМУЛЯТОРА	36
Костюк В. О., Міщенко Є. В. ГІБРИДНІ МОДЕЛІ МІКРОМЕРЕЖІ В ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ ПОШУКУ СУБОПТИМАЛЬНИХ КОНФІГУРАЦІЙ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ	38
Кужель Л. М. ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ШЛЯХОМ ЗМЕНШЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ СВІТЛОПРОЗОРИ ВІКОННІ КОНСТРУКЦІЇ	40

Кулагін Д. О., Волков М. А. СУЧАСНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРІВ	41
Лисак О. В. ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТРИВАЛОСТІ ПЕРІОДУ АКУМУЛЮВАННЯ	43
Лисенко О. М. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В БУДІВЛІ	45
Музика Н. Ю. ПРОГНОЗУВАННЯ НЕОБХІДНОГО ОБСЯГУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УЧАСНИКОМ БАЛАНСУЮЧОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	46
Побігайло В. А., Матвєєв С. Ю. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ РОЗЧЕПЛЮВАЧІВ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ	47
Прокопенко В. В., Босенко О. А. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ШЛЯХОМ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	49
Федосенко М. М., Віннічук В. В., Кудієв П. В. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ К-СЕРЕДНИХ В ЗАДАЧАХ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ	51
Хортова О. О. ПРИКЛАДНІ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОФІКАЦІЙНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК ТЕРМОДИНАМІЧНИМ МЕТОДОМ	53
Чернявський А. В. ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ НОРМ З ЕКОДИЗАЙНУ ДЛЯ ЕНЕРГОСПОЖИВЧИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ	54
Ярмолюк О. С. РОЗПОДІЛ НАВАНТАЖЕНЬ МІЖ ГЕНЕРУЮЧИМИ ДЖЕРЕЛАМИ МІКРОМЕРЕЖ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ	56
<i>МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ</i>	
Hans-Dietrich Haasis, Irina Dovbischuk, Sergii Denysiuk, Oleg Kotsar, Yuliia Chernetska ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ У ЛАНЦЮГАХ МОРСЬКИХ ПОСТАВОК (ENERGYWARE)	58
Басок Б. І., Соколовська О. М., Соколовський П. В. ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ	61
Басок Б. І., Соколовський П. В., Соколовська О. М. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАХОДІВ З УСУНЕННЯ НІЧНОГО ПРОВАЛУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ	62
Бориченко О. В., Базюк Т. М., Вишняков В. А., Рибінська Я. В. СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	64
Васильченко О. М. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІКО-СОЦІАЛЬНИХ УМОВАХ В УКРАЇНІ	66
Ващишак І. Р., Сорохманюк М. Я. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	67
Веремійчук Ю. А., Замулко А. І. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕРЕВІРКИ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ НАГЛЯДОВИМИ ОРГАНАМИ	68
Дейко Б. В. ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ ПОТОЧНИХ ТА ПРОГНОЗНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ ПІДПРИЄМСТВ	70

Денисюк С. П. СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ, ПРІОРИТЕТИ ДЛЯ УКРАЇНИ	71
Денисюк С. П., Василенко В. І. ОПТИМАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГОСИСТЕМИ З ОЦІНКОЮ МІРИ БЛИЗЬКОСТІ КВАЗІОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ	75
Дешко В. І., Білоус І. Ю., Гурська Ю. В. ДО ЗАСТОСУВАННЯ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЕЛЬ	77
Козлов В. Д., Тихонов В. В., Соколова Н. П., Захарченко Ю. А. СТРУКТУРА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ МОН УКРАЇНИ	78
Находов В. Ф., Бориченко О. В., Іванько Д. О., Луценко Н. А., Аданіков О. В. ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ	80
Находов В. Ф., Бориченко О. В., Іванько Д. О., Ройтер А. В., Пахарєв Ю. В. ЗАСТОСУВАННЯ ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПОБУДОВИ БАЛАНСІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ КОТЕЛЬНИХ	82
Находов В. Ф., Замулко А. И., Мохаммад Аль Шарари, Мединцева Д. А. АНАЛІЗ УСТАНОВЛЕНИХ ЗОН СУТОК СУЩЕСТВУЮЩИХ ДИФФЕРЕНЦІРОВАННИХ ТАРИФОВ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ	84
Нікітін Є. Є. МУНІЦИПАЛЬНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ – ОСНОВА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МІСТ	86
Опришко В. П. ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ОСНОВНИХ ПРОГРАМ І МЕТОДІВ З КЕРУВАННЯ ПОПИТОМ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	88
Панченко Г. Г. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОВНОЇ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОДУКЦІЇ, РОБІТ І ПОСЛУГ	90
Притискач І. В. АНАЛІЗ ПОТОЧНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ	92
Приварський Ю. Ю., Гуз В. П., Гордійчук В. В. ВПЛИВ ЕНЕГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЕКТІВ, ЩО БУЛИ РЕАЛІЗОВАНІ В БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВАХ І ОРГАНІЗАЦІЯХ МІСЦЕВОГО ПІДПОРЯДКУВАННЯ НА ЗМІНУ СТРУКТУРИ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ. ЕФЕКТИВНІСТЬ І РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ЦИХ ЗАХОДІВ	93
Розен В. П., Давиденко Л. В., Давиденко Н. В. СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РЕЖИМІВ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	94
Синчук О. Н., Синчук И. О., Касаткина И. В., Яловая А. Н., Винник М. А., Юрченко О. Н. К ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ УРОВНЕМ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРОДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	96
Стрелков М. Т., Стрелкова Г. Г. ТАРИФИ Й ІНТЕГРОВАНЕ РЕСУРСНЕ ПЛАНУВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ	98
Стрелкова Г. Г., Чернецька Ю. В., Андрушков О. В. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ТОРГІВЕЛЬНИХ ПОРТОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	100
Стрелкова Г. Г., Іщенко О. С. АНАЛІЗ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ В ОПЕРАЦІЯХ ТА ОБЛАДНАННІ ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТОРГІВЛІ	103
Стрелкова Г. Г., Федосенко М. М. СИСТЕМА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В СФЕРІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ В ПРОГРАМІ МАГІСТЕРСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ	105
Чернявский А. В., Корогод И. О. О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	107

Чернявський А. В., Котляр Р. С.

РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЯК ОСНОВИ МУНІЦИПАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО
МЕНЕДЖМЕНТУ 109

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Маліновський А. А., Олійник М. Й., Музичак А.З.

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БЮДЖЕТНИХ ТА ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ 111

Холковський Ю. Р.

ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ ПІДХІД ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ
ЕНЕРГОСИСТЕМИ 113

Про Інститут енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ» 114

**Програма урочистого зібрання з нагоди 70-річчя створення Інституту енергозбереження та
енергоменеджменту 118**

УДК 621.311

Басок Б.І., член-кор. НАН України, д.т.н., професор,
Інститут технічної теплофізики НАН України

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ МЕХАНІЗМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Робота виконана в рамках наукового проекту НАН України «Оцінка стратегій довгострокового розвитку енергетики та економічна політика оптимізації енергетичного балансу України». В ній висвітлено інноваційні технічні та технологічні напрямки модернізації сфери тепlopостачання населення України на засадах підвищення енергоефективності і концептуального дотримання основних засад енергетичного законодавства країн ЄС; розглянуто організаційні (законодавчі, нормативно-технічні, державні, політичні, міжнародні, фінансові, управлінські) механізми, заходи із стратегічного та поточного енергоменеджменту; та економічно-фінансові підходи інноваційної модернізації теплоенергетики України (головним чином комунальної теплоенергетики, сфери теплозабезпечення індивідуально-побутового сектору та промислової теплоенергетики).

Зокрема в роботі розглядаються організаційно-економічні заходи і механізми щодо модернізації теплоенергетики в Україні, які включають: фінансово-економічні механізми залучення інвестицій в модернізацію систем тепlopостачання; механізми підвищення ролі держави у створенні стимулюючих заходів по реалізації інвестиційних проектів, енергоефективних технологій і енергозберігаючих заходів; методи та програмні засоби організаційно-технологічного управління підвищенням ефективності існуючих систем тепlopостачання за критеріями сталого розвитку; ЕСКО та енергетичний менеджмент як механізми впровадження перспективних енергоефективних технологій в Україні.

Ці задачі підпорядковані таким цільовим орієнтирам, як збільшення інвестицій в оновлення теплозабезпечення, зниження витрат і підвищення якості надання послуг. Реалізація проектів здійснюється через систему методів, механізмів та заходів з урахуванням кількісних і якісних індикаторів і показників енергетичної, економічної та екологічної ефективності процесів виробництва, транспортування і використання теплової енергії за умов переходу від енерговитратної до інноваційних технологій.

В матеріалах детально висвітлено загальні підходи до стратегічної модернізації теплоенергетики України, основні механізми її реалізації та описано інноваційні внутрішні та міжнародні механізми інвестування сфери теплозабезпечення. Окрім цього, концептуально відображено стан та перспективи розвитку найбільш динамічно зростаючої на сьогоднішній час області, а саме сфери відновлюваної енергетики; розглянуто сучасний стан енергетичного законодавства України, наведено його успішні підходи до підвищення енергоефективності енергетики та перспективи прийняття сучасної законодавчої бази, що кореспондується із законодавством ЄС; відображено сучасний стан розробки та прийняття нової енергетичної стратегії України, особливо в частині сфери теплозабезпечення, та описано основні законотворчі та нормативно-технічні документа, що потребують негайної розробки та втілення в енергетику України. В аспекті врахування економічних реалій України окремий блок присвячено стратегічному економічному прогнозуванню розвитку теплоенергетики на основі використання сучасних економіко-енергетичних моделей, в т.ч. із залученням інноваційних підходів економічної фізики, а також висвітлено загальні підходи до врахування при стратегічному енергетичному плануванні можливих ризиків, загроз та невизначеностей.

Концепт змісту матеріалів полягає в тому, що на сьогодні в сфері теплоенергетики України, зокрема в галузі теплозабезпечення населених пунктів, найбільш різко виділяються блоки із шести невирішених проблемних завдань, що наведені в таблиці. Як видно із табл., наразі доля впливу організаційних, економічних, інформаційних та освітніх завдань на досягнення успішного стану теплоенергетики співрозмірна (і навіть дещо більша) з важністю вирішення суто технічних та технологічних проблем. А тому ретельне дослідження ефективних

управлінських рішень, організаційних та економічних підходів до розвитку теплоенергетики є надзвичайно актуальним.

	Проблемні питання теплоенергетики	Умовна доля їх впливу на успішний результат
1	Стратегія розвитку теплоенергетики України. Вдосконалення законодавчо-правової та нормативно-технічної бази.	0,25
2	Вдосконалення цінової і тарифної політики. Створення сприятливого інноваційного та інвестиційного середовища. Фінансово-економічна політика на шляху до ринкових відносин.	0,15
3	Вдосконалення системи управління комунальною теплоенергетикою.	0,10
4	Інноваційна технічна та технологічна політика. Розвиток паливної бази.	0,40
5	Підготовка, перепідготовка і підвищення кваліфікації кадрів в сфері комунальної теплоенергетики.	0,05
6	Пропаганда в суспільстві енергоекономного стилю життя.	0,05

Саме тому в роботі розглянуто проблеми переважно сфери теплопостачання, проблеми загальної енергетики стосовно теплозабезпечення, а окремий підрозділ (симбіоз енергетики і фізичної економіки) має загальнодисциплінарний характер, є оригінальною частиною з дискусійно-полемічним баченням такого роду досліджень. Достатньо органічними та архиактуальними є матеріали з підвищення енергоефективності будівель, в т.ч. шляхом термомодернізації. Також велика увага приділена використанню відновлюваних енергоресурсів з врахуванням вимог сталого розвитку країни.

Основний зміст матеріалів полягає в наступному:

- детально висвітлено загальні підходи до стратегічної модернізації теплоенергетики України, основні механізми її реалізації та описано інноваційні внутрішні та міжнародні механізми інвестування сфери теплозабезпечення.
- відображено стан та перспективи розвитку найбільш динамічно зростаючої на сьогоднішній час області, а саме сфери відновлюваної енергетики.
- описано сучасний стан енергетичного законодавства України, наведено його успішні підходи до підвищення енергоефективності енергетики та перспективи прийняття сучасної законодавчої бази, що кореспондується із законодавством ЄС.
- відображено сучасний стан розробки та прийняття нової енергетичної стратегії України, особливо в частині сфери теплозабезпечення, та описано основні законотворчі і нормативно-технічні документа, що потребують негайної розробки та втілення в енергетику України.
- викладено підходи до стратегічного, економічного прогнозування, розвитку теплоенергетики на основі використання сучасних економіко-енергетичних моделей, в т.ч. із залученням інноваційних підходів економічної фізики, зокрема методів тимчасової економічної рівноваги.
- описано загальні підходи до врахування при поточному та стратегічному енергетичному плануванні можливих ризиків, загроз та невизначеностей.

Представлені результати досліджень відображають комплексний підхід до розробки реалістичних стратегій і планів розвитку теплоенергетики України (переважно сфери теплозабезпечення) з акцентом на розробку і вдосконалення організаційно-економічних механізмів модернізації цієї галузі. Представлені науково-обґрунтовані пропозиції вдосконалення управління в сфері теплоенергетики наразі ще не використанні в повній мірі, їх реалізація, на переважну думку авторів статей збірника, дозволила б підвищити показники енергоефективності, економічності та екологічності систем теплозабезпечення з врахуванням сучасних вимог сталого розвитку.

УДК 620.98

Бочуля П.О., магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

АСИМЕТРИЯ НАПРУГИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА РОБОТУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Вступ. Проблема асиметрії напруги, в електричній мережі з кожним роком стає все актуальнішою, що пов'язано з впровадження нових потужностей в промисловості, а також нової генерації та підключення її до об'єднаної енергосистеми.

Електроенергетика – одна із галузей, що динамічно розвивається та постійно технологічно переоснащується. Однак при впровадженні нових генерацій виникають нові інформаційні потоки, вплив яких не враховується на вже існуючі системи. При цьому виникає проблема сумісності вже існуючих генерацій та систем які впроваджуються. Асиметрія напруги має прямий вплив на якість електричної енергії в мережі, оскільки асиметричне навантаження мережі впливає на ряд показників пов'язаних з роботою електроприймачів цієї мережі.

По мірі розвитку енергетики та широкого застосування різних електротехнічних засобів, характер споживання поступово змінюється: воно стає несиметричним, невірноваженим та включає вищі гармоніки.

Матеріали і методи. В даній роботі, як інструмент дослідження, використовується сучасний метод на основі частотно-просторових властивостей напруги в електричній мережі.

Актуальність роботи визначається тим, що впровадження нових джерел генерації електричної енергії призводить до появи нових інформаційних потоків в енергосистемі України, що мають безпосередній вплив на вже існуючі. Саме тому необхідно враховувати їх ефект на роботу енергосистеми, а саме появу парних гармонік, як основну причину виникнення асиметрії напруги в електричній мережі, що виникають в процесі електроспоживання та їх зв'язок з якістю електричної енергії

Парна частина гармонічних компонент є небажаними складовими енергетичної системи, яка виробляє асиметрію між позитивною та негативною півхвилями сигналів напруги та струму. Нелінійні навантаження з асиметричними вольт-амперними характеристиками вводять парні гармонійні струми, які, під час протікання по енергетичній системі, спричиняють парні гармоніки у сигналі напруги. Півхвильові випрямлячі, напівкеровані перетворювачі, дугові печі або електричні розвантажувальні пристрої – приклади асиметричного навантаження.

Дослідження показали, що низькі рівні другої гармоніки джерела напруги (близько 1% першої гармоніки) можуть спричинити важливі ефекти у обладнанні, особливо у обладнанні, що є чутливим до пікових навантажень, такому як прилади управління потужністю, які регулюють управління пуском, базуючись на періодах проходження сигналу через нуль або однофазний випрямляч та елементарних зарядних приладів, які можуть виробляти прямий струм на високих рівнях. У зв'язку з цими факторами, було запропоновано, що необхідні більш жорсткіші норми для других гармонік напруги.

Результати. Результатом дослідження стало, удосконалення існуючих методів дослідження впливу асиметрії напруги та парних гармонік на роботу електричної мережі, та розроблено методіку визначення показника асиметрії на основі середньоквадратичних значень позитивних і негативних півциклів сигналу.

Висновки. Використання нового методу на основі аналізу частотно-просторових властивостей напруги в електричній мережі значно покращує точність дослідження асиметрії напруги. Отримані результати в свою чергу дозволяють більш точно визначати вплив асиметрії та парних гармонік на якість електричної енергії.

Список використаних джерел:

1. ГОСТ 13109-9. Межгосударственный стандарт. Качество электрической энергии. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. Шидловский А.К., Кузнецов В.Г. Повышение качества энергии в электрических сетях – Киев: Наук. думка, 1985. – 268с.
- Шидловский А.К., Жаркин А.Ф. Высшие гармоники в низковольтных электрических сетях – Киев: Наук. Думка, 2005. – 210с.

УДК 691.5

Верба М.Є., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІВАЛЕНТНИХ СХЕМ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вступ. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії стали останнім часом одним із важливих критеріїв сталого розвитку світової спільноти. Здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх до економічно ефективного рівня та розширення сфер використання. Актуальність проблеми енергетичного забезпечення впливає із формування сучасних тенденцій на енергетичному ринку. Вагомими чинниками, які спрямовують вектори розвитку даної галузі, є інтенсивне вичерпання і стрімкий ріст цін на традиційні енергоресурси.

Особливості енергозабезпечення об'єктів господарювання в умовах сьогодення потребують радикальних змін в напрямку розвитку і удосконалення альтернативних способів, методів і технічних пристроїв енергозабезпечення та енерговикористання.

Існуючі традиційні системи енергозабезпечення є централізованими, неефективними через конструктивну недосконалість чи нераціональну експлуатацію, а також шкідливими. Комплекс наявних проблем зумовлює інтенсивний розвиток альтернативного енергетичного напрямку, який в питаннях енергозабезпечення базується, як правило, на сумісному використанні традиційних та поновлювальних джерел енергії.

В сфері енергозбереження тільки від недавнього часу почали застосовуватись сучасні енергозберігаючі технології і матеріали, які дозволили значно скоротити втрати енергії на господарських і житлових об'єктах. Застосування при цьому сучасних побутових пристроїв, спроектованих згідно з енергетичними вимогами відповідних класів енергоощадності, додатково збільшує ефективність енергоспоживання [1].

Матеріали і методи. В даній роботі проведений аналіз можливості використання сумісної роботи двох генераторів енергії, які об'єднані у бівалентну (сумісну) схему для покриття потреби теплопостачання на об'єкті. Як приклад, будемо розглядати роботу теплового насоса, робота якого - автономна і універсальна. Теплові насоси - це екологічно чисті компактні та економічні установки для системи опалення, що виробляють тепло для подачі гарячої води для водопостачання та опалення будівель використовуючи природне і безкоштовне тепло ґрунту, артезіанських вод, тепло морів, озер, річок, тепло повітря, технологічних викидів і т. д. шляхом перенесення його до теплоносія з більш високою температурою. Робота теплових насосів не залежить від поставок органічного палива і не потрібно прокладати тепло-газо комунікації. Можливість використання в будь-яких кліматичних умовах і в будь-якій місцевості. Навіть за відсутності стаціонарного електропостачання, дизельний або бензиновий генератор потужністю 2-5 кВт здатний за допомогою теплового насоса забезпечити опалення і гаряче водопостачання житлового будинку площею 200-300 м². В одному комплекті обладнання споживач отримує одночасно систему опалення, охолодження і систему нагріву води [2].

Для підвищення рентабельності теплового насоса слід вибирати бівалентний режим роботи. Бівалентний (сумісний) режим має на увазі роботу теплового насоса в поєднанні з іншим нагрівальним приладом: газовим, електричним, твердопаливним котлом і ін.

Замість встановлення одного надійного та потужного теплового насоса, наприклад Mitsubishi Electric ZUBADAN (насос говорить сам за себе, за ім'я виробника, надійність і можливість його працювати при зовнішніх температурах повітря до -25°C можна сильно переоплатити) пропонується встановити тепловий насос меншої потужності та можливістю працювати при зовнішніх температурах повітря тільки до -10°C об'єднано з допоміжним електронагрівачем або котлом [3].

Обумовлюється це тим, що пікова потужність системи опалення розраховується виходячи з найбільш холодної п'ятиденки в опалювальний сезон. На практиці, такі низькі температури зустрічаються не часто і не довго. Протягом більшої частини сезону опалювальна система працює на рівні менше 50% від максимальної потужності.

Візьмемо за зразок м. Київ. Середня температура за опалювальний сезон становить +1,1°C. Кількість годин з температурою менше -10°C становить не більше 7%. Отже, підібравши пікову потужність теплового насоса, наприклад на температуру -10°C, можливо скоротити початкові витрати на тепловий насос, додаткове обладнання та монтажні роботи на 30-40% при цьому забезпечити до 93% потреб на теплопостачання. В даному прикладі температура -10°C називається температурою (точкою) бівалентності. При температурах нижче точки бівалентності тепловий насос може відключатися або працювати в парі з додатковим джерелом тепла, але при цьому не покривати всю потребу в теплі. Припустимо, що на території цього об'єкту знаходиться пилорама, і є багато деревинних відходів, які можна використовувати, як паливо для твердопаливного котла для покриття залишку в 7% потреб теплопостачання. Це ідеальний варіант для заощадження коштів на опалення об'єкту. В іншому випадку для покриття 7% потреб теплопостачання можна використовувати електричний котел, який може працювати в ночі за нічним тарифом на електроенергію.

Висновки. Застосування комплексного використання традиційних та поновлювальних джерел енергії дозволяє здійснювати енерго- і ресурсозабезпечення об'єктів господарювання та проводити на цій основі оптимізацію енергетичних потоків з метою встановлення інваріантного структурно-технічного рішення в залежності від комплексу погодно-кліматичних факторів та умов функціонування об'єкту господарювання. Використання бівалентних схем дозволяє:

- збільшити надійність опалювальної системи. Якщо який-небудь теплогенератор поламається, то на підхваті буде інший;

- зменшити експлуатаційні витрати на опалення. При наявності деревинних відходів, дешевого нічного тарифу на електроенергію і т.д. і т.п. можна організувати переключення між різними джерелами тепла таким чином, щоб вони забезпечували мінімальну вартість теплової енергії;

- збільшити незалежність від постачальників енергоносіїв. Незалежно від того, який вид палива буде пропадати з продажу, або його ціна буде стрімко зростати - власник об'єкту завжди має альтернативу, і може використовувати найбільш вигідний спосіб теплопостачання об'єкту;

- зменшується ступінь зносу теплогенераторів. Якщо теплогенератори працюють по черзі, то вони менше накопичують годин роботи, а значить будуть працювати довше;

- використання інноваційних джерел тепла дозволяє зберегти екологічну чистоту в околицях об'єкту.

Список використаних джерел:

1. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозабезпечення в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984с.
2. Науково-популярний блог [Електронний ресурс] – Режим доступу: \www/ URL: <http://www.npblog.com.ua/index.php/hi-tech/teplovi-nasosi.html>
3. Головний каталог Mitsubishi Electric [Електронний ресурс] – Режим доступу: \www/ URL: <http://www.mitsubishielectric.com.ua/zubadan.html>
4. А.В. Праховник, А.М.Ковальчук, Т.В. Алексєнко Інтелектуальний енергоефективний екобудинок. – як складна цілісна система // Енергетика та електроніка, №15, 2007р.

УДК 621.311

Веремійчук Ю.А., к.т.н., асистент, Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут",
Гончаренко І.С., аспірант, Інститут електродинаміки НАН України,
Лисенко О.М., к.т.н. Інститут технічної теплофізики НАН України,
Черкашина Г.І., к.т.н., старший викладач, Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"

УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ В ОБ'ЄДНАНІЙ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ УКРАЇНИ

Технологічна особливість енергетичних систем обумовлює необхідність збереження балансу активної потужності, що виробляється та споживається. У разі порушення балансу виникають системні аварії через порушення стійкості.

Традиційно баланс активної потужності в об'єднаній енергосистемі (ОЕС) забезпечується за рахунок резерву генеруючих потужностей, що здатні до маневрування. За умови збільшення нерівномірності графіка електричного навантаження (ГЕН) такий спосіб збереження балансу є достатньо витратним та обмеженим по можливостям (призводить до інтенсивного зносу обладнання та додаткових витрат палива на вироблену одиницю електричної енергії ТЕС). Таким чином, серед споживачів електричної енергії, які суттєво впливали на ГЕН ОЕС, а саме промислових споживачів, були виділені так звані споживачі-регулятори (СР), які у конкретний момент часу мали можливість відключитися від мережі живлення без зниження та зміни номенклатури продукції, що випускається на підприємстві для відпрацювання примусового графіку електроспоживання (шлях вирівнювання ГЕН в 3 рази дешевший за варіант вводу нових пікових потужностей).

На сьогодні спостерігається стабільне зростання об'ємів споживання електричної енергії побутовими споживачами. Для прикладу, у 2005 частка споживання ЕЕ населенням складала 19 %, у 2014 р ця частка вже складає 30 %, а коефіцієнт заповнення добового ГЕН на вводі багатоповерхових житлових будинків знаходиться в межах від 0,35 до 0,5. Це призводить до збільшення нерівномірності ГЕН ОЕС України та викликає необхідність формування побутових СР та отримання можливості керування ними з метою регулювання режимів ОЕС.

Активне залучення населення до регулювання режимів ОЕС України та дослідження питань щодо формування побутових СР потребує вирішенню наступних задач:

- оцінка потенціалу енергоспоживання кінцевих споживачів електричної енергії, а саме населення, для регулювання ОЕС України в періоди пікового споживання енергії та період нічного провалу споживання електроенергії;
- дослідження характеристик побутових споживачів електричної енергії для формування пропозицій щодо розширення тарифних систем;
- формування показників, критеріїв та проведення їх структурованого аналізу для оцінювання потенціалу управління електроспоживання за участю побутових споживачів;
- розробка технічних, технологічних, організаційних заходів та заходів з енергоменеджменту по зменшенню пікового енергоспоживання та вирівнювання графіка нічного електроспоживання.

Виходячи із зазначеного вище, визначається необхідність отримання можливості комплексного управління електричним навантаженням в ОЕС України, як складової частини підвищення якості її роботи та енергоефективності.

УДК 621.311

Волошко А.В., д.т.н., професор,
Бражник К.О., магістрант,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут"

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню проблем інноваційного розвитку енергетичного комплексу України приділяється значна увага вчених. Дане питання розглядається окремо та в системі дослідження стратегій зростання економіки держави в контексті розвитку господарського комплексу в цілому. За даною проблематикою можемо відокремити праці Онішко О.Ф., Поліщук О. В., Микитенко В.В. та інших, які ґрунтовно вивчають проблеми функціонування та розвитку енергетики держави.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Спільними для стратегій модернізації паливно-енергетичного комплексу усіх країн мають бути такі напрямки:

- підвищення ефективності кінцевого використання енергії, через впровадження енергоощадних техніки, технологій, матеріалів;
- масштабне використання нових та відновлюваних джерел енергії;
- модернізація техніки і технологій використання органічного палива.

При цьому пріоритетним є енергозбереження, оскільки питомі суспільні витрати на економію енергії у 3-4 рази менші, ніж на її генерування. Заощадження енергоресурсів рівнозначне їх виробництву та є найбільш рентабельним та екологічним засобом задоволення зростаючого попиту на енергію. Особливої ваги набувають заходи з енергозбереження в таких галузях, як чорна та кольорова металургія, хімічна галузь, машинобудування, легка промисловість, комунальна сфера. При цьому, необхідно обмежувати надмірно швидкий розвиток галузей із високими енерговитратами, проводити виведення з експлуатації технологічно відсталих виробничих потужностей, забезпечувати впровадження виробництва енергозберігаючих видів продукції з високою доданою вартістю. Та лише впровадженням заходів енергоефективності, ресурсо і енергозбереження проблему енергозабезпечення розв'язати неможливо. Для забезпечення ефективного використання енергії, необхідно її генерувати і робити це найбільш раціональним способом.

Світовою тенденцією є розширення використання відновлюваних джерел енергії. Їх основна перевага – невичерпність ресурсної бази та екологічна чистота. Саме тому країни планують розширювати використання відновлюваної енергії до 2020 р. в Австралії до 20 % (з 7,2% у 2011 році), у Бразилії – з 6 до 16 %, в Іспанії – з 26 до 40 %, у Росії – з 0,1 до 4,5 %.

Що ж до країн Євросоюзу, то у грудні 2008 р. Європарламент зобов'язав усі країни-учасники до 2020 р. довести використання відновлюваних джерел енергії до 20% загального обсягу їх енергоспоживання, а до 2040 р. — до 40%. Вже сьогодні у Данії тільки вітроенергетика забезпечує майже чверть усієї енергії в національній мережі, у Фінляндії і Швеції за рахунок біомаси виробляється до 25% тепла.

Необхідність застосування нових технологій переробки та використання енергоносіїв зумовлена тим, що при спалюванні традиційних вуглеводнів втрати енергії становлять до 80-90%. Це зумовило розробку нових технологій їх перетворення, які зменшують втрати та є більш екологічно безпечними. Це технології електрохімічного перетворення, отримання штучного рідкого палива при термічному розкладанні вугілля та горючих сланців, газифікація твердого палива. Основною перешкодою є те, що на даний момент ці технології знаходяться на етапах розробки та вдосконалення і непридатні для промислових обсягів використання.

Враховуючи сучасний стан вітчизняної енергетики та тенденції розвитку ринків енергоносіїв, основними напрямками забезпечення енергетичної безпеки та незалежності вітчизняної економіки, які потребують негайного впровадження інновацій, є:

1. Інновації, спрямовані на заощадження та оптимізацію споживання традиційних енергоносіїв у виробничих процесах.
2. Удосконалення існуючих технологій виробництва, переробки та споживання традиційних енергоресурсів та оптимізація системи передачі енергії.
3. Розробка нових та впровадження існуючих технологій, які використовують альтернативні (відновлювані) види палива.
4. Розробка нових та адаптація існуючих видів відновлюваних видів палива.
5. Впровадження нового енергозберігаючого та енергоефективного обладнання.

Для забезпечення реалізації напрямів інноваційного оновлення енергетичної сфери необхідне створення системи організаційного, фінансового, нормативно-правового, науково-технічного, інформаційного забезпечення. Створення та ефективне функціонування такої системи стимулюватиме підвищення рівня використання у виробництві диференційованих паливно-енергетичних ресурсів; сприятиме зменшенню енергоємності продукції і, відповідно, споживання традиційних енергетичних ресурсів, покращуватиме стан навколишнього середовища за рахунок зменшення обсягів спалювання природного газу та нафти.

Апріорі, що інноваційна складова розвитку енергетики України нерозривно пов'язана з її інвестиційною складовою, оскільки для реалізації інноваційних проектів необхідні значні обсяги інновацій. Так, згідно зі ст. 8 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» та ст. 14 Закону України «Про енергозбереження», фінансування заходів у сфері альтернативних джерел енергії, в тому числі НДДКР, здійснюється за рахунок:

1. коштів, передбачених в оптових тарифах на електроенергію і тарифах на теплову енергію, шляхом упровадження спеціальної цільової надбавки до тарифу;
2. підприємств, установ, організацій;
3. державного та місцевого бюджетів;
4. добровільних внесків та інших коштів, не заборонених законодавством.

Детально зупинятися на даному аспекті інноваційного розвитку енергетики ми не будемо, оскільки воно виходить за межі даної теми та становить окрему проблему, яка вимагає ґрунтовного вивчення та розробки дієвих механізмів залучення та освоєння інвестицій.

Висновки та перспективи подальших досліджень. На основі результатів проведеного дослідження можна стверджувати про визначальну роль інновацій для розвитку енергетики України та досягнення достатнього для стабільного розвитку економіки рівня енергетичної безпеки держави. Перспективами подальших досліджень є розробка механізмів реалізації інновацій в енергетиці та схем залучення інвестиційних ресурсів.

Список використаних джерел:

1. Микитенко В.В. На чому базується енергетична безпека держави / В.В. Микитенко // Вісник НАН України. – 2005. – № 3. – с. 41 – 46.
2. Оніпко О.Ф. Енергетична безпека України: ситуація ускладнюється. Що робити? / О. Ф. Оніпко, Б. П. Коробко, В. М. Миханюк // [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://ar25.org/article/energetychna-bezpeka-ukrayiny-sytuaciya-uskladnyuyetsya-shcho-robyty.html>
3. Поліщук О. В. Розвиток альтернативної енергетики в Україні: стан та перспективи розвитку / О. В. Поліщук // [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.er.energy.gov.ua/doc.php?f=2582>.
4. Key Figures. Market Observatory for Energy // European Commission: Directorate General for Energy, 2011. – June, 2011 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ec.europa.eu/energy/observatory/eu_27_info/doc/key_figures.pdf.
5. Renewables 2011 Global Status Report. – REN21, 2011. – P. 79 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN-21_GSR2011.pdf

УДК 658.5

Ворфоломесєв А.В., к.т.н., старший викладач,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут» / Центр ресурсоефективного та чистого виробництва

ВИКОРИСТАННЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА

В Україні за останній час вартість енергоносіїв для підприємств суттєво зросла. Так, електроенергія та газ за два роки подорожчали в 1,5-2,0 рази [1, 2]. Тому питання ресурсозбереження для підприємств стає ще більш актуальним. Однією із важливих умов розробки рішень щодо підвищення ефективності використання енергії, матеріалів і води є правильне усвідомлення стану підприємства, його позиції серед інших підприємств України і світу. Для цього використовується порівняльний аналіз або, іншими словами, «бенчмаркінг».

Класичний «бенчмаркінг» полягає в порівнянні ключових показників підприємства з вітчизняними чи світовими аналогами [3]. Вибір таких показників залежить від особливостей підприємства, але найчастіше це споживання енергії (електроенергії, газу), матеріалів і води, а також випуск продукції. Вибрані показники повинні відповідати цілям проведення порівняльного аналізу, бути вагомими та доступними. Зважаючи на відсутність абсолютно однакових підприємств, зручніше використовувати питомі показники (на одиницю продукції чи вартість продукції), наприклад, споживання води на літр молока, газу на тисячу умовних штук цегли, електроенергії на одного відвідувача готелю, або порівнювати окремі процеси.

У процесі порівняльного аналізу необхідно знайти показники для відповідних підприємств. Загалом це найважчий етап, ускладнений рядом чинників. По-перше, такі показники досить рідко знаходяться у вільному доступі, так як кожне підприємство розглядає показники власної ефективності як конфіденційну інформацію. Нормативні ж показники не завжди відповідають реальному стану речей. Так, із досвіду оцінок українських підприємств, розрахункове споживання води за ДБН В.2.5-64:2012 набагато більше за актуальні значення. Щоб полегшити доступ до даних для порівняльного аналізу, на Світовому саміті зі сталого розвитку в 2002 році було ініційовано розроблення збірників кращих доступних технологій. Такі збірники випускаються для різних галузей промисловості. Втім, через розвиток технологій вони можуть швидко втрачати свою актуальність. Так наведені в [4] показники, які були зібрані в 2003-2007 роках, на сьогодні не можуть бути орієнтирами для українських підприємств-виробників кераміки. Другим перешкоджаючим чинником у використанні знайдених показників для порівняльної оцінки є різниця методик їх розрахунку. Так часто у європейських джерелах вказується споживання енергії чи викиди CO₂ за повний життєвий цикл продукту – «від колиски до могили», а тому відповідний показник є значно більшим.

Внутрішній порівняльний аналіз (відстеження зміни власного споживання ресурсів у часі) дозволяє встановити перевитрати ресурсів, а також відділити витрати, не пов'язані із виробництвом. За даними внутрішнього аналізу розробляють опції з «належного господарювання», наприклад, нормування витрат води на процеси миття обладнання.

Висновки. Порівняльний аналіз є ефективним інструментом оцінки раціональності використання підприємством ресурсів, а також потенціалу впровадження ресурсозберігаючих заходів. Результати внутрішнього порівняльного аналізу є основою для розробки низькозатратних заходів із малим терміном окупності.

Список використаних джерел

1. <http://kyivenergo.ua/ee-company/tarifi> Тарифи на електричну енергію (крім населення) (назва з екрану)
2. <https://kv.104.ua/ua/services/zaplatiti-za-gaz/gas-cost> Вартість природного газу (назва з екрану)
3. PRE-SME – Promoting Resource Efficiency in Small & Medium Sized Enterprises Industrial training handbook. – United Nations Environment Programme, 2010. – 136 p.
4. Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry. Aug., 2007. European Commission. 232 p.

УДК 621.1

Денисюк С. П., д.т.н., професор,
Горенко Д. С., аспірант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

АНАЛІЗ ОБМІННИХ ПРОЦЕСІВ В ГІБРИДНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ НА БАЗІ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

На даний час в світовій енергетиці спостерігається зростання кількості електростанцій та автономних систем електроживлення, що базуються на нетрадиційних джерелах електроенергії. Це в першу чергу стосується вітрових, сонячних, малих гідроелектростанцій і т.п.[1]. При роботі будь-яких електростанцій виникає необхідність підвищення надійності та стійкості їх роботи, зменшення втрат електроенергії при передачі, оптимізація графіків навантаження, забезпечення ефективної роботи на енергоринку. Проблеми нестабільності роботи нетрадиційних джерел електроенергії, що зазвичай викликані їх нерівномірністю природними чинниками (нестабільність вітру, нічний час, засуха і т.п.), вирішують за допомогою використання гібридних електростанцій. Але при вирішенні проблеми постійності ресурсозабезпечення, виникає нова, більш глобальна проблема – електромагнітної сумісності різнотипних електрогенеруючих установок.

Використання обмінної потужності дозволяє однозначно відобразити обмінні процеси, накопичення енергії в реактивних елементах, енергообмін при наявності різномірних гармонік струму та напруги в перетині кола, обмінні процеси між генераторами струму та напруги, оцінити обмінні процеси у перехідних режимах та співставити обмінні процеси у різних перетинах кола, а також дозволяє оцінювати взаємний вплив елементів кола, які характеризуються різним гармонічним складом напруги $u(t)$ та струму $i(t)$, стійкість режимів роботи за рахунок введення граничних значень величини характеристик враховувати значення кутів струму ψ_k^i та напруги ψ_k^u ($k > 1$) для вищих гармонік, і дозволяє однозначно усунути зворотні потоки енергії при компенсації відповідної характеристики. Класичні методи розрахунку реактивної потужності дозволяють лише здійснювати індикацію наявності реактивної потужності у колі з нелінійним нестационарним опором при відсутності реактивних елементів, виконують відображення генерації реактивної потужності в колах з ключовими елементами та гармонічних $p_r(t)$ та між гармонічних $p_{mg}(t)$ складових миттєвої потужності $p(t)$, а також здійснювати взаємокомпенсації реактивних потужностей різних гармонік (можливість існування умови рівності нулю реактивної характеристики при $i_p(t) \neq 0$)

Для проведення аналізу обмінних процесів рівень та інтенсивність, яких визначає ступінь взаємовпливу елементів розглянуто систему два генератори (рис. 1). Дане дослідження дозволило виявити та проаналізувати взаємні потоки енергії між елементами системи. Вивчити режими різнотипних генераторів при генерації та накопиченні енергії. Визначити оптимальні способи розрахунку обмінних процесів.

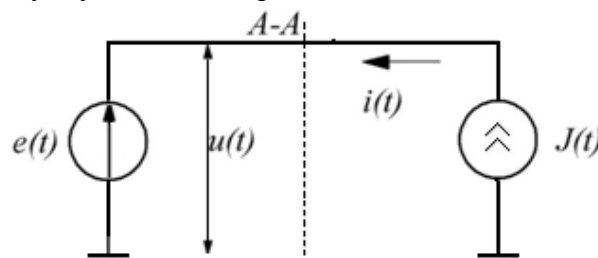


Рис 1. Основні напрямки потоків енергії через перерізи кола

Закон зміни напруги, що створюватиметься між точками перетину $A-A$, та струму, який протікатиме в колі, можна записати у вигляді:

$$u(t) = U_{\max} \sin(\omega t), \quad i(t) = I_{\max} \sin(3\omega t + \varphi),$$

де $U_{\max} = 1000$ В, $I_{\max} = 10$ А – відповідно амплітуди напруги та струму, $\varphi_i^{(3)} = \pi / 2$ – кут зсуву фаз між напругою та струмом.

$$u(t) = 1000 \sin(314,16t), \quad i(t) = 10 \sin(942,48t + \pi / 2).$$

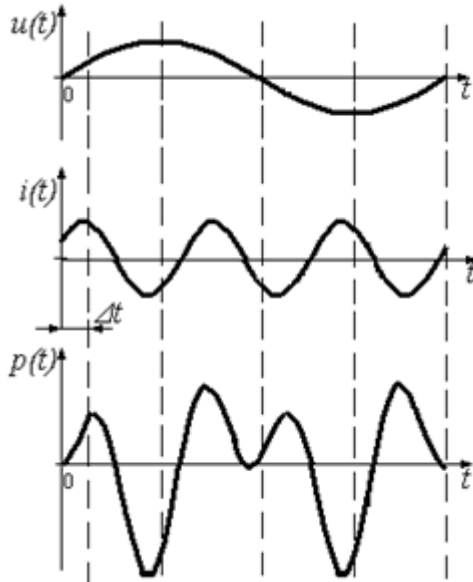


Рис. 2 Графіки основних параметрів схеми

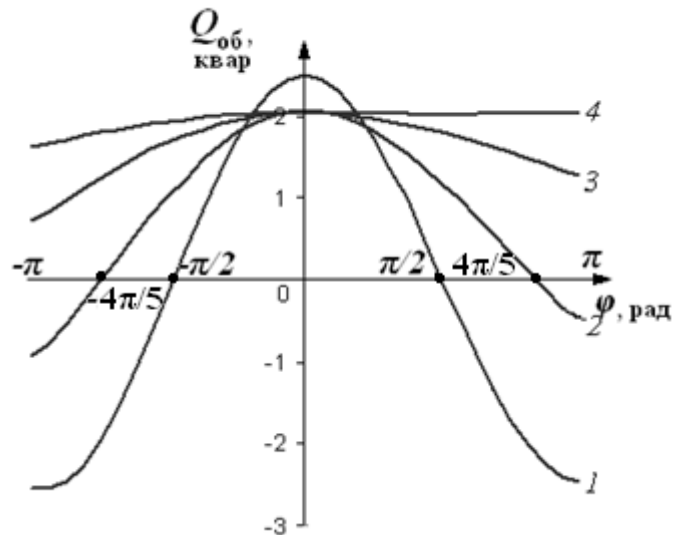


Рис.3 Вплив вищих гармонік на обмінну потужність

Виходячи з графіку зображеному на рис. 2, проводиться розрахунок обмінної потужності (рис. 3)[2,3]:

$$Q_{i_a} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} u(t) i_p(t) dt,$$

де $i_p(t) = i(t) - i_a(t)$, $i_a(t) = \frac{u(t)P}{U_a^2}$, $U_a = U_{\max}$, $P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t)dt$.

$$Q_{i_a} = \frac{2}{T} \left(\int_0^{T/12} u(t) i_p(t) dt + \int_{T/4}^{5T/12} u(t) i_p(t) dt \right) = 1,989 \text{ квар.}$$

Висновок.

Як видно з проведених розрахунків залежності обмінної потужності від зсуву фаз між струмом і напругою – вплив різних вищих гармонік викликає різні відхилення обмінної потужності. При дії завад у вигляді основної та третьої гармонік – обмінна потужність на періоді від $-\pi / 2$ до $\pi / 2$ змінює свій знак, а при дії завад викликаних гармоніками п'ятої та вищих обмінна потужність не змінює знак.

Список використаних джерел:

1. Праховник А. В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах электроснабжения / А. В. Праховник. – Київ: Освіта України, 2007. – 462 с.
2. Жуйков В.Я. Энергетичні процеси в електричних колах з ключовими елементами / В.Я. Жуйков, С.П.Денисюк. – Київ: ТЕКСТ, 2010. – 264 с. – (ТЕКСТ).
3. Жарков Ф. П. Об одном способе определения реактивной мощности / Ф. П. Жарков. // Изв. АН СССР Энергетика и транспорт. – 1984. – №2. – С. 73–81.

Доценко С. І., к.т.н., доцент,
 Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра
 Василенка

МЕТОДОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАННЯ ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ДІАЛОГОВОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ

В роботі [1] нами виконано обґрунтування методу діалогового управління енергоефективністю. На основі цього нами пропонується для формування моделі діяльності по забезпеченню раціонального використання енергоресурсів в якості основи застосовувати модель рішальної системи діалогового управління для шару управління (рис. 1).

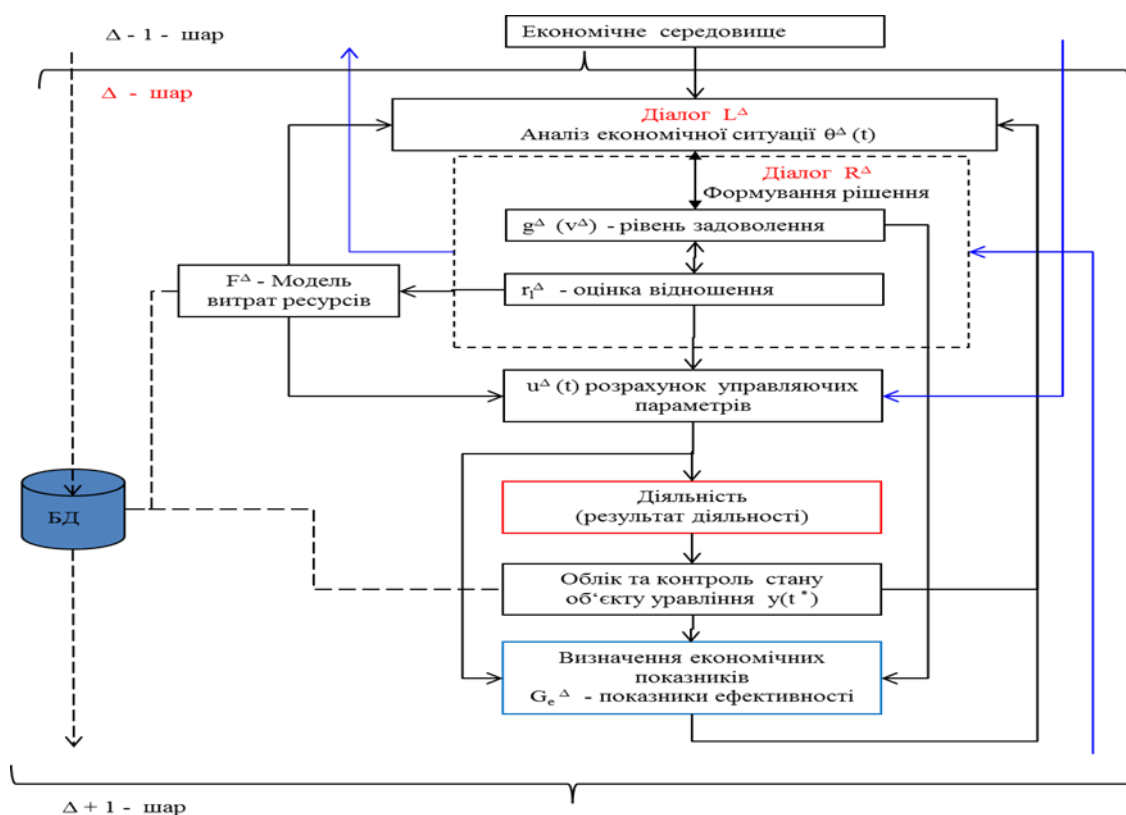


Рисунок 1 – Модель рішальної системи діалогового управління для шару управління

Управляючу модель витрат ресурсів (див. рис. 1) нами пропонується замінити на модель архітектури знань для факторного ресурсно-процесного представлення проекту діяльності по забезпеченню раціонального використання ПЕР (моделі архітектури знань).

Прийняте на рисунку 1 групування елементів полегшує визначення послідовності вирішення задач, покладених на систему, а саме:

- аналіз економічної ситуації;
- ідентифікація процесів діяльності на даному рівні управління;
- формування рішення;
- розрахунок управляючих параметрів;
- реалізація енерготехнологічної діяльності;
- вимірювання параметрів процесів (облік та контроль);
- визначення економічних показників.

З іншого боку, запропонована нами модель цілісної діалектично організованої діяльності підприємства, як діалектично організованого цілого, передбачає вирішення задач:

- формування проекту майбутнього результату діяльності;
- прийняття рішення про його досягнення;
- діяльність по досягненню запрограмованого результату;
- забезпечення відповідності отриманого результату його проекту.

Слід відзначити, що модель рішачої системи діалогового управління для шару задач призначена для *управління процесом*. З іншого боку, оскільки до її складу у явній формі включені елементи *забезпечення відповідності* отриманого результату і сформованих управляючих дій (блок визначення економічних показників), вона може розглядатися як *механізм забезпечення відповідності* отриманого результату його проекту.

В моделі системи енергетичного менеджменту за ДСТУ ISO 50001:2001 організаційно-функціональна частина системи заснована на класичному циклі менеджменту (Демінга - Шухарта) і припускає послідовну реалізацію наступних функцій: планування; облік; внутрішній аудит; контроль; нормування; аналіз; прийняття рішення; коригувальні дії.

Згідно даної моделі, організаційна *діяльність* з формування *політики, програми* енергозбереження та енергоменеджменту *виключена* зі складу процесів, що реалізуються в організаційно-функціональній частині СЕМ. Отже, завдання реалізації циклу менеджменту в автоматизованому режимі за ГОСТ 24.104-85 покладаються на організаційно-функціональну частину СЕМ.

У той же час, *діяльність* з формування *політики* енергозбереження, *програми* енергозбереження та *програми* енергоменеджменту *визначає* метод формування організаційно-функціональної частини СЕМ. Тому, ці форми діяльності також повинні бути включені до складу форм діяльності, які реалізуються в режимі діалогу в СЕМ. Звідси впливає можливість інтеграції СЕМ до складу автоматизованої системи управління виробництвом (АСУ В) у формі моделі системи управління енергетичною ефективністю і виділення двох рівнів її організації, а саме:

- на рівні автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУ ТП);
- на рівні автоматизованої системи управління аспектами енергетичної діяльності (АСУ В).

Для другого рівня моделі розроблена модель архітектури знань для факторного ресурсно-процесного представлення діяльності з забезпечення раціонального використання енергоресурсів. Саме ця модель є управляючою для моделі функціонального представлення цієї діяльності.

Таким чином, реалізація діяльності по забезпеченню раціонального використання енергоресурсів для підприємства можлива за умови формування двох визначених моделей. Ці моделі пов'язані поміж собою діалектичною єдністю категорій «загальне» та «одиничне». «Загальною» є модель архітектури знань для процесно-ресурсного представлення діяльності, оскільки вона є продуктом розумової діяльності, а «одиничною» є модель функціонального представлення діяльності, оскільки вона формується як конкретна технічна система.

Висновок. Запропоновано методологію моделювання знання орієнтованої системи підтримки прийняття рішень для діалогового управління енергетичною ефективністю.

Список використаних джерел:

1. Доценко, С. И. Обоснование метода диалогового управления энергетической эффективностью /С. И. Доценко // Технологический аудит и резервы производства — № 6/1(20), 2014 с. 16 -21.

УДК 621.311.68:658.26

Дудніков С. М., к.т.н, доцент,
Харківський національний університет сільського господарства ім. П. Василенка

ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ

Комбінована система енергопостачання (КСЕП) споживачів АПК складається з двох незалежних систем: централізованої і альтернативної на базі відновлюваних та інших джерел. Споживач при нормальних умовах енергопостачання буде підключатись до альтернативних джерел тільки в тих випадках, коли вартість енергії буде нижчою чим від джерел централізованої системи. Створення умов, при яких споживачу буде економічно вигідно підключатись до альтернативних джерел енергії (АДЕ) – є актуальною задачею.

Запропонований в [1] підхід до комплексного енергоекономічного обґрунтування варіантів використання АДЕ споживачами АПК дозволяє зменшити множину варіантних рішень та обґрунтувати межу допустимих затрат на побудову і експлуатацію КСЕП вже на перших етапах проведення техніко-економічної оцінки ефективності.

Основні напрямки рішення задачі, з урахуванням [2], визначаються необхідністю реалізації наступних заходів щодо отримання синергетичного ефекту:

а) організаційно-технологічних: проведення енергоаудиту, аналіз створеного енергетичного балансу щодо визначення видів і обсягів виробленої енергії, втрат та витрат на кожному етапі її перетворення, узгодження технологічного процесу виробництва і споживання енергії з урахуванням готовності споживача до прийняття енергії від альтернативних джерел на момент її появи;

б) технічних: розробка нових та удосконалення існуючих енергетичних установок та пристроїв по перетворенню енергії альтернативних джерел в напрямку зменшення собівартості їх виробництва.

Задачі лінійного програмування є оптимізаційні задачі, до яких обмеження представлено у вигляді рівності або нерівності і цільова функція лінійна [3].

Для вирішення поставленої задачі приймемо систему енергопостачання від АДЕ як автономну незалежну систему, але з врахуванням техніко-економічних показників джерел централізованої системи (ЦС). При цьому повинні виконуватися умови нерівності:

$$Z_{цс} \leq Z_{мс}, \quad (1)$$

де $Z_{цс}$ – затрати на отримання енергоносіїв від ЦС, грн;

$Z_{мс}$ – затрати на отримання енергоносіїв від місцевої системи енергопостачання (МСЕП) на базі альтернативних джерел енергії, грн.

На першому етапі щодо вирішення організаційно-технологічних заходів необхідно виконати збір великих масивів інформації та їх обробку з рішенням оптимізаційних задач. Для детермінованої постановки вирішення задачі – є задача мінімізації річної функції затрат (3) на побудову і експлуатацію МСЕП:

$$Z = \sum_{i=0}^m Y_i \{ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де Y_{ij} – енергетичний еквівалент і-го джерела: для БГУ – кВт·год/м³, ГЕУ, ВЕС – кВт·год/м²;

a_{ij} – питома вартість виробленого та реалізованого j –го виду енергії від і-го джерела, грн/кВт·год;

x_{ij} – геометричні розміри i -го джерела для отримання обсягів j -го виду енергії відповідної потужності, m^3 , m^2 .

Для вирішення та реалізації моделі необхідно обмежити масиви вхідної інформації.

1. Загальні обсяги виробленої j -го виду енергії E від кількості M джерел повинні відповідати загальним обсягам, які необхідні споживачам для задоволення потреб:

$$E_j = \sum_{i=1}^M Y_i k_{vij} k_{nij} x_{ij}, j = 1, \dots, N, \quad (3)$$

де k_{vij} – коефіцієнт, який характеризує величину загальних втрат обсягів j -го виду енергії від i -го джерела при транспортуванні від джерела до споживача;

k_{nij} – коефіцієнт, який характеризує незбігання графіків навантаження споживача з наявністю обсягів j -го виду енергії від i -го джерела.

2. Розрахункові максимальні обсяги j – того виду енергії, які очікуються n – им споживачем від i -го джерела E_{maxin} при максимальній загальній потужності P_{ij} за термін часу t :

$$E_{maxin} = \frac{1}{d_{in}} \sum_{j=1}^N P_{ij} \cdot t, i = 1, \dots, M, \quad (4)$$

де d_{in} – коефіцієнт різноманітності, величина якого залежить від обсягів енергії які отримує n -ий споживач від i – го джерела відповідної потужності, $d_i \geq 1$,

$$d_{in} = \frac{\sum_{j=1}^N P_{ij}}{P_{ijn}}, \quad (5)$$

де P_{ijn} – потужність n -го споживача, який живиться від i – го джерела j – тим видом енергії.

3. Всі значення x_{ij} повинні бути більше нуля:

$$x_{ij} \geq 0, \text{ для } i = 1, \dots, M, j = 1, \dots, N \quad (6)$$

Представлена задача має деякі складнощі, оскільки значення цільової функції мають певні розбіжності в залежності від кліматичних умов, ціноутворень на світовому ринку, можливості серійного виробництва деяких пристроїв альтернативної енергетики і таке інше. Будь які зміни вихідної інформації впливають на результати умов задач цільової функції, що в свою чергу може поміняти отримане оптимальне вирішення. Для успішного вирішення задачі щодо створення КСЕП необхідно на перших етапах проектування виконати оцінку оптимальних її параметрів.

Висновок. Розроблена цільова функція щодо оптимізації компонентів КСЕП в напрямку мінімізації допустимих затрат на побудову і експлуатацію КСЕП. Результати досліджень поставленої цільової функції створюють умови щодо обґрунтування на стадії проектування оптимальної потужності пристроїв МСЕП та взаємозв'язків між ними з врахуванням мінімізації затрат на вироблення відповідних обсягів енергії.

Список використаних джерел:

1. Дудніков С. М. Методи підвищення ефективності функціонування комбінованих систем енергопостачання споживачів АПК: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.01 / Дудніков Сергій Миколайович. – К., 2011 - 278 с.

2. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії: Навчальний посібник / [Соловей О. І., Лега Ю. Г., Розен В. П., та ін.]; під ред. О. І. Солов'я. – Черкаси: ЧДТУ, 2007. – 483 с.

3. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения. Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1966. – 598 с.

УДК 621.311:697.34

Ковалко О. М., к.е.н., доцент, Євтухова Т.О. здобувач,
 Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая

СТРУКТУРИЗАЦІЯ БАЛАНСОВО-ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Комунальна теплоенергетика (КТЕ) є однією з визначальних складових паливно-енергетичного комплексу країни, що поєднує в собі підприємства теплопостачання, об'єднані в регіональні системи, діяльність яких регулюється державними та місцевими органами влади на національному та регіональному рівнях. Основним призначенням КТЕ є забезпечення кінцевих споживачів, головним чином населення і частково – промислові підприємства, послугами з опалення та гарячого водопостачання [1–3]. З точки зору теорії та практики, система управління КТЕ є багаторівневою, з ієрархічно упорядкованими технологічними і організаційними підсистемами управління, структура та параметри яких знаходяться в складній взаємодії та динамічно змінюються в умовах ринкових відносин.

Низька ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) у системах КТЕ в Україні є проблемою національного рівня, що створює загрозу енергетичній безпеці країни і потребує негайного розв'язання, а наявна система управління, яка саме і призвана розв'язати цю проблему – застарілою та неефективно функціонуючою в умовах теперішньої перехідної економіки.

Метою роботи є вирішення задачі оптимального управління енергозбереженням та підвищенням ефективності систем КТЕ в Україні, що базується на ринкових механізмах координування взаємодії учасників відносин у сфері виробництва, надання та споживання послуг з опалення та гарячого водопостачання на всіх рівнях управління.

Тому, розв'язання та наукове обґрунтування теоретичних і практичних питань підвищення ефективності функціонування системи КТЕ за рахунок оптимального управління є актуальним науковим завданням.

Пропонується рішення задачі оптимального управління підвищенням ефективності, що складається з послідовного розв'язання ряду взаємоузгоджених задач оптимізації структури і параметрів системи КТЕ, де на кожному рівні вирішуються задачі знаходження екстремумів власних цільових функцій, а неузгодженість параметрів - мінімізується:

а) на регіональному рівні

$$\begin{cases} ЦФ_{S_0} \rightarrow opt; \\ (ЦФ_{S_0} - \sum_{n=1}^N ЦФ_{S^n}) \rightarrow min. \end{cases}$$

б) на рівні підсистем (підприємств КТЕ та споживачів)

$$\begin{cases} ЦФ_{S_1} \rightarrow opt; & (ЦФ_{S_0}^1 - ЦФ_{S_1}) \rightarrow min; \\ ЦФ_{S_2} \rightarrow opt; & (ЦФ_{S_0}^2 - ЦФ_{S_2}) \rightarrow min; \\ \dots & \dots \\ ЦФ_{S_N} \rightarrow opt. & (ЦФ_{S_0}^N - ЦФ_{S_N}) \rightarrow min. \end{cases}$$

Задля координування міжрівневої взаємодії означених підсистем моделі, значення показників ефективності функціонування системи КТЕ на верхньому рівні пропонованої моделі визначаються шляхом розв'язання задачі лінійного програмування та у вигляді управляючих вказівок надходять до нижче розташованого модуля моделі. У свою чергу, і в кожному нижче розташованому модулі також вирішується оптимізаційна задача, при чому за власними критеріями оптимальності, де показники, встановлені на верхніх рівнях моделі, використовуються в якості обмежень.

Модель реалізовано у вигляді багаторівневої ієрархічно-структурованої системи логіко-математичних балансово-оптимізаційних рівнянь, лінеаризованих на j -х інтервалах ($j = \overline{1, J}$) просторово-часової дискретизації енерго-економічних процесів функціонування складових елементів (підсистем) системи КТЕ на заданому періоді T часу, що розглядається (зазвичай – за опалювальний сезон у цілому з періодом дискретизації день/ніч). Структура побудови моделі системним чином поєднує відомі балансово-оптимізаційні співвідношення і принципи побудови енергетичних моделей [2, 6] з урахуванням специфіки моделювання теплоенергетичних систем [4, 5] та застосування принципів і методів координування взаємодії у багаторівневих системах, що відрізняє її від відомих моделей.

Системи рівнянь енергетичних балансів на рівні підприємств та на рівні регіональної системи КТЕ сформовано у вигляді:

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \bar{W}_{S_i}^{n,j} = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I (\overline{KBVP}_{S_i,ht,el}^{n,j} \cdot \bar{P}_{S_i,ht,el}^{n,j} \cdot T^j / \overline{KEVP}_{S_i,ht,el}^{n,j}) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I W_{S_i}^{n,j} = \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I (KBVP_{S_i,ht,el}^{n,j} \cdot P_{S_i,ht,el}^{n,j} \cdot T^j / KEVP_{S_i,ht,el}^{n,j}).$$

Для оптимізації параметрів інтенсивності використання виробничих потужностей генеруючих систем КТЕ в якості основного варіюваного параметру за системою рівнянь (1) застосовано коефіцієнти $KBVP_{S_i}^{n,j}$ використання встановленої потужності теплогенеруючого обладнання). Встановлені потужності $P_{S_i}^{n,j}$ теплогенеруючого обладнання технологічних підсистем (для когенераційних установок окремо по тепловому (ht) і електричному (el) навантаженню), коефіцієнти $KEVP_{S_i}^{n,j}$ ефективності використання теплоти первинного палива) та $\bar{W}_{S_i}^{n,j}$ - обсяги доступних ПЕР.

Основні алгоритми розв'язання задач підвищення ефективності управління системами КТЕ, які у роботі розроблені за моделлю на прикладі системи одного з міст обласного підпорядкування в Україні, що складається з трьох підсистем (S1, S2, S3) юридично самостійних місцевих підприємств теплопостачання. Послідовно знайдено рішення трьох задач управління за представленими нижче сценаріями структурно-параметричної оптимізації системи КТЕ шляхом: (1) максимізації прибутку системи ($Pr_{S_i}^{n,j}$ - прибуток від реалізації теплової та електричної енергії, млн. \$); (2) мінімізації втрат ПЕР у системі ($\Delta W_{S_i}^{n,j}$); (3) мінімізації обсягів викидів CO₂ ($O_{S_i}^{n,j}$):

$$\begin{aligned} \text{ЦФ}_{S_0}^{(1)} &= \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I Pr_{S_i}^{n,j} \rightarrow \max; & \text{ЦФ}_{S_0}^{(2)} &= \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I \Delta W_{S_i}^{n,j} \rightarrow \min; \\ \text{ЦФ}_{S_0}^{(3)} &= \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I O_{S_i}^{n,j} \rightarrow \min. \end{aligned}$$

де зміст індексів цільових функцій ЦФ відповідає наведеному у переліку чинників, які визначають ефективність системи КТЕ, а нумерація цільових функцій – послідовності сценаріїв, які розглядаються. Серед основних типів технологічних підсистем системи КТЕ, призначених для покриття графіка навантаження системи, у роботі розглянуті: вугільні котельні ($i=1$); котельні на природному газі ($i=2$); електричні котельні ($i=3$); когенераційні установки на природному газі ($i=4$) і біодизельному пальному ($i=5$); а також види та обсяги споживаних первинних ПЕР. Результати розрахунків за моделлю втрат ПЕР у підсистемах КТЕ (за рік) за сценаріями максимізації прибутку (рис.1), мінімізації втрат ПЕР (рис.2) і викидів CO₂ (рис.3) та у базовому стані (рис.4) наведено на рисунках.

Як можна бачити з наведених результатів, на прикладі сценарію максимізації прибутку, повністю завантаженими у всіх трьох підсистемах, тобто самими прибутковими серед

встановленого теплогенеруючого устаткування, виявилися вугільні котельні. Когенераційні установки на природному газі були підключені до теплозабезпечення тільки в підсистемі S3 (в підсистемах S1 і S2 вони відсутні).

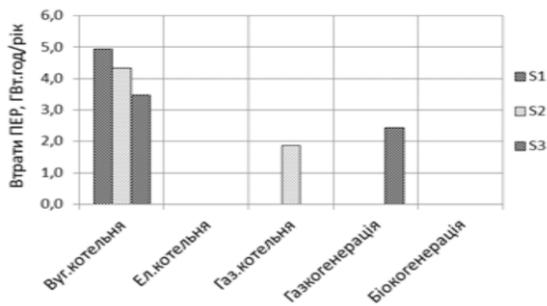


Рисунок 2. Втрати ПЕР у підсистемах КТЕ за сценаріями максимізації прибутку

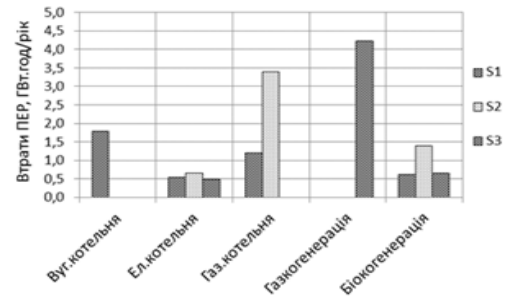


Рисунок 1. Втрати ПЕР у підсистемах КТЕ за сценаріями мінімізації втрат ПЕР

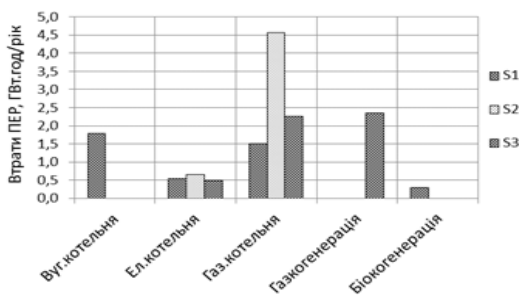


Рисунок 4. Втрати ПЕР у підсистемах КТЕ за сценаріями мінімізації викидів CO₂

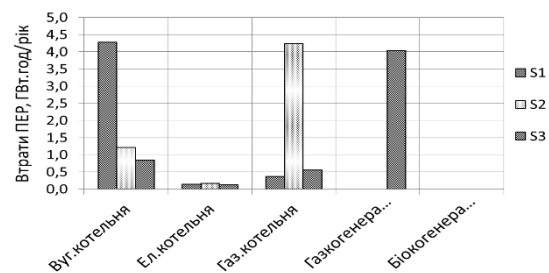


Рисунок 3. Втрати ПЕР у підсистемах КТЕ у базовому стані

Реалізація сценарію управління системою КТЕ на основі результатів структурно-параметричної оптимізації за критерієм максимізації прибутку в умовах існуючої матеріально-технічної бази дозволяє підвищувати економічну ефективність (прибутковість) системи засобами організаційно-технологічного управління, але ж призводить до погіршення енергетичних та екологічних показників її функціонування. Аналогічний ефект виникає при проведенні оптимізаційних розрахунків за сценаріями мінімізації втрат ПЕР та мінімізації викидів CO₂, що підтверджує необхідність пошуку компромісного рішення в задачі підвищення ефективності функціонування систем КТЕ.

У цілому, проведені у роботі дослідження дозволили розробити балансово-оптимізаційну модель та визначити основні складові методу оптимального управління підвищення ефективності функціонування системи КТЕ, а також провести формалізацію рівнянь, які описують поведінку системи, та визначення цільових функцій управління такого роду системами.

Список використаних джерел:

1. Комунальна теплоенергетика України: Стан, проблеми, шляхи модернізації: У 2-х томах / За ред. А.А. Долінського, Б.І. Баска, Є.Т. Базєєва, І.А. Піроженко. – К.: Поліграф-Сервіс, 2007. – Т.1. – 394 с.
2. Ковалко О.М., Новосельцев О.В., Євтухова Т.О. Вступ до теорії енергоефективності багаторівневих систем: методи та моделі енергетичного менеджменту у системі житлово-комунального господарства. – Київ: НАН України, Інститут технічної теплофізики, 2014. – 252 с.
3. Євтухова Т.О. Структурно-функціональні особливості побудови системи управління енергозбереженням у ЖКГ України // Проблеми загальної енергетики. – 2010. – вип.2(22). – С.39-44.
4. Grohnheit P.E., Gram Mortensen B.O. Competition in the Market for Space Heating. District Heating as the Infrastructure for Competition Among Fuels and Technologies // Energy Policy – 2003. – Vol.31, Iss. 9. – P. 817-826.
5. Persson U., Werner S. Heat Distribution and the Future Competitiveness of District Heating // Applied Energy. – 2011. – vol. 88. – P. 568-576.
6. Jebaray S., Sniyan S. A review of Energy Models // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2006. – Vol.10. – P. 281-311.

УДК 628

Заболотный А.П., к.т.н., доцент,
Хоролец А.С., студент,
Запорожский национальный технический университет

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

По оценке Международного энергетического агентства 19% всей генерируемой в мире электроэнергии расходуется на освещение, значительная часть из которой приходится на системы наружного освещения, и в частности - уличного. Актуальность мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности систем уличного освещения (СУО) очевидна и для Украины. Однако, зачастую мероприятия муниципалитетов направленные на энергосбережение и энергоэффективность СУО сводятся к установке светильников с энергосберегающими источниками света без должного комплексного решения задач энергетического менеджмента и как правило носят демонстрационный характер.

К решению данной проблемы необходим системный подход, заключающийся в совместной проработке технических и экономических вопросов внедрения новых высокоэффективных источников света и альтернативных источников генерации электроэнергии, формирования энергоэффективных структур питающих сетей, гибкого индивидуального управления источниками света в гибридных комплексах СУО.

Первые практические шаги в Украине в этом направлении были предприняты при разработке «Муниципального энергетического плана Запорожья». В рамках этого плана предлагается проект модернизации СУО города Запорожья путем замены 42000 существующих светильников на энергоэффективные светодиодные с модернизацией системы диспетчерского управления.

Кроме того, с целью обеспечения годового электроснабжения светодиодных уличных светильников, проектом дополнительно предусматривается установка солнечных электростанций на отдельных наземных площадках и крышах зданий находящихся в коммунальной собственности суммарной мощностью 10 МВт. При этом, избыток генерации электроэнергии в дневное время предполагается продавать в энергосистему по «зеленому тарифу».

В конечном итоге, реализация проекта сократит затраты городского бюджета на обслуживание СУО почти на 40%, а также обеспечит поступление дополнительных средств в городской бюджет за счет реализации электроэнергии, которая вырабатывается электрическими станциями в дневное время. Предварительные расчёты показывают, что предлагаемая модернизация СУО позволяет принципиально изменить финансовое состояние коммунального предприятия "Запорожгорсвет" - из дотационного, по отношению к городскому бюджету, оно становится самокупаемым предприятием с небольшим, но постоянным доходом для городского бюджета [1].

Список использованной литературы:

1. Степаненко В.А. Муниципальный энергетический план Запорожья, //электронный журнал Энергосовет № 2 (33). - 2014. [Электронный ресурс]/ Портал по энергосбережению – Режим доступа: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=452

УДК 620.92

Ковальчук А. М., к.т.н., доцент, Савченко Л. Ю., магістрант,
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНОТИПНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Вступ. Минулого століття найбільш вигідною та дешевою сировиною для опалення будівель були на початку дрова і вугілля, а згодом газ та нафта. Нині досліджених родовищ газу і нафти, що мають відносно допустиму собівартість видобутку, на Землі лишилося приблизно на 25-40 років. Тому, виходячи з цього збільшується використання новітніх, дешевших та більш зручних альтернативних методів опалення. Сучасне обладнання для опалення будівель на сьогодні представлено на ринках усілякими агрегатами, які працюють на різноманітних енергоносіях (видах палива) — електрична енергія, природний газ, тверде паливо (вугілля, дрова), рідке паливо (мазут, олива (масло)).

Метою роботи є формулювання переваг та недоліків основних систем опалення та визначення найекономічніший з них для України.

В якості досліджуваних систем опалення були вибрані наступні: газовий котел, дров'яний котел, котел на пелетах, вугільний котел та теплоакумлююче електроопалення (ТАО). Вибір видів палива залежить від низки факторів: найперше – це від ціни (тарифів), доступності сировини, зручності у застосуванні, екологічної сприйнятності і рівня автоматизації управління. Найпоширенішим типом опалення в нашій державі є опалення газом, що має низку переваг, серед яких: відносно високий відсоток ККД, комфорт у роботі, повна автоматизація процесу, відносна екологічна чистота. Однак є багато недоліків:

- Постійний ріст цін на газ ускладнює розрахунки строків окупності опалення;
- Недостатньо висока якість газу;
- Ціна підключення нових споживачів до елементів газового постачання дуже висока;
- Підключення і обслуговування можуть здійснювати лише сертифіковані установи.

За умов безперервного збільшення ціни на газ, з можливістю його подальшого дефіциту, використання твердого палива для обігріву будинків є максимально допустимим рішенням для громадян нашої держави. Опалення дровами та пелетами в Україні являється досить перспективним. Адже їх ціна, в порівнянні з іншими видами палива, низька і є можливість доставки. Котли, які функціонують з використанням пелет, дають право споживачу спростити процес обслуговування, зробивши його автоматизованим. По зручності експлуатації дані котли приблизно на рівні газових. Новітні твердотопливні котли дуже зручні і вигідні у процесі роботи, так як дров від однієї закладки вистачає на 4- 9 годин.

Сильні сторони при використанні твердих видів палива: досить низька вартість, легкодоступність, екологічність високий ККД, невисокі експлуатаційні затрати.

Слабкими можна назвати наступні:

- Неодмінна потреба у постійному підтриманні припасів, а також спеціальних приміщень для їх збереження;
- Потрібен постійний контроль за роботою камери згоряння;
- Ручне завантаження вугілля досить трудомістка процедура.
- Потрібно здійснювати чистку димоходів та топки від продуктів згоряння.

На сьогоднішній день вартість енергоресурсів кожного дня зростає, постає питання пошуку альтернативи традиційним системам опалення. Дана потреба викликана і тим, що традиційні системи дуже застарілі і не можуть у повному обсязі виконувати задані функції, що актуальні на сьогодні. До таких відносять: високу економічність, екологічність, цікавий дизайн, зонування приміщень за температурним режимом, простота в управлінні. Достойну альтернативу для традиційних систем опалення може скласти теплоакумлююче електроопалення. Принцип роботи якого заснований на накопиченні тепла в акумуляторах, що виготовлені із матеріалів великої теплоємності та нагріваються використовуючи електричну енергію в нічні години. Враховуючи те, що вартість електроенергії вночі в рази нижча від

денного тарифу, то застосування ТАО дозволить значно скоротити витрати на обігрів приміщення. Накопичивши достатню кількість тепла акумулятори далі не споживають електроенергію вдень, а віддають тепло у будинок.

Ще до переваг можна віднести і «локальну» екологічність, легкий і швидкий монтаж, високий рівень автоматизованості процесу роботи. Хоча є багато сильних сторін, але є й низка негативних факторів, серед яких:

- постійно зростаюча висока вартість електроенергії;
- для підключення обладнання необхідна немала кількість документів та дозволів;
- періодичне відключення електричної енергії у мережі.

Після чергового подорожчання природного газу використання нетрадиційних систем електроопалення стало ще актуальнішим.

Для дослідження була взята будівля площею 100 м², що розташована в Одеській області. Питомі тепловтрати становлять 70 Вт/м², а розрахункова температура -18°С.

Станом на 2016 р. вартість газу становить:

- за об'єм, спожитий до 200 м³ газу за місяць – 3,60 грн/м³;
- за об'єм, спожитий вище 200 м³ за місяць – 7,188 грн/м³;

Ціна на електроенергію:

- за обсяг, спожитий до 100 кВт·год/місяць - 57,0 коп/кВт·год;
- за обсяг від 100 до 600 кВт·год/місяць - 99,0 коп/кВт·год;
- за обсяг, спожитий понад 600 кВт·год/місяць - 156,0 коп/кВт·год.

Середня ціна на деревину (береза) складає 0,7 грн/кг, а ось пелет 2,5 грн/кг. Приблизна вартість вугілля становить 2,8 грн/кг. Для опалення будинку дровами, пелетами чи вугіллям їх потрібно привезти транспортом, тому в вартість опалення входить і вартість пального (станом на березень 2016р. 1л. в середньому коштує 18 грн).

Таблиця 1 – Питомі експлуатаційні витрати для різних систем опалення

Система опалення	Вартість на м ² площі, грн./м ²
Від газового котла	72,11
Від дров'яного котла	59,02
Від котла на пелетах	90,29
Від вугільного котла	76,36
Теплоакуюлююче електроопалення(ТАО)	29.92

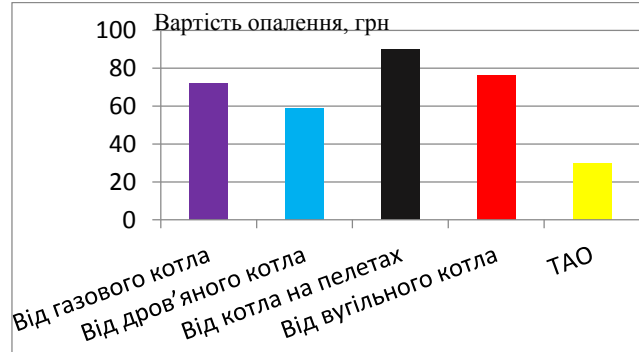


Рисунок 1 – Діаграма порівняння вартості опалення для різних систем на м² площі

Висновки. Значні кошти необхідні для опалення об'єкта. Серед розглянутих варіантів, як бачимо, найдешевше опалення забезпечується із використанням теплоакуюлюючого електроопалення. Далі по експлуатаційній вартості займає дров'яний котел. Приблизно однакову вартість має система опалення на базі газового та вугільного котлів. Найдорожчим варіантом опалення будинку є котел на пелетах. Враховуючи стрімкий ріст ціна на газ, можливо, в недалекому майбутньому, використання газового котла стане не доцільним. Дрова та пелети це трудомісткий варіант опалення, за яким постійно потрібно слідкувати. До того ж вартість деревини постійно зростає через масову вирубку дерев. А ось електрична енергія може стати альтернативою для опалення будівель і споруд в Україні.

Список використаних джерел:

- 1.Інформаційний збірник «Промислова електроенергетика та електротехніка» Праховник А.В., докт. техн. наук, Денисенко М.А., докт. техн. наук ФРН, Ковальчук А.М., канд. техн. наук, Національний технічний університет України «КПІ», Кшановський В.Й., голова правління ЗАТ «Інформаційно-маркетингова служба» 2015 №7
- 2.Праховник А.В. Малаенергетика: Распределенная генерация в системах энергоснабжения / «Освіта України», Київ, 2007, 464с.
- 3.Перспективы энергетических технологий. сценарии и стратегии до 2050г. // OECD/IEA, 2010. – 20 с.

ТРИТОЧКОВА АПРОКСИМАЦІЯ ФУНКЦІЙ РОЗПОДІЛУ МІНЛИВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СТОХАСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Прийоми триточкової оцінювання мінливих параметрів знаходять застосування в інформаційних системах, для визначення прогнозних термінів виконання проекту [1]; в задачах імітаційного моделювання енергетичних систем, показники яких характеризуються певною невизначеністю [2, 3]. Практичні прийоми триточної апроксимації застосовують з метою конструювання функції щільності розподілу (PDF) ймовірних значень параметра, якою представляють появу чи здійснення події, досягнення результату. Цю методологію застосовують для оцінювання бажаного (прогнозного) значення технологічного або економічного показника енергетичного об'єкта, що його враховано у записі економіко-математичної моделі детерміновано-стохастичного типу [4], у подальшому – ДСМ.

Як правило для конструювання таких PDF досліднику потрібні числові оцінки трьох величин параметра моделі: мінімального, максимального та «найбажанішого» прогнозного значення. У тому випадку, коли йдеться про технічний параметр компонента, або цілісного модельованого об'єкта, оцінювання якого може бути виконано експериментально чи у спосіб вимірювань у лабораторних умовах – статистично підтвердженим очікуваним значенням є мода розподілу значень, визначена на основі множини експериментальних даних (вибірки).

Стандартні характеристики поширених функцій розподілу, вживаних для триточної апроксимації, у виразах через прийняті позначення подані таблицею 1. Найпростішими після нормального є рівномірний та розподіл з трикутною формою PDF, зображеною рис. 1 [2, 4].

Таблиця 1

Характеристика	Рівномірний	PERT* (Бета-розподіл)	Трикутний	Нормальний
МО (очікуване середнє)	$(A+C)/2 = (2b+c-a)/2$	$(A+4b+C)/6 = (6b+c-a)/6$	$(A+b+C)/3 = (3b+c-a)/3$	b
Дисперсія, D	$(C-A)^2/12 = (a+c)^2/12$	$(C-A)^2/36 = (a+c)^2/36$	$(A^2+b^2+C^2-Ab-bC-AC)/18$	$(C-A)^2/36 = (a+c)^2/36$
СКВ, σ	$(C-A)/(12^{1/2}) = (a+c)/(12^{1/2})$	$(C-A)/6 = (a+c)/6$	$D^{1/2}$	$(C-A)/(12^{1/2}) = (a+c)/(12^{1/2})$
Мода, або найбажаніше	не існує	b	b	b

*PERT – Program Evaluation and Review Technique

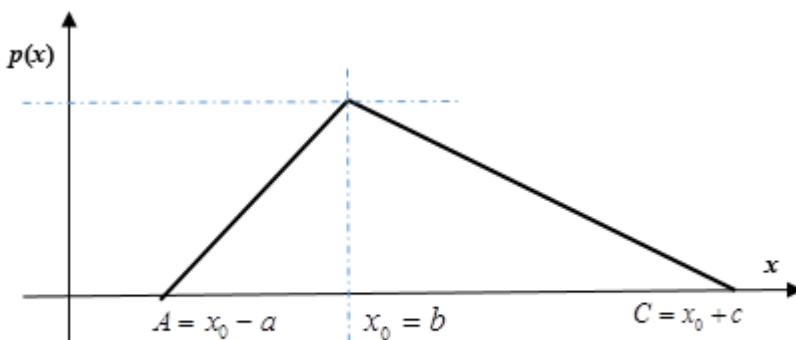


Рис. 1

Розподіл з PDF трикутної форми є найбільш простим для геометричної інтерпретації процесу триточкової оцінювання. Проте недоліком трикутної PDF є надмірна концентрація реалізацій процесу саме для значення параметра $x_0 = b$, що є фіксованим найбажанішим,

хоча за рахунок близьких значень, розташованих в обмеженому околі b . Це не завжди є прийнятним для опису об'єкта в техніко-економічних дослідженнях.

В [4] представлено співставні результати імітаційного моделювання оцінок собівартості й ціни виробництва електроенергії сонячними фотоелектричними станціями (СФЕС) у діапазоні встановленої потужності до 2,0 МВт_{пик} за схемою ДСМ. Результати отримані шляхом використання ймовірнісних методів – Монте-Карло та точкового оцінювання (методу моментів). Метод точкового оцінювання застосовано для врахування впливу параметрів з функцією PDF, графічно зображеною на рис. 1, на основі алгебраїчних виразів для обчислення моментів (такі вирази отримані аналітично, [4]).

Згідно з методом формування функції синтетичного трикутного розподілу рис. 1, та з метою уникнути недоліків, притаманних стандартній функції *PERT-розподілу* [5], автором запропоновано апроксимуючу функцію *синтетичного нормального розподілу*, криві PDF якої для випадків: *a)* – позитивної та *б)* – негативної симетрії кривих розподілу зображено на рис. 2. З метою організації процесу імітаційного моделювання за методом точкового оцінювання в роботі наведено аналітичні записи моментів синтетичної кривої несиметричного розподілу, що складається із двох відтинків кривих функції нормального розподілу з різними значеннями стандартних параметрів (дисперсією та СКВ).

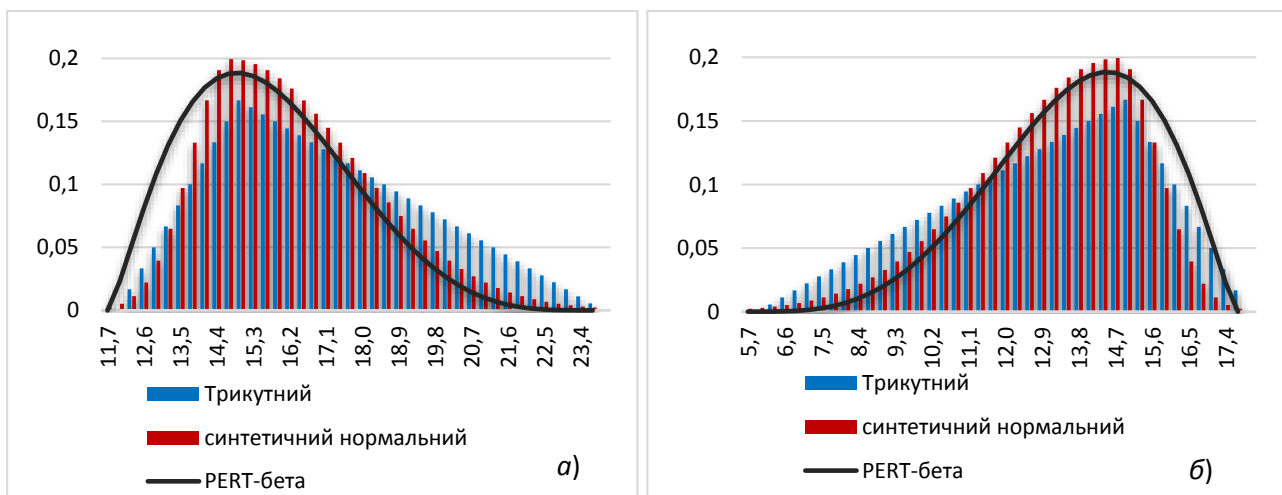


Рис. 2 – Триточкова апроксимація, PDFs : *a)* $A=12, b=15, C=24$; *б)* $A=6, b=15, C=18$

Аналітичні вирази для моментів таких розподілів є придатними для організації імітаційного моделювання за методом моментів з урахуванням опису мінливих параметрів ДСМ шляхом триточнової апроксимації функцій щільності їх розподілу PDF.

Список використаних джерел:

1. Ron Davis. Teaching Project Simulation in Excel Using PERT-Beta Distributions. Teaching Note // INFORMS Transactions on Education. – 2008. – No. 8(3). – P.139–148.
2. Шульженко С.В. Методи та засоби визначення показників ефективності функціонування і розвитку електричних станцій в умовах ринку: Автореф. дис. на здобуття наук.ступеня к-та техн. наук.: спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси» /Шульженко Сергій Валентинович; Ін-т загальної енергетики НАН України. –К., 2015. – 41с.
3. Костюк В.О. Системний огляд методів дослідження енергоустановок з мінливими технологічними показниками й практичні аспекти моделювання /В.О. Костюк // Проблеми загальної енергетики. – 2015. – №2. – С.39–47.
4. Костюк В.О. Модифіковані схеми розрахунку нормованої ціни виробництва в задачах детерміновано-стохастичного моделювання нових електрогенерувальних об'єктів / В.О. Костюк // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. – №2. – С.64–77.
5. Олейникова С.А. О недостатках оценок математического ожидания и дисперсии, используемых в методе ПЕРТ // Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве: труды Всерос. конф. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет». – 2008. –С.11–12.

УДК 620.93+621.352

Костюк В.О., к.т.н.

Інститут загальної енергетики НАН України,
Близнюк Є.В., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

СИСТЕМА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ДЕРЕВООБРОБНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВОМ СИНТЕТИЧНОГО ПАЛИВА ДЛЯ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Утилізація відходів деревини завжди була значною проблемою лісопереробних та деревообробних підприємств. Негативними чинниками накопичення відходів деревини є: відчуження територій під їх складування та пожежонебезпека відходів. Саме тому відходи деревини необхідно максимально повно залучати в технологічний оборот, прагнучи до стовідсоткового їх використання. Це особливо актуально в даний час у зв'язку з широким розвитком ресурсозберігаючих методів енерговиробництва та природокористування.

В роботі [1] розглянуто сучасний стан енерготехнологічної переробки деревних відходів. Проаналізовано основні способи газифікації, їх недоліки та переваги.

В [2] проаналізовано поточний рівень розвитку технологій паливних елементів (ПЕ), які можуть бути використані для стаціонарного виробництва електричної та теплової енергії. Наведено техніко-економічні показники карбонатно-розплавних паливних елементів (РКПЕ, англ. – *MCFC*), що відповідають останнім технологічним зрушенням. Показано, що найбільш ефективним способом використання паливних елементів є сумісна генерація електричної та теплової енергії, технологія ПЕ забезпечує конкурентоздатність із традиційними технологіями спалювання викопного палива.

Автори [3] отримали числові оцінки перспективи використання паливних елементів для енергопостачання локального об'єкта за поточних умов господарювання в Україні, що характеризуються погіршенням економічного становища на тлі певної стабілізації ринку природного газу (ПГ). Шляхом аналізу параметричної чутливості грошових потоків, утворених від збуту енергії за актуальними ринковими цінами, було визначено умови незбиткового функціонування *CHP (Combined Heat and Power)* –установи на РКПЕ.

В цьому дослідженні виконано розрахунок системи енергопостачання деревообробного підприємства (ДОП) з використанням синтетичного палива, виробленого шляхом газифікації технологічних відходів ДОП, для живлення РКПЕ. У обсягових і вартісних одиницях (табл. 1) співставлено технологічні схеми виробництва електричної та теплової енергії з утилізацією виробленого тепла на власні потреби (Рис.1) та з використанням ПГ як першоджерела теплової енергії для процесу газифікації деревини.

Таблиця 1

Найменування показника	З утилізацію виробленої тепл. енергії для піролізу деревини	Без утилізації виробленої тепл. енергії для піролізу деревини
Потужність піролізного котла, кВт	320,00	
Генерація теплової енергії <i>CHP</i> -установою, МДж/рік	4 853 380,80	
Теплова енергія необхідна для процесу піролізу, МДж/рік	2 817 402,59	
Теплова енергія, яка підлягає утилізації, МДж/рік	2 035 978,21	4 853 380,80
Витрати на паливо для процесу піролізу, долл. США/рік	0,00	26 611,57

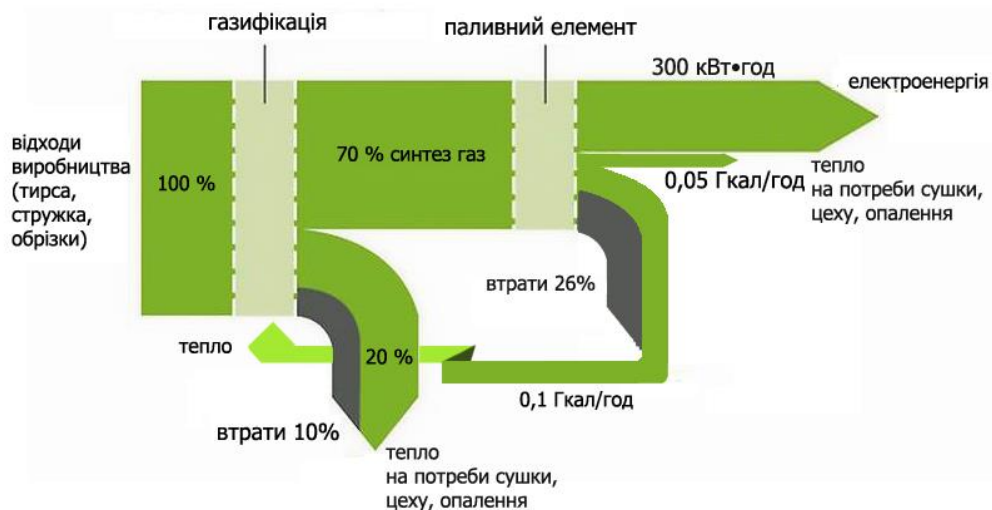


Рис. 1 – Технологічна схема з утилізацією частки теплової енергії

Таблиця 2

Потужність <i>CHP</i> -установи, кВт	300,00
Споживання синтез-газу, м ³ /год	120,00
Споживана електрична потужність підприємства, кВт·год/рік	2 359 287
Генерована електрична потужність, кВт·год/рік	2 365 200
Собівартість виробленої електроенергії, долл. США/кВт·год	0,0274

Для енергозабезпечення деревообробного підприємства, потужністю 200 кВт і сушильним комплексом деревини потужністю 140 кВт, було обрано *CHP*-установу потужністю 300 кВт. За схемою розрахунку нормованої собівартості (*LCOE*) були прийняті наступні прогнозні дані: середній показник інфляції (температура ескалації цін) 5%, дисконту 16%.

Ефективність електричної і теплової *CHP*-установи становить 47% і 27% відповідно; КВВП = 0,9 (середнє значення).

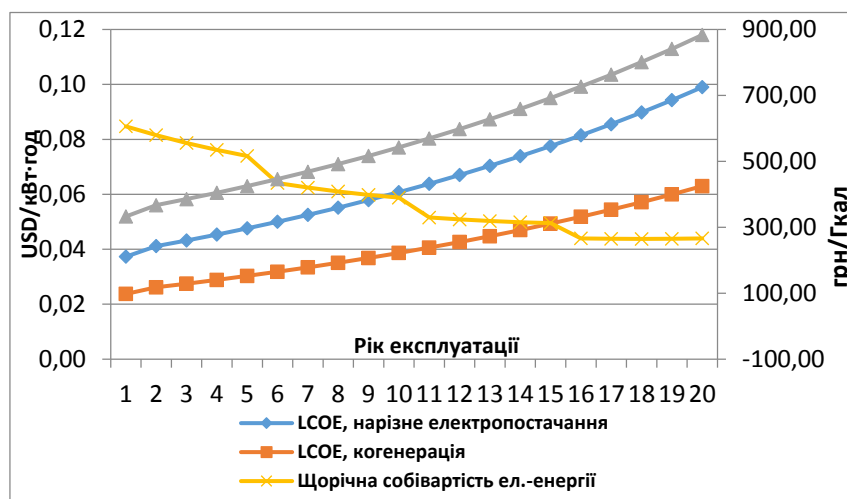


Рис. 2

Економіко-технічні показники показані у таблиці 2. На рисунку 2 позначено *LCOE* і *LCOH* – нормована собівартість електричної і теплової енергії, в долл. США/кВт·год та у грн/Гкал, відповідно.

Список використаних джерел:

1. Тімербаєв Н. Ф. Современное состояние энерготехнологической переработки древесных материалов методом газификации / Вестник Казанского технологического университета, –2012, –т.15, –№1, –С.118-121.
2. Шульженко С.В., Денисов В.А. Конкурентоспроможність паливних елементів відносно традиційних технологій виробництва електричної та теплової енергії// Проблеми загальної енергетики. – 2014. – №3. – С.29-35.
3. Шульженко С.В. Економічна оцінка перспективи використання паливних елементів для енергопостачання локального об'єкта / С.В. Шульженко, В.О. Костюк, Є.В. Близнюк // Збірник доповідей II-ої міжнародної науково-технічна та навчально-методична конференція “Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку”.– Київ.– С. 57-58.

УДК 620.92+621.31

Костюк В.О., к.т.н, Радченко О.Л., к.т.н.,
Інститут загальної енергетики НАН України,
Аксьонова О.С., магістрант, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

МОДЕЛЬ СФЕУ З ВІДСТЕЖЕННЯМ КУТА СХОДЖЕННЯ СОНЦЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРО-ПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТА ТА З ВРАХУВАННЯМ ЗМІННОГО ПОКАЗНИКА ІНСОЛЯЦІЇ

Підвищення ефективності систем енергопостачання споживачів з використанням традиційних фотоелектричних перетворювачів сонячного випромінювання в електричну енергію (ФЕП) досягають шляхом належного спрямування потоку сонячної енергії на площину панелей ФЕП. Порівняно вищий рівень утилізації енергії сонячного випромінювання може бути забезпечено стандартними панелями ФЕП, оснащеними пристроями відстеження азимутального кута Сонця протягом доби [1], що, однак, потребує додаткового простору для розташування групи таких панелей (столів) СФЕУ.

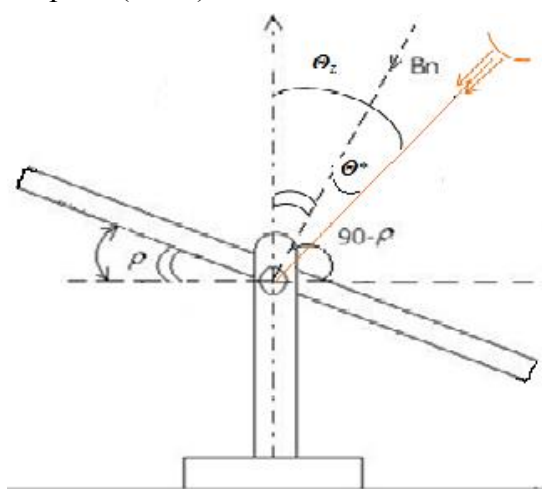


Рис. 1

З метою оцінювання можливостей збільшення обсягу електроенергії, яка продукується ФЕП, виконано моделювання СФЕУ зі столами, оснащеними промисловими електромеханічними пристроями стеження марки DuraTrack HZv3 виробництва компанії Agrar Technologies.

Стеження за кутом падіння сонячного проміння θ^* на таку панель здійснюють зміною кута нахилу сонячної панелі ρ (рис. 1): це є кут нахилу стола «до Сонця» у процесі його руху по небосхилу зі сходу на захід, у поточний момент часу відносно горизонтального положення. Робочі значення кута ρ для обраних слідкуючих пристроїв протягом світлового періоду доби обираються автоматизованою слідкуючою системою з робочого діапазону $[-52^\circ \text{ до } 52^\circ]$.

Розрахункове співвідношення R_ρ (коефіцієнт погодинного рівня інсоляції та/або обсягу перетвореної енергії) відносно обсягу енергії, виробленої розташованою горизонтальною панеллю ФЕП, для стола із пристроями стеження HZv3 визначається за формулою:

$$R_\rho = \frac{B_n \cos \theta^*}{B_n \cos \theta_z} = \frac{\cos \theta^*}{\cos \theta_z}; \quad \theta^* = \theta_z - \rho, \quad (1)$$

де B_n – фіксований обсяг прямого сонячного випромінювання, θ^* – кут падіння сонячного проміння, який вимірюється між напрямком сонячного випромінювання і нормаллю до площини стола СФЕУ. У полудневу годину для екватора $\rho = \theta^* = \theta_z|_{T=12} = 0$, а загалом *зенітний* кут Сонця θ_z обчислюють в залежності від широти φ та кута схилення δ для годинного кута ω , що відповідає поточному часу світлового періоду доби T [2]:

$$\cos \theta_z = \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega_T + \sin \varphi \cdot \sin \delta; \quad \omega_T = 15(12 - T). \quad (2)$$

Важливим фактором обмеження обсягу виробленої СФЕУ електроенергії є хмарність. Її вплив на інсоляцію поверхні столів має мінливий характер, врахування якого можливе шляхом

імітаційного моделювання на основі детерміновано-стохастичних моделей [3]. У [4] запропоновано усереднену залежність між хмарністю та інсоляцією нижче її рівня по висоті:

$$I_c/I_f = 1 - c^2/2; \quad c = S_c/S_f, \quad (3)$$

де I_c , I_f – інсоляції за хмарності на небі та в умовах безхмарного неба відповідно, S – вся площа небесного простору, яка спостерігається у ясну погоду, c – коефіцієнт, який враховує рівень хмарності, S_c – частина площі S , яка закрита хмарами. Формулу (3) застосовують безпосередньо для визначення впливу хмарності на обсяг генерованої СФЕУ енергії, для чого розрахункові значення I_c та I_f слід домножити на дійсну сумарну площу поверхні панелей ФЕП (всіх робочих столів СФЕУ).

Результати моделювання СФЕУ оснащеної електромеханічними пристроями DuraTrack HZv3, що забезпечують синхронне обертання всіх її столів навколо горизонтальної осі, та із врахуванням впливу хмарності за різних значень коефіцієнта c подано графічно на рис. 2.

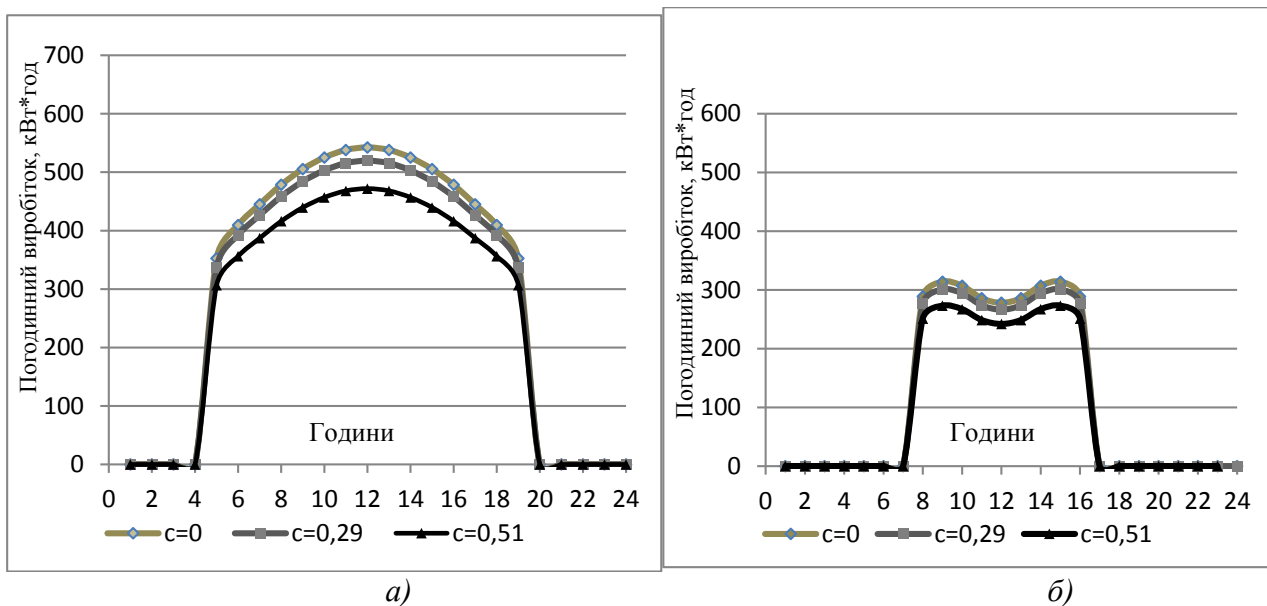


Рис. 2 Погодинний виробіток енергії СФЕУ: а) для характерного дня травня; б) для характерного дня листопада

Розрахункові криві на діаграмі рис. 2 наведено для географічних координат міста Києва з розрахунку на $1,0 \text{ МВт}_{\text{пik}}$ встановленої потужності ФЕП. Крива з урахуванням значення коефіцієнта хмарності $c = 0,51$ є найбільш ймовірною виходячи з аналізу кліматичних умов обраного географічного місця.

Діаграми розрахункових значень обсягів добового вироблення електроенергії демонструють, що встановлення пристроїв відстеження положення Сонця може компенсувати 80–90% зменшення виробітку, обумовленого хмарністю та максимізує утилізацію сонячної енергії. Використання ФЕП із жорстко фіксованим положенням панелей характеризується нижчими обсягами виробітку електроенергії, що рівноцінно ефекту невикористання проектно встановленої потужності СФЕУ.

Список використаних джерел:

1. Костюк В.О., Аксьонова О.С. Модель добового електропостачання об'єкта, оснащеного фотоелектричною установкою з максимальним використанням сонячної енергії //Вісник ХНТУ сільського господарства ім. П. Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Випуск 165. – 2016. – С11–13.
2. Iqbal M. An introduction to solar radiation. Toronto: Academic press, 1983.
3. Костюк В.О. Системний огляд методів дослідження енергоустановок з мінливими технологічними показниками й практичні аспекти моделювання /В.О. Костюк // Проблеми загальної енергетики. – 2015. – №2. – С.39–47.
4. Б. Дж. Бринкворт Солнечная энергия для человека. Пер. с англ. / Под ред. Б.В. Тарнижевского. – М.: Мир, 1976. – 291 с.

УДК 621.311.4 + 620.91/92

Костюк В.О., к.т.н, Радченко О.Л., к.т.н.,
 Інститут загальної енергетики НАН України,
 Конопко В.І., магістрант, Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут»

РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ МІКРОМЕРЕЖЕЮ НА ОСНОВІ УМОВИ ІНВАРІАНТНОСТІ СТАНУ ЗАРЯДЖЕНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО АКУМУЛЯТОРА

Статистично підтвердженим фактом сьогоденного стану ринків електроенергії є щорічний приріст споживання електроенергії попри підвищення показників енергоефективності обладнання – побутових споживачів та інтелектуальних розподільних мереж [1]. Застосування електричних мікромереж є перспективним напрямом гнучкого задоволення попиту на електричну енергію. Застосування в мікромережах технологій виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії (Е-ВДЕ) забезпечує більш високий ступінь автономності електроспоживачів.

Суттєвим недоліком Е-ВДЕ є слабо прогнозована миттєва енергія (вихідна потужність) джерела, що обумовлено мінливістю природної сили вітру, рівня інсоляції. Цей недолік частково усувають шляхом застосування накопичувачів енергії (ЕН).

За результатами аналізу властивостей сучасних ЕН, електричні акумуляторні батареї (АБ) різних типів з урахуванням питомих показників (5÷110 Вт·год/кг, 40÷1100 Вт/кг) є найбільш доступними для тривалого в часі використання у складі мікромереж [2]. Використання накопиченої в АБ енергії в разі недостатнього обсягу генерування Е-ВДЕ, є важливою властивістю роботи мікромережі. Задача визначення оптимальної ємності АБ для мікромережі, досі є недостатньо опрацьованою [3, 4].

АБ в залежності від режимів заряд/розряд, що вже відбулись, в кожний момент часу має певний електричний заряд (вимірюється у А·год), який можна обчислити через безрозмірну величину SOC (state of charge) – відношення значення поточного електричного заряду АБ до її номінальної ємності. Відомо, що АБ мають певні обмеження щодо глибини розряду (цю величину позначають DOD – depth of discharge) – відношення переданої споживачеві енергії до результату множення номінальної ємності АБ на номінальне значення напруги на її клеммах. Відтак має виконуватись співвідношення $SOC + DOD = 1$.

Найбільші перспективи в умовах сучасного українського законодавства пов'язують із широким застосуванням фотоелектричних панелей (ФЕП) [5].

Потрібне число ФЕП N_{PV} можна визначити на основі умови інваріантності показника $SOC = SOC(t) = 1 - DOD_{rated}$ за виразом:

$$N_{PV} = \left(\sum_{t=t_1}^{t_r} (E_{load}^{DC}(t) + E_{load}^{AC}(t) / \eta_{inv}) \right) / \sum_{t=t_1}^{t_r} E_s(t), \quad (1)$$

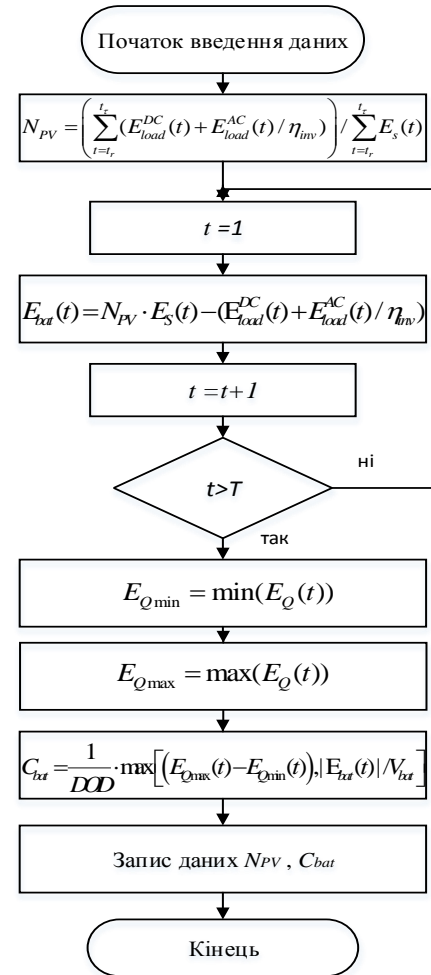


Рис. 1

де $E_{load}^{DC}(t)$ – енергія споживана на постійній напрузі; $E_{load}^{AC}(t)$ – енергія споживачів змінного струму, отримана від ФЕП з використанням інвертора; η_{inv} – коефіцієнт корисної дії інвертора; $E_s(t)$ – енергія, яку генерує одна ФЕП; t_i – номер інтервалу часу протягом якого визначено значення змінних параметрів у виразі (1).

Передбачається, що тривалість кожного з інтервалів часу однакова і дорівнює 1 годині та $i=[1;T]$, де T – максимальна тривалість в годинах процесу визначення графіка навантаження та рівнів інсоляції ФЕП.

З урахуванням залежності (1) можна визначити енергію $E_{bat}(t)$, яку має містити АБ для забезпечення безперебійного постачання споживачів електричної енергії:

$$E_{bat}(t) = N_{PV} \cdot E_s(t) - \sum_{t=t_1}^{t_r} (E_{load}^{DC}(t) + E_{load}^{AC}(t) / \eta_{inv}). \quad (2)$$

За наявності графіка навантаження та рівнів інсоляції ФЕП отриманих для кожного з t_i інтервалів часу можна отримати значення C_{bat} ємності АБ, за якої буде забезпечено її постійну зарядженість на рівні визначеному виробником ($DOD_{rated} = 0,2 - 0,3$). Залежність для визначення C_{bat} має наступний вигляд [4]:

$$C_{bat} = \frac{1}{DOD} \cdot \max[(E_{Qmax}(t) - E_{Qmin}(t)) | E_{bat}(t) | / V_{bat}], \quad (3)$$

де V_{bat} – напруга на клеммах АБ, яка вважається незмінною; $E_{Qmax}(t)$ – максимальний обсяг енергії в АБ; $E_{Qmin}(t)$ – мінімальний обсяг енергії в АБ.

В роботі представлено результати розрахунку ємності C_{bat} з використанням програмної реалізації алгоритму, розробленого на основі співвідношень (1) – (3), блок-схему якого зображено на рис. 1.

Розрахунки ємності резервної АБ з використанням запропонованого алгоритму дають можливість уточнити проектні техніко-економічні показники електропостачальної системи за структурою мікро-мережі порівняно з числовими результатами представленими в [5].

Список використаних джерел:

1. Palensky P., Dietrich D. Demand Side Management Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads // IEEE Transactions on Industrial Informatics. -2011. –Vol.7, No.3. – P.381-388.
2. Energy storage technologies: Review. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.ip.simr.pw.edu.pl/zn/artykuly/zn2\(102\)2015/013_021.pdf](http://www.ip.simr.pw.edu.pl/zn/artykuly/zn2(102)2015/013_021.pdf)
3. Костюк В.О., Ханицька О.О. Поєднання вимог щодо керування й надійності в задачах вибору раціональної конфігурації гібридної електро-постачальної системи з використанням ВДЕ // Збірник тез доповідей XII Міжнародної конференції «Контроль і управління в складних системах (КУСС-2014)». – Вінниця, ВНТУ. – 2014. – С.145.
4. Радченко О.Л. Розрахунок комплексу «відновлюване джерело – акумулятор» з максимальним використанням генерованої енергії // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015, № 3. – С. 102–106.
5. Костюк В.О., Аксьонова О.С. Модель добового електропостачання об'єкта, оснащеного фотоелектричною установкою з максимальним використанням сонячної енергії // Вісник ХНТУ сільського господарства ім. П. Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Випуск 165. – 2016. – С11–13.

УДК 519.2:620.98+621.31

Костюк В.О., к.т.н.,
Інститут загальної енергетики НАН України,
Міщенко Є.В., магістрант, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ГІБРИДНІ МОДЕЛІ МІКРОМЕРЕЖІ В ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ ПОШУКУ СУБОПТИМАЛЬНИХ КОНФІГУРАЦІЙ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Метою доповіді є продемонструвати результати ефективного застосування сучасних інструментальних програмних засобів для розв'язування прикладних задач – пошуку раціональних проектних рішень енергопостачальних систем з використанням декількох технологій на основі енергії відновлюваних джерел та накопичувачів енергії, та інтерпретувати результати техніко-економічних показників.

Проблемі визначення раціональних компонувальних рішень гібридних систем енергопостачання, із застосуванням технологій нових та відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) й можливістю підключення до розподільної мережі як до резервного джерела, присвячена значна кількість праць протягом останніх двох десятиріч. Виокремились і розвиваються три основні теоретичні платформи, ґрунтуючись на яких ведеться пошук оптимальних конфігурацій комбінованих енергоустановок (КЕУ) [1-3].

В [2] здійснена спроба описати процедуру пошуку оптимального розв'язку багатокритеріальної задачі керування комплексною системою електропостачання шляхом поєднання ідей Р. Беллмана і Л. Заде та методів нелокального пошуку. Цей підхід, на думку авторів, забезпечує належність отриманого розв'язку області компромісів, відтак, мовляв, можна уникнути пошуку єдиного розв'язку по Парето. Втім, за умов дії фактору невизначеності, розв'язання прикладних технічних задач на практиці є надто громіздким.

Автори [3] розробили інструментальні засоби проектування оптимальної гібридної ЕПС з використанням ідей МОЕА (спрощена назва – генетичні алгоритми, GA [4]), за допомогою яких можуть бути отримані оптимальні, або дуже близькі до оптимальних технічні рішення – із застосуванням використанням компонентів відомих світових чи національних виробників електротехнічного обладнання.

Для фінансових прогнозних даних моделі КЕУ, наведених у таблиці 1 за допомогою ПІК іНОГА виконано тестовий пошук субоптимальної структури ЕПС для типового домогосподарства (приватної садиби), розташованої у межах міста Києва за двома критеріями: мінімуму приведеної вартості NPC (вартісний) та еквівалентного обсягу викидів LSE (екологічний). Умови збуту надлишку виробленої електроенергії визначено з урахуванням пільгових «зелених» тарифів згідно з вимогами українського законодавства: проектну середню ціну тарифу визначено на рівні 0,12 Євро/кВт·год з одночасною можливістю закупівлі дефіциту електроенергії з ЕМ на договірних умовах за тарифом 0,05 Євро/кВт·год.

Таблиця 1

Номінальне значення дисконту, %	15,0	Розрахунковий термін експлуатації, років	25,0
Прогнозний середній показник інфляції, %	7,0	Частка кредитних коштів, %	50,0
Вартість монтажу, €	400,0	Відсоткова кредитна ставка, %	9,0
Поточні витрати, % від кап. вартості/рік	2,0	Термін виплати кредиту, років	5,0

На рис. 1 і рис. 2 наведено розрахункові дані для конфігураційного варіанту – розв'язку БОЗ, що входить до множини субоптимальних за Парето; у площині двох обраних критеріїв варіант зображено на рис. 2 номером «2» (другий із кращих непомічених розв'язків, рекомендованих алгоритмом ранжування розв'язків моделі, що його виконує ПІК іНОГА).

**III Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція
«Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'16»
«ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ»**

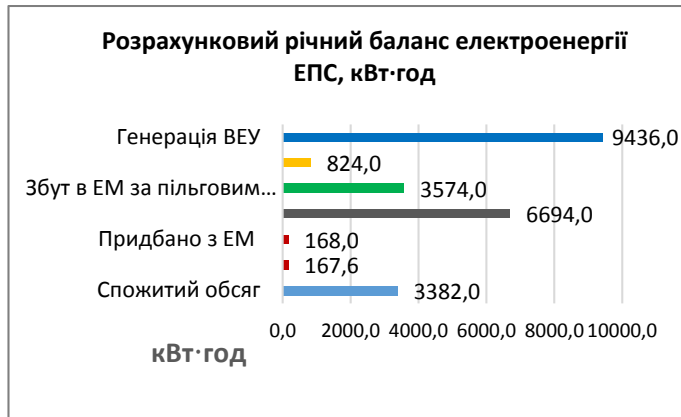
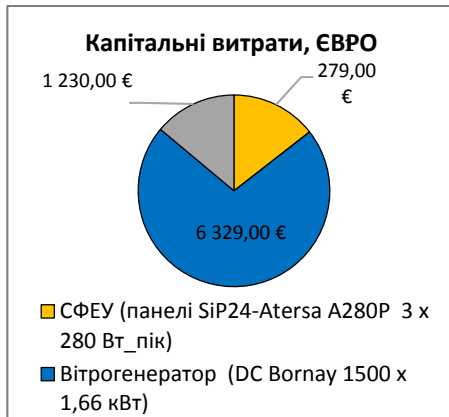


Рис. 1

Рис. 2

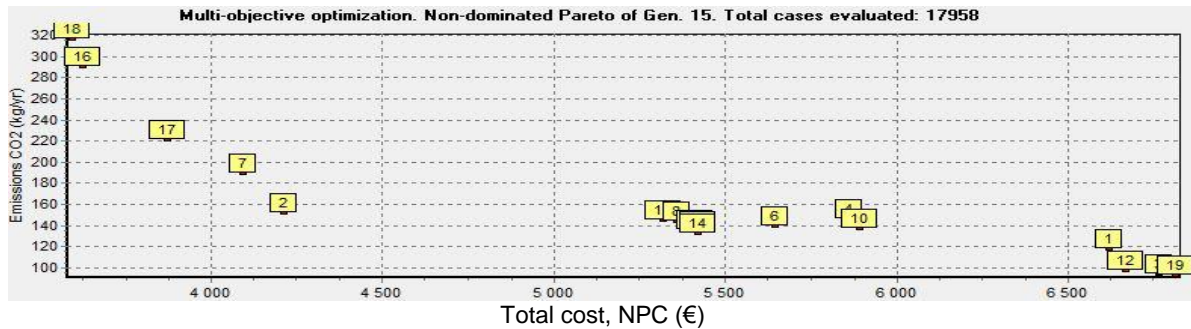


Рис. 3

Розрахункові значення фінансово-економічних показників двох варіантів електропостачальної системи на основі КЕУ відображені у таблиці 2 для співставлення.

Таблиця 2

	Варіант 2	Варіант 1
Початковий обсяг інвестицій (кап.вартість), €	7109	9125
Кредитні зобов'язання, €	3554,5	4562,5
Сума щорічних виплат за кредитом, €	913,8	1173,0
Приведені витрати на е/енергію, куплену з електромережі (від постачальника), €	202,2	41,3
Надходження від збуту е/енергії, €	4770	4943
Ефективна приведена вартість проекту, €	4212	6617
Співставна приведена вартість за проектом постачання 100% обсягу е/енергії з розподільної мережі протягом розрахункового терміну експлуатації (25 років), €	5476	5476
Приведена нормована собівартість, €/кВт·год	0,05	0,08

Список використаних джерел:

1. Мхитарян Н.М. Комплексное использование энергии возобновляемых источников /Мхитарян Н.М., Кудря С.О., Яценко Л.В. та ін. // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – №17. – С.15-22.
2. Попов В.А. Алгоритм многокритериального управления режимами работы микросетей / В.А. Попов, Е.С. Ярмлюк, П.А. Замковой // Восточно-европейский журнал передовых технологий / Наук. журнал. – Харків, 2014. – № 2/2 (68). – С. 61–68.
3. Dufo-Lopez R, Bernal-Agusti'n JL, Contreras J. Optimization of control strategies for stand-alone renewable energy systems with hydrogen storage // Renewable Energy 2007. – No.32(7). – P.1102–1126.
4. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы. Учебное пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик; под. В.М. Курейчика. 2-е изд. испр. доп. – М.: Физматлит, 2006.– 320 с.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ШЛЯХОМ ЗМЕНШЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ СВІТЛОПРОЗОРИ ВІКОННІ КОНСТРУКЦІЇ

Одним з ефективних способів зниження втрат теплоти через огорожувальні конструкції будівель є заміна старих віконних конструкцій з низьким термічним опором на сучасні вікна з енергозберігаючими склопакетами. Так як поверхня звичайного віконного скла характеризуються високим ступенем чорноти ($\sim 0,84 \dots 0,89$), для зменшення променевої складової теплового потоку через вікно на внутрішні поверхні скла наносяться так звані низькоемісійні покриття («і»-скла, «к»-скла).

В роботі було проведено експериментальне дослідження тепловтрат через енергоефективні віконні конструкції з врахуванням безперервної дії всієї сукупності кліматичних параметрів. В якості об'єкта обрані віконні конструкції двокамерного склопакету з і-покриттям - 4M1-10-4M1-10-i4, встановлені замість звичайних вікон на строго північно-орієнтованій стіні адміністративного корпусу ІТТФ НАН України в м. Києві.

Для вимірювання температурних характеристик та тепловтрат через світлопрозорі конструкції було розроблено переносний 96-ти каналний блок теплової реєстрації (БТР), який розроблений в ІТТФ НАН України, що дозволяє в умовах реальної експлуатації будівлі досліджувати температурний стан будь-якої віконної конструкції. Для вимірювання температури застосовувалися платинові (похибка вимірювання $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$), і мідні (похибка вимірювання $0,2 - 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$) термометри опору з робочим діапазоном зміни температури $-40 \dots +100 \text{ }^\circ\text{C}$. Безперервні вимірювання густини теплового потоку проводилося з використання перетворювачів теплового потоку, розроблених в ІТТФ НАН України (декларована похибка вимірювання до $3 \dots 4\%$). Сигнали із заданим тимчасовим кроком вимірювання, в нашому випадку дорівнював 10 хвилинам, від датчиків записувалися БТР, а далі – поступали на комп'ютер [1 - 2]. Дослідження були проведені згідно з вимогами [3 - 4].

В результаті експериментальних досліджень було проаналізовано розподіл температур та теплових потоків на зовнішній та внутрішній поверхнях двокамерного склопакету з і-покриттям як по склопакету, так і по віконних профілях. Було експериментально та теоретично визначено значення термічного опору. Встановлено, що енергозатрати на такому вікні становлять до $63,5 \text{ Вт/м}^2$. З використанням розробленої теплофізичної моделі для дослідження теплопереносу через двокамерний склопакет, визначено співвідношення між радіаційною та конвективною складовими теплового потоку, що проходить через склопакет. Теоретично встановлено, що радіаційний тепловий потік складає до 70% в однокамерному та до 65% в двокамерному склопакеті. З цього випливає, що дієвим способом збільшення термічного опору склопакетів є нанесення на їх внутрішні поверхні низькоемісійних покриттів або спеціальних плівок.

Отримані експериментальні дані для віконних конструкцій адміністративної будівлі при її довготривалій експлуатації дозволяють оцінити динаміку зміни у часі теплотехнічних характеристик, що і було використано при створенні енергоефективного будинку ІТТФ НАН України.

Список використаних джерел:

1. Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Новіцька М.П., Кужель Л.М., Красота Д.О. Експериментальні дослідження теплопереносу через сучасні віконні конструкції в реальних умовах експлуатації // Енергоефективність у будівництві та архітектурі, 2015, №7, ст. 65 – 71.

2. Басок Б.І., Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Кужель Л.М. Експериментальні дослідження теплопереносу через сучасні віконні конструкції в реальних умовах експлуатації [Електронний ресурс] / Басок Б.І., Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Кужель Л.М. / Режим доступу: http://wt.com.ua/wt_60_2015_online/flippingbook.swf

3. ДСТУ Б В.2.6 – 101: 2010 Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. Чинний з 20.01.2010. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 84 с.

МВВ № 081/24-0778-11 Метрологія. Опір теплопередаванню крізь огорожувальні конструкції будівель і споруд різного призначення. Методика виконання вимірювань комбінованим тепловізійно-пірометричним методом. ІТТФ НАНУ. – 2011.

УДК 621.314

Кулагін Д.О., к.т.н., професор,
Волков М.А., магістрант,
Запорізький національний технічний університет

СУЧАСНІ МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРІВ

В останнє десятиріччя українське суспільство остаточно усвідомило важливість енергозбереження та енергетичного менеджменту як у промисловій так і у непромисловій сферах. Було запропоновано величезну кількість заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності промисловості та енергетики. Одним з актуальних питань, рішення якого дозволить отримати суттєву економію грошових ресурсів є підвищення ефективності електричних мереж. А саме – оптимізація режимів передавання електроенергії та зниження втрат у елементах мережі.

Одним з енергозберігаючих заходів на промисловості та у енергетиці є заміна застарілого обладнання на нове, з меншими втратами та більш високим коефіцієнтом корисної дії. Тому розробка нових, енергоефективних типів трансформаторів має велике значення для України.

Якщо втрати потужності в елементах конструкції трансформатора не обчислювати та не обмежувати належним чином, вони можуть складати велику частину (більше 20%) від загальних втрат короткого замикання ΔP_k . Велика частина додаткових втрат припадає на конструкційні частини з великою площею поверхні. (наприклад Бак). Варто зазначити, що додаткові втрати в деяких елементах з меншою площею, таких як пресувальні кільця, хоча й є меншими, але магнітний потік, який в них замикається, може бути досить високим, що може призвести до неприйнятних місцевих перегрівів, які можуть серйозно вплинути на тривалість життя трансформатора та його енергоефективність [1,2]

До 1980 року, було проведено значну роботу на тлі визначення додаткових втрат аналітичними методами [3-5]. Ці методи мають певні обмеження і не можуть бути використані для складних геометричних форм. Завдяки швидкому розвитку чисельних методів таких як кінцево-елементний метод (КЕМ), розрахунок втрат від вихрових струмів у різноманітних металевих частинах трансформатора значно полегшився. Розвиток комерційних пакетів 3D КЕМ з 1990 року дозволив інженерам моделювати комплексну електромагнітну структуру трансформатора заради контролю додаткових витрат та визначення місцевих перегрівань. [6]

Основою для розрахунків втрат у елементах конструкції є розрахунок електромагнітного поля. Існуюча література з електромагнітних розрахунків пропонує щонайменше 15 основних методів для розрахунку полів, та набагато більше комбінованих та гібридних. Всі вони є схожими в теоретичному сенсі, але між ними є велика різниця у плані практичної ефективності при їх повсякденному використанні для проектування.

Найбільш популярними методами які використовуються для швидкої розробки електромагнітних систем відносяться до польових методів, які у свою чергу підрозділяються на чисельні методи (метод кінцевих елементів та метод кінцевих різниць) та інтегральні методи (метод граничних елементів та метод еквівалентних магнітних сіток).

Метод еквівалентних магнітних сіток

Метод еквівалентних магнітних сіток, відомий у світі як «Equivalent Reluctance Method» (RNM) є одним з найпростіших та найшвидших методів моделювання та обчислення. Він заснований на простих та зрозумілих законах Ома та Кіргофа для магнітних кіл.

Метод граничних елементів та метод інтегральних рівнянь

Метод граничних елементів більше підходить для проблем з відкритими границями, пов'язаними з конструкційними частинами з немагнітної нержавіючої сталі, де є складним визначення граничних умов. Для таких проблем з відкритими границями, деякі дослідники

використовували метод інтегральних рівнянь(МІР). Для того щоб полегшити генерацію сітки, було запропоновано МІР з моделюванням поверхневого опору. [6]

Кінцево-елементний метод

Зараз цей метод є одним з самих прогресивних та привабливих для науковців, дослідників та інженерів. Існує велика кількість програм, заснованих на чисельному методі кінцевих елементів. Для електромагнітних розрахунків та калькуляції втрат у елементах конструкції трансформатора можуть бути використані такі програмні пакети як : Ansys Emag, Comsol Multiphysics, Infolytica Magnet, OPERA 3D та інші. Серед безкоштовних пакетів можна виділити такі як FEMM та MaxFEM.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз розглянутих методів

Назва методу	Аналітичні методи	Метод граничних елементів	Метод кінцевих елементів	Метод еквівалентних магнітних сіток	Метод інтегральних рівнянь
Швидкість розрахунків	декілька годин	2-300 годин	2-300 годин	Від 30 хвилин до кількох годин	декілька годин
Обладнання	домашній ПК	Потужні комп'ютери	Потужні комп'ютери	домашній ПК	домашній ПК
Вартість програмного забезпечення	невисока	середня-висока	висока	невисока	невисока
Рівень складності	легкий-середній	високий	високий	легкий	середній
Похибки	До 10%	до 5%	До 5%	До 10%	До 10%
Застосування	інженерні розрахунки, наукові дослідження	наукові дослідження	наукові дослідження	інженерні розрахунки	інженерні розрахунки

Висновок. У статті представлені найбільш актуальні та дієві методи розрахунку втрат у елементах конструкції трансформаторів. Показані сфери використання тих чи інших методів, дана оцінка програмному забезпеченню та окреслені потенціальні напрями розвитку у галузі визначення додаткових втрат у елементах конструкції трансформаторів.

Список використаних джерел:

- Xose M.Lopez Fernandez Non linear heating hazard assessment on transformer covers and tank walls / Xose M.Lopez Fernandez, Patricia Penabad-Duran, Janusz Turowski, Pedro M.Ribeiro. – Przegląd elektrotechniczny (Electrical review). – 2012. – vol.88, no. 7b. - pp. 28-31
- A.M. Milagre 3D calculation and modeling of eddy current losses in a large power transformer / A.M. Milagre, M.V. Ferreira da Luz, G.M. Cangane, A. Komar, and P.A. Avelino // Proc. XX ICEM. – 2012. – pp.2282-2286.
- Turowski J. Electromagnetic field and power losses in covers of transformers. PhD thesis. /Technical University of Lods., – 1957.- pp. 1-142.
- Kazmierski M (1970) Estimating approximate methods in the analysis of electromagnetic fields in transformers (in Polish)/ Rozprawy Electrotechniczne.- № 16(1). – pp. 3-26.
- Z.Valkovic, Calculation of the losses in the three-phase transformer tanks/ Proceedings IEE. – 1980. – Vol.127, Pt.C. №1. - pp. 20-25.
- Kulkarni S.V. Transformer Engineering. Design and Practice/ S.V. Kulkarni, S.A. Khaparde. – Marcel Dekker, Inc., New York – Basel. - 2004. – 477p.

ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕПЛОАКУМУЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТРИВАЛОСТІ ПЕРІОДУ АКУМУЛЮВАННЯ

Вступ. Створення енергоефективних систем теплопостачання є актуальною задачею у сучасному світі. Серед багатьох запропонованих рішень особливе місце займає впровадження електричних теплоаккумуляційних систем теплопостачання (ЕТСТ). Ці системи призначені для споживання надлишково виробленої електричної енергії шляхом перетворення її в теплову для акумулювання в рідинах або твердих матеріалах і подальшого використання в системах теплопостачання. Таким чином можливо досягти не тільки зменшення витрат на забезпечення потреб в теплі, але й раціонально використовувати наявні енергетичні ресурси, підтримуючи режим більш рівномірного (в часі) завантаження енергогенеруючого обладнання.

В Україні стимулом для впровадження подібних систем слугують тарифи за електроенергію, диференційовані за періодами часу. Значення тарифного коефіцієнту на електричну енергію є найменшим в нічні години за умови використання споживачем тризонного тарифу. Проте в залежності від типу споживачів змінюються як тарифні коефіцієнти, так і тривалість дії коефіцієнту. Для населення¹ значення коефіцієнту складає 0,4, а тривалість 8 год (з 23:00 до 7:00), для інших споживачів² – 0,25 та 7 год (з 00:00 до 7:00) відповідно.

В якості генераторів теплової енергії в ЕТСТ можуть використовуватись як теплові насоси [1], так і прилади з електричними нагрівачами. Прикладами останніх є електричне теплоаккумуляційне підлогове опалення та теплоакumuлюючі електропечі [2, 3].

Мета і задачі роботи. Метою роботи є аналіз термінів окупності ЕТСТ в залежності від тривалості періоду акумулювання теплової енергії. Для цього було проведено аналіз прийнятих в літературі факторів, які взаємопов'язують технічні та економічні показники ЕТСТ.

Аналіз тривалості роботи систем акумулювання. На термін окупності значно впливає час, на протязі якого існує можливість акумулювати теплову енергію, та час, на протязі якого ЕТСТ має використовувати попередньо акумульовану теплову енергію. Чим меншим є час акумулювання теплової енергії та чим довшим буде час, за якого необхідно використовувати цю енергію, тим більшими будуть маса та об'єм необхідного для акумулювання матеріалу і, відповідно, більшим буде розмір приладу, оскільки необхідно буде акумулювати більше теплової енергії для забезпечення необхідного теплового потоку. Проте лише технічно обгрунтоване зростання розмірів теплового акумулятора (ТА) задля збільшення запасу теплової енергії може призводити до ситуації, коли його вартість почне перевищувати можливу економію від меншої вартості енергетичних ресурсів за обраної системи теплопостачання.

Коливання навантаження (споживання), які можливо було б використати для ЕТСТ мають добовий, тижневий та сезонний характер [4]. На практиці переважно використовують коливання лише добового навантаження бо саме за подібного характеру коливань розмір ТА буде найменшим, та на разі відсутні стимули для акумулювання електроенергії, виробленої в певні години тижня чи року.

Проте й потенціал добових коливань навантаження не використовується в повній мірі. Так, хоча вартість тарифу знижується лише в нічні години, на протязі доби існує й певний денний «провал» в споживанні електроенергії, хоч й не такий значний, як в нічні години [4]. Цю енергію теж можливо було б раціонально використати, якби існував режим знижок на електроенергію в даний період часу. В результаті використання таких ТА час, на протязі якого

¹ Згідно постанови НКРЕ від 23.04.2012 № 498 (зі змінами та доповненнями).

² Згідно постанови НКРЕ від 20.12.2001 № 1241 (зі змінами та доповненнями).

ЕТСТ мала використовувати виключно накопичену теплову енергію, скоротився би, що дозволить зменшити розмір ЕТСТ. Подібні ТА використовувались раніше та мали назву «напівакумуляційних» [2]. Вони накопичують теплову енергію, достатню для опалення виключно на період пікового споживання електричної енергії.

Зазначимо, що ситуацію з впровадженням систем ЕТСТ в Україні обговорюють, як правило, з огляду на традиційні джерела електроенергії: АЕС та ТЕС [5], однак, має сенс зважити на зростання частки відновлюваної енергетики, генерування електроенергії якою на відміну від традиційних джерел енергії є нерівномірним в часі. В [6] пропонувалось використовувати надлишкову вироблену електроенергію від відновлюваних джерел енергії для забезпечення роботи систем опалення та гарячого водопостачання. Особлива увага при цьому зверталась на вітроенергетику, оскільки кількість електроенергії виробленої від вітрових електростанцій зростає в холодний період року, коли з'являється потреба в опаленні. Проведений в [6] аналіз продемонстрував, що таке рішення в більшості випадків все ще потребуватиме допоміжної газової системи теплопостачання, але це дозволить суттєво скороти споживання газу.

Окрім того, нерівномірність вироблення електроенергії відновлюваними джерелами енергії стимулює використання ТА, здатних утримувати теплову енергію на протязі декількох днів. В [6] наведено випадок, коли на протязі трохи більше, ніж двох днів, практично була відсутня надлишкова електрична енергія, а вже по завершенню цього періоду кількість виробленої енергії значно перевищувала значення, необхідне для забезпечення потреб в теплопостачанні.

Висновок. Проведений аналіз демонструє потребу застосування більш гнучких тарифних коефіцієнтів на електроенергію, що надало б поштовх для ефективнішого її використання. Для більш повного використання надлишково виробленої електроенергії ТА повинні розраховуватись на забезпечення теплового потоку на протязі декількох діб, що, як показано в літературі, має певне економічне підґрунтя. Такі рішення є характерними для центральних систем теплопостачання. Водночас, для місцевих систем опалення ситуація може бути зворотною: за наявності дешевого джерела електроенергії користувач зможе збільшити тривалість та частоту накопичення теплової енергії – й відповідно заощадити кошти на встановлення ТА й зменшити термін його окупності.

Список використаних джерел:

1. Снежкін, Ю. Ф. Енергоощадні теплонасосні технології для систем теплопостачання житлово-комунального господарства і промисловості [Текст] / Ю. Ф. Снежкін // Вісник НАН України. – 2015. – №7. – С. 23–31. – ISSN 1027-3239. – doi: 10.15407/visn2015.07.023
2. Малкін, Е. С. Теплоакмулюючі електропечі. Термінологія і класифікація [Текст] / Е. С. Малкін, О. В. Лисак // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро). – 2014. – № 3. – С. 69–74. – ISSN 2409-2924.
3. Лысак, Олег. Выбор теплоаккумулирующих электропечей при внедрении в Украине [Текст] / Олег Лысак, Эдуард Малкин // Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym. – Częstochowa (Poland) : Politechnika Częstochowska, 2015. – № 1 – С. 117–125. – ISSN 2299-8535.
4. Базюк, Т. М. Використання активного споживача з точки зору оптимізації графіків навантаження [Текст] / Т. М. Базюк, І. В. Золотоверха // Енергетика. Екологія. Людина : V міжнародна конференція : зб. доп., Київ, 23–24 травня 2013 р. – С. 368-376. – ISSN 2307-7239.
5. Параска, Г. Б. Оцінка ефективності використання електричних систем опалення [Текст] / Г. Б. Параска, О. А. Миколок // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2015. – № 4 (42). – С. 73-79. – ISSN 1813-5420.
6. Pensini, A. Economic analysis of using excess renewable electricity to displace heating fuels [Text] / A. Pensini, C. N. Rasmussen, W. Kempton // Applied Energy. – 2014. – V. 131. – P. 530-543. – ISSN 0306-2619. – doi: 10.1016/j.apenergy.2014.04.111

УДК 628.81

Лисенко О.М., к.т.н.,
 Інститут технічної теплофізики НАН України

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В БУДІВЛІ

Відомо, що найбільші втрати теплової енергії – в житловому фонді (30-45%), а тому заходи щодо економії споживання теплоти у кінцевого споживача, тобто в будівлі, є найбільш дієвими. Один із дієвих напрямків скорочення надмірних втрат можна реалізувати шляхом ефективного використання теплової енергії в будівлі за допомогою впровадження автоматизованих індивідуальних теплових пунктів (ІТП).

Для цього спочатку необхідно провести енергетичне обстеження будівлі для виявлення місць та обсягів тепловтрат та визначення доцільності встановлення ІТП. Об'єктом для проведення енергетичного обстеження було обрано один із чотирьох корпусів (корпус №1) Інституту технічної теплофізики (ІТТФ) НАН України, по вул. Булаховського, 2. Для визначення енергоспоживання корпусу було здійснено автоматизований облік теплової енергії та були проведені дослідження основних параметрів теплоспоживання (температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах, зовнішнього повітря, витрати теплоносія та теплоти в подавальному та зворотному трубопроводах) за чотири опалювальні сезони 2007-2011 рр.

В 2011 році була розроблена та впроваджена в ІТТФ НАН України установка експериментального ІТП оригінальної конструкції для автоматизованого управління теплоспоживанням корпусу № 1 [1]. Регулювання параметрів теплоносія в ІТП здійснювалося за заданим алгоритмом. Експериментальні дослідження проводились протягом декількох опалювальних періодів 2011-2016 рр. при використанні різних режимів роботи ІТП.

В табл. представлені порівняльні узагальнені дані параметрів системи теплоспоживання для опалювальних сезонів 2007-2014 рр., як до ІТП, так і після впровадження ІТП.

	До ІТП				Після ІТП		
	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
Опалювальний сезон, рр.							
Середня т-ра зовн. пов., °С	3,0	-0,4	-2,2	-2,0	-2,0	-0,8	1,8
Витрата тепл. енергії, Гкал	126	216	324	294	229	251	248
Трив-ть опалюв. сезону, днів	52	112	141	148	103	132	157
Середнє спожив., Гкал/год.	0,10	0,08	0,10	0,08	0,09	0,08	0,07
Вартість спожитої теплової енергії, тис. грн.	20,0	34,3	51,5	151,1	175,4	192,2	190,0
Річні витрати теплової енергії, млн. (кВт·год.)/рік	0,147	0,251	0,377	0,342	0,266	0,292	0,288
Питомі тепловитрати на опалення, (кВт·год.)/(рік·м ²)	45,2	77,5	116,3	105,5	82,2	90,1	89,0
Питомі тепловитрати на опалення, при 181 добі повноцінного опалювального сезону, (кВт·год.)/(рік·м ²)	157,4	125,3	149,3	129,1	144,4	123,5	102,6
	Середнє: 140,3				Середнє: 123,0		

Висновок. Розроблено та впроваджено ІТП для ефективного регулювання теплоспоживання в будівлі. Проведено довготривалі експериментальні дослідження роботи ІТП та побудовані графічні залежності. Встановлено, що після впровадження ІТП питомі тепловитрати на опалення в середньому зменшились з 140 до 123 (кВт·год.)/(рік·м²) у порівнянні з існуючим традиційним пунктом елеваторного типу.

УДК 620.98

Музика Н. Ю., магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПРОГНОЗУВАННЯ НЕОБХІДНОГО ОБСЯГУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УЧАСНИКОМ БАЛАНСУЮЧОГО РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Вступ. Прогнозування електричного навантаження у межах доби або оперативне (короткострокове) впродовж поточної доби відноситься до такого класу задач, де залежність між вхідними і вихідними змінними достатньо багатогранна і складна. Тому знаходження закономірностей у великих інформаційних об'ємах даних потребує нетривіальних алгоритмів і пов'язане із значними витратами часу.

При цьому необхідно відмітити, що у випадку малих інтервалів усереднення із-за суттєвої невизначеності добового електроспоживання, коли аналітично неможливо визначити характер залежності параметрів електроспоживання від яких-небудь факторів, які спираються на нормальне розподілення і оперують поняттям «середнє», а процес електроспоживання нестаціонарний і не ергодичний, є дуже складною задачею.

Матеріали і методи. В даній роботі, як інструмент дослідження, використовуються принципи, моделі і методи прогнозування електроспоживання і вейвлет-перетворених графіків навантаження електроенергетичної системи із виконанням умов і обмежень.

Актуальність роботи визначається необхідністю розробки апарату прогнозування часових рядів, оснований на виборі одного або комбінованого набору методів при використанні ретроспективних оцінок і особливостей досліджуваної залежності.

Результати. Результатом дослідження стало, підвищення точності прогнозування кількісних характеристик електроспоживання на основі частотного поділу часового ряду (графіка електричного навантаження), розроблено методика та алгоритм прогнозування ГЕН багатонаменклатурного підприємства і удосконалено метод короткострокового прогнозування ГЕН

Висновки. Перш ніж застосовувати ті чи інші методи прогнозу необхідно провести вейвлет-декомпозицію інформаційного сигналу, побудувати скалограму і на основі результатів її аналізу сегментувати коефіцієнти вейвлет-декомпозиції за правилами:

- У випадку наявності на скалограмі одного піку, проводиться сегментування вейвлет-коефіцієнтів на апроксимуючу та деталізуючу частини, кожна з яких підлягає окремому прогнозуванню із використанням відповідного методу. Якщо на скалограмі спостерігається декілька піків – проводиться відповідна ідентифікація періодичних компонент шляхом розбиття вейвлет-коефіцієнтів на окремі серії, за кожною з яких проводиться окреме прогнозування.

- Запропоновану методика прогнозування – доцільно застосовувати для короткострокового і середньострокового прогнозування інформаційних сигналів, оскільки похибка прогнозу при цьому знаходиться у межах $\pm 1,0\%$, а середньострокового - $\pm 2,8\%$.

На основі застосування розробленої методики прогнозування та алгоритмів на основі реальних даних перевірена достовірність отриманих результатів і запропонованої методики та алгоритмів підвищення достовірності прогнозування у середовищі Matlab 6/5 SP/7 +Simulink 5/6 (виконується шляхом математичного моделювання та тестових розрахунків).

Список використаних джерел:

- 1.Шулле Ю.А. Прогнозування електричних навантажень з використанням R/S-аналізу часових рядів // Вісник ВПІ. – 2011. – № 6. – С. 53 – 56.
- 2.Волошко А. В. Короткострокове прогнозування графіків електричних навантажень на основі вейвлет-перетворення / А.В. Волошко, Т.М. Лугчин, О.М. Кладько // Енергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – №6 (100). – С. 35 – 42.
- 3.Д.В. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки / Д.В. Бэнн, Е.Д. Фармер. – М.: Энергоатомиздат. – 1987. – 197 с.

УДК 621.316.925

Побігайло В.А., к.т.н., доцент,
Матвеев С.Ю., магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ РОЗЧЕПЛЮВАЧІВ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ

Автоматичний вимикач (АВ) – це контактний комутаційний апарат, здатний включати, проводити і відключати струми при нормальному стані електричного кола, а також включати, проводити протягом певного встановлюваного часу і відключати струми в певному аномальному стані кола електричного струму [1, 2]. Основними елементами швидкодіючого АВ є головні контакти, привод головних контактів, дугогасильна система, розчеплювачі, допоміжні контакти.

Включення АВ здійснюється вручну рукояткою, або дистанційно за допомогою електромагнітного привода. Оперативне відключення головних контактів здійснюватися за допомогою рукоятки, аварійне за допомогою одного з розчеплювачів [1, 2].

Метою дослідження є проведення огляду і аналізу конструкцій розчеплювачів АВ та розробка схеми мікроконтролерного розчеплювача з покращеними характеристиками.

Розчеплювач – це електромагнітний або термобіметалічний елементи, які служать для відключення АВ через механізм вільного розчеплення при короткому замиканні (КЗ), перевантаженнях і зникненні напруги в первинному колі. Механізм вільного розчеплення складається з важелів, засувок, коромисел і пружин які відключають та призначений для відключення АВ, а також для усунення повторного включення АВ на КЗ при тривало-існуючій команді на включення [1, 2].

Аварійне відключення електричного кола, що захищається, у зоні струмів перенавантаження здійснюється АВ за допомогою теплового розчеплювача. Основою теплового розчеплювача (РТ) є біметалевий елемент, який складається із двох пластин з різними температурними коефіцієнтами лінійного розширення. Пластини жорстко з'єднані між собою гарячою прокаткою або зварюванням. При струмових перевантаженнях нагрів біметалевого елемента приводить до його вигину у бік пластини з меншим температурним коефіцієнтом лінійного розширення. Пластина впливає на рейку механізму вільного розчеплювання. При цьому контакти розмикаються під дією пружини, що відключає. Регулювання уставки струму спрацювання здійснюється гвинтом. При номінальних струмах вище 100 А термобіметалева пластина застосовується разом із шунтом [2].

Недоліками таких розчеплювачів також є низька надійність і високе енергоспоживання. Для керування АВ і автоматизованими системами керування технологічними процесами досліджень (АСКТПД) у наш час, широко використовуються різні мікропроцесори й мікроконтролери (МК) [5].

Так у розчеплювачах АВ і схемах АСКТПД застосовуються різні МК, а саме MCS-51, MCS-251, REF-542, AT-89 та інші.

Використання АВ з мікроконтролерним керуванням, у порівнянні зі звичайними вимикачами, має ряд переваг:

1. Наочність процесу роботи.
2. Постійна діагностика встаткування, що дозволяє проводити передаварійну профілактику вимикача.
3. Можливість реєстрації й збереження всіх величин, контрольованих параметрів у передаварійних і аварійних режимах роботи, що дозволяє провести точний поставарійний комп'ютерний аналіз.
4. Можливість реалізації ряду допоміжних функцій керування й контролю
5. Висока точність спрацювання.
6. Селективність дії захисту.

7. Гнучке настроювання розчеплювачів.

8. Незалежність роботи розчеплювачів від температури навколишнього середовища.

При необхідності контролю параметрів багатьох різних за природою фізичних процесів (горіння дуги, нагрів, електродинамічні зусилля, і ін.), що перебігають при комутації в електричних апаратах захисту, зокрема в АВ, виникає необхідність у визначенні їх характеристик та запису даних. Ці процеси при відключенні аварійних струмів вельми короткочасні і мають тривалість від 1 до 10 мс. Це потребує великої частоти опитування багатьох датчиків. Розроблена схема мікроконтролерного розчеплювача на базі МК51 з послідовним АЦП у ряді випадків не забезпечує ефективного розв'язання цих задач, із-за низької швидкодії МК. Для вирішення поставленого завдання й усунення вищевикладених недоліків розчеплювачів пропонується в структурних схемах АВ і в їх розчеплювачах використати схему з паралельними АЦП і високопродуктивний, малогабаритний, високонадійний, з низьким енергоспоживанням мікроконтролер MCS251.

Первинна обмотка трансформатора живлення TV включена між однією з фаз і нулем. Одна вторинна обмотка підключена до випрямного мосту U1 на виході до якого підключена ємність C1, а друга вторинна обмотка служить джерелом живлення для котушки електромагніта відключення YA. Напруга з ємності C1 подається на вхід живлення МК U_n і на мікросхему АБО, вхід якої приєднаний до одного з розрядів порту, наприклад P1.0. Вихід цієї мікросхеми приєднаний до схеми керування тиристором СУТ, що шляхом подачі напруги на керуючий електрод тиристора VS1 відкриває його й забезпечує протікання струму через котушку електромагніта відключення YA незалежного розчеплювача АВ і замикає його після відключення. Коли спрацьовує захист, автоматичний вимикач розмикається за допомогою електромагніта відключення, при цьому змінюється стан контакту сигналізації спрацьовування КСС розчеплювача АВ. Скидання сигналізації механічний і здійснюється переключенням важеля керування в нижнє положення. Котушка розчеплювача не вимагає зовнішнього живлення, тому що вона живиться від трансформатора TV, через випрямний міст U2 і ємність C2. МК розчеплювача може використовувати додаткове живлення від портативного блоку батарей, що дозволяє встановлювати параметри захисних функцій при відсутності живлення АВ.

Висновки. Проведений огляд і аналіз різних конструкцій розчеплювачів автоматичних вимикачів вказує на такі суттєві їх недоліки як: високі енерговитрати та значні матеріальні і трудові затрати при їх виготовленні; відсутність можливості проведення постійної діагностики вимикача, що дозволяє проводити передаварійну профілактику вимикача; неможливість реєстрації і збереження всіх величин, контрольованих параметрів у перед аварійних і аварійних режимах роботи, що дозволяє провести точний після аварійний комп'ютерний аналіз причин аварії.

Список використаних джерел:

1. Автоматические выключатели общего применения до 630 А. Справочник. – М.: Информэлектро, 1996. – 184 с.
2. Кузнецов А.И. Аппараты распределительных устройств низкого напряжения. М.-Л., Госэнергоиздат, 1962 г. – 448 с. 3. Могилевский Г.В., Райнин В.Е., Сосков А.Г., Устименко Б.Ю.
3. Могилевский Г.В., Райнин В.Е., Сосков А.Г., Устименко Б.Ю. Безконтактні пристрої захисту для низьковольтних електричних апаратів. – М., "Енергія", 1971. – 88 с.
4. Клименко Б.В. Электричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. – Харків: Вид-во "Точка". 2012. – 340 с. 5. Гришук Ю.С. Мікропроцесорні пристрої: Навчальний посібник. – Харків: НТУ "ХПИ", 2007. – 280 с.

УДК 621.311.68

Прокопенко В.В., к.т.н., доцент,
Босенко О.А., студент,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ШЛЯХОМ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Якість електроенергії (ЯЕ) є одним з факторів, які безпосередньо впливають на енергоефективність. Невідповідність ЯЕ нормативним документам призводить до економічних збитків через недовідпуск продукції, її псування, зниження продуктивності підприємств, простою обладнання, збільшення електричних втрат і іншим негативним наслідкам [1].

Винуватцями в спотворенні ЯЕ можуть бути як енергопостачальна організація, так і споживач. Для ефективної підтримки ЯЕ необхідні комплексні техніко-економічні рішення, що стосуються як споживача, так і енергопостачальних організацій [2].

Ідея роботи полягає в тому, що підтримання ЯЕ на рівні нормативних документів досягається за допомогою оперативного моніторингу показників якості електроенергії (ПЯЕ) на межі балансового розмежування споживача з енергопостачальною організацією, результати якого використовуються з застосуванням різних оригінальних способів і засобів, для безпосереднього індивідуального і групового управління ПЯЕ і непрямого управління за рахунок коригування вартості спожитої електроенергії в залежності від її якості.

Методика коригування вартості спожитої електроенергії в залежності від її якості, проілюстрована блок - схемою (рис.1). Відповідна функція повинна бути вбудована в лічильник електроенергії.

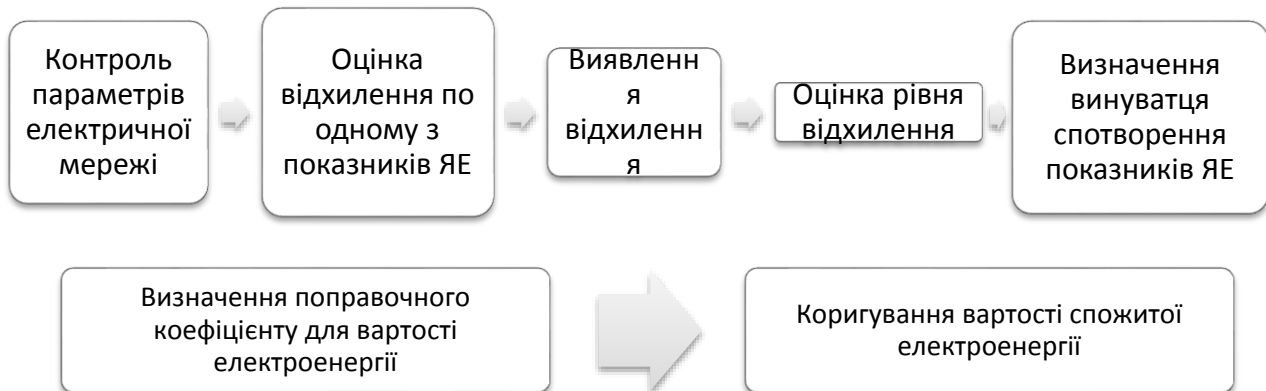


Рис.1. Блок-схема функціонального блоку визначення вартості спожитої електроенергії в залежності від її якості.

Дана методика є техніко-економічним механізмом стимулювання як споживачів, так і постачальників електроенергії в підтримці ЯЕ. Економічна частина механізму полягає в наступному: якщо спотворення в ЯЕ вносить споживач, то він буде змушений платити за електричну енергію за вищою ціною, якщо ж електроенергія, яка надходить споживачеві не відповідає нормативним документам з вини енергопостачальної організації, то споживач платить менше.

У реальності зміни значень ПЯЕ відбуваються постійно, що попри все не впливає на використання методики, яка дозволяє виробляти коригування вартості електроенергії в Online режимі з урахуванням всіх змін. Для визначення винуватця погіршення якості електроенергії слід визначати фактичний внесок у зміну ПЯЕ як споживача, так і енергопостачальної організації. Аналіз відомих підходів до визначення фактичного вкладу дозволив авторам

досліджень, проведених в [3] розробити метод визначення фактичного внеску за результатами вимірювання. Цей метод і буде застосовуватися при визначенні винуватця погіршення якості електроенергії (Табл. 1).

Таблиця 1. Властивості електроенергії, показники, що її характеризують і найбільш вірогідні винуватці погіршення ЯЕ.

Властивості електроенергії	Показник ЯЕ	Найбільш вірогідні винуватці
Відхилення напруги	- Стале відхилення напруги - Розмах зміни напруги	Енергопостачальна компанія
Несинусоїдальність напруги	- Коефіцієнт $n - o$ ї гармонічної складової напруги; - Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги	Споживач з нелінійним навантаженням
Несиметрія трьохфазної системи напруг	- Коефіцієнт несиметрії напруг по нульовій послідовності; - Коефіцієнт несиметрії напруг по зворотній послідовності	Споживач з нелінійним навантаженням
Коливання напруги	- Доза флікера	Споживач з нелінійним навантаженням
Відхилення частоти	Відхилення частоти	Енергопостачальна компанія
Провал напруги	Тривалість провалу напруги	Енергопостачальна компанія
Імпульс напруги	Імпульсна напруга	Енергопостачальна компанія
Тимчасова перенапруга	Коефіцієнт тимчасової перенапруги	Енергопостачальна компанія

Висновок. Застосування алгоритмів і програмних засобів реалізації запропонованих способів є економічно вигідним і дозволяє скоротити енергоємність виробництва, втрати електроенергії в електричних мережах, поліпшити якість продукції, що випускається, зменшити шкоду, спричинену виходом з ладу електрообладнання.

Список використаних джерел:

1. Суднова, В. В. Якість електричної енергії. / В. В. Суднова. – М.: ЗАТ «Енергосервіс», – 2000. – 80 с.
2. Железко, Ю.С. Використання знижок і надбавок до тарифів за якість електричної енергії. / Ю.С. Железко // Променергетика. – 1991. – №11. – С. 9-11.
3. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 42с.

УДК 621.311

Федосенко М.М., к.т.н., доцент, Віннічук В.В., магістрант,
Кудієв П.В., магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

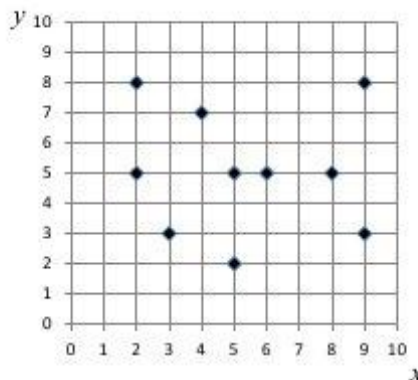
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ *k*-СЕРЕДНІХ В ЗАДАЧАХ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

Задача перспективного розвитку міської розподільної мережі електропостачання має за мету визначення оптимального варіанту конфігурації мережі, який враховує темпи зростання міської інфраструктури [1]. При цьому визначається рішення, при якому за найменших витрат на будівництво і експлуатацію системи буде забезпечено заданий рівень надійності та якості електроенергії, що передається [2].

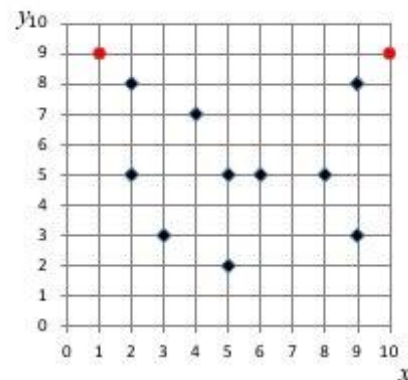
Одна з задач полягає у визначенні числа та місць розташування ТП та РП, будівництво яких необхідне для забезпечення нових споживачів можливістю підключення до мережі живлення. Для вирішення даної задачі запропоновано метод *k*-середніх.

Метод *k*-середніх – популярний неієрархічний метод кластеризації, який дозволяє розділити об'єкти на задане заздалегідь число кластерів. Цей метод здійснює перерозподіл об'єктів між заданим числом кластерів, оптимізуючи критерій, який представляє собою статистику Фішера: ставлення міжкластерної дисперсії до внутрішньокластерної. Цей критерій сформований таким чином, що в результаті оптимізації мінімізуються сумарні віддаленості між об'єктами кластерів, а також між кластерами.

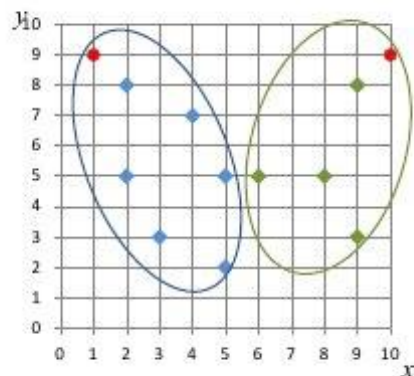
Етапи послідовного вирішення задачі визначення оптимального варіанту формування кластерів і місць розташування джерел живлення (РП) при відомих координатах ТП.



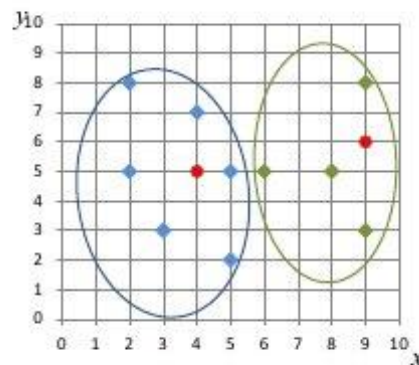
а) Вихідні дані



б) Визначення початкових центрів кластерів



в) Визначення приналежності об'єктів до одного з кластерів



г) Перерахунок кластерних центрів

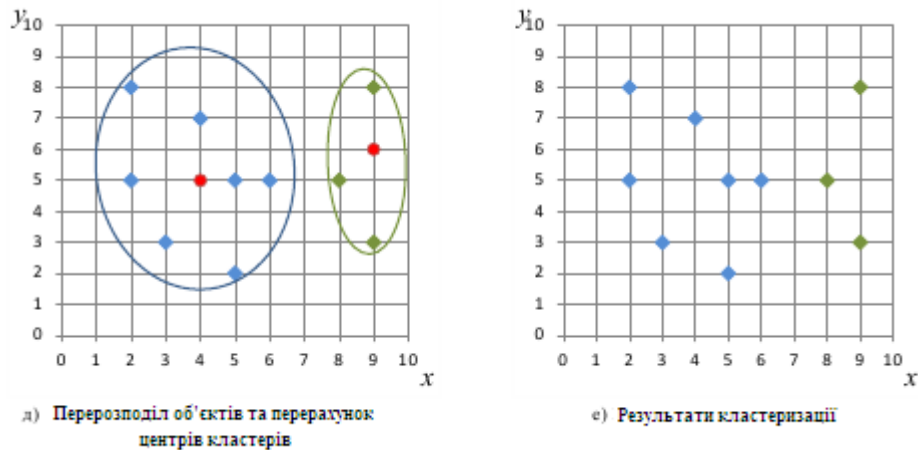


Рис. 1. Приклад роботи алгоритму реалізації методу k -середніх

◆ – кластеризований об'єкт ● – кластерний центр ○ – умовна границя кластеру

Переваги методу:

- більша швидкодія, ніж при ієрархічній кластеризації;
- можливість урахування вагових коефіцієнтів, які використовуються для коригування диспропорцій вибірки у порівнянні з досліджуваною сукупністю в цілому.

Недоліки методу:

- перед початком роботи потрібно задати бажане число кластерів. Дослідник може при цьому виходити з деяких апріорних знань, міркувань;
- на відміну від ієрархічних методів, що дозволяють відшукувати глобальний оптимум заданого критерію кластеризації, метод k -середніх знаходить локальний оптимум і припиняє свою роботу. Тому результати кластеризації можуть залежати від початкового, довільного, розбиття на кластери, яке метод послідовно змінює, поки не буде досягнуто оптимуму.

Існують різні способи подолання цих недоліків. Перший, найпростіший і очевидний, шлях такий: кластеризацію виконують декілька разів, змінюючи порядок об'єктів (рядків матриці даних), перевіряючи тим самим стійкість знайдених рішень. Початкові рішення, наприклад, можливо формувати з використанням методу Монте-Карло. Остаточню обирається варіант з мінімальним значенням цільової функції. При цьому може бути забезпечено рішення з наперед заданою точністю.

Інший спосіб полягає в наступному. Спочатку за допомогою ієрархічної кластеризації визначається число кластерів і знаходяться їх центри, а потім знайдене рішення уточнюється з позицій більш "тонкого" критерію, властивого методу k -середніх. При цьому розбиття проводиться на знайдене раніше число кластерів, а в якості початкових центрів кластерів беруться не перші рядки таблиці, а центри кластерів, отримані методом ієрархічної кластеризації.

Список використаних джерел:

1. Ананичева С.С., Калинин М.А. Практические задачи электрических сетей: учеб. пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 112 с.
2. Булатов Б.Г. САПР и модели оптимального развития энергосистем: конспект лекций. Челябинск: ЮУрГУ, 2005. 69 с.

УДК 621.311.22, 621.577

Хортова О. О., н.с.,
Інститут технічної теплофізики НАН України

ПРИКЛАДНІ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОФІКАЦІЙНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК ТЕРМОДИНАМІЧНИМ МЕТОДОМ

Розширене використання комбінованого виробництва електричної енергії та теплоти теплофікаційними установками (ТУ) електричних станцій вважається одним з ключових напрямів втілення концепції сталого соціально-економічного розвитку на засадах маловуглецевої і безвуглецевої енергетики, визнаної світом. Запорукою успішного вирішення зазначеної задачі є об'єктивне визначення пріоритетних напрямів технологічного удосконалення існуючих та створення нових енергетичних технологій комбінованого виробництва за критеріями енергоефективності. Це потребує використання єдиного науково-методичного підходу до оцінок ефективності різноманітних технологій як комбінованого, так і нарізного виробництва кожного з продуктів на основі загальних законів фізики.

Ключовою проблемою створення відповідного є визначення загального закону розподілу витрат енергії між продуктами єдиного процесу комбінованого виробництва теплоти і роботи у рамках термодинамічного підходу. У [1] показано, що відповідний поділ однозначно визначається законами збереження ентальпії та максимально можливої роботи (ексергії) робочого тіла теплофікаційної енергоустановки. Практичне впровадження термодинамічного методу визначення показників ефективності потребує створення відповідних прикладних методик, застосовних до ТУ поширених типів.

У роботі представлено результати розроблених автором методик та математичних співвідношень для інженерного розрахунку фактичної ефективності виробництва електричної енергії та теплоти і теоретичного потенціалу її збільшення з використанням загальнодосяжних вихідних даних для найбільш поширених типів теплофікаційних енергоустановок [2].

Розглянуті можливі напрями зниження енергоємності виробництва електричної та теплової енергії на електричних станціях. Встановлено, що перспективним напрямом, застосовним до існуючих енергоустановок, є усунення або утилізація теплових втрат в технологічному циклі комбінованого виробництва електричної та теплової енергії [3, 4].

Ефективним технічним засобом утилізації теплових втрат існуючих ТЕЦ і ТЕС, які до сьогодення вважалися перманентними і неусувними, слід вважати теплові насоси, призначені для передавання вилученої теплоти мережній воді, або воді основного технологічного контуру електростанції. У якості прикладу корисного використання теплових втрат на електростанціях наведено основні дані інвестиційного проекту утилізації теплоти системи охолодження електричного генератора енергоблоку типу Т-250/300-240 УТМЗ.

Висновок. Розроблена сукупність методик інженерного розрахунку показників теоретичної і фактичної ефективності виробництва видів енергетичної продукції теплофікаційних енергоустановок на основі єдиного термодинамічного підходу надає можливість визначити пріоритетні напрями удосконалення існуючих і створення нових, більш ефективних технологій комбінованого виробництва.

Одним з найбільш ефективних напрямів підвищення енергоефективності теплових електростанцій України є утилізація теплових втрат з використанням теплових насосів.

Список використаних джерел:

1. Дубовський С.В. Енергоекономічний аналіз сполучених систем генерації електричної енергії та теплоти. – Київ. – «Наукова думка». – 2014. – с.181.
2. Дубовський С. В. Методичні основи розробки стандарту визначення енергоємності комбінованого виробництва електричної енергії і теплоти на електричних станціях / С. В. Дубовський, О. О. Хортова // Проблеми загальної енергетики. – 2009. – № 20. – С. 14–20.
3. Дубовской С. В. Анализ вариантов повышения эффективности работы ТЭЦ с применением тепловых насосов / С. В. Дубовской, О. А. Хортова // Промышленная теплотехника. – 2012. – № 7. – С. 100–108.
4. Хортова О. А. Термодинамические основы повышения эффективности работы теплоэлектроцентралей / О. А. Хортова // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2011. – № 3. – С. 22–27.

УДК 351.824.11:338.262.2

Чернявський А.В., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ НОРМ З ЕКОДИЗАЙНУ ДЛЯ ЕНЕРГОСПОЖИВЧИХ ПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ

Україна належить до країн частково забезпечених традиційними видами первинної енергії, що обумовлює необхідність значних обсягів їх імпорту. І хоча енергозалежність України є середньоєвропейською (частка імпорту в загальному постачанні первинної енергії в Україну останніми роками складала близько 38 %), цій залежності сприяє не тільки відсутність достатнього обсягу власних енергоресурсів, але й їх неефективне використання. Енергоємність ВВП України є значно вищою не лише порівняно з провідними економіками світу, але й із сусідніми країнами Центральної та Східної Європи.

Одними з найважливіших проблем, що стоять перед світовим співтовариством, є, з одного боку, забезпечення людства енергетичними ресурсами, а з іншого - зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище [1]. Збереження екологічної стабільності в умовах наростаючого впливу на навколишнє середовище за рахунок розширення господарської та побутової діяльності людини набуває в сучасному світі все більшої значущості. Щоб знизити негативний вплив на навколишнє середовище на світовому, регіональному і національному рівнях приймаються і реалізуються заходи, спрямовані на забезпечення екологічної цілісності. Так, наприклад, в Євросоюзі прийнято і постійно розвивається законодавство в сфері екодизайну та енергоефективності продукції, що супроводжується відповідними заходами щодо захисту ринку від виробів, що не відповідають встановленим вимогам щодо споживання електроенергії та інших енергоносіїв, а також викидів двоокису вуглецю та парникових газів. Такий підхід одночасно сприяє забезпеченню енергетичної безпеки і є одним з аспектів, що визначають рівень цивілізованості суспільства.

В рамках Договору про приєднання до Енергетичного Співтовариства Україна зобов'язана впровадити на рівні державної політики в сфері енергоефективності ряд директив та регламентів ЄС. Так на даний момент Україна досягла значного прогресу у транспонуванні законодавства ЄС у галузі енергетичного маркування і наразі робить перші кроки у напрямку екодизайну. У галузі енергетичного маркування в українське законодавство були перенесені Директива ЄС 2010/30/EU [2] і чотири Делегованих Регламентів Комісії (ДРК) щодо енергоспоживчих продуктів, а ще сім регламентів, ще більше орієнтованих на конкретні продукти, знаходяться на різних стадіях розробки і затвердження. У той час як транспонування Директиви щодо енергетичного маркування та ДРК щодо енергоспоживчих продуктів є зобов'язанням відповідно до Договору про Енергетичне співтовариство, транспонування Директиви 2009/125/ЄС [3] щодо екодизайну є вимогами, що передбачені Угодою про асоціацію між Україною та ЄС, а саме, главами «Співробітництво у сфері енергетики» та «Усунення технічних бар'єрів у торгівлі». У Стратегії розвитку системи технічного регулювання до 2020 року та Плані дій до неї надається перелік нормативно-правових актів ЄС, які Україна має перенести в своє законодавство, серед них і Директива з екодизайну, і 23 регламенти Комісії щодо конкретних груп продуктів.

Директива 2009/125/ЄС щодо екодизайну енергоспоживчих продуктів [3] є основною рамковою Директивою ЄС щодо покращення енергетичних та екологічних характеристик продукції, що має за мету поступово витіснити з ринку товари з найбільшим негативним впливом на екологію.

Директива з екодизайну перенесена у законодавчу базу країн Євросоюзу, або в якості законодавчих актів, або в якості підзаконних актів. Для України цей процес тільки розпочинається, тобто перш за все необхідно вирішити в якому вигляді буде здійснюватися імплементація Директиви. Існуюче в Україні на даний момент законодавство передбачає необхідність цілісного перенесення Директиви 2009/125/ЄС в законодавство України або

шляхом прийняття закону або постанови Кабінету Міністрів України. Однак, не виключається можливість перенесення Директиви у вигляді комбінації законодавчого акту та постанови Кабінету Міністрів України, адже ці два типи нормативно-правових актів – закон та постанова Кабінету Міністрів України – можуть містити правові норми, що забезпечують які передбачають застосування процедур оцінки відповідності, та самі процедури.

На виконання Директиви в ЄС були прийняті заходи, що стосуються контролю за енергетичними та екологічними характеристиками конкретних груп продуктів шляхом встановлення гранично допустимих значень, які були зафіксовані у Регламентах Комісії.

На сьогодні Кабінетом Міністрів України прийнято три плани дій, якими забезпечується перенесення законодавства ЄС з екодизайну: *План заходів з імплементації* розділу IV Угоди про асоціацію, План імплементації Директиви 2009/125 / ЄС та Регламентів Комісії, Стратегія розвитку системи технічного регулювання до 2020 року. Слід відмітити, що тільки у Стратегії розвитку системи технічного регулювання до 2020 року міститься повний перелік, що включає Директиву ЄС з екодизайну та 22 імплементуючих її заходи, які мають бути транспоновані в українське законодавство, за винятком 5 додаткових імплементуючих заходів, що були опубліковані у ЄС вже після прийняття Стратегії. Таким чином, Стратегія є основною рушійною силою процесу транспонування регламентів ЄС з екодизайну в Україні.

Кабінет Міністрів України своїм рішенням від 14 травня 2015 року схвалив План імплементації актів законодавства ЄС у сфері екодизайну. Схвалений Урядом документ охоплює, зокрема, наступні акти права ЄС [4]:

Регламент Комісії (ЄС) № 278/2009 від 6 квітня 2009 р., який імплементує Директиву 2005/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради про вимоги до екодизайну зовнішніх джерел енергопостачання при споживанні електроенергії в режимі холостого ходу та середній енергетичній ефективності;

Регламент Комісії (ЄС) № 244/2009 від 18 березня 2009 р., який імплементує Директиву 2005/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради про вимоги до екодизайну для побутових ламп із ненаправленим світловипромінюванням;

Регламент Комісії (ЄС) № 245/2009 від 18 березня 2009 р., який імплементує Директиву 2005/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради про вимоги до екодизайну для флуоресцентних ламп/ ламп денного світла без інтегрованого баластного опору, для високо інтенсивних розрядних ламп, баластів і освітлювальної арматури, які розраховані для функціонування таких ламп, та скасовує Директиву 2000/55/ЄС Європейського Парламенту та Ради;

Регламент Комісії (ЄС) № 107/2009 від 4 лютого 2009 р., який імплементує Директиву 2005/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради про вимоги до екодизайну для простих декодерів каналів кабельного телебачення;

Регламент Комісії (ЄС) № 1275/2008 від 17 грудня 2008 р., який імплементує Директиву 2005/32/ЄС Європейського Парламенту та Ради про вимоги до екодизайну для режимів чекання/готовності та вимкнення споживання електроенергії електричним та електронним побутовим та офісним обладнанням.

Список використаних джерел:

1. Білоцький С.Д. Імплементація європейських норм щодо екологічної енергетики в законодавство України // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія ПРАВО. Випуск 34. Том 3. – 2015. – С.132-136.
2. Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by energy-related products. [<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:en:PDF>].
3. Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products. [<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=EN>].
4. http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248165599.

УДК 621.311.1:620.92

Ярмолюк О.С., к.т.н., старший викладач,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

РОЗПОДІЛ НАВАНТАЖЕНЬ МІЖ ГЕНЕРУЮЧИМИ ДЖЕРЕЛАМИ МІКРОМЕРЕЖ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

У вітчизняній технічній літературі питання, що пов'язані з побудовою мікромереж поки торкаються побічно, лише тільки у контексті обговорення спільних ідей розробки нової концепції організації енергетичного сектора країни на основі інтелектуалізації електричних мереж [1–3]. У той же час, за кордоном дана тематика є досить популярною, що підтверджується не тільки численними публікаціями, а й кількістю розроблених і реалізованих конкретних проектів [4, 5]. Разом із тим, безпосереднє застосування отриманих за кордоном результатів в умовах України в силу ряду причин є неможливим. Зокрема, у деяких дослідженнях запропоновані інноваційні перетворення в енергетиці концентруються в основному на рівні системоутворюючих мереж [4, 6], що не є абсолютним пріоритетом для України. Проте основна проблема полягає у тому, що реальний технічний стан і ступінь автоматизації вітчизняних електричних мереж, особливо на рівні розподілу електроенергії, відсутність можливості повноцінного матеріального забезпечення подібних проектів створюють серйозні перешкоди для їх широкого впровадження. Даний висновок впливає з аналізу умов, за яких реалізуються подібні проекти за кордоном [7, 8].

Формування мікромереж передбачає визначення складу та потужності окремих типів генеруючих джерел таким чином, щоб у кожний період часу з найбільшою ефективністю використовувати їх енергетичний потенціал, максимально задіяти наявні місцеві енергетичні ресурси. Вимога одночасного задоволення різноманітних цілей, які у загальному випадку є суперечливими, призводить до необхідності використання методів багатокритеріального прийняття рішень. При цьому важливо, щоб потужності окремих типів генеруючих джерел мікромережі були обрані оптимальним чином, що дає можливість із максимальною ефективністю задіяти альтернативні та місцеві енергетичні ресурси. При цьому питання полягає у визначенні граничного обсягу потужності засобів розосередженої генерації (РГ), який не створює проблем роботі сформованої інтегрованої системи. Задача стоїть, як змодельовані навантаження та характеристики генеруючих джерел у реальному часі, визначити оптимальний режим роботи такого комплексу, у якій мірі й яке джерело РГ використовувати у довільний момент часу доби. На цьому етапі досліджень розглядалася автономна мікромережа, яка працює на виділене навантаження та не має зв'язків із централізованою електропостачальною системою.

Попередньо обґрунтовується та формується перелік цілей, що на думку особи, яка приймає рішення, дають змогу забезпечити оптимальні умови роботи окремих компонентів мікромережі у кожний конкретний момент часу, враховуючи вплив зовнішніх чинників (наявність вітру, інтенсивність сонячної радіації, рівень навантаження і т.п.), які мають місце на момент часу. У розробленому для цієї мети методі цільові функції, що характеризують ступінь оптимальності роботи мікромережі, представлено у лінгвістичній формі, яка є найбільш зручною для користувачів. Математично вони формулюються таким чином: $F_{jr}(P) \rightarrow_{P \in L} \text{extr}$, $j=1, \dots, m$, $P = \{P_1, \dots, P_i, \dots, P_n\}$, $L \subseteq \Omega$, де Ω – область рішень, оптимальних за Парето.

В якості обмежень розглядаються: технічні можливості окремих генеруючих джерел й умова обов'язкового виконання балансу «генерація-споживання» з урахуванням за необхідності потенціалу акумулюючих пристроїв і втрат потужності в мікромережі. За наявності у структурі мікромережі відновлюваних джерел енергії, їх потенціал має бути задіяний у кожен момент часу в повному обсязі й у першу чергу. Однак в умовах експлуатації можуть виникати ситуації, пов'язані з незадовільним поточним технічним станом деяких видів

устаткування, його планованим технічним обслуговуванням або профілактичним ремонтом. Для цієї мети у розробленому методі існує можливість використовувати так звані «м'які» обмеження.

Розроблений метод багатокритеріального оперативного розподілу навантаження між окремими джерелами автономної мікромережі базується на спільному використанні модифікованого алгоритму нелокального пошуку так званого методу «яру», та підходу Беллмана-Заде. При цьому враховується, що структура поверхні, яка відповідає функції багатьох змінних, що оптимізується, викликає певну асоціацію з яром. Цей метод перемижує повільне локальне зі швидким нелокальним переміщенням і тим самим добре відслідковує викривлення дна яру та дає можливість достатньо ефективно знайти точку глобального екстремуму.

Підхід Беллмана-Заде застосовано для оцінювання ефективності рішення на кожному кроці оптимізаційного процесу шляхом одночасного аналізу всіх задіяних цільових функцій. Згідно з розробленим методом кожна цільова (оціночна) функція $F_j(P)$, $j=1, \dots, m$ замінюється нечіткою цільовою функцією або нечіткою множиною виду $A_k = [P, \mu_{A_k}(P)]$, $k=1, \dots, m$, де $\mu_{A_k}(P)$ являє собою функцію належності нечіткої функції A_k . Вибір оптимального рішення знаходиться з умови $\max_P \mu_D(P) = \max_{P \in L} \min_{k=1, \dots, m} \mu_{A_k}(P)$.

Таким чином, точка $P^* = \arg \max_{P \in L} \min_{k=1, \dots, m} \mu_{A_k}(P)$ приймається як оптимальна на кожному кроці локального та нелокального пошуків при реалізації процесу розв'язання задачі. Розрахунок завершується, якщо різниця значень характеристик $\min_{k=1, \dots, m} \mu_{A_k}(P)$ для суміжних точок стає меншою ніж заздалегідь задана точність розрахунків. Принципово важливо, щоб функції належності адекватно відображали характер відповідних оціночних (цільових) функцій. Отримане при цьому рішення належить як області компромісів, так і допустимих рішень.

Також встановлено, що важливою властивістю запропонованого підходу до багатокритеріального порівняння альтернатив у подальшому є можливість диференціації важливості окремих критеріїв і поточного технічного стану компонентів мікромережі. Це не тільки дасть змогу за необхідності віддавати перевагу окремим критеріям, але, навіть, повністю виключати деякі з них із процедури прийняття рішення, у залежності від режиму роботи мікромережі.

Висновок. Запропоновано метод визначення оптимальних режимів роботи окремих джерел енергії мікромережі, враховуючи сукупність факторів різноманітної природи, на основі використання модифікованих методів багатокритеріального розподілу ресурсів із метою підвищення ефективності використання генеруючого обладнання, сприяння сталому розвитку окремих територіальних громад.

Список використаних джерел:

1. Попов В.А. Алгоритм многокритериального управления режимами работы микросетей [Текст] / В.А. Попов, Е.С. Ярмолюк, П.А. Замковой // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Х., 2014. – № 2. – С. 61–68.
2. Комплексное использование энергии возобновляемых источников [Текст] / Н.М. Мхитарян, С.О. Кудря, Л.В. Яценко [и др.] // Альтернативная энергетика и экология. – К., 2013. – № 17. – С. 15–22.
3. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні [Текст] / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк // Технічна електродинаміка. – К. : ІЕД НАНУ, 2012. – № 5. – С. 52–67.
4. Вернер Д. Локальная виртуальная электростанция. Экспериментальные исследования принципов работы микрогенерационной установки [Текст] / Д. Вернер, Т. Хесс, П. Шенгер ; пер. Е.В. Раубаль. – Промышленная энергетика. – М., 2014. – № 8. – С. 12–17.
5. Microgrids: An overview of ongoing research, development and demonstration projects [Text] / N. Hatziaeryion, H. Asano, R. Iravani, Ch. Marnay // IEEE power and energy magazine. – 2007. – P. 78–94.
6. Кобец В.В. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid [Текст] / В.В. Кобец, И.О. Волкова. – М. : ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
7. Qiao L. A summary of optimal methods for the planning of state alone Microgrid System [Text] / L. Qiao // Energy and Power Engineering. – 2013. – № 5. – P. 992–998.
8. [Hu M.](#) Operating Strategies and Management for Smart Microgrid Systems [Text] / М. [Hu](#), Y. [Chen](#), Y. [Chang](#) // Journal of Energy Engineering. – 2014. – V. 140, is. 1. – P. 356–364.

Hans-Dietrich Haasis, Prof. Dr., **Irina Dovbischuk**, Prof. Dr.,
University of Bremen, Chair in Maritime Business and Logistics,
Sergii Denysiuk, Prof. Dr., **Oleg Kotsar**, Ass. Prof. PhD, **Yuliia Chernetska**,
National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ У ЛАНЦЮГАХ МОРСЬКИХ ПОСТАВОК (ENERGYWARE)

Енергоефективність є провідним трендом ХХІ століття. Зростання попиту на енергоносії відбувається в умовах неухильного поступового заміщення енергії, виробленої шляхом спалювання викопного палива, «зеленою» енергією, виробленою з відновлюваних джерел (ВДЕ). Ці процеси протікають на тлі зростання екологічної свідомості людства та розуміння необхідності захисту і збереження навколишнього природного середовища. Саме тому проблеми енергозбереження, ефективного використання енергії та скорочення шкідливих викидів є сьогодні найприоритетнішими для світового співтовариства, про що свідчать, зокрема, результати Паризької конференції ООН зі зміни клімату [1].

Одночасно, енергоефективність є потужним аргументом успішності гравців на світових ринках. Компанії, які приділяють пріоритетну увагу питанням енергозбереження й енергетичної ефективності та, звісно, екологічної безпеки безперечно отримують конкурентні переваги. І йдеться не лише про скорочення частки енерговитрат в собівартості продукції або послуг. Часто-густо однією з базових вимог участі у тендерних торгах та вибору бізнес-партнерів є обов'язкова сертифікація контрагента за стандартами ISO 9001 (управління якістю), ISO 14001 (екологічний менеджмент), ISO 50001 (енергетичний менеджмент). Ці сертифікати є для замовника свого роду гарантією якості та безпеки продукції/послуг, що закуповуються, а для виробника – візитівкою, свідченням перебування на передових позиціях в галузі.

Аналізуючи структуру світової логістики можна зазначити, що зазвичай логістичні компанії пропонують базовий набір послуг:

- перевезення вантажів, зокрема, морським, авіа, залізничним, автомобільним транспортом тощо, зокрема, контейнерні перевезення, перевезення вантажів насипом тощо;
- зберігання товарів на складах, реалізація складської діяльності та супутні послуги, зокрема, навантажувально-розвантажувальні роботи, фасування товарів тощо;
- митно-брокерські операції.

Диференціація на ринку логістичних послуг досягається за рахунок їхньої спеціалізації за різними напрямками. Окремо слід зауважити, що найпотужніші логістичні компанії – лідери галузі – пропонують зазначені послуги з високою доданою вартістю і реалізують бізнес-моделі, орієнтовані, зокрема, на складські приміщення та логістичні центри. Окрім надання власне логістичних послуг, ці компанії також пропонують ряд сервісних послуг, зокрема: експрес-доставка, консалтинг, страхування, управління ланцюгами постачання тощо. Незважаючи на те, що такі послуги, зазвичай, виділяються в окремі бізнеси, всі вони разом утворюють нерозривний транспортний ланцюг переміщення вантажу від продавця до покупця. Зважаючи на високу конкуренцію в галузі, зниження собівартості послуги на кожній ланці переміщення вантажу безперечно підвищує конкурентність компанії на ринку. Одним із шляхів зменшення собівартості, зокрема, логістичних послуг, як зазначалося вище, є скорочення енерговитрат.

Для оцінки ймовірних бенедфітів від підвищення енергоефективності логістичних систем вдамося до результатів аналізу ємності ринків логістичних послуг. Доля логістичної галузі у валовому внутрішньому продукті (ВВП) є однією з найважливіших характеристик розвинутої економіки країни. Так, в Японії логістичні витрати складають 6% ВВП, в країнах ЄС та США – 12-16%, в Китаї – 26% [2]. В Україні цей показник коливається в межах 30-35%, а деякі експерти визначають його на рівні 40%, з яких 70% перепадає на транспортування вантажів, 25% – на їхнє складське зберігання, 5% – на управління логістичними потоками. Загалом, ринок логістичних послуг в Україні – сукупні логістичні витрати у вартості зробленого в Україні

сукупного суспільного продукту – оцінюють в 31,8 – 37,1 млрд. дол. США [3]. Більше того. Останнім часом Україна, використовуючи вигідне географічне розташування, відновлює свій транзитний потенціал, зокрема, в рамках трансконтинентального проекту «Новий Шовковий шлях». За оцінками аналітиків ємність українського логістичного ринку може досягати 300 млрд. євро [4], з чого витікає, що енергоефективність в логістичних системах України має вагомі економічні перспективи.

Безперечно, це стосується і такої потужної галузі, як морська логістика, базовими установами якої є порти. Підвищення енергоефективності в ланцюгах морських поставок, безумовно, сприятиме зростанню конкурентоспроможності портів в змаганнях за ринки перевезення вантажів. Одним з елементів портів є склади, які чинять суттєвий внесок в загальний обсяг енерговикористання логістичних систем в цілому. Зменшення енергоємності складських приміщень неодмінно сприятиме підвищенню енергоефективності ланцюгів морської логістики в цілому. До того ж, методи енергозбереження, які розроблено (приспосовано) для заощадження енергії в складських приміщеннях морських портів, може бути розповсюджено на складські приміщення інших логістичних систем. Врешті решт це і є кінцевою метою проекту «Energy Efficiency in Warehousing along Maritime Supply Chains – EnergyWare» [5].

Центральним завданням проекту EnergyWare є просування бі-регіональної науки, технологій та інноваційного двостороннього діалогу між німецькими та українськими інституціями: Департаментом морського бізнесу і логістики університету міста Бремен (Uni-NB) та Інститутом енергозбереження та енергоменеджменту Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (ІЕЕ НТУУ «КПІ») спільно з Одеським національним морським університетом (ОНМУ). Сторони мають намір зосередитися на соціальних викликах, що зумовлюють взаємний інтерес для двох регіонів, а саме на ефективності використання енергії в складських приміщеннях у ланцюгах морських поставок.

Проект триватиме з 15 січня по 15 жовтня 2016 року і передбачає підготовку та виконання спільних дій, спрямованих на підтримку інформаційного обміну між партнерами та виявлення і залучення інших Європейських партнерів для утворення проектного консорціуму і підготовки тематичної пропозиції в рамках чергового етапу програми Горизонт 2020. Заявка буде сфокусована на:

1. Методології підвищення енергетичної ефективності в ланцюгах морських поставок, що сприятиме конкурентності морської логістики на ринку логістичних послуг.
2. Програмах розвитку компетенції кваліфікованих та акредитованих експертів з енергетичного аудиту (з використанням фінансових та технічних даних, що дозволять керівникам підприємств та інвесторам приймати рішення щодо реалізації проектів підвищення енергоефективності).
3. Підготовці кадрів та програмах підвищення кваліфікації персоналу, що забезпечать корпоративну політику, орієнтовану на енергоефективність, високу культуру енерговикористання, ініціативи зі стійкого розвитку ланцюгів поставок.

Передбачається, що розроблені в ході реалізації проекту в рамках програми Горизонт 2020 рекомендації щодо ефективного використання енергетичних ресурсів та методології навчання персоналу в морських портах можна буде успішно застосувати для підвищення енергоефективності інших транспортних ланцюгів та логістичних систем в цілому.

З метою забезпечення повноти і об'єктивності результатів досліджень, а також можливості та легкості їхнього подальшого розповсюдження на інші типові об'єкти, доцільно обирати для досліджень морські порти, які знаходяться в різних кліматичних зонах і диференціюються за характером вантажів, маршрутами і способами їхнього переміщення, кількості ланок в ланцюгу та іншими ознаками. Під час установчої зустрічі в Бременському Університеті 01-02 лютого 2016 року, приймаючи до уваги зазначені вище мотиви, було попередньо запропоновано в якості об'єктів досліджень обрати складські приміщення, а також логістичну інфраструктуру морських портів, які розташовано на Канарських островах або Марокко (порти буде обрано під час пошуку партнерів проекту в Іспанії), в Україні на Чорному

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

морі (м. Одеса, м. Ізмаїл), в Німеччині на Північному морі (м. Бремен), в Естонії на Балтійському морі (м. Таллінн). Така диференціація кліматичних умов розташування об'єктів забезпечить системність і прозорість досліджень, а їхні результати в подальшому безумовно можна бути розповсюдити на більшість об'єктів світової логістичної інфраструктури. Слід також зазначити, що учасники проекту відкриті для співробітництва з іншими партнерами.

З метою уточнення напрямів досліджень в рамках проекту EnergyWare проведено пошукові роботи, під час яких обговорено такі теми:

1. Ступінь актуальності проблеми підвищення енергоефективності для морських портів, зокрема, для складських приміщень.
2. Доля вантажів, що відвантажуються (зберігаються) у морських портах, які вимагають спеціальних умов транспортування та зберігання (продукти харчування, лікарські засоби, небезпечні речовини тощо).
3. Види енергетичних і водних ресурсів, що використовуються в морських портах, зокрема, для забезпечення спеціальних умов транспортування та зберігання вразливих та небезпечних вантажів.
4. Доля вартості енергетичних і водних ресурсів в собівартості послуг з переміщення вантажів в ланцюгах морської логістики.
5. Ступінь проблеми дефіциту енергетичних і водних ресурсів, що використовуються в морських портах, з огляду на їхні місця розташування.
6. Ступінь забезпеченості морських портів нетрадиційними та відновлювальними джерелами енергії (НВДЕ) і перспективи розвитку зазначеного напрямку енергозабезпечення.
7. Структура персоналу морських портів, зокрема освіта та проблема «текучості кадрів» (це питання пов'язане із навчанням персоналу та залученням персоналу до реалізації енергозберігаючих заходів).
8. Можливості щодо планового переміщення вантажів в морських портах (це питання пов'язане із оптимізацією логістики).
9. Інші питання щодо енергоефективності морських портів та систем морської логістики.

Список використаних джерел:

1. The 2015 United Nations Climate Change Conference (COP 21) – [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.cop21.gouv.fr
2. Смирнов І.Г. Світовий ринок логістичних послуг: географічні особливості // Вісник КНУ ім. Т.Г.Шевченка. Серія «Географія». Вип. 46.- 2000.- с. 60—65.
3. Ібрагімхалілова Т.В. Потенціал розвитку ринку транспортно-логістичних послуг в Україні – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua>
4. Центр транспортних стратегій – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.cfts.org.ua>
5. EnergyWare: Energy Efficiency in Warehousing along Maritime Supply Chains – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://io.iee.kpi.ua/projects/energyware-inconet-eap-twinning-grant>

Басок Б.І., член-кор. НАН України, д.т.н., професор,
Інститут технічної теплофізики України,
Соколовська О.М., магістрант, **Соколовський П.В.**, магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Як свідчить світовий досвід, впровадження технологій використання сонячної енергії для потреб теплової та електричної енергетики є шляхом до енергетичної незалежності. Сонячна електроенергетика не створює негативного впливу на навколишнє середовище, а тому може мати дуже незначні обмеження при її впровадженні. В Україні всі регіони є сприятливими для розвитку сонячної енергетики. Середньорічна кількість сонячної енергії, що надходить щороку на територію України, коливається в межах від 1070 кВт·год на 1 м² в північній частині України та до 1400 кВт·год на 1 м². В південних областях України термін ефективної експлуатації фотоенергетичного обладнання – 7 місяців (з квітня по жовтень), в північних областях 5 місяців (з травня по вересень). Геліоенергетичне обладнання може достатньо ефективно використовуватися на протязі всього року.

Станом на 1 січня 2015 року в Україні встановлена потужність 98 об'єктів сонячної енергетики, які працюють за «зеленим» тарифом на електричну енергію, становить майже 819 МВт. Зазначеними об'єктами у 2014 році вироблено понад 485 млн. кВт·год електроенергії.

В приватних домогосподарств загальна потужність сонячних установок, що працюють за «зеленим» тарифом станом на 1 січня 2015 року складає 83,5 кВт. Вказаними установками у 2014 році вироблено 9 389 кВт·год електричної енергії.

Національним планом дій з альтернативної енергетики на період до 2020 року, який розроблено Держенергоефективності на виконання міжнародних зобов'язань України по імплементації енергетичного законодавства ЄС, передбачено збільшення встановленої потужності об'єктів сонячної енергетики до 2020 року в обсягах потужностей, що генерують електроенергію – до 2 300 МВт (виробництво електроенергії за рік до 2 420 ГВт·год).

Основними чинниками, які визначають необхідність розвитку в Україні сонячної енергетики, є:

- відсутність достатньої кількості власного традиційного палива, висока вартість даного палива на світовому ринку та проблеми з постачанням;
- ефективність використання традиційного палива є недостатньо високою, наявна суттєва зношеність устаткування електросистеми;
- екологічні проблеми, адже при використанні традиційних джерел палива необхідно додатково дбати про кількість шкідливих викидів;
- зобов'язання України перед Енергетичним Співтовариством до 2020 року збільшити частку генерації від альтернативних джерел енергії до 11%. Це близько 6% від загального обсягу генерації електроенергії в країні на сьогоднішній день.

В Україні протягом останніх трьох років завдяки прийнятим рішенням на законодавчому рівні, активно розвивалися проекти відновлюваної енергетики. На сьогодні, основним чинником розвитку сонячної енергетики в Україні є встановлення «зеленого» тарифу на електричну енергію, вироблену фотоелектричними електростанціями.

Висновки. За даними Державного агентства енергоефективності та енергозбереження у 2015 загальна кількість об'єктів сонячної енергетики становить – 102 об'єкта. Станом на 01.04.2015 встановлена потужність сонячної енергетики - 824,722 МВт, при цьому частка сонячної енергетики від загальної встановленої потужності об'єктів відновлюваної енергетики складає 56 %. Для необхідного нарощування СЕС, необхідно в повному обсязі використовувати потенціал сонячної енергії та розвивати власне виробництво фотоелектричних перетворювачів для будівництва сонячних електростанцій.

Басок Б.І., член-кор. НАН України, д.т.н., професор,
Інститут технічної теплофізики України,
Соколовський П.В., магістрант, **Соколовська О.М.**, магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАХОДІВ З УСУНЕННЯ НІЧНОГО ПРОВАЛУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Вступ. Прагнення досягти досконалості в роботі електроенергетичного комплексу України спонукає до пошуків нових інноваційних підходів до підвищення його енергоефективності. На сьогоднішній день в електроенергетиці постає надзвичайно актуальна проблема недостатнього обсягу наявності маневрових та пікових потужностей, а також використання електроенергії енергії «нічних провалів». На наш погляд, ні проблема недостатності електричних мереж до деяких електротупикових регіонів країни, ні проблема зношення обладнання, яке випрацювало свій ресурс експлуатації 2-3 рази, ні нерівномірне розподілення генеруючих потужностей по території України не постає так гостро

В даній роботі проведено порівняльний аналіз найефективніших заходів усунення негативного явища нічного провалу (з 23.00 до 06.00) електроспоживання з метою оптимізації добового графіка генерації та споживання електроенергії при гармонізації цих процесів.

Результати. В якості ефективних методів усунення негативного явища нічного провалу можуть бути заходи трьох основних груп:

- 1) організаційні (вдосконалювальні);
- 2) інноваційні, технічні та технологічні;
- 3) міжнародні енергокооперації.

До першої групи відносяться: зміщення графіків навантаження енергосистеми, перегляд тарифної політики на електричну енергію, зміщення графіків навантаження енергосистеми, функціонування в нічну зміну промисловості і інших галузей економіки України.

До другої групи відносяться: гідроакумуляційні, підвищення обсягів маневрових потужностей шляхом впровадження теплових насосів – регуляторів у складі ТЕЦ, гідроліз води та отримання водню і кисню з подальшим закачуванням їх в резервуари (для зберігання).

До третьої групи слід віднести організацію перетоків електроенергії з сусідніми державами іншого часового діапазону доби.

При зміщенні графіків завантаження енергосистеми створюється оптимальна модель подобової структури генеруючих потужностей, що дозволяє максимально згладити нерівномірності графіку споживання електроенергії. Перехід до такого заходу, дозволяє зменшити близько 18-22% електроенергії нічного провалу за рахунок зміщення графіку електроспоживання. Не всі компанії йдуть на таке нововведення через зміну соціального пакету робітників, що потягне за собою додаткові фінансові витрати.

Перегляд тарифної політики з залученням споживачів (переважно населення) до вирівнювання графіка навантаження енергосистеми за рахунок адміністративних (обмежувальних) та економічних (стимулюючих) мір – розрахунок за електричну енергію згідно тарифів диференційованих за періодами годин доби: трьохзонним (нічний, напівпіковий, піковий) і двохзонним (нічний, денний).

До переваг даного заходу можна віднести:

- 1) встановлення прозорого зв'язку між вартістю електроенергії та фактичними витратами на її виробництво й розподіл;
- 2) мінімізація монополії компаній виробників та підприємств, що надають послуги з передачі електроенергії;

3) підвищення надійності електропостачання; залучення кінцевих споживачів (населення) для управління власним навантаженням і графіком навантаження енергосистеми та їх стимулювання до енергозбереження та енергоефективності.

Тарифна політика України на сьогодні діють двозонні та тризонні диференційовані тарифи, але на відміну від методів, що використовуються в інших країнах, ці тарифи можуть бути переглянуті та доповнені вже перевіреними світовим досвідом, економічними механізмами та методами управління попитом на ринку електроенергії.

Продовження функціонування промисловості і інших галузей економіки України в нічний час дозволить скоротити величину денних максимумів (піків) споживання та раціонально використовувати надлишок електроенергії (нічних провалів), яка раніше не була використана.

Перехід підприємств на роботу в нічний час дозволить знизити споживання електроенергії в пікові години електроспоживання доби та зменшити близько 25-30 % електроенергії нічного провалу.

Збільшення кількості ГАЕС, ГЕС та малих ГЕС дозволить гармонізувати добовий графік генерації та споживання електроенергії за рахунок введення в систему нових маневрових потужностей. Реалізація даного заходу до 2030 року дозволить збільшити частку маневрових потужностей ГЕС, ГАЕС і малих ГЕС у загальному балансі енергетичної сфери до 20-25 %.

Впровадження теплових насосів – регуляторів у складі ТЕЦ дозволить знизити споживання природного газу та забезпечити додатковий резерв потужності в енергетичній системі. Об'єднання кожного 1 МВт електричної потужності ТНР забезпечить отримання на 2,7-4,6 МВт регулюючих потужностей в енергетичній системі за рахунок внесення змін потужності парових турбін в роботу.

Гідроліз води – ефективний захід направлений на часткове заміщення використовуваного в ТЕС і ТЕЦ природного газу на ефективнішу суміш з використанням водню. Даний захід базується повністю на використанні енергії нічних провалів з подальшим отриманням водню і кисню, та закачуванням їх в резервуари, але його ККД становить 50%, що є низьким показником.

Реалізація перетоків електроенергії дозволить забезпечити значний обмін електроенергією, а саме з енергетичними системами країн-членів Європейського Союзу (Словаччини, Угорщини, Румунії та Польщі) та енергетичними системами Російської Федерації, Республіки Білорусь, Молдови, що дозволить перейти на новий рівень добового планування генерації та споживання електроенергії з усуненням денних максимумів та нічних провалів.

Обсяг нічного провалу електроспоживання становить близько 7200 млн. кВт, з яких до 1100 млн. кВт заміщають енергокомпанії за рахунок введення резервних потужностей. Даний захід має високу ефективність, адже його реалізація в повному обсязі дозволить замінити близько 80% (5200 млн. кВт) обсягу нічних провалів, що є великою перевагою.

Висновки.

1. Представлено перелік основних заходів зменшення величини нічних провалів електроспоживання за рахунок введення нових механізмів впливу на ОЕС України.

2. Серед запропонованих заходів визначено, що найефективнішим за умов сьогодення може бути захід з реалізації перетоків з сусідніми державами, впровадження теплових насосів – регуляторів у складі ТЕЦ та використання механізму залучення кінцевих споживачів в формуванні добового графіка електроспоживання, адже саме так доцільно використовувати електроенергію, що не була використана в час нічного провалу.

Бориченко О.В., к.т.н., доцент, Базюк Т.М., асистент,
Вишняков В.А., магістрант, Рибінська Я.В. магістрант,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

На сьогодні функціонування енергетичної структури України потребує модернізації. Причиною цього слугує надмірне споживання та неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів, що призводить до високого рівня енергоемності виробництва, а також низької конкурентоспроможності товарів та послуг на зовнішніх ринках.

Наразі, питання енергоефективності набуло для України важливого значення та стало основним завданням, яке потрібно вирішити задля покращення стану економіки та майбутнього країни.

Для покращення стану енергоефективності слід використовувати показники ефективного використання енергії. Такі показники необхідні для відображення реальної картини використання енергоресурсів кожним суб'єктом системи енергопостачання окремо та в сукупності, що дозволяє оцінити продуктивність споживання енергії у виробництві та житлово-комунальному господарстві і визначити результативність комплексу заходів з енергозбереження.

В Україні діє стандарт ДСТУ 3755-98 «Енергозбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію», який визначає основні показники щодо енергоефективності [1].

Перелік показників, наведений в цьому стандарті, включає понад сорок найменувань. Проте, при аналізі даного переліку показників, лише деякі з них за своєю сутністю дійсно є показниками ефективності використання палива чи енергії. Певні назви викликають сумніви щодо можливості віднесення їх до показників ефективного використання енергії. Наприклад, такі показники, як коефіцієнт попиту потужності, енергоозброєність праці, найвища теплота згоряння чи номінальна напруга жодним чином не характеризують ефективність енерговикористання у будь-яких агрегатах чи технологічних процесах.

Проаналізувавши та відкоригувавши даний перелік показників енергоефективності було виконано груповий розподіл (зображений на рисунку 1), а також наведено формули для їх розрахунку.



Рисунок 1 — Груповий розподіл показників ефективного використання енергії

Дані для розрахунку показників енергоефективності, які можна отримати при зборі інформації поділяють на три групи:

1) статистичні дані – це сукупність показників, отриманих внаслідок статистичного спостереження або обробки даних;

2) розрахункові дані – це сукупність показників, отриманих за допомогою математичних розрахунків;

3) виміряні дані – це сукупність показників, отриманих за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів.

В Україні планується прийняття стандарту, який забезпечує організації практичною настановою стосовно того, як відповідати вимогам ISO 50001 пов'язаним зі створенням, використанням та підтриманням показників енергоефективності. Повна назва цього стандарту – ISO 50006 «Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності».

Основними типами показників енергоефективності за даним стандартом є:

– виміряне значення енергії: вимірювання споживання всієї ділянки або одного чи більше використань енергії за допомогою лічильника;

– співвідношення виміряних значень: рівняння енергоефективності;

– статистична модель: зв'язок між енергоспоживанням та визначальними змінними за допомогою лінійної або нелінійної регресії;

– проектна базова модель: взаємозв'язок між енергоспоживанням та визначальними змінними, використовуючи технічне моделювання [2].

Використання показників ефективності використання енергії дасть змогу отримати належну інформацію про рівень досягнутої енергоефективності певного об'єкту, для того, щоб в подальшому оцінити його стан та вжити заходи щодо його покращення.

Висновок. Не зважаючи на наявність в Україні нормативно-правової бази у сфері енергозбереження та енергоефективності вирішити проблему марнотратного використання енергії не вдасться. Формування показників використання енергії дозволить систематизувати та організувати показники таким чином, що дозволить швидше проаналізувати стан енерговикористання того чи іншого об'єкту, а за допомогою заходів з енергозбереження досягнути економії як енергії, так і коштів.

Правильне застосування показників енергоефективності допоможе не лише окремим об'єктам, а й призведе до поліпшення стану енергоефективності в Україні.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ 3755-98 «Енергозбереження. Номенклатура показників енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну документацію».

2. ISO 50006 Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення і настанова» (ISO 50006:2014, IDT).

Васильченко О.М., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІКО-СОЦІАЛЬНИХ УМОВАХ В УКРАЇНІ

На сьогоднішній день ресурс діючого енергогенеруючого обладнання в багатьох випадках практично вичерпав свої можливості. Пропонуються системи розосередженої біогенерації, як конкурента діючим енергогенеруючим станціям на викопному паливі.

Україна має один із найбільших рівнів споживання енергоресурсів: 2,2% від світового споживання енергії. Одна з причин інтенсивного енергоспоживання є застарілі технології й обладнання, які вже давно виробили свій ресурс і стають неенергоефективними[1-3].

Залежність від імпортованих енергоресурсів призводить до серйозних економічних і політичних конфліктів, які суттєво впливають на національну безпеку України, гальмує зростання і створює невпевненість серед громадян.

В Україні на даний час для розвитку енергоефективності впроваджуються такі заходи:

- Часткова модернізація обладнання;
- Спроби окремих підприємств та організацій запроваджувати енергоменеджмент;
- Імплементация європейських стандартів ISO в закони України;
- Намагання сформувати державну енергетичну політику на найближчі роки.

Всі ці, як правило неякісно виконані, дії дають негативний резонанс у суспільстві. Це породжує проблеми і для входження зовнішніх інвестицій в економіку України. На мою думку, потрібно виконати два наступні кроки:

- 1) Формування якісної державної енергетичної політики і відповідної законодавчої бази.
- 2) Завершення переходу ринку енергетики до третьої моделі. Бо саме вільна конкуренція є найкращими ліками для нашої енергетики.

Саме тому мною пропонується зробити акцент на біоенергетиці, як потенційно сильного конкурента існуючим гравцям цього ринку.

Значний потенціал біомаси, що має Україна, для виробництва енергії є хорошою передумовою для динамічного розвитку сектора біоенергетики. Економічно доцільний енергетичний потенціал біомаси в країні становить близько 20...25 млн. т у.п./рік. Основним джерелом потенціалу є відходи сільськогосподарського виробництва (солома, стебла кукурудзи і т.д.) - більше 11 млн. т у.п./рік і енергетичні культури - близько 10 млн.т у.п./рік.[4].

Висновок. Розвиток біоенергетики в Україні дасть змогу для зростання енергетичного та аграрного секторів економіки. Це створить потенційні нові робочі місця у всіх провінційних регіонах держави, зменшить відтік молоді. Такий комплексний підхід створює можливість для зменшення навантаження на нинішню генерацію, що дає можливість для маневрування потужностей з метою їх виводу з експлуатації чи повної модернізації.

Список використаних джерел:

1. Key World Energy Statistics. Publication of the International Energy Agency, 2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу : \www/ URL: <https://www.iea.org/publications/> - 25.02.2015р.
2. Energy Technology Perspectives 2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу : \www/ URL: http://www.iea.org/bookshop/710Energy_Technology_Perspectives_2015- 2.03.2015р.
3. European Bioenergy Outlook. Report by AEBIOM, 2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу : \www/ URL: <http://www.propellants.at/wp-content/uploads/2015-aebiom-statistical-report-zusammenfassung.pdf> - 25.02.2015р.
4. Гелетуха Г.Г., Кучерук П.П., Матвеев Ю.Б. и др. Развитие биогазовых технологий в Украине и Германии: нормативно-правовое поле, состояние и перспективы. Киев-Гюльцов:FNR, 2013, –71 с.

УДК 620.9

Вашишак І.Р., к.т.н, доцент, Сорохманюк М.Я., магістрант,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Питання енергоспоживання і енергозбереження стають одним з визначальних факторів успішного переходу до сталого розвитку. Необхідність підвищення ефективності енергозбереження в системах теплопостачання зумовлена постійним зростанням вартості енергоносіїв, високою енергоемністю та низькою енергоефективністю.

Для підвищення ефективності впровадження енергозберігаючих заходів у системі теплопостачання підприємства необхідно розробити та впровадити систему енергетичного менеджменту (СЕМ) відповідно до вимог ДСТУ ISO 50001 [1], яка би стимулювала енергозбереження. Це дасть змогу виокремити проблему енергоефективності, з'ясувати причини виникнення зайвих енерговитрат та їх джерела, визначити ключові цілі й сформулювати конкретні чіткі рекомендації для їх досягнення.

Щоб встановити чи відповідає діяльність підприємства вимогам нормативних документів з енергоефективності та енергозбереження в системах теплопостачання, проведено внутрішній аудит системи енергоменеджменту спеціально створеною комісією підприємства.

Дослідження проводилося в декілька етапів. Спочатку було задано ряд запитань головному енергетику підприємства, зібрано всю необхідну документальну інформацію. Для оцінювання відповідності СЕМ певному рівню ефективності функціонування використано набір критеріїв перевірки відповідно до ДСТУ 5077 [2].

Після детального аналізування інформації визначено 4 рівень ефективності функціонування СЕМ. На даному підприємстві дотримуються вимог нормативних документів щодо енергозбереження, розроблено Місію та цінності компанії, проводяться енергетичні аудити теплових мереж та котелень тощо.

Однак, є ряд недоліків, для усунення яких потрібно:

- проінформувати кожного співробітника підприємства про його роль у реалізації енергоощадної політики підприємства;
- виділити службу енергетичного менеджменту в окремий підрозділ з керівником; розробити Положення про службу;
- визначити вимоги до технічного забезпечення СЕМ, необхідного для ефективного функціонування СЕМ;
- визначити кількість ресурсів, необхідних для ефективного функціонування СЕМ;
- ввести стимулювання за економію паливно-енергетичних ресурсів.

Висновок. Комплексні заходи з енергозбереження, які виконуються на даному підприємстві, дозволяють оптимізувати витрати на виробництво та реалізацію теплової енергії в системах теплопостачання, забезпечують істотну економію енергоносіїв. Виконання перерахованих заходів вимагає вкладення значних матеріальних коштів, проте вони дозволяють максимально ефективно використовувати енергетичні й фінансові ресурси.

З ціллю сертифікації СЕМ на даному підприємстві відповідно до стандарту ДСТУ ISO 50001 необхідно усунути виявлені при внутрішньому аудиті недоліки та провести зовнішній аудит.

Список використаних джерел:

1. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2011, IDT): ДСТУ ISO 50001:2014 – [Дата введення 01.01.2015]. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. — 27 с. — (Національний стандарт України).
2. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Перевірка та контроль ефективності функціонування: ДСТУ 5077:2008. - [Чинний від 2009-07-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2007. - 22 с. - (Національні стандарти України).

УДК 621.311

Веремійчук Ю.А., к.т.н., асистент, Замулко А.І., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕРЕВІРКИ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ НАГЛЯДОВИМИ ОРГАНАМИ

В умовах зростання вартості паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) в Україні питання енергозбереження набувають особливої актуальності та підтверджено рішенням Кабінету Міністрів України щодо загальної державної енергетичної стратегії.

Першим кроком для формування планів щодо запровадження енергозберігаючих заходів є проведення енергетичного аудиту (ЕА), який відповідно до Типової методики «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту» затверджений наказом Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів від 20.05.2010 №56 передбачає наступні види: первинний, періодичний, позачерговий, локальний, експрес-аудит, специфічний та включає основні етапи проведення: переддоговірний, організаційно-підготовчий, збирання інформації, оброблення та аналіз інформації, розроблення рекомендацій з енергозбереження, складання звіту та висновку, презентація результатів.

Враховуючи обмеженість у часі на проведення ЕА, а також необхідність врахування при розробці заходів з енергозбереження усіх важливих для споживача проблем щодо споживання енергетичних ресурсів, доцільним є забезпечення оптимального використання результатів перевірок державних органів виконавчої влади. Тому з метою оптимізації витрат на проведення аудиту одним з першочергових завдань можна вважати використання напрацьованих або результатів перевірок суб'єкта іншими контролюючими органами. Відповідно до Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» кожний контролюючий орган проводить роботу у відповідності до критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від впровадження господарської діяльності та визначається періодичність проведення планових заходів державного нагляду (контролю), а також з використанням уніфікованих форм актів, що складаються за результатами проведення планових (позапланових) заходів державного нагляду(контролю).

Відповідно до схеми спрямування і координації діяльності центральних органів виконавчої влади Кабінетом Міністрів України через відповідних членів Кабінету Міністрів України, затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 10.09.2014р. № 442, до складу центральних органів виконавчої влади, що здійснюють державний нагляд (контроль) у сфері господарської діяльності відносяться 26 органів. З існуючих Центральних органів виконавчої влади слід відмітити наступні інспекції та агентства, результати перевірок яких можуть бути використані при проведенні ЕА:

- Державна архітектурно-будівельна інспекція України;
- Державна екологічна інспекція України;
- Державна інспекція енергетичного нагляду України;
- Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.

З перелічених інспекцій, тільки профільне агентство не здійснює державний нагляд (контроль) у сфері господарської діяльності.

При проведенні ЕА найбільшу зацікавленість викликають результати обстежень Державної інспекції енергетичного нагляду України. Наказом Мінпаливенерго від 15.11.2010 № 473 (зарєєстрований в Міністерстві юстиції України від 29.12.2010 р. за № 1374/18669) затверджено форму Акта здійснення заходу з державного енергетичного нагляду (контролю). Кожен акт передбачає наявність переліку питань, що підлягають перевірці під час обстеження суб'єктів господарювання.

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

Розглянемо, які дані можуть бути отримані при проведенні заходів державного енергетичного нагляду за суб'єктами електроенергетики, суб'єктами відносин у сфері теплопостачання і споживачами електричної енергії з затверджених форм актів наказом Міністерства палива та енергетики України №473 від 15.11.2010. При проведенні ЕА різних об'єктів господарської діяльності можна використати перелік питань, як первинну інформацію для формування опитувальних анкет та накопичення статистики щодо діяльності наступних суб'єктів:

- електропередавальних організацій;
- споживачів I, II, III категорії з надійності електропостачання, які не віднесені до високого та середнього ступенів ризику;
- організацій з обслуговування та експлуатації житлового фонду незалежно від категорії з надійності електропостачання;
- дошкільних, навчальних та лікувальних закладів II та III категорій з надійності електропостачання;
- споживачів електричної енергії, у власності яких є системи автономного електропостачання незалежно від категорії з надійності електропостачання;
- суб'єктів господарської діяльності (споживачів теплової енергії) щодо технічного стану, організації експлуатації тепловикористовувальних установок і мереж, систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та систем збору і повернення конденсату та дотримання режимів споживання теплової енергії;
- суб'єктів та/або об'єктів електроенергетики.

Тому перелік питань уже розподілено за різними суб'єктами, на яких може проводитись ЕА і в них розглядаються наступні характеристики:

- загальна характеристика енергоукомплектування, що знаходиться в експлуатації;
- організація експлуатації;
- технологічні порушення на об'єктах електричних мереж;
- комплексна якісна та кількісна оцінка технічного стану об'єктів електричних мереж;
- фактичний технічний стан об'єктів електричних мереж;
- технічне обслуговування, поточний та капітальний ремонт об'єктів електричних мереж;
- модернізація та реконструкція електричних мереж і обладнання;
- відповідність схем зовнішнього електропостачання споживачів вимогам категорійності їх струмоприймачів та забезпечення надійного електропостачання споживачів;
- режими постачання електричної енергії та потужності та ін.

Аналіз результатів таких перевірок дозволить виявити осередки на які необхідно звернути особливу увагу при підготовці і проведенні ЕА, а також забезпечити (у заходах) вирішення найбільш значимих та важливих для споживача проблем.

Висновки.

1. Для забезпечення ефективного впровадження державної політики з енергозбереження актуальним є закріплення за одним з центральних органів виконавчої влади(наприклад Державної інспекція енергетичного нагляду України) функцій з нагляду (контролю) у сфері енергозбереження.

2. Під час проведення ЕА в першу чергу повинно опрацьовуватися результати перевірок державних наглядових органів, зокрема питань, які прямо або опосередковано стосуються тематики аудиту.

3. Розроблені відповідно до закону України уніфіковані форми акту повинні бути методичною базою при формуванні завдань для проведення аудиту з енергозбереження.

ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ ПОТОЧНИХ ТА ПРОГНОЗНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ БАЛАНСІВ ПІДПРИЄМСТВ

Вступ. З огляду на значне зростання цін на енергоносії і внаслідок цього збільшення собівартості продукції необхідно знайти шляхи до найбільш ефективного, найменш енергозатратного виробництва. Знайти можливості до підвищення енергоефективності – основна вихідна умова при постановці задачі підвищення рівня корисного використання енергії.

Якісний рівень ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на більшості промислових підприємств України залишається на незадовільному рівні. Базуючись часто на старій технології та енергонеефективному обладнанні, виробничі процеси потребують розробки нових підходів до вирішення проблеми підвищення енергоефективності виробництва та ефективності використання енергетичних ресурсів.

Матеріали і методи. В даній роботі як інструмент оцінки рівня енергоефективності виробництва пропонується використовувати розробку енергетичних балансів, а як шлях вирішення зазначених проблем – всебічний аналіз цих енергобалансів та розробку на їх основі шляхів покращення ефективності енергоспоживання.

Актуальність роботи визначається тим, що теоретичні основи розробки енергетичних балансів були закладені при плановій економіці, що не завжди дозволяє використовувати дані методики в тому їх вигляді, який надається в методичній літературі. Але головною проблемою до сьогоднішнього дня є відсутність єдиної загальноприйнятої методики аналізу паливно-енергетичних балансів як підприємств, так і окремих енергетичних установок. Тому ціллю даної роботи було приведення теоретичних основ та практичних підходів щодо розробки та аналізу енергетичних балансів до сучасних вимог. Одним з головних завдань було зробити огляд існуючих видів і методик аналізу та запропонувати основні способи, за якими доцільно проводити аналіз паливно-енергетичних балансів промислових об'єктів.

Однією з головних проблем є складність отримання вихідної інформації для побудови енергетичних балансів і як наслідок цього – небажання енергетичних служб підприємств складати енергобаланси. Тому в даній роботі розглянуті способи отримання вихідних даних щодо енергоспоживання промислових об'єктів та методик їх енергетичних обстежень. Велику увагу присвячено питанням оцінки енерговикористання за допомогою аналізу енергетичних балансів. Адже, тільки аналіз енергобалансу надасть можливість виявити основний потенціал для економії енергії.

Запропоновано також підхід до врахування енергії побічних енергоресурсів в статтях потенційних втрат при неповному їх використанні, що дозволяє на етапі аналізу енергетичного балансу розробляти більш ефективні методи зменшення втрат енергоресурсів в технологічних процесах та пропонувати відповідні заходи з енергозбереження.

Висновки. Структурування інформації по класифікації енергетичних балансів та способах отримання вихідних даних для їх побудови дозволяє більш ефективно підходити до питання розробки та аналізу кожного виду енергетичного балансу. Запропоновані і розглянуті методи аналізу балансів дозволять підвищити повну ефективність використання ресурсів з урахуванням інтересів як енергопостачальних компаній, так і підприємств.

Список використаних джерел:

1. Гнедой Н.В., Маляренко Е.Е. Энергоэффективность и определение потенциала энергосбережения в нефтепереработке. — К.: Наук. думка, 2008. — 182 с.
2. Методическое пособие по составлению ТЭБ машиностроительного предприятия. — М.: «Вилес», 2002. — 83 с.
3. Архипов Л.И., Гаряев А.Б., Горбенко В.А. Методы составления энергобалансов промышленных предприятий. Учебное пособие. Под ред А.Л.Ефимова. — М.: изд-во МЭИ, 2000. — 48 с.
4. Данилов Н.И. Энергосбережение от слов к делу. - Екатеринбург: Энер-го-Пресс, 2000. - 232 с.

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ, ПРІОРИТЕТИ ДЛЯ УКРАЇНИ

На початку ХХІ ст. сформувалося сучасне бачення місії світової енергетики – максимально ефективного використання природних паливно-енергетичних ресурсів та потенціалу енергетичного сектора для зростання світової економіки і підвищення якості життя населення та планети.

У глобальній енергетиці сьогодні запускається новий 4-й інвестиційний цикл. Драйверами нового циклу інвестиційного зростання виступають: потреба в заміні великої кількості зношених генеруючих потужностей в промислових країнах; необхідність забезпечення енергетичною інфраструктурою країн з швидкими темпами економічного зростання.

За консервативним базовим сценарієм ІЕА (World Energy Outlook, 2009 г.), до 2030 р. в світову енергетику має бути інвестовано близько 26 трлн. дол., з них 53% – в електроенергетику. За амбітному «сценарієм 450» в енергетику має бути інвестовано додатково до заявлених капіталовкладенням 10,5 трлн. дол.: 4,5 трлн. – транспорт; 2,5 трлн. – енергообладнання будівель; 1,7 трлн. – електростанції; 1,1 трлн. – промисловість; 0,5 трлн. – біопаливо. Вибір технічної, технологічної, ринкової моделі майбутньої енергетики, можливо, буде визначатися вже не «фактором нафти». За даними ІЕА діятимуть такі глобальні тренди:

1. Реструктуризація ринку газу: мобільний, конкурентний, з розвинутою дистрибуцією і спотовими цінами.

Газова генерація стає новим лідером енергетики – виграє в конкуренції з іншими джерелами (атомною енергією, вугіллям, НВДЕ) як найбільш ефективний, дешевий і надійний ресурс.

2. Зростання екологічних вимог.

Розрахунки вартості наслідків впливу на навколишнє середовище визначає проблеми ряд секторів «традиційної» енергетики. Екологічно нейтральні, так звані «чисті» види генерації, навпаки, отримують пріоритетну підтримку національних урядів

3. Технологічний прогрес робить нові рішення в енергетиці все більш ефективними, дешевими.

Комплекс технологій відновлюваної енергетики швидко «масштабується» в масові рішення. Ступінь участі в енергобалансі секторів, які раніше вважалися «альтернативними», різко зростає. При цьому старі технології, щоб залишатися конкурентоспроможними, стають все більш складними і капіталомісткими.

4. Формуються нові центри тяжіння інвестицій з більш низькими, ніж в традиційній енергетиці «порогами входу».

Основними ресурсами нового інвестиційного циклу на середньострокову перспективу можуть стати: відновлювані джерела енергії, газ, атомна енергетика. Ці сектори в останні роки відчувають максимальний приплив капіталу, навіть під час кризи. У довгостроковій перспективі (після 2020 року) є незначна вірогідність вугільного ренесансу, коли технології «чистого вугілля» стануть комерційно виправданими.

5. Кардинальна зміна характеру попиту і статусу споживача енергії на ринку: попит на «цифрову енергію»; «Електрифікація» енергетичного ринку і скорочення поставок тепла; зростання рівня керування споживанням з боку споживача.

6. Є технологічні можливості інтегрувати нові технологічні рішення і нових споживачів і нових постачальників, а також вписати ці нові елементи енергетики в міські і виробничі системи. Такі технологічні можливості надають інтелектуальні системи та мережі, побудовані

згідно вимог концепції Smart Grid.

7. Реструктуризація бізнес-процесів.

«Розосереджений» характер нової енергетики вимагає мережевої організації галузі, гнучкості основних гравців та інфраструктури. На лідерство в цій моделі претендують компанії з комплексною лінійкою продуктів і з власними мережевими рішеннями. Причому на енергетичні ринки виходять нові гравці – глобальні технологічні компанії. Вони реалізують самі передові проекти в енергетиці та складають альянси з традиційними гравцями.

Питання, які вимагають відповіді; вони ж є розвилки вибору:

1. Чи є альтернативна традиційній енергетиці модель?

Поки є всі підстави вважати, що вихідні елементи даної моделі вже в наявності (децентралізовані мережі, ринок не енергії, а потужностей, перетворення ринку постачальника в ринок, на якому постачальник і покупець поєднані в одній особі (функціонування активних споживачів), опора на локально доступні ресурси та ін.).

2. Коли може утвердитися нова модель енергетики?

Є всі підстави вважати, що до 2020–2030 року в основних параметрах нова енергетика утвердиться в індустріально розвинених країнах, які зробили ставку на її формування. Але перехід до нової моделі може здійснитися дуже швидкими темпами. Інерційний розвиток поки підтримується складністю перебудови не тільки самого енергетичного сектору, скільки «старих» міст, в які він інтегрований.

3. Хто може виступити «драйвером» нової ефективної енергетики?

Якщо «нова парадигма» утвердиться як ринок потужностей (тобто об'єктів і пристроїв, в які інсталювані генеруючі установки), то «двигуном» нової моделі енергетики можуть виступити, перш за все, технологічні компанії.

На сьогодні у провідних країнах формується нова енергетична цивілізація, основні риси якої: енергоефективність; інтелектуальні енергетичні системи, побудовані згідно концепції Smart Grid; децентралізація енергетики; нові джерела енергії.

Можна виділити дві моделі енергосистеми: стара і нова архітектура енергосистеми. Період 2015–2025 років – перехідний період від енергетики 3-го інвестиційного циклу до енергетики 4-го інвестиційного циклу. У теперішній час відбувся поділ ринків моторного палива і електроенергії, тепла та електроенергії. Лібералізація ринку електроенергії здійснена відносно успішно тільки в сфері розподілу та дистрибуції. Заходи енергоефективності першої хвилі (загальне енергозбереження, теплоізоляція, ефективність освітлення, когенерація) фактично вичерпані.

Енергетика 4-го інвестиційного циклу:

– Модель «енергоефективність+»: нової енергетики не буде, буде ренесанс старої («атомна», вугільна, НВДЕ) при демпфіруванні її негативних сторін: запуск програм енергоефективності другої хвилі (on-line керування споживанням), CCS; посилення в балансі відновлюваної енергетики тощо;

– Модель «нова парадигма – ринок потужності»: лібералізація ринку в сфері генерації, розподілена генерація; Smart Grid у версії «активні мережі»; замість ринку енергетичних послуг і палива – ринок енергетичних потужностей і вихід на нього «покупця – продавця» (активні будинку, електротранспорт і т.п.); перебудова міст.

Складові активізації драйверу моделі розвитку «Енергоефективність+» (до 2020 р.) на середньостроковому горизонті:

- домінування централізованої енергетики;
- розвиток ко- та тригенерації;
- розвиток розосередженої генерації;
- економічно виправдані інновації;
- розвиток моделей інтелектуальної енергетики в окремих кластерах.

Очікуваний позитивний ефект від реалізації драйверу. Модернізація існуючої енергосистеми, в ядрі якої лежать централізовані мережі енергопостачання, вуглецева масштабна генерація, вуглецева енергетика, з демпфуванням її негативних елементів

(заміщення нафти, скорочення викидів CO₂ і т.п.) (Smart Grid 1.0).

Складові для активізації драйверу модель розвитку «Нова парадигма» (після 2020 р.) на довгостроковому горизонті:

- масштабний перехід до інтелектуальних енергетичних систем та мереж;
- широке впровадження технологій Smart Grid;
- трансконтинентальна інтеграція енергетичних систем;
- впровадження проривних технологій (технологій «чистої/зеленої» енергетики);
- лібералізація ринків.

Очікуваний позитивний ефект від реалізації драйверу. Споживач отримує можливість не тільки керувати споживанням, а й виробництвом енергії. При цьому використовуються технології «споживання-виробництва» повинні бути зконфігуровані таким чином, щоб вся (або її значна частина) виробленої енергії зберігалася та могла бути використана (причому не тільки самим її виробником). Як приклади таких технологій, перш за все, виступають:

1. Електромобілі, підключені в так звану «активну мережу» (V2Grid), здатну не тільки поставляти, а й приймати електричну енергію, збережену в «розосередженій батареї» парку електричних автомобілів, наприклад, для покриття пікових потреб в енергії.

2. «Активні будівлі», які не тільки зберігають, але й виробляють (генерують) ресурси, а також здатні поставляти їх в мережі.

3. Smart Grid у версії «активних мереж», інтегруючих в себе різноманітних суб'єктів, які виступають в якості «споживача-постачальника» енергії та інших ресурсів.

4. Масштабовані технології виробництва енергії з локально доступних ресурсів і різноманітні технології зберігання енергії (Smart Grid2.0. Smart Grid3.0).

Перехід до Об'єднаної енергосистеми нового покоління (ОЕС 2.0) передбачає підвищення структурності (зниження ентропії) потоку енергії та інтелектуалізацію всіх процесів від видобування до ефективного використання енергоресурсів.

Виділяють три покоління Smart Grid, що дозволяють послідовно рухатися до цільової моделі ОЕС 2.0:

Smart Grid 1.0 – стан електроенергетичної інфраструктури, при якому окремі пристрої та об'єкти системи можуть підключатися до мережі без використання єдиних цифрових стандартів;

Smart Grid 2.0 – стан електроенергетичної інфраструктури, при якому підключення будь-яких вузлів системи можливо тільки при умові переходу на єдиний IP-протокол та включених в єдину інтегровану IP-мережу;

Smart Grid 3.0 – гнучка енергетична система, яка базується на принципах децентралізованого керування та рівноправності споживача і постачальника.

Технологічна основа енергосистеми ОЕС 2.0: системи керування енергосистемою; технології дальньої передачі електроенергії; технології накопичення електроенергії в енергосистемі; розосереджена генерація.

Інтелектуальна енергосистема: керування попитом в реальному часі; підвищення ефективності та надійності; електричний транспорт; розосереджена генерація.

Технології дальнього транспорту електроенергії: гнучкі системи передачі змінним струмом (FACTS); уніфіковані системи керування енергопотоками (UPFC), лінії електропередачі постійного струму (HVDC), надпровідні матеріали; нові типи електропередачі (наприклад, чотирипровідні, резонансні). Технології накопичення енергії в енергосистемі: акумулятори великої потужності; технології ГАЕС, маховикові накопичувачі, хімічні технології; стабілізація режимів.

Технології розосередженої генерації: інтеграція електроенергії в техносферу; перехід до симетричних мереж; технології активного споживача; формування віртуальних електростанцій.

Секторальні зони енергетичної вразливості України:

1. Вугільний сектор: збитковість видобутку, технологічна відсталість, часткова руйнація шахт та інфраструктури, регресивний розвиток (копанки).

2. Вуглеводневий сектор: залежність від Росії, зношеність трубопровідних систем,

домінуючі впливи олігархічних груп, втрата частини активів запасів вуглеводнів та перспектив видобутку (Чорноморський шельф), відсутність ринкового середовища, у т.ч. економічно обґрунтованих мережевих тарифів і ринково орієнтованого ціноутворення на енергетичні ресурси, що не відображають витрат, відсутність адекватної політичної та фінансової незалежності національного регулятора (НКРЕКП).

3. Електроенергетичний сектор в цілому: застаріла, недостатньо ефективна інфраструктура, висока ринкова концентрація (монополізм) разом з непрозорою системою перехресного субсидування і відсутність платформ для конкурентних форм торгівлі, порівняно низькі регульовані ціни, які не створюють будь-яких справжніх цінових сигналів і стимулів для інвестицій, недостатня нормативно-правова база, висока енергоємність і низька енергоефективність.

4. Атомна енергетика: паливна та технологічна залежність від Росії, занижені тарифи на електроенергію, субсидування приватної теплоенергетики, необхідність виведення частини генеруючих потужностей з експлуатації.

5. Теплова електроенергетика: зношеність основних фондів, домінуючі впливи окремих олігархічних груп, часткова руйнація об'єктів генерації та інфраструктури.

6. Енергетика ВДЕ: втрата частини активів вітро- та сонячної енергетики у Криму, незбалансований розвиток, недостатність маневрових потужностей, завищені тарифи.

7. Загальними проблемами для секторів енергетики залишається непрозорість та високий рівень корупції.

Основні пріоритети розвитку української енергетики: енергетична безпека; підвищення ефективності українського ПЕК, енергоефективність; підвищення фінансової стійкості та ефективності; мінімізація техногенного впливу енергетики на середу.

Наша мета – створення інноваційного та ефективного енергетичного сектору України для стійкого зростання економіки; підвищення якості життя населення.

Основні завдання:

- створення стійкого інституційного середовища в енергетиці;
- регулювання розвитку енергетики.
- модернізація та створення нової енергетичної інфраструктури;
- підвищення енергетичної та екологічної ефективності української економіки та енергетики;
- підвищення ефективності відтворення, видобутку і переробки паливно-енергетичних ресурсів;
- подальша інтеграція української енергетики у світову енергетичну систему;
- першочерговий розвиток внутрішніх енергетичних ринків (у т.ч. внутрішнього попиту);
- підвищення енергетичної ефективності на всіх стадіях енергетичного виробництва і споживання;
- підвищення доступності (за ціною, наявності і надійності) та якості енергетичних товарів і послуг;
- впровадження принципів сталого розвитку в процес керування енергетичними компаніями та діяльності держави в енергетичному секторі в цілому.

УДК 621.3

Денисюк С.П., д.т.н., професор, Василенко В.І., асистент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ОПТИМАЛЬНЕ РОЗМІЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГОСИСТЕМИ З ОЦІНКОЮ МІРИ БЛИЗЬКОСТІ КВАЗІОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ

Енергоефективність – широко вживаний термін якісного характеру, що означає засіб досягнення різних цілей, в тому числі. цілей національної та міжнародної політики, а також цілей бізнесу, найважливішими з яких є – зниження викидів вуглекислого газу (запобігання зміни клімату); підвищення безпеки енергопостачання (в результаті більш стійкого виробництва); зниження витрат (підвищення конкурентоспроможності бізнесу) [1].

Систематичне підвищення енергоефективності – це закон розвитку цивілізації. Науково-технічний прогрес робить ресурс підвищення енергоефективності поновлюваним: постійно з'являються нові технології, що дозволяють підвищити ефективність використання енергії. Тобто мінімальні питомі витрати енергії систематично знижуються [2].

Загальну математичну модель енергетичної системи можна представити у вигляді системи рівнянь, які пов'язують показники виробничого процесу, вхідні та вихідні параметри з іншими параметрами та обмеженнями [3]:

1. Рівняння зв'язку. Описують технологічний процес системи та показують залежність вихідних параметрів системи від інших керованих параметрів стану:

$$B_i(W_i); \forall i \in n, \quad (1)$$

де B_i – енергетичні ресурси, які поступають на вхід системи: природні та відновлювальні; W_i – енергія, яка споживається споживачами (енергія на виході з системи).

2. Рівняння обмежень. Ці рівняння показують допустимі границі зміни вхідних та вихідних параметрів системи.

$$W_{i,min} \leq W_i \leq W_{i,max}, \quad (2)$$

3. Рівняння ефективності (цільова функція). В якості цільової функції візьмемо вартісну функцію – вартість використаних енергетичних ресурсів, ця умова відповідає максимуму рентабельності енергетичної системи:

$$F = \sum_{i=1}^n b_i B_i(W_i) \Rightarrow \min, \quad (3)$$

де b_i – вартість палива.

При оптимізації параметрів і режимів енергетичної системи необхідно задіяти механізм ранжирування варіантів оптимального розміщення об'єктів. Для цього пропонується використовувати концепцію відстані при ранжируванні безлічі об'єктів, що забезпечують найбільше погодження варіантів з індивідуальними впорядкуваннями експертів [4]. Для реалізації запропонованого механізму необхідно сформулювати сукупності ознак, які б характеризувалися булевими матрицями. Такі матриці повинні вміщувати як номінальні, так і рангові ознаки. Якщо R – номінальна ознака, то припускаємо $R_{ij} = 1$ тоді та тільки тоді, коли об'єкти i та j мають однакове значення ознаки R , тобто попадають у той самий клас відповідної

розбивки: $R_{ij} = \begin{cases} 1, i = j; \\ 0, i \neq j. \end{cases}$. Якщо R – рангова ознака, то припускаємо $R_{ij} = 1$ тоді і тільки тоді, коли

ступінь прояву ознаки R у об'єкта i не нижче, ніж у j , тобто $R_{ij} = \begin{cases} 1, i \geq j; \\ 0, i < j. \end{cases}$

Тобто, можна стверджувати, що номінальним ознакам відповідають блочно-діагональні матриці, а ранговим – блочно-трикутні. При цьому номінальним ознакам повинні відповідати такі еквівалентні відношення ρ , які задовольняють одночасно нерівності: симетрично – $((i, j) \in \rho) > ((j, i) \in \rho)$; рефлексивно – $((i, i) \in \rho)$ і транзитивно –

$(i, j) \in \rho$ та $(j, k) \in \rho \Rightarrow ((i, k) \in \rho$, а ранговим такі лінійні квазіпорядки, які б одночасно задовольняли умови рефлексивності, транзитивності та лінійності – $(i, j) \in \rho$ або $(j, i) \in \rho$.

У термінах матриць R симетричність означає $R_{ij} = R_{ji}$, рефлексивність – $R_{ii} = 1$, транзитивність – $R_{ij} \cdot R_{jk} \leq R_{ik}$, лінійність – $R_{ij} + R_{ji} \geq 1$. При цьому номінальні матриці позначають як $\tilde{R}_1, \tilde{R}_2, \dots, \tilde{R}_m$, а рангові як R_1, R_2, \dots, R_m . Еквівалентності характеризуються неупорядкованими розбивками на множині еквівалентних по ρ об'єктах, а лінійні квазіпорядки характеризуються упорядкованими розбивками.

Основною при обробці ознак служить кількісна міра близькості розбивок даної множини A . Цю міру близькості розбивок \tilde{R}_i та \tilde{R}_j позначають як $d(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j)$ та визначають:

$$d(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j) = 1/2 \cdot \sum_{k,l=1}^n |R_{k,l}^i - R_{k,l}^j| = 1/2 \cdot \sum_{i=1}^m |R_i|^2 + 1/2 \cdot \sum_{j=1}^m |R_j|^2 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m |R_i \cap R_j|^2. \quad (4)$$

Близькі ознаки характеризуються близькими розбивками. Тому прийємо міру близькості ознак $\delta(R_i, R_j)$ пропорційну мірі близькості відповідних розбивок $d(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j)$. Для зручності виберемо коефіцієнт пропорційності таким, щоб максимальна відстань між ознаками дорівнювала 1. Тоді відповідно до формули (4):

$$\delta(R_i, R_j) = \frac{2 \cdot d(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j)}{n \cdot (n-1)} = \frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{l,k=1}^n |R_{l,k}^i - R_{l,k}^j|. \quad (5)$$

Той факт, що згідно з виразом (5) $\delta(R_i, R_j) \approx 0$, означає, що ознаки R_i та R_j дублюють один одного; $\delta(R_i, R_j) \approx 1$ означає, що ознаки R_i та R_j незалежні.

Висновок. Отже, міра близькості розбивок дозволяє розбити об'єкти на групи так, щоб у одну групу потрапляли «близькі», а в іншу «далекі» об'єкти, що в подальшому дозволить на основі їх використання приймати рішення щодо вибору оптимальних структур і параметрів елементів енергосистеми. Вона унікальна тим, що застосовується як до рангових, так і для номінальних ознак без зведення їх до якогось одного типу.

Запропонована класифікація об'єктів за числовими та символічними ознаками та знаходження міри їх близькості дозволяє ефективно вирішити питання оптимального розміщення енергетичних об'єктів енергетичної системи, забезпечити їх надійну роботу, раціонально використовувати та економити різні типи енергоресурсів, а також приймати зважені рішення щодо вибору оптимальних структур і параметрів елементів енергосистеми.

Список використаних джерел:

1. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. Проект Программы сотрудничества ЕС и России "Гармонизация экологических стандартов II" Представительство ВР в России РХТУ имени Д.И. Менделеева 2009 г. [Электронный ресурс]: // http://www.muctr.ru/univsubs/ecocentre/files/Power_efficiency.pdf
2. Башмаков И.А. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды // Вопросы экономики. – 2009. – №2. – С.71 – 89.
3. Василенко В. І. Системна ефективність функціонування енергетичної системи з керованими навантаженнями. // ЕНЕРГЕТИКА: економіка, технології, екологія №1 (39) 2015. – С. 70 – 80.
4. Миркин Б.Г., Черный Л. Б. Об измерении близости между различными разбиениями конечного множества объектов // Журн. Автоматика и телемеханика. – 1970. – № 5. – С.120 – 127.

УДК 697.1

Дешко В.І., д.т.н., професор, Білоус І.Ю., асистент,
Гурська Ю.В., магістрант,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ДО ЗАСТОСУВАННЯ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЕЛЬ

Одним із завдань енергетичного менеджменту будівлі є забезпечення ефективного енерговикористання за підтримання відповідного рівня комфортних умов. Фактори, які формують тепловий режим приміщень, необхідно розглядати в комплексі. Сукупність комфортних параметрів у приміщенні в умовах зміни зовнішніх та внутрішніх впливів підтримується за допомогою систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Дослідження теплового стану ґрунтується на побудові енергетичних моделей будівель [1–3].

Регресійний аналіз є основним статистичним методом побудови математичних моделей об'єктів по експериментальним даним. За складності фіксування вплив різних факторів на зміну внутрішньої температури в приміщеннях вивчається мало. Для визначення даних факторів впливу була побудована нестационарна модель приміщення на базі програмного продукту EnergyPlus. Розміри кімнати 5,5x6,1 м, висота приміщення 3,2 м. Кімната має одну зовнішню стіну (5,5 м) з вікном (5x2,5 м) орієнтовану на північ. Конструкція будівлі відповідає вимогам забудови 70-х років. Термічний опір зовнішньої стіни 1,2 м²С/Вт, вікно з подвійним заскленням у дерев'яних спарених плетіннях. Створена модель дозволяє моделювати теплові режими в приміщенні, розраховувати енергоспоживання, теплове навантаження на систему опалення і т.д. Погодні умови обирались для типічного року за міжнародними даними International Weather for Energy Calculations (IWEC) для міста Києва.

Погодні умови обирались для розрахункового дня грудневого місяця відповідно до кліматичних даних [4] з типового року для даних IWEC.

На основі модифікації IWEC файлу з погодними даними почергово змінювали та виключали вплив найбільш впливових зовнішніх факторів: зовнішня температура, сонячна радіація, швидкість та напрям вітру і т.п.

На основі даних модельного експерименту зі зміни внутрішньої температури в приміщенні при відповідних зовнішніх факторах, визначаються коефіцієнти та показник степені нелінійної багатопараметричної регресійної моделі.

Висновки. Використання моделей енергетичного стану будівель в EnergyPlus дозволяє визначати величину впливу кожного з факторів та їх сукупності на температурний стан та енергоспоживання будівлі, що є основою для вибору форми та побудови регресійної математичної моделі, яка використовується для обробки даних натурних спостережень.

Список використаних джерел:

1. Дешко В.І. Математичні моделі будівель для оцінки енергоспоживання / В.І. Дешко, І.Ю. Білоус // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць. Випуск 80, Київ 2014. С. 68–72.
2. Дешко В.І. Моделирование теплового состояния помещений при измерении режимов параметров отопления / В.І. Дешко, М.М. Шовкалюк, А.В. Ленькин // Промышленная теплотехника. Т.31 - 2009. - №6. - С. 75-80.
3. Дешко В.І. Моніторинг температурного стану навчального корпусу / В.І. Дешко, І.Ю. Білоус // Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія». Випуск №2 Київ 2015. С. 24-32.
4. ДСТУ_Н Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – Уведено вперше ; чинний від 2015.07.27. – К. : Мінрегіонбуд України, 2015. – 201 с.

Козлов В.Д., к.т.н., доцент,
Тихонов В.В., к.т.н., доцент,
Соколова Н.П., Захарченко Ю.А.,
Національний авіаційний університет

СТРУКТУРА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ МОН УКРАЇНИ

Енергоефективність та енергозбереження – це один із пріоритетних напрямків розвитку і науки України. Більшість рішень в цій галузі пов'язано зі створенням програмно-технічних комплексів, призначених для управління енергією з метою підтримки її бережливого споживання. Будь-яка подібна розробка є складною системою, що включає безліч взаємопов'язаних процесів.

Мета створення системи енергоменеджменту (СЕМ) – зниження питомих показників споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і оптимізація використання фінансових ресурсів для реалізації енергозберігаючих проектів.

Розробка СЕМ здійснюється на основі та з урахуванням наявних організаційних, технічних та інформаційних ресурсів: автоматизованих систем управління технологічного процесу (АСУ ТП), автоматизованої системи контролю та обліку енергоресурсів (АСКОЕ), метрологічних засобів, засобів вимірювань, засобів телекомунікації, структури відділів та служб, пов'язаних з питаннями енергоефективності, діючих положень, в тому числі положення про матеріальне стимулювання за ефективне використання ПЕР, накопичених масивів інформації про енергоспоживання. Дане рішення оптимальне для реалізації в навчальному закладі, за рахунок мінімальних витрат на реалізацію і видимого ефекту енергозберігаючих заходів. Саме цей підхід доцільний для ВНЗ, так як дозволить домогтися високих показників енергозбереження при мінімальних витратах. Фінансова сторона енергозберігаючих заходів вкрай важлива для навчального закладу, так як його бюджет суворо регламентований.

Розроблено функціональну модель системи підтримки прийняття рішень (СППР) для СЕМ. Дана модель відображає структуру керуючих впливів на осіб, що приймають рішення, ОПР, які беруть участь у здійсненні коригуючих дій, необхідних для ефективного функціонування системи енергоменеджменту. Модель відображає принцип взаємодії ОПР і програмно-технічного комплексу.

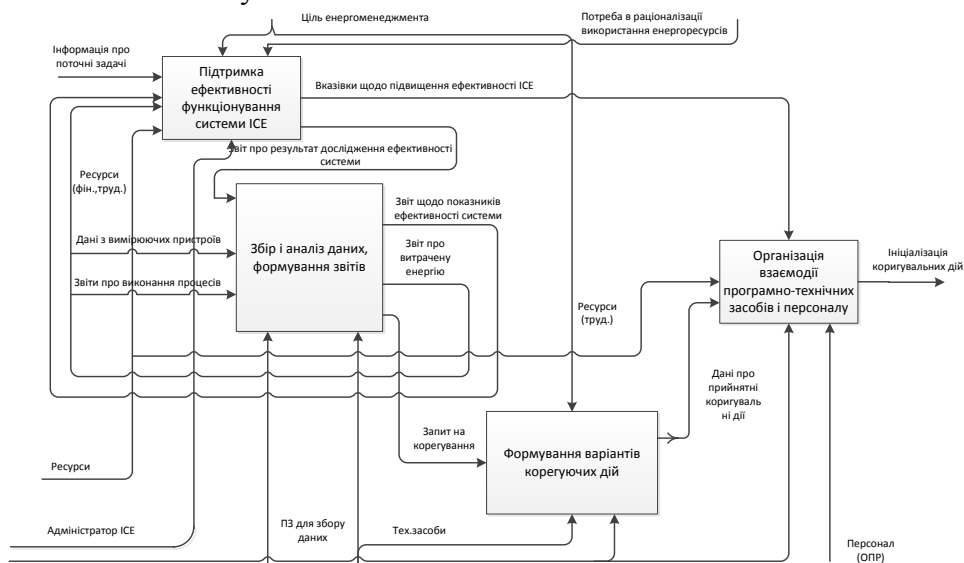


Рисунок 1. Функціональна модель СППР управління СЕМ

Відповідно до функціональної моделі розроблено структурну схему СППР СЕМ (рисунок 2.):

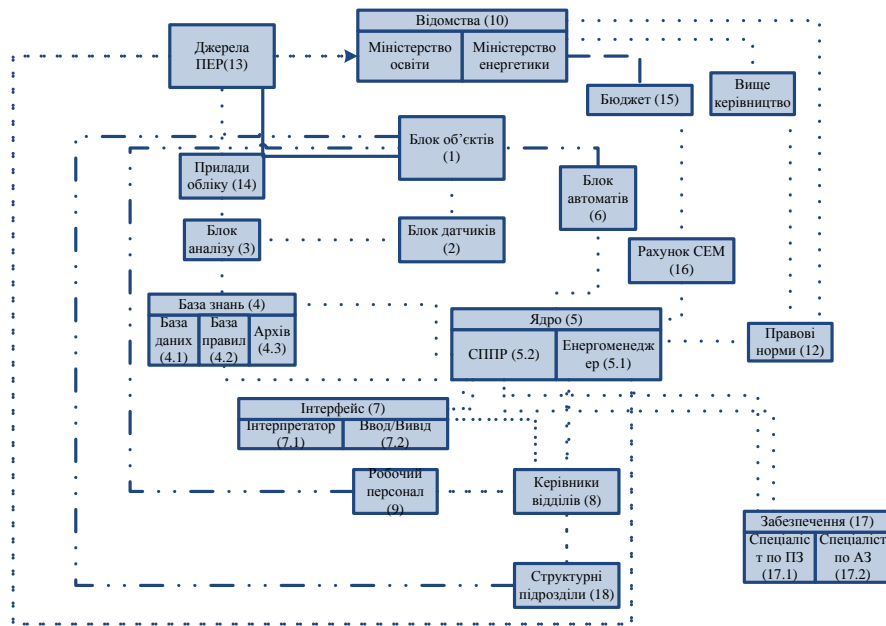


Рисунок 2. Структурна схема СППР СЕМ

Система енергоменеджменту є людино-машинною об'єктно-орієнтованою системою. Особою, яка приймає рішення (ОПР), в системі є енергоменеджер, а машинна складова представлена СППР. Обслуговуванням СППР займаються програміст (17.1) і фахівець з апаратного забезпечення (17.2), в їх завдання входить плановий огляд, внесення змін, налагодження програм, технічний огляд, ремонт тощо. На концептуальному рівні всі споживачі ПЕР були об'єднані в один блок, названий блоком об'єктів (1), який моделює частину навколишньої дійсності. На кожному з об'єктів знаходиться певний набір датчиків і автоматів, на схемі позначений як блок внутрішніх датчиків (2). Датчики збирають певний вид даних про об'єкт і направляють зібрану інформацію на блок аналізу (3). У блоці аналізу (3) інформація з датчиків узагальнюється, структурується і передається в блок бази знань (4). Блок бази знань (4) складається з трьох блоків: бази даних (4.1), бази правил (4.2) і архіву (4.3). База знань (4) передає інформацію в СППР (5.2), яка звертаючись до бази правил (4.2), за допомогою внутрішніх алгоритмів аналізує вхідні параметри, прораховує варіанти і виділяє кращий з них. Отримавши результат, СППР (5.2) направляє команду на групу автоматів (6), які безпосередньо впливають на об'єкти (1). На всіх етапах СППР (5.2) заносить дані в базу знань (4), що робить систему динамічною і дозволяє їй, підлаштовуючись під будь-яку ситуацію, мінімізувати ризики і збільшувати ефективність СЕМ. Всю діяльність енергоменеджера та СЕМ в цілому регламентує блок правових норм (12).

Висновок. Розроблено функціональну модель системи підтримки прийняття рішень для управління системою енергоменеджменту МОН України. На основі даної моделі розроблено структурну схему СППР, яка дозволить визначити програмні класи та керуючі правила і алгоритми для подальшої програмної реалізації системи.

Список використаних джерел:

1. Болдырев, В.В. Концепция интеллектуального алгоритма автоматизированной системы энергопотребления/ В.В. Болдырев, М.А. Горькавый // Технические и математические науки: актуальные проблемы и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 14.11.2013г., С. 19-24.
2. Иванов С.А., Разработка интеллектуальной системы энергоменеджмента на основе объектно-ориентированного подхода/ С.А.Иванов, Л.А. Вяль, М.А. Горькавый// Объектные системы 2013: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Россия, Ростов-на-Дону 10-12 мая 2013 г., С. 45-50.
3. Черемісін М.М., Зубко В.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням. – Харків: Факт, 2005. – 192 с.

Находов В.Ф., к.т.н., доцент, Бориченко О.В., к.т.н., доцент,
Іванько Д.О., аспірант, Луценко Н.А., магістрант,
Аданіков О.В., магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

Традиційно системи оперативного контролю ефективності енерговикористання створюють і застосовують для окремих установок, агрегатів, невеликих їх груп або для простих технологічних процесів.

Однак, беручи до уваги, що на будь-якому виробничому об'єкті (на підприємстві, у його підрозділах) кількість технологічних установок вимірюється сотнями і навіть тисячами, для здійснення оперативного контролю ефективності використання енергії в усіх ланках виробництва потенційно існує потреба у побудові сотень відповідних локальних систем, що пов'язано зі значними витратами часу і коштів. Причому доцільність цих витрат далеко не завжди є очевидною.

Отже, вибір окремих технологічних установок, їх груп або технологічних процесів, для яких є можливим і доцільним створення локальних систем контролю ефективності енерговикористання, являє собою досить складне завдання, вирішення якого має здійснюватись «індивідуально» для кожного виробничого об'єкту.

Визначаючи локальні технологічні об'єкти, для яких є можливим і доцільним створення систем оперативного контролю ефективності енерговикористання, перш за все слід приймати до уваги основні вимоги, яким мають відповідати такі об'єкти [1]. Зокрема:

– обладнання, для якого планується побудувати окрему систему оперативного контролю енергоефективності, має бути розташоване в одному або у суміжних виробничих приміщеннях, щоб існувала можливість організації єдиного обліку його спільного енергоспоживання;

– таке обладнання повинно бути об'єднано між собою єдиним технологічним процесом, тобто спільно використовуватись для виробництва одного й того ж виду продукції або кількох її видів;

– обладнанням, яке планується включити до однієї локальної системи оперативного контролю енергоефективності, повинна керувати невелика кількість операторів, щоб вплив людського фактора на процес споживання енергії був якомога меншим.

Приймаючи до уваги зазначені основні вимоги, загальний алгоритм вирішення задачі вибору технологічних об'єктів для побудови локальних систем оперативного контролю ефективності енерговикористання на будь-якому підприємстві може бути наступним.

На першому етапі все основне і допоміжне обладнання підприємства попередньо має бути розділене на певну, порівняно невелику кількість груп. Найбільш доцільно здійснювати такий розподіл за технологічним принципом. Тобто, наявне технологічне обладнання потрібно розподілити між технологічними процесами виробництва всіх видів продукції підприємства.

З цією метою, перш за все, необхідно скласти схеми відповідних технологічних процесів, які мають відображати послідовність виконання окремих операцій та взаємозв'язок між ними, а також відомості про обладнання, на якому виконуються ці операції, з зазначенням видів енергоресурсів, що при цьому споживаються.

Наступним кроком вирішення задачі має бути побудова балансів споживання енергії окремо для кожного з технологічних процесів виробництва всіх видів продукції підприємства. Зокрема, для складання балансів споживання електричної енергії у процесах виробництва кожного виду продукції може бути застосована методика побудови оптимальних розрахункових моделей електробалансів [2].

На підставі побудованих за цією методикою балансів споживання електричної енергії і складених технологічних схем виробництва кожного виду продукції фактичні обсяги

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

споживання енергії за попередні періоди на підприємстві в цілому можуть бути обґрунтовано розподілені між усіма видами продукції, що виробляється. Тим самим можна отримати псевдо статистичні дані про споживання електричної енергії на виробництво кожного виду продукції, які є необхідними на подальших етапах визначення технологічних об'єктів для створення локальних систем оперативного контролю енергоефективності на підприємстві.

Зокрема, наступним кроком вирішення цієї задачі має бути розподіл основного та допоміжного обладнання, віднесеного до технологічного процесу виробництва кожного виду продукції, на більш дрібні групи. Таке подальше групування обладнання повинно здійснюватись, виходячи з двох критеріїв.

Першим з цих критеріїв повинно бути місце розташування відповідного обладнання у тих чи інших будівлях, спорудах чи виробничих приміщеннях. Очевидно, що до однієї групи має бути віднесене обладнання, яке розташоване у одній і тій самій будівлі чи споруді, або у одному чи у суміжних приміщеннях.

Другим критерієм подальшого групування технологічного обладнання підприємства мають бути схеми внутрішнього електропостачання відповідних будівель, споруд та виробничих приміщень. Тобто, обладнання, розташоване у одному й тому ж або у суміжних приміщеннях, може (і повинно) бути додатково розподілене на ще більш дрібні групи, живлення яких електроенергією здійснюється від одних і тих же силових пунктів.

Одержані в результаті зазначеного додаткового розподілу групи технологічного обладнання являють собою попередні об'єкти, для яких на підприємстві *фізично можуть бути* побудовані локальні системи оперативного контролю ефективності енерговикористання. Однак це ще не означає, що побудова систем оперативного контролю енергоефективності для цих об'єктів є доцільною.

Отже, для остаточного вирішення задачі, що розглядається, необхідно додатково проаналізувати попередньо встановлені групи обладнання з точки зору *доцільності* створення для них систем оперативного контролю ефективності енерговикористання.

Такий аналіз, у свою чергу, потребує вирішення низки додаткових задач. Основними з цих задач є:

- визначення складу чинників (параметрів технологічного процесу, зовнішніх умов тощо), які впливають на обсяги споживання енергії кожною з попередньо визначених груп обладнання);
- визначення додаткових приладів обліку споживання енергії, виробництва продукції, а також параметрів, що характеризують виробничі умови, необхідних для побудови систем оперативного контролю енергоефективності для кожної з груп обладнання;
- оцінка грошових витрат на побудову і функціонування таких систем контролю;
- оцінка потенціалу енергозбереження, що матиме місце завдяки створенню систем оперативного контролю ефективності енерговикористання для кожної з груп обладнання, що розглядаються;
- фінансовий аналіз доцільності створення локальних систем контролю енергоефективності для попередньо визначених груп обладнання.

Таким чином, алгоритм вирішення задачі, що пропонується, дає змогу на будь-якому підприємстві обґрунтовано визначати технологічні об'єкти, для яких є технічно можливим і фінансово доцільним створення локальних систем оперативного контролю ефективності енерговикористання.

Список використаних джерел:

1. Находов В.Ф. Концепція побудови інтегрованих систем контролю ефективності використання електричної енергії на виробничо-господарських об'єктах / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2013. – № 1. – С. 72–79.

2. Находов, В. Ф. Побудова оптимальних розрахункових моделей електробалансів виробничо-господарських об'єктів / В. Ф. Находов, О. В. Бориченко // «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро : інформ. зб. – 2010. – № 6. – С. 47–51.

Находов В.Ф., к.т.н., доцент, **Бориченко О.В.**, к.т.н., доцент,
Іванько Д.О., аспірант, **Ройтер А.В.**, магістрант,
Пахарєв Ю.В., магістрант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ЗАСТОСУВАННЯ ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПОБУДОВИ БАЛАНСІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ КОТЕЛЬНИХ

Побудова та аналіз балансів споживання електричної енергії дозволяє вирішувати низку важливих задач в енергетичному господарстві виробничих об'єктів. Зокрема, електричні баланси є основою для визначення показників питомої витрати електроенергії, які традиційно застосовуються для контролю ефективності її використання в промисловості.

Основною проблемою побудови балансів споживання електричної енергії виробничих об'єктів є визначення структури їх витратної частини, тобто складу та обсягів корисної витрати та втрат електроенергії.

Традиційними методами побудови електробалансів є розрахунково-аналітичний, експериментальний та комбінований, перший з яких, зважаючи на відносну простоту застосування, набув найбільшої популярності.

Для будь-якого виробничого об'єкта склад статей витратної частини електробалансу, здебільшого, заздалегідь є відомим.

До того ж, однією з позитивних особливостей підприємств теплоенергетики, зокрема, котельних є те, що на відміну від багатьох інших виробництв, для їх обладнання існують достатньо обґрунтовані фізичні або емпіричні залежності, які встановлюють функціональний зв'язок між обсягами споживання електричної енергії та параметрами технологічних процесів і зовнішніх умов виробництва. Такі залежності наведені у відповідних нормативно-методичних матеріалах (наприклад, для котельних – у [1]).

Однак навіть у таких, сприятливих умовах використання розрахунково-аналітичного методу, як правило, не дозволяє отримати достатньо достовірні та обґрунтовані баланси споживання електроенергії.

Одним з перспективних шляхів підвищення обґрунтованості та достовірності результатів побудови балансів споживання електричної енергії у виробництві слід вважати застосування ймовірнісно-статистичного підходу, який ґрунтується на врахуванні випадкового характеру процесів електроспоживання, технологічних та інших виробничих показників, а також дає можливість використовувати у розрахунках нечіткі значення відповідних вихідних величин [2].

Першим етапом побудови електробалансів котельних з застосуванням ймовірнісно-статистичного підходу повинно бути проведення експертного опитування.

Головним завданням експертного опитування є встановлення інтервалів можливих значень кожного з нечітких вихідних параметрів, які у подальшому необхідно використовувати при побудові електробалансу, а також оцінка ймовірності знаходження окремих їх значень у відповідних інтервалах.

На підставі обробки результатів експертного опитування визначаються всі можливі рівні значень кожного з нечітких вихідних параметрів, які у подальшому необхідно використовувати при побудові електробалансу котельної, а також усереднені оцінки ймовірності того, що реальні середні величини відповідних нечітких виробничих параметрів дорівнюють тому чи іншому з можливих рівнів їх значень.

Наступним етапом побудови електробалансів котельних з використанням ймовірнісно-статистичного підходу є формування псевдо реальних статистичних даних про числові значення нечітких вихідних параметрів, необхідних для вирішення цієї задачі. З цією метою доцільно використовувати відомий метод Монте-Карло, який може бути реалізовано з застосуванням численних комп'ютерних програм, зокрема пакету програм Matlab.

Генерування псевдо реальних значень всіх нечітких технологічних та інших виробничих параметрів, що розглядаються, здійснюється на основі побудованих за результатами експертного опитування полігонів частот можливої появи окремих значень цих параметрів.

Таким чином, результатом другого етапу побудови електробалансів котельних з використанням ймовірно-статистичного підходу є формування достатньо великих за обсягом вибірок псевдо реальних значень всіх нечітких виробничих параметрів, які у подальшому будуть використані для розрахунку нормативних витрат електричної енергії як окремими видами обладнання, так і на котельній в цілому.

Третім етапом побудови електробалансів котельної є формування розрахункових моделей її електроспоживання, тобто деякої, достатньо великої кількості псевдо реальних балансів споживання електричної енергії. Формування розрахункових моделей електроспоживання являє собою окрему, досить складну ітеративну процедуру.

На початку виконання цієї процедури на основі сформованих раніше вибірок псевдо реальних величин нечітких технологічних параметрів відбувається генерування можливих комбінацій їх числових значень. На підставі «індивідуальних» ймовірностей появи окремих величин нечітких вихідних параметрів може бути розрахована «сумарна» ймовірність появи кожної з можливих комбінацій значень всіх виробничих параметрів, необхідних для побудови балансів електроспоживання котельної.

Кожна з одержаних таким чином комбінацій псевдо реальних значень нечітких виробничих параметрів являє собою окремий набір чітко визначених вихідних даних, за якими може бути побудована одна з можливих розрахункових моделей електроспоживання котельної.

Будь-яка модель електроспоживання, одержана в результаті застосування розрахунково-аналітичного методу, являє собою один з можливих варіантів витратної частини балансу споживання електроенергії на котельній.

Побудований таким чином варіант електробалансу котельної перевіряється з точки зору його правдоподібності. Далі процедура побудови розрахункових моделей електроспоживання повторюється.

Останнім етапом застосування ймовірно-статистичного підходу до побудови балансів споживання електричної енергії на котельних є порівняння одержаних на попередньому етапі правдоподібних варіантів цих електробалансів за «сумарною» ймовірністю їх появи.

При цьому найбільш достовірним слід вважати той варіант витратної частини балансу споживання електроенергії, «сумарна» ймовірність появи якого є найбільшою.

Список використаних джерел:

1. Міністерство з питань житлово-комунального господарства України, наказ від 02.02.2009 № 12 «Про затвердження Порядку розрахунку нормативних витрат електроенергії підприємствами теплоенергетики при виробництві, транспортуванні та постачанні (розподілі) теплової енергії» [Електронний ресурс]/ Сайт Кабінету Міністрів України - Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0172-09>
2. В.Ф. Находов, О. В. Бориченко, Д. О. Іванько, І. В. Якобюк, стаття «Виявлення «проблемних» ділянок схеми електропостачання для верифікації розрахункових електробалансів», 2015

УДК 621.311:65.035

Находов В.Ф., к.т.н., доцент, **Замулко А.И.**, к.т.н., доцент,
Мохаммад Аль Шарари, аспірант, **Мединцева Д.А.**, магістрант,
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

АНАЛИЗ УСТАНОВЛЕННЫХ ЗОН СУТОК СУЩЕСТВУЮЩИХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ТАРИФОВ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Суточные графики нагрузки объединенной энергетической системы (ОЭС) Украины имеют неравномерный характер, обусловленный значительной неравномерностью спроса потребителей на электрическую мощность.

В рыночных условиях основным способом решения задачи оперативного балансирования производства и потребления электроэнергии в энергосистеме является управление спросом потребителей на электрическую мощность, которое должно осуществляться только экономическими методами, за исключением аварийных ситуаций.

Единственным средством такого управления в ОЭС Украины на сегодняшний день являются дифференцированные по времени тарифы на электроэнергию, которые с 1995 года оставались практически неизменными и уже исчерпали свои возможности с точки зрения эффективного стимулирования потребителей к изменению характера их спроса на электрическую мощность [1].

Одним из «слабых мест» существующих дифференцированных тарифов на электроэнергию является недостаточная обоснованность длительности и границ согласованных НКРЭКУ тарифных зон суток [2], а также отсутствие периодического их анализа и корректировки, которая отвечала бы современным, существенно изменившимся потребностям управления спросом потребителей на электрическую мощность.

Создание необходимых условий для дальнейшего целенаправленного выравнивания суточных графиков нагрузки энергосистемы, прежде всего, требует, чтобы установленные зоны суток соответствовали фактическому характеру изменения этой нагрузки.

Оценка такого соответствия может быть основана на использовании статистических методов анализа фактических суточных графиков нагрузки энергосистемы, а также отдельных групп потребителей, зафиксированных в режимные дни. Эти методы позволяют на основе применения объективных статистических критериев выявлять с заданной вероятностью фактические зоны суток с существенно разным уровнем электрической нагрузки энергосистемы или рассматриваемых групп потребителей.

В Украине на сегодняшний день сформировалась заметная как по численности, так и по электрической нагрузке объединенная группа потребителей, которые при взаиморасчетах с электропередающими организациями используют дифференцированные по времени тарифы. Для краткости их можно назвать «дифтарифными» потребителями, в состав которых сейчас входят представители практически всех их групп: промышленных, сельскохозяйственных, транспортных, коммунальных, бытовых и т.п. В связи с этим анализировать соответствие существующих тарифных зон суток современным потребностям управления спросом на электрическую мощность необходимо, принимая во внимание конфигурацию графиков нагрузки как энергосистемы в целом, так и отдельно «дифтарифных» и всех остальных («недифтарифных») потребителей.

Как свидетельствуют результаты многочисленных расчетов, выполненных для режимных дней ряда предыдущих лет, реальные зоны суток со статистически разным уровнем электрической мощности как энергосистемы в целом, так и «недифтарифных» потребителей заметно не совпадают с согласованными НКРЭКУ границами и длительностью тарифных зон суток. При этом границы и длительность фактических зон суток энергосистемы и «недифтарифных» потребителей отличаются между собой незначительно. С другой стороны, группа «дифтарифных» потребителей регулирует свой спрос на электрическую мощность

практически точно в соответствии с установленными тарифными зонами суток и в необходимом для энергосистемы направлении.

Следовательно, можно утверждать, что сохраняющаяся на сегодняшний день неравномерность суточных графиков нагрузки энергетической системы определяется исключительно характером спроса на мощность объединенной группы «недифтарифных» потребителей. В то время как объединенная группа «дифтарифных» потребителей в целом способствует выравниванию графиков нагрузки энергосистемы.

Однако, как показали исследования, для корректного установления тарифных зон суток, которые бы соответствовали современным потребностям управления спросом потребителей на мощность, необходимо дополнительно анализировать характер и степень противодействия «дифтарифных» потребителей изменению спроса на мощность «недифтарифных» потребителей. Для этого целесообразно использовать предлагаемый авторами коэффициент, который может быть назван коэффициентом противодействия или коэффициентом компенсации изменения нагрузки.

Численные значения такого коэффициента характеризуют, в какой степени (на сколько процентов) изменение спроса на мощность «недифтарифных» потребителей в каждый час суток компенсируется изменением нагрузки «дифтарифных» потребителей. При этом знак этого коэффициента позволяет судить о том, имеет ли место встречное изменение нагрузки указанных двух групп потребителей в соответствующий час суток (отрицательный коэффициент), или эти изменения нагрузки происходят в одном направлении (положительный коэффициент).

Результаты анализа почасового влияния «дифтарифных» потребителей на неравномерность суточных графиков нагрузки энергосистемы, выполненного для режимных дней ряда предыдущих лет на основе определения указанного коэффициента противодействия, позволяют утверждать, что в разные часы суток это влияние оказывается как позитивным, так и негативным. Причем в течение суток количество часов с позитивным и негативным влиянием рассматриваемой группы потребителей на неравномерность нагрузки энергосистемы примерно одинаково. Степень противодействия «дифтарифных» потребителей изменению нагрузки «недифтарифных» потребителей в разные часы суток также существенно различна.

Так, например, на основании результатов анализа графиков электрической нагрузки, зафиксированных в зимний режимный день 21.12.2011 года, можно констатировать, что сильное позитивное влияние на неравномерность нагрузки энергосистемы «дифтарифные» потребители оказывали в 15-й и 18-й час суток. В эти часы эта группа потребителей компенсировала нежелательное изменение спроса на мощность «недифтарифных» потребителей соответственно на 116 и 85%.

С другой стороны, в 11-й и 14-й час данных режимных суток «дифтарифные» потребители оказывали очень сильное негативное влияние на неравномерность графика нагрузки энергосистемы. В эти часы нежелательное приращение мощности данной группы потребителей составило соответственно 148 и 331% от увеличения нагрузки «недифтарифных» потребителей.

Таким образом, результаты, полученные в рассмотренном примере, а также для режимных дней ряда других лет, позволяют утверждать, что характер спроса на электрическую мощность группы «дифтарифных» потребителей в течение суток оказывает практически в равной степени как позитивное, так и негативное влияние на неравномерность нагрузки энергосистемы, что еще раз подтверждает необходимость наискорейшего совершенствования и дальнейшего развития существующих дифференцированных по времени тарифов на электроэнергию.

Список использованных источников:

1. Находов В.Ф., Замулко А.И., Мохаммад Аль Шарари, Исаенко Ю.Н. Определение первоочередных направлений совершенствования дифференцированных тарифов на электрическую энергию // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №1(78).24-32. <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/55785>
Национальная комиссия, осуществляющая государственное регулирование в сферах энергетики и коммунальных услуг <http://www.nerc.gov.ua>

Нікітін Є.Є., д.т.н., провідний науковий співробітник,
Інститут газу НАН України

МУНІЦИПАЛЬНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ – ОСНОВА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МІСТ

В рамках вирішення задач енергетичного менеджменту місто можна представити у вигляді сукупності підсистем, а також енергетичних і матеріальних потоків (рис. 1), які призначені для забезпечення наступних людських потреб:

- створення комфортного теплового режиму;
- забезпечення водою;
- видалення продуктів життєдіяльності;
- освітлення в темний час доби;
- забезпечення потреб переміщення в просторі.

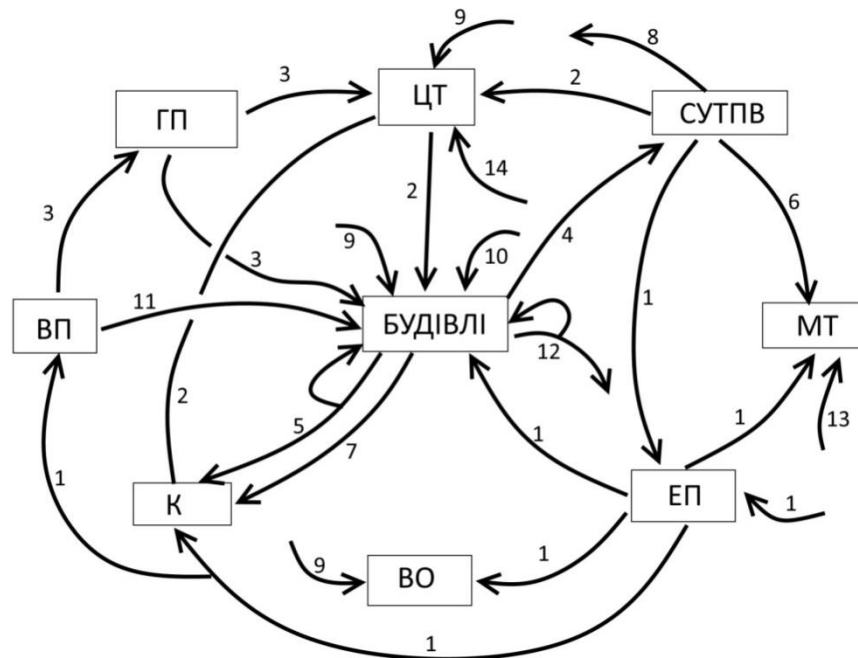


Рис. 1. Місто як енергетична система. Підсистеми: ЦТ – центральне тепlopостачання; СУТПВ – система управління ТПВ; ГП – газопостачання; ЕП – електропостачання; ВО – вуличне освітлення; МТ – міський транспорт; ВП – водопостачання; К – каналізація. Матеріальні та енергетичні потоки: 1 – електроенергія; 2 – теплова енергія; 3 – природний газ; 4 – ТПВ; 5 – теплота каналізаційних стоків; 6 – газоподібне паливо; 7 – мулові осади; 8 – RDF-паливо; 9 – сонячна енергія; 10 – теплота ґрунту; 11 – вода; 12 – втрати теплоти в оточуюче середовище; 13 – рідке паливо; 14 – біопаливо

Метою муніципального енергетичного менеджменту є мінімізація матеріальних і фінансових витрат, необхідних для забезпечення життєдіяльності міста при умові забезпечення комфортних умов проживання.

Складність розглянутих об'єктів змушує на практиці розглядати підсистеми та матеріально-енергетичні потоки (рис. 1) незалежно один від одного. Разом з тим представляється перспективним комплексний розгляд міста як єдиної енергетичної системи.

В рамках комплексного дослідження міських енергетичних систем можна виділити два взаємопов'язаних напрямки: математичне моделювання показників, які характеризують

енергетичну ефективність міста, та проектний аналіз в сфері муніципальної енергоефективності.

Математичне моделювання здійснюється з метою визначення нормалізованих значень показників енергетичної ефективності окремих підсистем та системи в цілому, зіставлення нормалізованих і фактичних показників, аналізу впливу характеристик міста на їх величину та виявлення потенціалу енергоефективності. До числа впливових характеристик міста можна віднести чисельність населення, площу та щільність міської забудови, поверховість і рік забудови, рівень доходів населення, кліматичні умови, рельєф місцевості та інші характеристики.

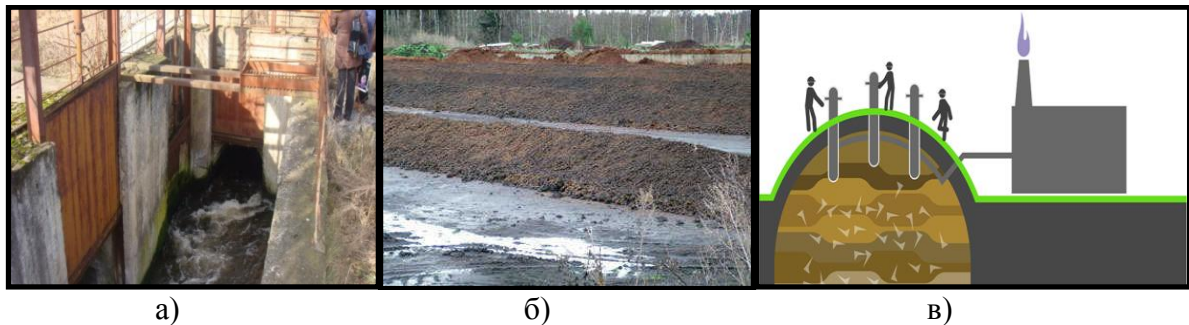


Рис.2 Потік очищених каналізаційних стоків (а) та мулових осадів (б)

Проектний аналіз у сфері муніципальної енергоефективності включає в себе функції генерації, розробки та моніторингу проектів. Пріоритетними є проекти утилізації продуктів життєдіяльності міста для забезпечення його енергетичних та інших матеріальних потреб. Прикладами таких проектів є використання теплоти міських каналізаційних стоків (рис.2а) та мулових осадів (рис.2б) для потреб теплопостачання, утилізація звалищного газу на полігонах твердих побутових відходів для виробітку електроенергії (рис.2в), рециклінг твердих побутових відходів та виробництво RDF-палива. Так технічно реалізований потенціал тепла каналізаційних стоків та мулових осадів на очисних спорудах міста Вінниця - 92 тис. Гкал/рік, що складає 45% теплової енергії, необхідної для потреб гарячого водопостачання. Потенціал утилізації звалищного газу у деяких містах України показан у таблиці 1.

Таблиця 1. Потенціал утилізації звалищного газу у містах України

Показник	Хмельницьк	Луцьк	Рівне
Орієнтовна кількість біогазу, млн.м ³	59	63,2	73
Орієнтовна інтенсивність збору СН ₄ , м ³ /год.	360	360	400
Річний обсяг генерації, МВт год(т.у.т)	3400 (1258)	3400 (1258)	4000 (1480)
Частка заміщення природного газу,%	0,5	0,6	0,8

Основним інструментом реалізації цього напрямку є бази даних енергоефективних технологій, проектів та експертів, а також енергоекономічні моделі.

УДК 621.31

Опришко В.П., аспірант,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ОСНОВНИХ ПРОГРАМ І МЕТОДІВ З КЕРУВАННЯ ПОПИТОМ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Програми з керування попитом (DSM) традиційно розглядається як засіб зниження пікового попиту на електроенергію в мережі [1]. За рахунок зниження загального навантаження на електричну мережу, DSM дає змогу зменшити кількість аварій, шляхом зменшення кількості відключень, а також підвищити надійність системи [2]. Застосування програм DSM дають змогу подолати бар'єри, які заважають прийняттю багатьох супутніх програм з енергоефективності і залучити грошові кошти з отриманого економічного ефекту від раціонального використання електроенергії та заощаджень з позапікового споживання. Численні дослідження, проведені у Франції та інших країнах, виявили, що економічно ефективні програми керування попитом дають можливість знизити споживання електроенергії та піковий попит приблизно до 20% без централізованого контролю [3].

За допомогою програм DSM отримують вигоду не лише домогосподарства, підприємства та комунальні структури, але й суспільство в цілому, а саме[4]:

1. Зменшення рахунків за спожиту електроенергію у споживачів
2. Зниження потреб в будівництві нових об'єктів.
3. Стимулювання економічного розвитку.
4. Створювання довгострокових робочих місць, які приносять користь економіці.
5. Збільшення конкурентоспроможності місцевих підприємств.
6. Скорочення витрат на технічне обслуговування та заміну устаткування.
7. Зниження забруднення повітря на місцевому рівні.
8. Скорочення викидів, які впливають на національні та міжнародні екологічні проблеми, такі як глобальне потепління.
9. Підсилення національної безпеки шляхом ослаблення залежності від зовнішніх джерел енергії.
10. Підвищення комфорту та якості робочого простору, що, в свою чергу, може підвищити продуктивність праці.
11. Стимулювання ринкових перетворень з довгостроковими результатами.

Процес розробки і здійснення програм керування попитом, як правило, складається з наступних етапів:

1. Визначення секторів, заходів, кінцевих споживачів, та показників ефективності;
2. Аналіз та розуміння ринку для цільових секторів і заходів;
3. Розробка програмних проектів;
4. Аналіз економічної ефективності;
5. Підготування плану реалізації;
6. Впровадження програм;
7. Проведення оцінки результатів програм.
8. Переваги та користь від програм керування попитом

Існує безліч альтернативних заходів і методів для здійснення DSM програм[5]. Серед варіантів є програми DSM для комунальних підприємств, державні програми, загальні інструкції, державні стандарти, тощо. Варто зазначити, що дані підходи можуть працювати системно, і такі спільні програми часто є найбільш потужним засобом для подолання ринкових бар'єрів.

Наприклад, DSM програми в комунальному секторі можуть підвищити ефективність регуляторних заходів, беручи на себе деякі витрати на виконання і забезпечення виконання контрактів з домогосподарствами. Крім того, комунальні DSM програми можуть збільшити

проникнення на ринок нових технологій до точки, де вони використовуються більшістю клієнтів, і забезпечити виконання державних стандартів ефективності;

Комунальні програми DSM, як правило, діляться на три основні категорії [6]:

– Програми збереження: спрямовані на скорочення споживання енергії, наприклад програми для підвищення ефективності як окремого обладнання (наприклад освітлення), так і будівель та промислових процесів.

– Програми керування навантаженням: спрямовані на розподілення попиту на електроенергію, для отримання рівномірного споживання протягом доби, наприклад, програми зміщення навантаження (зниження навантаження кондиціонування повітря в періоди пікового попиту і зміщення цих навантажень на менш критичні періоди), динамічна тарифікація *real-time pricing* (RTP) і переривчасті ставки *interruptible rates* (INTR) (надання знижок великим споживачам в обмін на право зменшити потужність постачання протягом декількох годин в періоди з найвищим попиту на електроенергію).

– Стратегічні програми зростання навантаження: збільшення обсягів споживання енергії протягом декількох періодів, наприклад, програми, які стимулюють економічно ефективні технології, які працюють в основному в періоди низького попиту на електроенергію. В рамках цих категорій існує низка програмних підходів, які можуть бути використані, в тому числі:

1. Програми для інформування клієнтів про загальні методи енергоефективності.

2. Конкретні інформаційні програми, які надають інформацію про конкретні заходи керування попитом для конкретного підприємства або будинку.

3. Програми з фінансування, для допомоги клієнтам з впровадженням програм DSM, включаючи кредитування, знижки, а також спільне використання ощадних програм.

4. Комплексні програми, які надають повний спектр послуг з проектування, фінансування, а також встановлення пакету DSM програм, та програм з підвищення ефективності.

5. Програми альтернативних тарифів, включаючи RTP, INTR і ставок на зміщення графіку споживання. Такі програми, як правило, не спрямовані на енергозбереження, але підвищують загальний рівень енергоефективності шляхом підвищення споживання в позапікові періоди.

6. Конкурсні програми, в яких комунальні підприємства отримують заявки від клієнтів і енергосервісних компаній для сприяння енергозбереженню в їх секторі.

7. Програми ринкової трансформації, які прагнуть змінити ринок для конкретної технології або послуги, щоб ефективна технологія широко використовувалася без подальшого втручання комунального підприємства.

Проведений аналіз показав, що сучасні DSM програми і методи ґрунтуються на інтегральному підході до їх реалізації і охоплюють організаційні та технічні заходи для вирішення поставлених завдань. Досліджено основні програмні підходи та представлено категорії програм керування попитом на електроенергію.

Список використаних джерел:

1. Loughran D. Demand-Side Management and Energy Efficiency in the United States [Text] / D. Loughran, J. Kulick. - The Energy Journal. - Vol. 25, No. 1. - 2004.

2. Денисюк С.П. Основні програми і методи управління попитом [Текст] : Зб. тез допов. міжнар. наук.-техн. та навч.-метод. конф. [«Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'15»], (19-21 травня 2015 р., м. Київ) / С.П. Денисюк, В.П. Опришко / НТУУ «КПІ». - 2015. – С. 24-25.

3. Barbato A. A Power Scheduling Game for Reducing the Peak Demand of Residential Users Online Conference on Green Communications (GreenCom) [Text] / A. Barbato. – IEEE, 2013.

4. Ghicajanu M. Programs of energy efficiency - Demand Side Management [Text] / M. Ghicajanu. – [International conference on economics, law and management]. - 2008.

5. Gellings C.W. Deciding which demand-side management activities to pursue [Text] / C.W. Gellings. - [Efficient use and conservation of energy]. – EOLSS, 2015.

6. Carlos Henggeler Antunes. The role of demand-responsive energy management systems for smart cities. COST Exploratory Workshop on Smart Cities Paris, September 2011.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОВНОЇ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОДУКЦІЇ, РОБІТ І ПОСЛУГ

З першого січня 1999 р. в Україні та в країнах СНД було введено в дію стандарт «Методика визначення повної енергоемності продукції, робіт і послуг» (ДСТУ 3682098 та ГОСТ 30583-98 [1,2]). Метою розробки стандарту була уніфікація методики розрахунку повних або, як їх ще називають, накопичених або наскрізних витрат енергоресурсів на виробництво продукції, робіт і послуг (ПРП) – від видобутку сировини, до утилізації відходів. В основу методики визначення повної енергоемності покладено ідеї енергоекономічного аналізу, сформульовані нашим славним співвітчизником С.А.Подолінським ще у 1880 році [3]. Відсутність методики визначення такого показника спонукала автора опублікувати препринт [4], який і було використано при розробці вищезазначеного стандарту.

На жаль, показник повної енергоемності до цього часу не знайшов практичного застосування. Головна причина цього полягає в необхідності виконання значних обсягів попередніх досліджень для його визначення та відсутності відповідних коштів. В той же час застосування цього показника надає можливість враховувати скорочення/збільшення енерговитрат за межами виробництва конкретного виду ПРП та/або бюджету проекту. В свою чергу, це дозволить:

- здійснювати не тільки мікроекономічний аналіз ефективності виробництва та реалізації проектів з підвищення енергоефективності, а й макроекономічний аналіз економіки країни;
- підвищити ефективність маркетингових досліджень, економічної політики окремих галузей та країни в цілому;
- долати міжгалузеві бар'єри при здійсненні масштабних проектів з підвищення енергоефективності;
- здійснювати оцінку енергетичної ефективності зовнішньоекономічних зв'язків [4] тощо.

Показник повної енергоемності ПРП можна визначити як відношення енерговитрат на всіх етапах виробництва ПРП, включно з видобутком необхідної сировини і енергоресурсів, їхньою переробкою, виробництвом енергоносіїв та напівфабрикатів, сировини і матеріалів (ЕНСМ), необхідних для виробництва ПРП, їх транспортуванням, зберіганням, виробництвом і використанням ПРП, а також при здійсненні заходів щодо захисту навколишнього природного середовища від шкідливого впливу виробництва і використання ПРП до обсягів виробництва ПРП.

Основними складовими повної енергоемності ПРП є:

- 1) повна енергоемність енергоресурсів, які витрачаються безпосередньо при виробництві ПРП;
- 2) повна енергоемність енергоресурсів, які витрачаються для транспортування ЕНСМ, необхідних для виробництва ПРП;
- 3) зниження повної енергоемності за рахунок використання утворених при виробництві ПРП горючих відходів;
- 4) збільшення повної енергоемності, обумовлене імпортом енергоресурсів;
- 5) повна енергоемність ЕНСМ, які використовуються при виробництві ПРП;
- 6) зниження повної енергоемності за рахунок використання утворених при виробництві ПРП негорючих відходів;
- 7) збільшення повної енергоемності, обумовлене імпортом ЕНСМ;
- 8) повна енергоемність основних виробничих фондів (ОВФ), амортизованих при виробництві ПРП;

9) повна енергоємність відтворення робочої сили при виробництві ПРП;

10) повна енергоємність охорони навколишнього природного середовища при виробництві ПРП.

Величина повної енергоємності ПРП визначається як алгебраїчна сума її складових. Обсяги економії енергоресурсів, одержані за рахунок використання негорючих і горючих відходів, утворених при виробництві даного виду ПРП, враховуються з мінусом.

Особливістю методики є ітераційний процес розрахунків. На першій ітерації, в якості величин повної енергоємності відповідних компонентів необхідно використовувати значення питомих енерговитрат при виробництві ПРП.

В стандарті надано розрахункові формули та приклади розрахунків повної енергоємності валюти, трудовитрат і повної енергоємності виробництва чавуну.

Неврахування всіх складових повної енергоємності ПРП призводить до спотворення оцінки енергетичної і економічної ефективності виробництва ПРП і економіки в цілому. Наприклад, складова повної енергоємності відтворення робочої сили при виробництві навіть такої відносно нетрудомісткої, але енергоємної продукції як чавун, становить 20 % від повної енергоємності його виробництва.

Використання показника повної енергоємності дозволяє оцінити енерговитрати на виконання таких робіт і послуг, для яких методика оцінки енерговитрат наразі взагалі відсутня. Зокрема, в процесі управлінської діяльності витрати енергоресурсів безпосередньо практично не відбуваються. Але за одержану заробітну плату офісний працівник купує необхідні йому ПРП, на виробництво яких було витрачено енергію.

Методика розрахунку повної енергоємності ПРП дозволяє унаочнити всі складові енерговитрат в економічній діяльності. Тому її використання буде корисним в учбовому процесі при підготовці спеціалістів з енергоефективності та енергоменеджменту.

Список використаних джерел:

1. *Тонкаль В.Ю., Гнідой М.В., Панченко Г.Г., Стоянова І.І., Соколовська І.С.* Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт і послуг. - Державний стандарт України, ДСТУ 3682098 (Дата введення 01.01.1999 р.).
2. *Тонкаль В.Е., Гнедой Н.В., Панченко Г.Г., Стоянова И.И., Соколовская И.С.* Методика определения полной энергоёмкости продукции, работ и услуг. - Межгосударственный стандарт, ГОСТ 30583-98 (Дата введения 01.01.1999 р.).
3. *Подолинский С.А.* Труд человека и его отношение к распределению энергии на нашей планете // Слово. – 1880. - № 4, 5. – С.135-211.
4. *Панченко Г.Г.* Энергоэкономический анализ производства продукции, работ и услуг. - Национальная Академия наук Украины, Институт проблем энергосбережения. Препринт 94-3. - К. - 1994 р. - 29 с.

Притискач І.В., к.т.н, старший викладач,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

АНАЛІЗ ПОТОЧНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Для виділення достовірних індикаторів погіршення стану обладнання електричних мереж та комплексів доцільно визначати статистичні характеристики випадкового процесу відносного відхилення вимірюваних значень діагностичних параметрів від змодельованих за певний базовий час T_0 , що забезпечує згладжування раптових коливань та підкреслює довготермінові тренди зміни стану обладнання [1].

Ковзаюче середнє значення $v_\mu(t)$ випадкового процесу забезпечує виявлення постійного відхилення значень діагностичних параметрів. Квантиль $v_\alpha(t)$ за ймовірністю α_i дає змогу визначати граничні значення відхилень та реагувати на швидкоплинні процеси. Кутовий коефіцієнт лінійного тренду $v_\delta(t)$ дає змогу фіксувати тенденцію до постійного зростання відхилення, що свідчить про можливість розвитку дефектів у трансформаторі та необхідність запланувати комплексне діагностування.

Моделі для визначення базових значень діагностичних параметрів мають вигляд

$$x_{i,M} = f([\mathbf{u}]_i, [\boldsymbol{\lambda}]),$$

де $x_{i,M}$ – змодельоване значення діагностичного показника на i -му інтервалі дискретизації; $[\mathbf{u}]_i$ – вхідні змінні моделі; $[\boldsymbol{\lambda}]$ – коефіцієнти моделі. Коефіцієнти $[\boldsymbol{\lambda}]$ визначають поведінку моделі на різних вхідних даних і залежать від характеристик конкретного трансформатора. Для забезпечення якомога точнішого визначення коефіцієнтів $[\boldsymbol{\lambda}]$ запропоновано використовувати метод параметричної ідентифікації моделей [2] з використанням даних, вимірюваних під час роботи обладнання, коли підтверджено відсутність його дефектів.

Для розв'язання оптимізаційної задачі вибрано метод рою частинок [3], який оптимізує функцію, підтримуючи популяцію можливих розв'язків (так званих «частинок») і переміщуючи ці частинки в просторі розв'язків. Кожній частинці в рою відповідають її координати $[\boldsymbol{\lambda}]_i$, швидкість $[\mathbf{v}]_i$ та краще з відомих положень цієї частинки $[\mathbf{p}]_i$ з простору рішень Ω . Переміщення підпорядковуються принципу найкращого знайденого в цьому просторі положення, що постійно змінюється при знаходженні частинками вигідніших положень.

На основі описаного підходу до аналізу поточних діагностичних параметрів розроблено відповідні алгоритми та програмне забезпечення. Перевірку працездатності запропонованих математичних моделей здійснено на основі аналізу результатів, отриманих після обробки експериментальних даних, що були отримані на діючому силовому триобмотковому трансформаторі.

Список використаних джерел:

1. Денисюк С.П. Розробка системи онлайн моніторингу стану силових трансформаторів / С.П. Денисюк, М.Ф. Сопель, Ю.В. Пилипенко, І.В. Притискач // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2014. – № 24. – С.92–103.
2. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов / А.М. Дейч. – М.: Энергия, 1979. – 240 с.
3. Eberhart R.C. Particle swarm optimization: developments, applications and resources / R.C. Eberhart, Yuhui Shi // Proceedings of the 2001 Congress on Evolutionary Computation. – 2001. – Vol. 1. – P. 81–86.

ПРИВАРСЬКИЙ Ю. Ю., перший заступник голови, **ГУЗ В. П.**, заступник директора департаменту житлово-комунального господарства, енергетики та енергоефективності, **ГОРДИЙЧУК В. В.**, головний спеціаліст відділу енергетики та енергоефективності, управління енергетики та енергоефективності департаменту житлово-комунального господарства, енергетики та енергоефективності, Рівненська облдержадміністрація.

ВПЛИВ ЕНЕГОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЕКТІВ, ЩО БУЛИ РЕАЛІЗОВАНІ В БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВАХ І ОРГАНІЗАЦІЯХ МІСЦЕВОГО ПІДПОРЯДКУВАННЯ НА ЗМІНУ СТРУКТУРИ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ. ЕФЕКТИВНІСТЬ І РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ЦИХ ЗАХОДІВ

Відповідно до Закону України „Про енергозбереження” від 01.07.1994 № 74/94-ВР, постанов КМУ від 01.03.2010 № 243 “Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010 – 2016 роки” (зі змінами), від 11.11.2015 № 929 „Про продовження строку виконання Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010 -2015 роки”, з метою підвищення ефективності використання ПЕР закладами області, що фінансуються за рахунок місцевих бюджетів, було розроблено та затверджено положення про обласний конкурс проектів з енергоефективності (далі – Конкурс) та внесено відповідні зміни до обласної програми з енергоефективності на 2011-2015 роки (розпорядження голови ОДА від 12.02.2015 № 52 «Про зміни до обласної програми енергоефективності на 2011-2015 роки», рішення обласної ради від 06.03.2015 № 1438 «Про внесення змін до обласної програми енергоефективності на 2011-2015 роки»).

Основними завданнями Конкурсу є: забезпечення належного функціонування та сталого розвитку соціальної інфраструктури територіальних громад Рівненської області в умовах скорочення споживання ПЕР, передусім природного газу, за рахунок упровадження заходів з енергоефективності та заміщення використання природного газу альтернативними видами палива місцевого виробництва; стимулювання застосування сучасних технологій та інноваційних рішень у сфері енергозбереження в бюджетній сфері; забезпечення популяризації успішного досвіду районів, міст обласного значення, структурних підрозділів ОДА у вирішенні проблемних питань підвищення енергоефективності та висвітлення результатів реалізації проектів. 05.05.2015 оголошено Конкурс вказаних проектів.

На конкурс надійшло 75 проектів на загальну суму майже 40,8 млн. грн., спів-фінансування з місцевих бюджетів - 12 млн. грн., або 29,6 %, з економією ПЕР на 10,1 млн. гривень.

За результатами оцінки в 2015 році було відібрано 50 проектів (з них: навчальні і дошкільні заклади – 31, організації охорони здоров'я – 15, культури – 3, об'єкти соціального захисту – 1) загальною вартістю 19,9 млн. грн., в т.ч. співфінансування з місцевих бюджетів – 7 млн. грн., а розрахункова економія ПЕР від реалізації заходів становитиме – 10,4 млн. грн. (електроенергії – 0,4 млн. кВт*г, природного газу – 0,6 млн. м³, теплоенергії – 4,3 тис. Гкал, води – 0,1 тис м³ та інших видів палива – 0,1 тис. т у.п. (додатки 2 і 3). Окупність реалізації означених проектів становитиме біля 2 років.

На цей час в експлуатацію введено 46 із 50 об'єктів, в .ч. – у жовтні 2015 р. – 1 об'єкт; - у листопаді 2015 р. – 6; - у грудні 2015 р. – 13; - у січні 2016 року – 23, у березні п.р. – 3.

Головою ОДА видане розпорядження від 29.01.2016 № 23 «Про зміни до обласної програми енергоефективності на 2011 – 2015 роки», яким продовжено на період до 2016 року строки виконання цієї Програми. Вказані зміни затверджені рішенням обласної ради від 11.03.2016 № 122 «Про внесення змін до Обласної програми енергоефективності на 2011-2015 роки». У поточному році оголошено проведення обласного конкурсу проектів з енергоефективності (I етап) з терміном подання пропозицій до 25.05.2016. На реалізацію проектів-переможців конкурсу Проектів з обласного бюджету в 2016 році передбачено 10 млн. грн. за умови співфінансування з місцевих бюджетів в обсязі 3 млн. гривень.

Розен В.П., д.т.н., професор,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
Давиденко Л.В., к.т.н., доцент,
Давиденко Н.В.,
Луцький національний технічний університет

СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РЕЖИМІВ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ КОМУНАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Ефективність енергоспоживання - один з індикаторів стану справ у виробничій системі з точки зору технічного рівня виробництва, провадження технологічних процесів, а також організації енергоменеджменту. Моніторинг ефективності енергоспоживання в будь-якій виробничій системі покликаний забезпечити визначення її стану та ефективності організації технологічного процесу, створити передумови для удосконалення та підвищення якості функціонування системи та її об'єктів. Прив'язка моніторингу до місць використання енергії закладає фундамент системи контролю енергоефективності, яка передбачає [1]: адекватний контроль технологічних процесів на всіх етапах і у всіх режимах; виявлення ключових показників енергоефективності та методів, що дозволяють їх вимірювати і контролювати; документування та аналіз позаштатних ситуацій з метою виявлення і усунення їх причин для запобігання повторення подібних ситуацій. Система контролю енергоефективності повинна містити [2]: 1) підсистему оперативного контролю енергоефективності; 2) підсистему бенчмаркінгу енергоефективності.

Підсистема оперативного контролю енергоефективності забезпечує: поточний контроль технологічних параметрів водопостачання та динаміки водоподачі як чинника, що визначає планування режиму ефективного електроспоживання; поточний контроль динаміки показників енергоефективності з позицій їх відповідності певним діапазнам за рівнем енергоефективності; контроль дотримання «стандарту» енергоспоживання. Підсистема бенчмаркінгу енергоефективності містить процедури порівняння динаміки показників енергоефективності з аналогічними показниками кращих об'єктів; порівняльного аналізу відповідності дійсного режиму електроспоживання «стандарту» кращих об'єктів.

Контроль включає три основних етапи: 1) отримання первинної інформації про фактичний стан об'єкта контролю, його контрольованих ознаках і показниках; 2) отримання вторинної інформації - відхилень від заданих параметрів шляхом зіставлення первинної інформації з запланованими критеріями, нормами і вимогами; 3) підготовка інформації для вироблення відповідних керуючих впливів на об'єкт, піддавався контролю.

Формалізацію процедури комплексного контролю енергоефективності в системі комунального водопостачання виконано з використанням об'єктно-орієнтованого підходу. Виділено три категорії класів: WEB-servis – сукупність класів, які об'єднані процедурою отримання вихідної інформації про об'єкт дослідження; FORMS-class – сукупність класів, які об'єднані обчислювальними процедурами та моделями; CONTROL-class - сукупність класів, які об'єднані процедурами виконання безпосередньо контролю енергоефективності. Властивостями класу є кількісні характеристики об'єкту дослідження, а методами – алгоритми розрахунків, процедури, комунікації, дії, функції тощо, що забезпечують функціонування класу (або його моделі). Опис властивостей та методів класів визначається типом об'єкту дослідження, стосовно якого виконується контроль енергоефективності, а також конкретизацією постановки задачі дослідження.

Не залежно від ієрархічної приналежності об'єкту дослідження алгоритм контролю енергоефективності передбачає виконання наступних процедур:

1. Збір інформації: здійснюється як для агрегатів, так і для всієї виробничої системи.
2. Ідентифікація об'єкта дослідження з урахуванням ієрархічного рівня (агрегат, насосна станція, перший підйом, підготування води, другий підйом, транспортування води).

3. Визначення функцій і переліку завдань: формуються ранги завдань, що потребують вирішення, послідовність виконання розрахунків та звернення до вихідної інформації.

4. Формалізація опису функцій: блок містить математичні моделі і моделюючі алгоритми вирішення завдань з урахування результатів формалізації, виконаних в 3-му блоці. Тобто, виконується формалізація методів класу категорії FORMS-class.

5. Визначення функцій процедури контролю: виконується ідентифікація процедур контролю (оперативний контроль, бенчмаркінг) та формалізація властивостей класу категорії CONTROL-class з урахуванням ідентифікації об'єкту дослідження, виконаних в 2-му блоці.

6. Формалізація опису функцій процедури контролю енергоефективності: виконується формалізація методів класу категорії CONTROL-class та, власне, сама процедура контролю.

7. Ідентифікація «тривог»: даний блок передбачає фіксування результатів контролю, видачу попереджень про перевищення сформованих нормативів та «стандартів», а також їх документування та формування звітів.

8. Передача інформації: виконується передача результатів контролю у відповідні підсистеми управління, а також в систему енергоменеджменту підприємства.

Сучасні світові тенденції в управлінні енергоефективністю відповідно стандарту ISO 50001 передбачають широке впровадження автоматизованих систем обліку енергоресурсів, управління технологічними процесами та інформаційних систем енергоменеджменту. Наявність автоматизованих систем управління спрощує збір та обробку інформації по кожному із об'єктів. Їх підключення до мережі INTERNET забезпечить зв'язок між контрольними пунктами суб'єктів управління та центральним сервером підприємства, що дозволить здійснити консолідацію даних в єдиній системі. В організації системи контролю енергоефективності виділяють два моменти: «аларми» і «нормативи». Аларми, або інструменти сигналізації, - це повідомлення енергоменеджера про перевищення нормативу. Нормативи енерговикористання по об'єктах, виробничих процесах доцільно встановлювати на базі накопиченої статистики про енергоспоживання, показники енергоефективності та технічні параметри в розрізі вибраного об'єкту дослідження. Це дозволить врахувати реальні умови функціонування об'єкту дослідження та виключити завищення або заниження нормативу, поява яких можлива у випадку застосування традиційних методів нормування. Визначення нормативів показників енергоефективності та «стандартів» енергоспоживання для вибраного об'єкту дослідження повинне виконуватись на основі статистики, накопиченої в базі даних системи моніторингу, враховувати реальні умови його функціонування, а також кращі зразки ефективного енерговикористання. Механізм реалізації підсистеми alarms визначається призначенням системи контролю: задачами та типом об'єкту дослідження, набором показників енергоефективності тощо. Налаштування алармів залежатиме від досягнутого рівня енергоефективності та поставлених завдань щодо його підвищення.

Висновки. Запропоновані принципи реалізації системи комплексного контролю ефективності енергоспоживання забезпечуватимуть пооб'єктний контроль показників енергоефективності та параметрів технологічного процесу об'єктів водопостачання з урахуванням особливостей їх функціонування та сприятимуть інтеграції процедур контролю в систему енергетичного менеджменту підприємства.

Список використаних джерел:

1. European Commission (2009) Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency // Seville: Institute for Prospective Technological Studies, European IPPC Bureau, 2008. – 430 p. Режим доступу: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ene.html>

2. Давиденко Л.В. Принципи побудови інтегрованої системи моніторингу енергоефективності для підприємства водопровідно-каналізаційного господарства // Енергетика: економіка, технології, екологія. - 2015. - № 3. – С. 107-115.

Синчук О.Н., д.т.н., професор, **Синчук І.О.**, к.т.н., доцент,
Касаткіна І.В., к.т.н., доцент, **Ялова А.Н.**, аспірант, **Винник М.А.**, соискатель,
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»,
Юрченко О.Н., Институт электродинамики НАН Украины

К ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ УРОВНЕМ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Несмотря на тенденцию к уменьшению, которая наблюдается в последние годы, доля потребления электрической энергии (ЭЭ) промышленностью Украины составляет 42% от общегосударственного объема электропотребления. Особенностью отечественной промышленности является наличие в ней 51 энергоемкого предприятия (металлургического, горнодобывающего, нефтехимического), которые потребляют около половины ЭЭ всей промышленной отрасли. Исследования последних 5 – 10-ти лет и качественные изменения (хотя далеко не всегда положительные), происходящие в рудных шахтах за счет быстротекущих процессов концентрации горных работ, и их резкая интенсификация поставили ряд новых задач, которые, к сожалению, пока не находят своего решения в практике работы этих предприятий. За последние 10 лет энергозатраты в общем сегменте себестоимости добываемого отечественными горнорудными предприятиями в целом достигли уровня 30%. Следовательно снижается уровень конкурентоспособности данного вида отечественного сырья на мировом рынке. Если учесть, что за период 2014 – 2015 г. повышение тарифов на электроэнергию достигло более чем 1,5 кратных размеров, что, в свою очередь, привело к повышению производственной себестоимости ЖРС на 40%, то проблема сдерживания роста энергозатрат при добыче ЖРС становится более чем очевидной и актуальной.

Основные направления повышения электроэффективности добычи полезных ископаемых известны. Однако они, как правило, относятся к вновь проектируемым или глобально переоборудуемым горным предприятиям и то, в большей своей части, к угольным видам горных производств. В разрезе реализации вышеизложенного, реальными направлениями повышения электроэффективности действующих железорудных шахт являются: модернизация систем электроснабжения и оптимизация процессов электроэнергопотребления с возможностью адаптивного управления этими процессами. Первое направление, в той или иной степени, исследовано, поэтому актуальным представляется все же вопрос проведения комплекса исследований с акцентом именно на втором направлении – оптимизации и управлении этим процессом в конкретных условиях железорудного производства.

Первым шагом исследований было установление зависимости объемов потребления ЭЭ от объемов добычи ЖРС. В ходе «рамочного» анализа авторами установлено, что уменьшение объемов добычи ЖРС приводит к увеличению удельного расхода ЭЭ.

С целью определения качественной стороны этого вопроса, а также оценки взаимосвязи между объемами ЖРС и расходом ЭЭ была использована известная шкала Чеддока. Установленные уровни зависимости между объемами добычи ЖРС и объемами электроэнергопотребления по конкретному железорудному комбинату – ПАО «Криворожский железорудный комбинат» и отдельным шахтам, как типовым железорудным предприятиям, показали следующие результаты. Обобщенный коэффициент корреляции по ПАО «КЖРК» за период 2010 - 2014 год составил «-0,43» что определяется как заметная обратная взаимосвязь.

За этот же период времени по слагаемым структурным подразделениям данного комбината – шахтам, это выглядит следующим образом: ш. «Родина» коэффициент корреляции равен «0,203», что определяет взаимосвязь, как слабую; ш. «Октябрьская» - «-0,09», что показывает практически отсутствие взаимосвязи; ш. «Гвардейская» - «0,11», что говорит о слабой взаимосвязи; ш. «Ленина» - «-0,53», что соответствует хорошей обратной связи.

Заметен тот факт, что самый высокий коэффициент корреляции относится к комбинату в целом. Это позволяет сделать вывод, что основной акцент в процессе анализа и поиска путей повышения электроэнергоэффективности добычи ЖРС должен быть сделан на основную технологическую ячейку – шахту.

Следующим исследовательским шагом было установление электробаланса предприятий и определение наиболее энергоемких потребителей. По сути, в этом вопросе наблюдается достаточная стабильность – по всем подземным железорудным предприятиям более 15 – 20 лет среди потребителей ЭЭ доминируют электрические двигатели технологического оборудования, потребляющие в среднем до 94 % всей ЭЭ. А наиболее энергоемкими установками являются водоотлив, вентиляция, скиповой подъем и компрессорные установки, которые вместе потребляют свыше 80% всей электроэнергии шахты.

Таким образом, очевидно, что наиболее реальным путем снижения энергозатрат для всех без исключения железорудных шахт является снижение электропотребления именно этими установками. Однако такой поход, несущий значимый эффект, все же нельзя признать достаточно полным в решении проблемы повышения электроэнергоэффективности железорудным производств, тем более с учетом их индивидуальности.

В этом комплексе научных задач, подлежащих решению, должен присутствовать главный компонент влияния на электроэнергоэффективность. Этот контрольный и управленческий комплекс должна взять на себя АСУ. При этом уровень эффективности управления будет определяться адекватностью отработки АСУ соответствующего многофакторного алгоритма, где базовыми принципами строения должны быть: оценка, контроль и управление уровнем электроэнергопотребления. Функционирование такой АСУ должно базироваться на принятии решений на основе метода факторного анализа, базирующегося на статистической информации, обработанной с помощью методов моделирования и математической статистики. Для этого необходимо определить систему факторов, влияющих на эффективность потребления ЭЭ приемниками, которые, в последствии, необходимо ранжировать на группы для структурно – логического представления и их классификации. На рис.1 представлена рекомендуемая блок-схема алгоритма получения факторных моделей электропотребления, которая может быть базовой для разработки АСУ с целью повышения электроэнергоэффективности предприятий при добыче ЖРС.

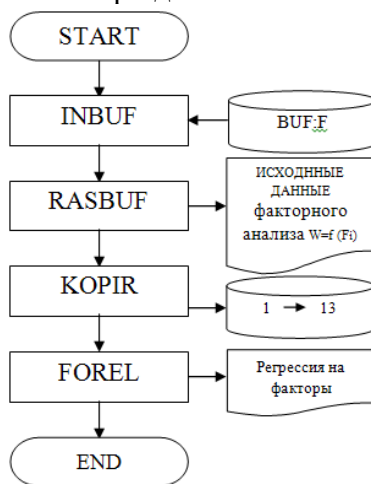


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма получения факторных моделей электропотребления

Реализация рекомендованных способов позволит сократить потери ЭЭ по железорудной предприятию при оптимистическом прогнозе на 35-40%, в пессимистическом – на 15-20%.

УДК 620.9+338.2

Стрелков М.Т., к.т.н., с.н.с., доцент, Стрелкова Г.Г., к.ф.-м.н. доцент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ТАРИФИ Й ІНТЕГРОВАНЕ РЕСУРСНЕ ПЛАНУВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Тарифи на електроенергію – це не тільки інструменти фінансових розрахунків між її постачальниками і споживачами, але і змінні, використовувані в задачах інтегрованого ресурсного планування, спрямованих на підвищення ефективності постачання і споживання електроенергії. Застосовувані задля цього тарифи утворюють цілісну систему, яка характеризується своїм складом, структурою й організацією. Фактором, утворюючим тарифну систему, виступає електроенергія, оскільки вона як товар доставляється кінцевим споживачам, і її вартість є обов'язковою складовою будь-якого елементу тарифної системи.

Інтегроване ресурсне планування в електроенергетиці є ринково-орієнтованим у пошуку економічно виправданого співвідношення комплексного використання економічних ресурсів як на стороні пропозиції, так і на стороні попиту задля оптимізації сукупних затрат постачання і споживання електроенергії. Це робить доцільним декомпозицію розглядуваної системи тарифів на дві тарифні підсистеми саме за ознаками постачання і споживання електроенергії. Першу визначимо як підсистему багатокomпонентних тарифів, утворюючим фактором якої на стороні пропозиції буде електроенергія, що постачається. Функція багатокomпонентних тарифів полягає у відшкодування і зниженні витрат виробітку, транспортування і розповсюдження електроенергії плюс отримання нормального прибутку виробниками. Іншу визначимо як підсистему багатоставкових тарифів, утворюючим фактором якої на стороні попиту буде електроенергія, що споживається. Функція багатоставкових тарифів полягає у підвищенні ефективності використання й управлінні процесом споживання електроенергії. Тому в задачах інтегрованого ресурсного планування багатокomпонентні тарифи виступають визначальними змінними на стороні пропозиції, багатоставкові тарифи – визначальними змінними на стороні попиту.

Технологічно виробництво продуктів ринку електроенергії розподіляється за стадіями процесу електропостачання між окремими спеціалізованими енергетичними компаніями. Такий розподіл робить тарифи на електричну енергію багатокomпонентними за ознаками продуктової диференціації, де електроенергія є одним (єдиним) вироблюваним товаром, а всі інші продукти виробництва – надаваними послугами з її транспортування і розповсюдження. Тому кожна з компонент багатоставкового тарифу пов'язана із вартістю товару, або вартістю надаваної послуги, а самі тарифні компоненти задовольняють умові адитивності. Зважаючи на витратну функцію багатокomпонентних тарифів, розрахунок їх компонент, залежно від горизонту планування, може базуватися на короткострокових і довгострокових граничних і середніх витратах виробництва. Водночас складові витрат виробництва за продуктовою диференціацією можуть відображати капітальні або операційні витрати виробництва того чи іншого продукту, що вже буде ознакою витратної диференціації багатокomпонентних тарифів. Це збільшує кількість компонент тарифу за рахунок виділення основних тарифних компонент за постійними витратами і додаткових тарифних компонент за змінними витратами. Наявність конкурентних відносин на ринку електроенергії поділяє компоненти багатокomпонентних тарифів на регульовані і нерегульовані, де значення останніх визначаються на конкурентній основі, перших – регуляторним органом.

Враховуючи нерівномірний характер добового навантаження енергосистеми і висхідний характер її короткострокових граничних витрат, багатокomпонентні тарифи залежно від розв'язуваної задачі можуть розглядатись як інтегровані у часі або як тарифи реального часу. Останнє потребує використання пікового ціноутворення, за яким значення компонент тарифу, пов'язаних із виробітком електроенергії, змінюються протягом доби пропорційно короткостроковим граничним витратам. Враховуючи обмеженість пропускної здатності ліній електропередачі між суміжними вузлами електричної мережі та фізичні втрати електроенергії

при її транспортуванні, значення компонент тарифу, пов'язаних із транспортуванням, можуть відрізнятися між вузлами енергосистеми. За такої задачі багатоконпонентні тарифи можуть розглядатись як зосереджені або розосереджені, де останнє потребує використання вузлового ціноутворення.

Адитивність компонент багатоконпонентних тарифів дозволяє шляхом зворотної продуктової і витратної інтеграції отримати одноконпонентний тариф з ознаками нульової диференціації. Оскільки в основу багатоконпонентних і багатоставкових тарифів покладено один і той самий товар, значення одноконпонентного тарифу з нульовою диференціацією, розрахованому на стороні пропозиції, повинно дорівнювати значенню одноставкового по лічильнику електроенергії тарифу з нульовою диференціацією, застосовуваному на стороні попиту. Зважаючи на стимулюючу функцію багатоставкових тарифів, подальшу їх диференціацію визначає тільки характер споживання електроенергії. Це дозволяє створювати багатоставкові тарифи у вигляді тарифної сітки або шкали, диференційованих за ознаками дискримінаційного ціноутворення, коли тарифні ставки не задовольняють умові адитивності.

Так кількісна диференціація багатоставкових тарифів враховує обсяги споживання електроенергії, тобто є дискримінацією цін другого ступеня. Диференціація використання враховує мету, з якою споживається електроенергія, і є дискримінацією цін третього ступеня. За перехресної диференціації одночасно застосовують кількісну диференціацію і диференціацію використання, поєднуючи таким чином дискримінацію цін другого і третього ступеня. Міжчасова диференціація багатоставкових тарифів формує тарифні ставки інтегровані або диференційовані за часом споживання електроенергії. Оскільки будь-який часовий інтервал теоретично можна вважати як нескінченно довгий, то в якості тарифних ставок, диференційованих за часом, використовують тарифні ставки, інтегровані у часі. Тому часова диференціація допускає перехресну диференціацію, коли одночасно застосовують або кількісну диференціацію, або диференціацію використання, або обидві одразу.

Утворює обидві тарифні підсистеми електроенергія, яка постачається і споживається одночасно, що дозволяє робити перетворення між елементами підсистем і створювати, наприклад, багатоконпонентні тарифи з ознаками багатоставкових. Це зазвичай потребує виконання певних балансових рівнянь, оскільки багатоставкові тарифи, на відміну від багатоконпонентних, не є адитивними. Так, наприклад, двокомпонентний недискримінаційний тариф, що зберігає витратну диференціацію за усіма продуктами виробництва, може складатись з основної тарифної компоненти, яка покриває капітальні витрати у вигляді плати за одиницю (одна основна ставка) абонованої електричної потужності споживача, і додаткової тарифної компоненти, яка покриває операційні витрати у вигляді плати за одиницю (одна додаткова ставки) спожитої електроенергії, врахованої лічильниками споживача. У разі застосування за будь-якою компонентою цінової дискримінації, наприклад, другого або третього ступеня кількість основних або додаткових ставок за компонентою відповідно збільшується.

Список використаних джерел:

1. Стрелкова Г.Г. Методологічні аспекти інтегрованого ресурсного планування в енергетиці / Г.Г. Стрелкова, М.Т. Стрелков // Зб. тез доп. Міжн. наук.-прак. та навч.-мет. конф. «Сталий енергетичний розвиток: сучасні тенденції, технології та рішення». – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – С.49.
2. Стрелков М.Т. Цінова дискримінація й диференційоване тарифоутворення / М.Т. Стрелков // Зб. тез доп. II Міжн. наук.-техн. та навч.-мет. конф. «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – 2015». – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – С.79-80.
3. Стрелков М.Т. Регульована тарифікація й управління енерговикористанням / М.Т. Стрелков // Зб. тез доп. II Міжн. наук.-техн. та навч.-мет. конф. «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – 2015». – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – С.80-81.
4. Стрелков М.Т. Регульована й диференційована тарифікація електроенергії / М.Т. Стрелков // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. – №2. – С.123-130.

Стрелкова Г.Г., к.ф.-м.н., доцент, Чернецька Ю.В., асистент,
Андрушков О.В., магістрант,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ТОРГІВЕЛЬНИХ ПОРТОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ³

Вступ. Порти є масштабними багатофункціональними виробничими об'єктами і значними споживачами енергії. Пріоритетним завданням для морських портів у всьому світі є системне скорочення енергетичних витрат, оптимізація використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), забезпечення екологічної безпеки відповідно до міжнародних стандартів. Це також зазначено у «Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року». Поряд з цими питаннями актуальним для України є зростання конкурентоспроможності вітчизняної портової галузі.

Досягнення більш раціонального використання ресурсів і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, за умови одночасного підвищення якості обслуговування суден і зменшення часу обробки вантажів, можливо завдяки системному і безперервному підвищенню енергоефективності портових підприємств.

Мета роботи: визначення системи факторів, що впливатимуть на ефективність енерговикористання за складовими потенціалу енергозбереження шляхом аналізу господарсько-виробничої діяльності морських портів для скорочення енерговитрат та підвищення конкурентоспроможності торгівельних портових підприємств України.

Основний зміст. Реалізація потенціалу енергозбереження портових операцій і пов'язаних з ними виробничих процесів є важливою умовою для виконання завдань Стратегії та зменшення енергетичних витрат. Відомо, що методологічним підходом для системного підвищення енергоефективності, скорочення енергетичних витрат та усунення нераціонального використання ПЕР є аналіз технічної, технологічної, організаційної та управлінської складових потенціалу енергозбереження. Однак, для таких складних об'єктів як торгівельні морські порти вагомість цих складових у структурі потенціалу енергозбереження матиме відмінності. На рівень енергоспоживання морських терміналів впливатимуть взаємопов'язані та взаємообумовлені чинники як внутрішнього, так і зовнішнього характеру, пов'язані з їхньою торгівельною діяльністю. Вибір напрямків дій з енергозбереження та енергоефективності для торгівельних морських портів буде відрізнятися від інших типів промислових підприємств. Реалізація потенціалу енергозбереження потребує детального дослідження та аналізу специфіки господарсько-виробничої діяльності морських портів.

Функціонування портових підприємств охоплює широкий спектр робіт у різних сферах, які значною мірою зосереджені в морських терміналах, тому саме вони були обрані об'єктом дослідження при визначенні та класифікації факторів, що впливатимуть на ефективність енерговикористання морських портів. Термінали включають технологічно пов'язані об'єкти портової інфраструктури, що розташовані в межах території та акваторії морського порту. Їх операційна діяльність та інфраструктура визначені законом України «Про морські порти України». Морські порти забезпечують як пасажирські перевезення, так і перевезення вантажів, тому особливість об'єктів інфраструктури терміналу буде визначатися місцем розташування та спеціалізацією морського порту. В Україні пасажирські туристичні перевезення здійснюються трьома морськими портами: Одеса, Севастополь та Ялта. Проте для більшості вітчизняних портів торгівельна складова їх господарсько-виробничої діяльності, що пов'язана з вантажними перевезеннями, є головним потенціалом розвитку. За даними ДП «Адміністрація морських портів України» на материковій частині розташовано тринадцять морських портів з

³ Дослідження виконується в рамках проекту «Енергетична ефективність складських приміщень у ланцюгах морських поставок – EnergyWare»

потужностями для перевалки 149 млн. тон змішаних та сипких вантажів, 42 млн. тон рідких вантажів, 40 млн. тон контейнерних вантажів. У 2014-2015 рр. загальний обсяг переробки вантажів для даних портів складав понад 144 млн. тон/рік.

При визначенні напрямів дій з енергоефективності слід враховувати те, що на сьогодні в Україні існує розподіл спеціалізації морських портів за видами вантажів, закріплений Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11.07.2013 № 548-р. Це визначатиме стратегію їх подальшого розвитку. Спеціалізація морських портів за видами вантажів визначається за наступними критеріями: питома частка обробки вантажів; територіальна наближеність морського порту до сировинної бази та виробництва; обмеженість існуючої інфраструктури та наявність перспективних територій розвитку морського порту; оптимальність шляхів транспортування вантажів. На підставі зазначених критеріїв Стратегією розвитку визначено спеціалізацію за основною номенклатурою вантажів для наступних восьми морських портів України: Южний, Одеса, Іллічівськ, Маріуполь, Миколаїв, Херсон, Керч та Феодосія. Розподіл спеціалізацій серед цих портів наведено у вигляді структурної схеми на рис.



Рис. Структурна схема спеціалізації за основною номенклатурою вантажів для морських портів України.

Як можна побачити із наведеної схеми, для морських портів України характерна різноманітна спеціалізація. За напрямком контейнеризації відбуватиметься розвиток двох морських портів: Одеса та Іллічівськ. Контейнеризація впливає як на структуру морського транспорту і концентрацію морських транспортних потоків, так і на інфраструктуру портів, оскільки є економічно-доцільною лише за наявності відповідних перевалочно-розподільних терміналів. Трансформація об'єктів інфраструктури морських терміналів у напрямку створення великих контейнерних терміналів завжди призводить до збільшення їх енергетичного попиту. Цей факт має бути обов'язково врахований при визначенні факторів впливу на рівень ефективності енерговикористання об'єктів інфраструктури морських терміналів.

Аналіз господарсько-виробничої діяльності морських терміналів показав, що реалізація потенціалу енергозбереження морських портів потребує визначення системи факторів, які дозволять врахувати як різноманітність специфіки функціонування морських терміналів, так і спеціалізацію торгівельних портових підприємств України за видами вантажів. Наявність законодавчого підґрунтя дозволяє виділити та класифікувати типові технічні і технологічні

фактори, за якими можна проводити аналіз ефективності енерговикористання у вітчизняних морських терміналах. Напрями дій з енергоефективності, що пов'язані з даними факторами, спрямовані на зниження базової лінії енергоспоживання та зменшення базового навантаження. Вони включають модернізацію та заміну застарілого обладнання; оптимізацію операцій з проведення вантажних, транспортних, експедиційних, складських робіт у межах території та акваторії порту; зменшення часу обробки вантажів; вдосконалення процедур зберігання вантажів, стоянки та обслуговування суден і пасажирів. Оскільки діяльність терміналів пов'язана з інженерними комунікаціями портового підприємства, необхідно також покращувати показники енергоефективності систем електро-, тепло-, газо- та водопостачання. Ще одним важливим напрямком є покращення показників енергетичної ефективності будівельних споруд, розташованих на території терміналів.

Втім вагомість типових технічних і технологічних факторів та сила їх впливу визначатимуться не лише станом матеріально-технічних фондів та організацією технологічних процесів. На енергетичні витрати портових операцій і пов'язаних з ними виробничих процесів впливатимуть ще й додаткові фактори, які можна визначити як логістичні. Сучасні морські порти є ключовими елементами логістичних ланцюгів, які забезпечують важливі торговельно-економічні зв'язки між різними галузями економіки на рівні національних та світових ринків. Тому значною мірою логістичні фактори також будуть залежати від спеціалізації морських портів за основною номенклатурою вантажів. При визначенні цих факторів для кожного конкретного підприємства слід врахувати той факт, що на логістиці торговельних портових підприємств позначаються існуючі тенденції до диверсифікації джерел і маршрутів поставок, поширення процесу контейнеризації транспортних потоків вантажів. Логістичні фактори впливатимуть на реалізацію як технологічної, так і організаційної складової потенціалу енергозбереження.

До управлінських факторів слід віднести наявність систем менеджменту на підприємствах, головними з яких є системи енергетичного, екологічного менеджменту та менеджменту якості. Наявність цих факторів впливатиме на ефективність використання управлінської складової потенціалу енергозбереження.

Особливо важливо застосовувати такий факторний підхід при обранні напрямів дій з енергоефективності для контейнерних терміналів. Контейнерні термінали використовують значну кількість електроенергії і палива для роботи вантажно-розвантажувального обладнання і транспорту, конвеєрної техніки, рефрижераторів, систем освітлення та енергозабезпечення різноманітних будівельних споруд на їх території. Організація робіт у контейнерних терміналах значною мірою залежить від ефективності логістики і від систем управління рухом суден, інформаційних систем і ліній зв'язку, роботи перевантажувального обладнання, організації залізничних і автомобільних під'їзних шляхів.

Для морських портів в умовах стійкої світової тенденції до контейнеризації у ланцюгах морських поставок важливим є підвищення енергетичної ефективності складських приміщень. Тому додатковими чинниками впливу на ефективність енерговикористання для таких об'єктів стають кліматичні фактори, що пов'язані з кліматичною зоною розташування терміналу, сезонними змінами та ін.

На всі складові потенціалу енергозбереження впливатимуть ринкові фактори, до яких слід віднести зміни кон'юнктури ринку і коливань цін на енергоносії.

Висновки. На підставі проведеного аналізу було визначено систему факторів, яка включає технічні, технологічні, ринкові, логістичні, управлінські та кліматичні фактори. Застосування такої системи факторів дозволяє класифікувати вплив різних чинників та визначити ефективність енерговикористання за складовими потенціалу енергозбереження. Інтенсивність та сила впливу всіх факторів значною мірою пов'язані із спеціалізацією морських портів за основною номенклатурою вантажів. Тому конкретизація напрямів дій з енергоефективності для портових підприємств України має відбуватися на підставі їх спеціалізації. Інструментом реалізації управлінського фактору є впровадження систем енергетичного менеджменту відповідно до вимог ISO 50001.

УДК 620.9 +658.26+ 658.0

Стрелкова Г.Г., к.ф.-м.н., доцент, Іщенко О.С., магістрант,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

АНАЛІЗ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ В ОПЕРАЦІЯХ ТА ОБЛАДНАННІ ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТОРГІВЛІ

Вступ. При визначенні заходів з енергозбереження для підприємств торгівлі традиційно розглядаються теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій, системи опалення, освітлення, вентиляції та кондиціонування повітря, водопостачання, а також характеристики та режими роботи різноманітного інженерно-технічного обладнання (електродвигуни, холодильне обладнання, насоси, ліфти, трансформатори тощо). Втім впровадження заходів з енергозбереження має враховувати специфіку виробничо-господарської діяльності. Призначенням даних підприємств, незалежно від застосованого методу продаж, типу і розміру підприємства, є доведення товарів від виробника до споживача, задоволення споживацького попиту і надання якісних послуг покупцям в процесі купівлі-продажу. Оскільки споживання електричної і теплової енергії спрямоване саме на енергозабезпечення торгово-технологічного процесу, спектр дій з енергоефективності має узгоджуватися з призначенням комерційних і технологічних операцій із забезпечення руху товарів від їх надходження на підприємство до продажу покупцям.

Мета роботи: визначення потенціалу енергозбереження при забезпеченні товарного потоку шляхом аналізу енерговикористання в операціях і обладнанні торгово-технологічного процесу для підвищення енергоефективності підприємств торгівлі.

Основний зміст. Аналіз енерговикористання за напрямками господарсько-виробничої діяльності торговельних підприємств показав, що основні обсяги споживання електроенергії, які забезпечують товарний потік, пов'язані з роботою торгово-технологічного обладнання. Реалізація потенціалу енергозбереження та ефективне управління енерговикористанням при забезпеченні товарного потоку будуть залежати від оптимізації режиму роботи та завантаженості обладнання. На рівень енергоспоживання також впливатимуть ті властивості товарного асортименту, від яких залежить регулярність, рівномірність та сезонність продаж окремих груп товарів, тому що вони будуть визначати обсяги товарообігу.

За напрямками енерговикористання у технологічному процесі підприємств торгівлі всі системи, устаткування та обладнання, що забезпечують здійснення товарного потоку, можна поділити на чотири групи. До першої з них відноситься обладнання та устаткування для вантажно-розвантажувальних операцій і операцій внутрішньо-магазинного переміщення товарів; до другої - холодильне устаткування та обладнання торгових залів, складських і підсобних приміщень для зберігання товару; до третьої - обладнання та устаткування для підготовки товарів до продажу і до четвертої - контрольно-касове обладнання для проведення розрахунку за товари, а також системи ідентифікації товарів і безпеки торговельних підприємств. Оскільки найбільші обсяги споживання електроенергії припадають на обробку та зберігання товарів, то значний потенціал енергозбереження може бути реалізований шляхом підвищення ефективності енерговикористання у обладнанні другої групи та оптимізації операцій з товарами. Втім на зменшення рівня енерговитрат у технологічному процесі впливатимуть операції торгового процесу.

Саме завдяки комерційним операціям визначаються види та обсяги товарів для забезпечення безперервності і своєчасності надходження товару відповідно до змін попиту, формується асортимент товарів, здійснюються управління товарними запасами, організація і управління процесами купівлі-продажу та надання покупцям додаткових послуг. Слід також зазначити, що підприємства торгівлі розрізняються за своїм типом і розміром, методом продаж, асортиментом товарів, ступенем підготовленості товарів до реалізації. На їх господарсько-виробничу діяльність впливають зміни споживацького попиту та інші фактори, пов'язані з організацією торговельного обслуговування населення. І хоча кожне окреме підприємство має

власну специфіку, існує типова структура операцій торгово-технологічного процесу, завдяки якій відбувається рух товарів від надходження до продажу покупцям.

Потенціал енергозбереження при забезпеченні товарного потоку в операціях і обладнанні торгово-технологічного процесу підприємств торгівлі визначається трьома складовими, структурно-логічний зв'язок яких наведено на схемі (рис).

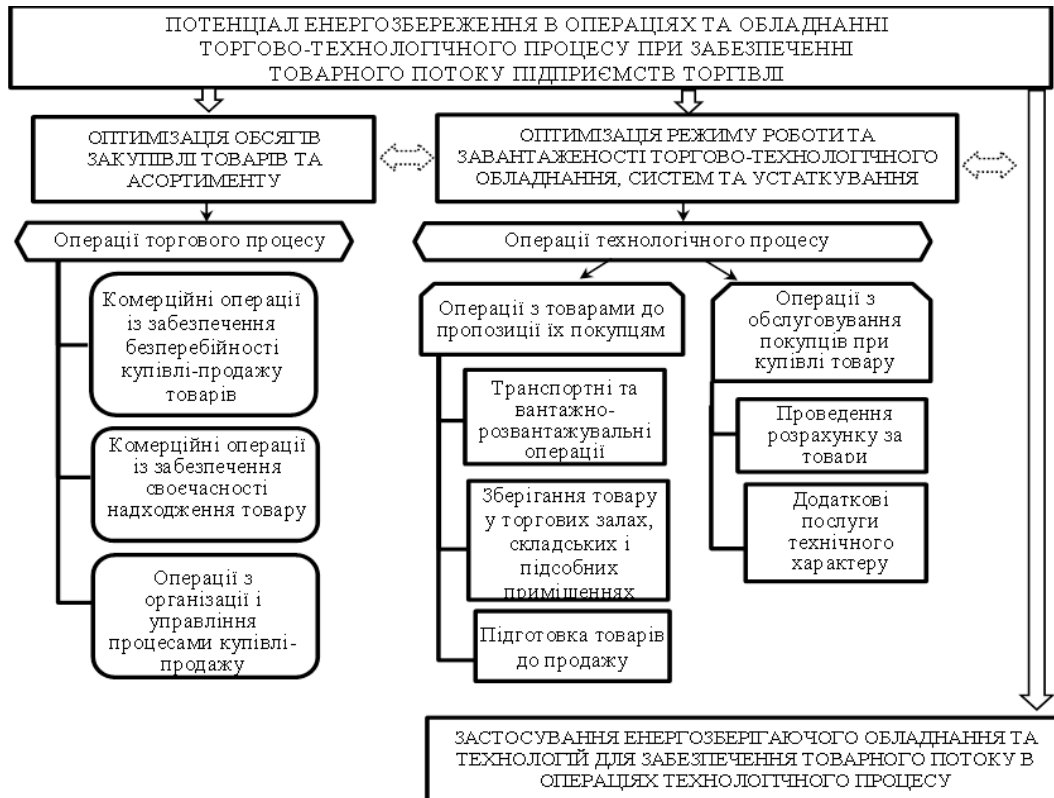


Рис. Структурно-логічна схема взаємозв'язку складових потенціалу енергозбереження в операціях і обладнанні торгово-технологічного процесу при забезпеченні товарного потоку підприємств торгівлі.

Підґрунтям реалізації потенціалу енергозбереження є поєднання управління енерговикористанням з логістичним управлінням. Логістика товарних потоків підприємства позначається на структурі й організації торгово-технологічного процесу, часі зберігання, видах та обсягах товарів, що знаходяться в обігу. Тому в кожному конкретному випадку буде змінюватися кількість торгово-технологічного обладнання, застосованого для забезпечення товарного потоку, та складність самих операцій. Дані відмінності позначаються на обсягах енергоспоживання і на факторах, що впливатимуть на ефективність енерговикористання. Ці відмінності мають бути враховані при побудові енергетичної моделі для конкретного підприємства торгівлі. При визначенні системи факторів, що впливають на рівень ефективності енерговикористання в операціях торгово-технологічного процесу, їх сили та значущості слід застосовувати інструменти кореляційно-регресійного аналізу.

Висновки.

Зменшення неефективних витрат енергії підприємствами торгівлі при забезпеченні товарного потоку можливо завдяки підвищенню енергоефективності торгово-технологічного обладнання та оптимізації часу зберігання, видів товарів та їх обсягів. Організація і управління комерційними операціями, які визначають складові й обсяги руху товарів, їх асортимент у відповідності до змін споживацького попиту, позначається на рівні базової лінії енергоспоживання. Таким чином, реалізація потенціалу енергозбереження для підвищення рівня ефективності енерговикористання в торгово-технологічних системах, устаткуванні та обладнанні визначається операціями як технологічного, так і торгового процесів.

УДК 620.9 +658.26

Стрелкова Г.Г., к.ф.-м.н., доцент, Федосенко М.М., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

СИСТЕМА КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В СФЕРІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ В ПРОГРАМІ МАГІСТЕРСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ

Вступ. Ієрархічна структурна класифікація, яка визначена в рамках кваліфікацій Європейського простору вищої освіти, включає три послідовні цикли вищої освіти: бакалаврський, магістерський і докторський. Освітньо-професійна програма магістерської підготовки, яка відноситься до 2-го циклу, орієнтована на підготовку фахівців для науково-дослідної і педагогічної діяльності і базується на проведенні наукових досліджень. У контексті реалізації цілей Болонського процесу модернізація вищої освіти в Україні необхідна активізація її науково-дослідницької складової. Це потребує вдосконалення підготовки магістрів за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка". Зокрема, в рамках виконання завдань цієї програми актуальним питанням є формування компетенцій з проведення наукових досліджень [1-4].

Компетентнісний підхід розглядається як ключовий інструмент реалізації цілей Болонського процесу, для якого питання якості вищої освіти є ключовими. Відповідно до поняттєво-термінологічного апарату вищої освіти [1], компетентності визначаються як динамічна комбінація фахових знань, способів мислення, вмінь і практичних навичок, морально-етичних цінностей та інших особистих якостей. В умовах фундаменталізації змісту навчання і розвитку міждисциплінарних зв'язків необхідно визначити таку динамічну комбінацію атрибутів компетенцій з організації та проведення наукових досліджень.

Мета роботи: вдосконалення системи компетентностей з проведення наукових досліджень у сфері енергоефективності та енергоменеджменту шляхом визначення інтеграційних зв'язків дескрипторів освітніх компонент програми магістерської підготовки "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" для підвищення якості магістерських дисертацій.

Основний зміст. Важливою умовою забезпечення якості Болонської циклової організації вищої освіти є покращення рівня та глибини магістерських наукових робіт. В цілому базис магістерської підготовки фахівців, сформований на вимоги інноваційної економіки, включає три складові: фахову, наукову та соціально-гуманітарну. Ці складові через відповідні навчальні дисципліни мають забезпечувати формування у магістрів компетенцій, необхідних для отримання нових знань, інноваційного мислення, самостійного здійснення наукових досліджень для успішного вирішення проблем у науковій, проєктувальній і підприємницькій діяльності. Відмінності складових програм магістерської підготовки та загальні вимоги до компетенцій магістрів, які розроблені на підставі дублінських дескрипторів і наведені у [2-3], надають стислий опис типових очікуваних результатів навчання, досягнень і здатностей. І хоча базові принципи наукового пізнання та методологія системного підходу є універсальними, втім кожна галузь науки має свої специфічні завдання. Зокрема, така особливість характерна для завдань в сфері енергоефективності та енергоменеджменту.

Зростання вимог до рівня виконання магістерської дисертації за програмою магістерської підготовки "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" обумовлено низкою об'єктивних причин. При дослідженні магістрами проблем енерговикористання їх наукові інтереси стосуються питань функціонування складних багаторівневих ієрархічних об'єктів, що розвиваються та змінюються у часі. Пошук сучасних ефективних та інноваційних рішень у сфері енергоефективних технологій та енергетичного менеджменту потребує від дослідника не лише наявності певного загального рівня підготовки, володіння базовими категоріями науки, уявлення щодо структури наукового знання та розуміння етапів проведення наукових досліджень. Поряд з цим, сучасні дослідження у різноманітних областях даної сфери

потребують спеціальних навичок та методологічної підготовки, пов'язаних зі специфікою інформаційно-аналітичного пошуку для збору та аналізу даних енергетичної статистики; знань базових принципів моделювання енергосистем та енергопроцесів та досвіду з використання спеціалізованого програмного забезпечення, застосування енергоефективних технологій, проведення експериментальних досліджень за напрямками енерговикористання тощо. Успішність наукового дослідження складних систем та процесів у сфері енергоефективності та енергоменеджменту вимагає формування у студентів системного мислення як в процесі навчання, так і в ході виконання завдань магістерської дисертації.

Питання підвищення якості магістерських дисертацій за спеціальністю "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" потребує вдосконалення і гармонізації змісту компетентностей освітніх компонент фахової, наукової та соціально-гуманітарної складових програми магістерської підготовки. Зокрема, необхідно посилити їх зв'язок із задачами наукових досліджень у сфері енергоефективності та енергетичного менеджменту. Визначення інтеграційних зв'язків дескрипторів освітніх компонент можливе завдяки розробці структурно-логічної схеми формування компетенцій за складовою організації та проведення наукових досліджень. Принципи побудови даної схеми засновані на методології компетентнісного підходу. В основу схеми закладається існуюча структурно-логічна організація навчального процесу. Завдяки такій побудові схема відбиватиме як логічну послідовність формування відповідних компетентностей під час вивчення навчальних дисциплін, так і погодження їх змісту з організацією та проведенням наукових досліджень у сфері енергоефективності та енергоменеджменту. Це сприятиме зміцненню студентоцентрованого підходу впродовж усього терміну програми підготовки студентів спеціалізацій «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» та «Системи електропостачання». Крім того, визначення для освітніх компонентів магістерської програми інтеграційних зв'язків з науковими дослідженнями підсилить мотивацію студентів до засвоєння відповідних компетентностей. Як наслідок, це позитивно вплине як на результативність навчання, так і на глибину і змістовність наукових досліджень в рамках виконання магістерських дисертацій.

Висновки.

Підвищення якості магістерських дисертацій за програмою підготовки зі спеціальності "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" потребує вдосконалення та поглиблення змісту компетентностей окремих освітніх компонент у контексті наукових досліджень з енергоефективності та енергетичного менеджменту для всіх трьох освітніх складових - фахової, наукової та соціально-гуманітарної.

Визначення інтеграційних зв'язків можливо здійснити шляхом розробки структурно-логічної схеми формування компетенцій окремих освітніх компонент за складовою організації та проведення наукових досліджень з енергоефективності та енергетичного менеджменту.

Завдяки формуванню логічної послідовності компетентностей під час вивчення навчальних дисциплін та покращенню їх інтегрованого зв'язку можна очікувати посилення студентоцентрованого підходу та підвищення результативності навчання, як додаткових ефектів навчального процесу.

Список використаних джерел:

1. Національний освітній глосарій: вища освіта / 2-е вид., перероб. і доп. / авт.-уклад. : В. М. Захарченко, С. А. Калашнікова, В. І. Луговий, А. В. Ставицький, Ю. М. Рашкевич, Ж. В. Таланова / За ред. В.Г.Кременя.– К. : ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2014.– 100 с.
2. Рекомендації щодо змісту та структури магістерських дисертацій / Уклад. В.П. Головенкін. За заг. ред. акад. Ю.І. Якименко - К.: ВПК "Політехніка", 2010. - 28с.
3. Положення про магістратуру НТУУ «КПІ» / Уклад. В. П. Головенкін. За заг. ред. Ю. І. Якименка – К.: ВПК «Політехніка», 2007. – 36 с.
4. Денисюк С.П., Находов В.Ф., Федосенко М.М. Напрямки удосконалення навчальних планів підготовки магістрів за спеціальністю "Енергетичний менеджмент"//В кн.: Збірник тез доповідей "I Міжнародна науково-практична та навчально-методична конференція "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку-2014".-К.:НТУУ "КПІ".-с.24.

УДК 621.311.1.003.1

Чернявский А.В., к.т.н., доцент, Корогод И.О., магистрант,
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

О НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

В условиях рыночной экономики управление металлургическим предприятием должно осуществляться по комплексу технико-экономических критериев, которые обеспечивают выпуск продукции, соответствующей установленным нормам качества и учитывают затраты на производство, потребляемую энергию и другие показатели, влияющие на величину получаемой прибыли. Для большинства предприятий потребляемая энергия является существенной статьей затрат, связанных с производством. Учитывая дефицит энергетических ресурсов в Украине и постоянный рост мировых цен на энергоносители, минимизацию затрат на потребляемую энергию следует считать одним из важнейших направлений деятельности предприятий по повышению рентабельности производства. [1].

Одним из основных направлений развития сектора энергопотребления Украины в современных условиях, которое реально позволит снизить темпы потребления ТЭР, является энергосбережение. Энергосбережения может достигаться, прежде всего, за счет [2]:

- разработки и использования нового, более экономичного энергопотребляющего оборудования, внедрения менее энергоемких технологий, применения средств автоматики и контроля и т.д.;
- снижения потерь ТЭР на стадии потребления (рабочие машины, механизмы и др.), а также при передаче и хранении ТЭР;
- внедрения беззатратных и малозатратных организационно-экономических энергосберегающих мероприятий (ЭСМ).

Также одним из путей снижения стоимости потребленной электроэнергии для промышленных предприятий является планирование режимов электропотребления в условиях действия стимулирующих тарифов на электроэнергию [1].

Планирование режимов электропотребления на металлургическом предприятии неразрывно связано с планированием электропотребления за определенный период с учетом особенностей технологического процесса и ресурсного обеспечения [3].

Планирование и управление режимами электропотребления целесообразно проводить, используя и анализируя графики электрической нагрузки. Это позволяет проводить анализ режима работы электрооборудования предприятия за истекший и последующий периоды регулирования режима, а также разработать мероприятия по оптимизации режимов электропотребления на ближайшую перспективу. Выравнивание уровня режима электропотребления на предприятии способствует улучшению ритмичности производства, наиболее полной нагрузке технологического и энергетического оборудования, большей согласованности в работе основного и вспомогательных производств, улучшению планирования [4].

При планировании и управлении режимами электропотребления на разных уровнях управления металлургических предприятий требуются обработка и анализ данных большого объема. Данные могут быть многомерными и различной природы. Так для планирования режимов электропотребления необходима информация, характеризующая [2, 5]:

- входные и выходные параметры, отображающие объем, состав, свойства взаимодействия и направления материально-энергетических потоков;
- технические или конструктивно-компоновочные параметры и схемы взаимодействия отдельных элементов, узлов, агрегатов и подсистем энергохозяйства объекта;
- организационные условия функционирования элементов и системы энергохозяйства в рамках рассматриваемого объекта;

- режимно-технологические параметры отдельных процессов, происходящих в энергохозяйстве;
- технико-экономические параметры, отражающие результаты энергохозяйственной деятельности на разных уровнях иерархической структуры управления рассматриваемого объекта.

При этом число анализируемых показателей в современных системах может достигать нескольких сотен, а анализируемый временной период может охватывать десятки лет. Для решения таких задач используются системы поддержки принятия решений (далее СППР).

Формально СППР с точки зрения системного анализа может быть представлена в виде кортежа [6]:

$$\langle P, S, Z, K, SH, D, M, A, F, G, U, V, W \rangle, \quad (1)$$

где P – математическая проблема; S – определение системы; Z – определение целей системы; K – множество критериев эффективности системы; SH – множество шкал измерений критериев; D – способ исследования системы; M – методы моделирования системы; A – множество альтернатив; F – отображение множества альтернатив на множестве критериев; G – система предпочтений лица принимающего решение (ЛПР); U – вид целевой функции; V – универсальное множество; W – решающее правило, отображающее систему предпочтений.

В качестве задач, которые можно решать с помощью СППР для планирования режимов электропотребления на металлургическом предприятии, можно отнести следующее:

- уплотнение графиков загрузок;
- оптимальное использование потребителей-регуляторов;
- повышение загрузки основных производственных фондов;
- оптимизация режимов электропотребления с учетом тарифов;
- оптимизация режимов электропотребления по минимуму расхода энергоресурсов;
- оптимизация режимов электропотребления при существующих ограничениях.

В настоящее время широкое развитие получило применение таких информационных технологий, как базы данных – Data Base (DB), аналитическая обработка данных в режиме реального времени – On-line Analytical Processing (OLAP), интеллектуальный анализ данных – Data Mining (DM), хранение данных – Data Ware House (DWH), системы поддержки принятия решений – Electronic Performance Support System (EPSS) и др. [5]. В связи с этим, предлагается использовать их для формирования информационных ресурсов СППР для планирования режимов электропотребления на металлургическом предприятии. Это позволит накапливать большие объемы информации, сортировать ее и быстро находить необходимую информацию не затрачивая на это много времени и человеческих ресурсов. Кроме того, использование указанных выше информационных технологий позволит экономить производственные площади (помещения), необходимые для выделения под хранения больших объемов документальной информации.

Список использованных источников:

1. Праховник А.В. Оптимальное управление электропотреблением при магистральной транспортировке нефти / А.В. Праховник, Н.В. Прокопец // Промислова електроенергетика та електротехніка. Промелектро. - 2008. - 4. - С. 50-54.
2. Розен В.П. Разработка средств информационно-аналитического обеспечения энергетического аудита промышленных предприятий / В.П. Розен, А.И. Соловей, А.В. Чернявский // Промелектро. №3. – 2007. – С.39-48.
3. Вагапов Г.В. Планирование электропотребления как один из методов повышения энергоэффективности производства [Текст] / Г.В. Вагапов, Н.И. Рожнецова, А.Г. Шаймухаметова // Вектор науки ТГУ № 3 (21), 2012. – С. 57-59.
4. Бацова С.В. Тарифы и режимы электропотребления [Текст] / С.В. Бацова, С.В. Солонин // Литье и металлургия. - 1(54), 2(55). – 2010. – С.247-249.
5. Энергетический мониторинг как составляющая часть системы энергетического менеджмента [Текст] / Розен В.П., Чернявский А.В. // Економічна безпека держави: стратегія, енергетика, інформаційні технології («Недінські читання – 2014»): монографія / За науковою редакцією д.т.н., проф. Лук'яненко С.О., к.е.н., доц. Караєвої Н.В. – К.: Видавництво ООО «Юрка Любченка», 2014. – 468 с. (С.261-270).
6. Методологические аспекты построения систем поддержки принятия решений [Текст] / В.С. Симанков, С.Н. Владимиров, А.О. Денисенко, А.Н. Черкасов // Вестник ДГТУ, 2008. Т.8. №3(38). – С.258 – 268.

УДК 621.311.1.003.1

Чернявський А.В., к.т.н., доцент, Котляр Р.С., магістрант,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЯК ОСНОВИ МУНІЦИПАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Житлово-комунальне господарство України споживає більше третини загальної кількості паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), що використовуються в країні. Питома вага споживання електроенергії в ЖКГ перевищує середній світовий рівень майже у два рази, тому зменшення рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів об'єктами житлово-комунальної сфери є актуальною задачею [1]. Дієвим інструментом, що сприяє підвищенню рівня ефективності використання ПЕР, є практика розробки і впровадження системи енергетичного менеджменту (СЕНМ) [2]. Система енергетичного менеджменту відноситься до класу організаційно-технічних систем, які володіють такими властивостями, як відкритість, наявність замкнутих контурів взаємодії із зовнішнім середовищем, стійкість структури, наявність особи приймає рішення тощо [3].

Враховуючи той факт, що сучасні концепції побудови СЕНМ базуються на використанні процесного підходу, то логічним є провести декомпозицію цієї діяльності на більш прості процеси і проводити моніторинг цих процесів [4]. У кожен момент часу рівень результативності діяльності об'єкта в сфері енергетичного менеджменту (як набору окремих процесів) характеризується комплексом показників, які під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів постійно змінюються і приймають певні значення. Найважливішим є такий стан СЕНМ, при якому вона функціонує відповідно до заданих критеріїв, а її показники знаходяться в допустимих межах. Порушення допустимих меж показників енергорезультативності СЕНМ може призвести до порушення нормального її функціонування. Тому будь-яка СЕНМ потребує проведення періодичної оцінки рівня результативності її функціонування, тобто у проведенні енергетичного моніторингу.

Основна мета енергетичного моніторингу - сприяти керівництву організації у виробленні оптимальних управлінських рішень і розробці рекомендацій щодо підвищення ефективності використання ПЕР на об'єкті шляхом проведення постійного спостереження і оцінки стану споживання ПЕР і рівня використання потенціалу енергозбереження, джерел втрат і обсягів нерационального використання ПЕР окремими підрозділами та споживачами, результатів впровадження енергозберігаючих заходів [5].

Процес енергомоніторингу ґрунтується на трьох принципах - вимірювання показників, оцінка даних і виявлення відхилень, які визначають ступінь ефективності і раціональності використання енергетичних ресурсів.

Система енергомоніторингу на комунальних об'єктах дозволить підвищити енергоефективність у комунальній сфері за рахунок наступних інструментів:

- можливість централізованого аналізу динаміки та структури споживання енергоресурсів муніципальними об'єктами;
- підвищення швидкості реагування на несправності в системах тепло-, газо- та електропостачання;
- розширення можливостей оперативного управління обсягами енергоспоживання;
- підвищення точності збору даних і формування якісної інформаційної бази для впровадження сучасних методів енергоменеджменту.

При створенні системи моніторингу особлива увага повинна приділятися таким важливим складовим, як: організація регулярних потоків інформації та документообігу про споживані енергоресурси окремих муніципальних об'єктів.

Питання збору інформації про об'єкт енергомоніторингу особливо важливий при обмеженнях по капітальним вкладенням, технічним засобам і трудовим затратам, має важливе значення при вирішенні завдань енергомоніторингу. У зв'язку з цим для проведення

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

ефективного збору інформації про об'єкт енергомоніторингу пропонується зробити декомпозицію об'єкту енергомоніторингу на окремі елементи. Під елементом будемо розуміти підсистему або пристрій, на вхід якого надходять, а на виході утворюються відповідно сировинні, енергетичні та продуктові потоки. В якості елемента можуть бути прийняті установка, агрегат або група однорідних установок, агрегатів, а також будь-які допоміжні процеси та установки (система вентиляції, система опалення, повітророзподільна станція і т.п.) [4]. Пропонується формувати вихідну множину елементів за такими групами:

- а) система електропостачання;
- б) система тепlopостачання;
- в) система опалення, вентиляції та кондиціонування;
- г) система водопостачання та каналізації;
- д) система штучного освітлення;
- е) будівлі та споруди;
- ж) системи обліку та контролю енергоспоживання та інше.

Після проведення збору необхідної інформації про об'єкт енергомоніторингу необхідно провести її обробку та аналіз. Одним з можливих способів оцінки ефективності використання ПЕР є порівняння окремих складових фактичного і прогнозного (оптимального) паливно-енергетичного балансу оцінюваного об'єкту.

В загальному випадку аналіз інформації про об'єкт енергомоніторингу повинен проводитися в послідовності, яка відповідає логіці вирішення поставленого завдання. Аналіз повинен проводитися із застосуванням набору математичних, графічних і табличних засобів, які більш детально описані в [4]. Наприклад, для впровадження системи енергомоніторингу споживання тепла на опалення будівель потрібно мати лічильники тепла для отримання інформації щодо їх щомісячних показників та комп'ютер з електронними таблицями EXCEL. Регулярне щомісячне ведення електронної таблиці дасть відповіді на безліч запитань:

- чи відповідає споживання тепла діючим нормативам;
- чи існує потенціал енергозбереження, яка його величина та який потенціал економії коштів;
- чи забезпечуються в приміщеннях нормативи санітарної гігієни;
- чи відповідає технічним вимогам система опалення;
- чи потрібне впровадження енергозберігаючих заходів тощо.

Незважаючи на особливу важливість, на даний момент, з усіх етапів проведення енергомоніторингу муніципальних об'єктів найбільш важливими є збір, обробки та аналізу інформації. Важливість питання збору інформації про об'єкт енергомоніторингу впливає з існуючих обмежень по капітальних вкладеннях, технічних засобів і трудових витрат при проведенні енергомоніторингу. Для проведення ефективного збору інформації про об'єкт необхідно зробити декомпозицію виробничого об'єкта на елементи. При цьому виникає завдання вибору пріоритетності об'єктів енергомоніторингу, рішення якої на даний момент зводиться до виявлення найбільш пріоритетним елемента, а не до впорядкування всіх об'єктів за рівнем їх переваги [5].

Список використаних джерел:

1. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновский, А.В.Чернявський. – К.: Поліграф плюс, 2014. –238 с. (ISBN 978-966-8977-46-6).
2. Энергетический мониторинг как механизм управления функционирования системы энергосбережения в бюджетной сфере / В.П. Розен, А.В. Чернявский, Е.А. Ячник, А.А. Войналович // Промислова електроенергетика та електротехніка (ПРОМЕЛЕКТРО). - №1. - 2010. - С.54-60.
3. Управление энергоэффективностью на объектах жилищно-коммунального хозяйства Украины / Чернявский А.В., Мыдловец О.А. // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2015. – № 2 (133) февраль. – С.8 – 14.
4. Аналітичне забезпечення енергетичного моніторингу/ А.В. Чернявський, Д.В. Якобюк, І.В. Якобюк // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2015. – № 2 (133) февраль. – С.41 – 45.
5. Энергетический мониторинг как составляющая часть системы энергетического менеджмента / Розен В.П., Чернявский А.В. // Економічна безпека держави: стратегія, енергетика, інформаційні технології («Недінські читання – 2014»): монографія / За науковою редакцією д.т.н., проф. Лук'яненко С.О., к.е.н., доц. Караєвої Н.В. – К.: Видавництво ООО «Юрка Любченка», 2014. – 468 с. (С.261-270).

Маліновський А.А., д.т.н., професор,
Олійник М.Й., к.т.н., доцент,
Музичак А.З., к.т.н.,

Національний університет «Львівська політехніка»

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БЮДЖЕТНИХ ТА ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Лише рік тому, весною 2015 року, населення України пережило один з етапів підвищення тарифів на природний газ і як наслідок на теплову енергію, а вже слід готуватися до чергового підвищення цін. Збільшення витрат на теплову енергію підштовхує мешканців до утеплення своїх будівель.

Вимоги до теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будинків в Україні регулюються ДБН В.2.6-31:2006. Норма теплоспоживання для другої зони становить 70-95 кВт·год/м² за рік, а мінімальний тепловий опір – 2,1–2,4 м² К/Вт. У Європі нормують загальне енергоспоживання – з 2011 року для нових будівель встановлено 15 кВт·год/м² за рік чи нульове, що значно вище вимог вітчизняних нормативів. Нормативні документи лише визначають мінімальний тепловий опір огорожувальних конструкцій будівель, проте не дають відповіді на питання щодо утеплювального матеріалу та товщини його шару. Доцільна товщина шару теплової ізоляції є економічним чинником та визначається з одного боку вартістю утеплювальних матеріалів, а з іншого боку – тарифами на теплову енергію.

Традиційно щорічні витрати включають лише витрати на опалення. Окрім заощадження енергоресурсів зниження енергоспоживання будівлі зменшує також забруднення довкілля від непоновлюваних джерел енергії (природний газ, торф, вугілля тощо).

У країнах Євросоюзу звіт з енергетичного аудиту будівель окрім оцінки енергоспоживання та розроблення енергоощадних заходів повинен містити також розділ з оцінки зміни екологічного впливу на довкілля. Зауважимо, що затверджена в Україні типова методика проведення енергетичного аудиту також передбачає визначення зменшення викидів забруднюючих речовин та фінансову оцінку екологічної ефективності енергоощадних заходів.

В Україні діє екологічний податок на викиди у довкілля платниками якого є суб'єкти господарювання, бюджетні установи, громадські та інші підприємства. Мешканці населених пунктів не є платниками цього податку.

Як приклад, розглянуто чотириповерхові будинки різного призначення (житлове та бюджетне). Розрахунок теплових потреб опалення виконувався з використанням програми «Енергоефективна будівля» спеціалізованого пакету енергоменеджера. Теплове навантаження такого будинку $P=0,0722$ Гкал/год, щорічне споживання теплової енергії за нормативних кліматичних умов $Q=146,2$ Гкал. Щорічні видатки на опалення такого будинку за зимовими тарифами 2015 р. становлять: житлового – 102624,1 грн, бюджетного – 210479,3 грн.

За цими даними виконано розрахунок економічно доцільної товщини теплової ізоляції будинку. У випадку утеплення пінопластом доцільна товщина для житлового будинку становить 10-15 см, а для бюджетного – 20 см, у випадку утеплення втричі дорожчою мінеральною ватою – 5 см для житлового будинку, і 10 см – для бюджетного будинку.

Визначено також викиди забруднюючих речовин. У випадку використання на потреби опалення природного газу отримано такі річні обсяги викидів: CO₂ – 38,27 т, CO – 0,0348 т, NO₂ – 0,0403 т, N₂O – 0,0007 т, SO₂ – 0,0007 т, CH₄ – 0,00209 т. За чинних нормативів екологічний податок за забруднення довкілля становить 26,12 грн, тобто становить лише два сотих відсотка від витрат на саме паливо.

Складається враження, що запровадження екологічного податку було зумовлене радше для приведення вітчизняного законодавства у відповідність до європейської практики, ніж для вирішення екологічних завдань. Адже навіть не зважаючи на нещодавнє підвищення

«ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ»

екологічного податку більше ніж на 26%, він залишається значно меншим ніж у країнах Європейської спільноти. Так екологічний податок на викиди вуглекислого газу в Україні становить 0,33 грн/тону, у той же час в Євросоюзі податок на тону CO₂ становить від 4 до 30 євро, а у Великобританії – 8 фунтів (планується збільшення податку до 18 фунтів/тону). Це у 500 і більше разів перевищує вітчизняний податок.

Необхідне суттєве підвищення ставки екологічного податку. Проте мова не йде про механічне його збільшення та, як наслідок, збільшення фінансового навантаження на сімейний бюджет. Необхідно врахувати досвід країн Євросоюзу, де введення податку на двоокис вуглецю та перегляд ставки оподаткування в бік її підвищення, супроводжувався одночасним зниженням ставок податку на доходи чи працю. Лише таким чином податок на CO₂ стане основою зваженої енергетичної політики з обмеженням негативного впливу на довкілля та сталого розвитку держави.

У випадку росту ставки податку у 500 разів, що відповідає мінімальній ставці країн Євросоюзу, річний екологічний податок за забруднення довкілля для розглянутого вище будинку становитиме 13061,3 грн. Це складе 12,7% річних витрат на тепло житлового будинку та 6,2% від витрат бюджетного будинку. Врахування цих коштів у дисконтованих витратах сприятиме зменшенню терміну окупності енергоощадних заходів чи використанню кращих утеплювальних матеріалів та більшої товщини за того самого терміну окупності. Для прикладу у випадку утеплення стін пінопластом доцільна товщина для житлового будинку становитиме вже 15-20 см, а для бюджетного – 20-25 см.

Нагадаємо, що мешканці не є платниками екологічного податку, а тому фінансову вигоду екологічної ефективності певним чином повинна повертати держава. Підставою для такого повернення можуть бути сумарний екологічний податок за розрахунковий період з врахуванням дисконтної ставки. У випадку утеплення стін пінопластом таке повернення коштів становитиме 25-30% вартості утеплення, а у випадку утеплення мінеральною ватою – 12-18% капіталовкладень.

Висновок. В Україні екологічний податок є радше формальним; для того, щоб він став відчутним механізмом забезпечення сталого розвитку держави та відігравав вагомий роль у підвищенні привабливості енергоощадних заходів, необхідне суттєве його підвищення.

Оцінка зменшення викидів шкідливих речовин та зменшення витрат на екологічний податок повинні бути невід'ємними складовими звітів з енергетичного обстеження будівель.

Список використаних джерел:

1. Як зростуть тарифи на «комуналку» [Електронний ресурс] // Українська правда / Від 06.03.2015.– Режим доступу: <http://www.pravda.com.ua/cdn/cd1/2015year/tarify/>. [Online].
2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель – [Чинний від 01-04-2007] – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 72 с.
3. Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of building.
4. Energy Auditing of Buildings – Introduction // ENISI – Energy Saving International AS, 2013. – 12 p.
5. Типова методика «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту» / Затверджено наказом Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів №56 від 20.05.2010.
6. Податковий кодекс України. Редакція від 01.02.2016. Остання змін (закон від 24.12.2015 №909-VIII /909-19/).
7. Про зміну у 2016 році ставок екологічного податку [Електронний ресурс] // Державна фіскальна служба. Лист № 2938/7/99-99-15-04-02-17 від 29.01.2016 р. – Режим доступу: <https://docs.dtkr.ua/doc/1041.73984.0>. [Online].
8. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від використання палива на побутові потреби в домогосподарствах Затверджено наказом Державного комітету статистики України № 98 від 22.04.2011.
9. Komputerowe wspomaganie audytu energetycznego miejskich systemów ciepłowniczych / A. Malinowski [etc] // IX Międzynarodowe seminarium naukowo-techniczne «Energodom 2008», Kraków, pp.321-329, 2008.
10. Carbon tax [Електронний ресурс] // Wikipedia, the free encyclopedia. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_tax#European_Union. [Online].
11. Маслюківська О.П. Використання податку на двоокис вуглецю як інструмент енергозбереження в Україні // Економіка природокористування і охорони довкілля: Зб. наук. праць/ РВПС України НАН України. К.:РВПС України НАН України, 2007. – с.174-180.

ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ ПІДХІД ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ

У моделюванні прогнозованих станів використовується багато видів математичних моделей, у тому числі оптимізаційних. Створення статичних і динамічних моделей найпоширеніше у моделюванні екологічних, кліматичних, гідрологічних, геоморфологічних, геологічних та інших процесів. Проте більшість цих методів мають суттєвий недолік: часто структурні елементи складних систем розглядаються окремо й незалежно. Цілком очевидно, що екологічне моделювання систем та середовищ є одним з найскладніших у зв'язку із складністю самих екологічних систем, часто відсутнім визначенням їх суттєвих ознак, явищ і законів функціонування.

Екологічне прогнозування стану певної енергосистеми полягає у визначенні та дослідженні майбутніх змін у навколишньому середовищі в наслідок її роботи та впливів цих змін і є необхідним попереднім етапом для вироблення певних екологічних програм і екологічного планування при проектуванні та експлуатації енергосистеми.

Найважливішим чинником прогнозування є моделювання майбутнього прогнозованого стану згідно з очікуваними змінами. При цьому, як правило, здійснюється побудова певних нормативних і пошукових (імітаційних) моделей з урахуванням ймовірних змін прогнозованого явища на прогнозований період за наявними прямими або непрямыми даними. Нормативні моделі, як правило, мають параметри, задані попередньо, і на які треба орієнтуватися у майбутньому. Імітаційне моделювання передбачає вироблення декількох імовірних варіантів розвитку стану системи та надання певної якісної та кількісної оцінки прогнозованому стану системи.

Підхід, що пропонується у даній роботі є нетрадиційним і оригінальним щодо моделювання прогнозованого екологічного стану складної багатопараметричної системи, а саме, енергосистеми. Енергосистема, будучи складною системою, містить множину елементів, що поєднані певним чином, і кількість таких елементів, зрозуміло, кінцева. Математична модель такої системи повинна відтворювати всі зв'язки між елементами. У свою чергу, екологічна система, що пов'язана з енергосистемою, також є багато параметричною, і параметри її є різноякісними.

Всі енергосистеми й пов'язані з ними екосистеми мають дискретний характер щодо їх структурних елементів, тому розробку вказаних математичних моделей пропонується здійснити на основі використання дискретно-інтерполяційного підходу щодо моделювання складних багатопараметричних систем, та створенні відповідної дискретно-інтерполяційної екологічної матриці. Підкреслимо, що запропонований підхід у літературі відсутній.

Інтерполяційні схеми створення однопараметричних множин екоматриць будуються на основі інтерполяційних поліномів Лагранжа. Оригінальності роботи полягає у тому, що під вузлами інтерполяції розуміються не точки, більш складні математичні об'єкти (масиви, матриці, тензори), або ж навіть процеси та системи, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів. Однопараметричні множини, отримані таким чином, є дискретними математичними моделями процесів та систем. Елементом таких множин є деяка дискретна функція – екоматриця, як певна сукупність різноякісних параметрів, у тому числі енергетичних.

Висновки: Дискретно-інтерполяційний підхід надає нам можливість будувати відповідні математичні моделі екосистем та середовищ, що характеризуються великою кількістю різноякісних параметрів та властивостей та пов'язані з енергосистемами.



Інститут енергозбереження та енергоменеджменту (ІЕЕ) НТУУ «КПІ» було засновано в 1997 р. з метою проведення та координації в Україні цілеспрямованої освітньої, наукової, методичної, організаційної та інформаційної діяльності в галузі енергозбереження, енергоменеджменту, енерго- та екоаудиту, розроблення ресурсозберігаючих та енергоефективних технологій.

Історія ІЕЕ починається із утворення у 1946 році за рішенням Ради міністрів СРСР гірничого факультету. Сьогодні наш Інститут розвиває славні традиції гірничого факультету (1946–1963 р.), факультету автоматики та приладобудування (1963–1967 р.), факультету гірничої електромеханіки та автоматики (1967–1989 р.), гірничо-технічного факультету (1989–1998 р.). З 1958 року протягом 30 років деканом факультету був заслужений працівник вищої школи України, к.т.н., професор Винославський Василь Миколайович.

Біля витоків створення в 1997 р. ІЕЕ стояв його перший директор – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України Артур Веніамінович Праховник.

В Україні ІЕЕ є засновником наукового напрямку та освітньої спеціальності «Енергетичний менеджмент», а спільно з Інститутом електродинаміки НАН України – науково-освітнього напрямку «Інтелектуальні (Smart Grid) енергетичні та електроенергетичні системи» (магістерські програми та PhD-програми).

Викладачі ІЕЕ – лауреати Державних премій України в галузі науки і техніки: Праховник А.В. (2013 р.), Калінчик В.П. (2013 р.), Прокопенко В.В. (2005 р.), Несен Л.І. (2004 р.), Винославський В.М. (2005 р.), Ткачук К.Н. (1991 р.), Кравець В.Г. (1991 р.).

За період 2001–2015 рр. у стінах ІЕЕ підготовлено 956 фахівців – магістрів, з них з відзнакою – 414.

До складу ІЕЕ входять 7 кафедр:

- Електропостачання;
- Автоматизації управління електротехнічними комплексами;
- Електромеханічного обладнання енергоємних виробництв;
- Теплотехніки та енергозбереження;
- Геобудівництва та гірничих технологій;
- Інженерної екології;
- Охорони праці, промислової та цивільної безпеки;

2 науково-дослідних центри:

- Центр підготовки енергоменеджерів,
- Центр енергоощадних імпульсно-хвильових конструкцій та технологій;

3 лабораторії:

- Лабораторія термомолекулярної енергетики;
- Лабораторія ресурсо- та енергозбереження;
- Лабораторія модернізації навчальних модулів.

В структурі ІЕЕ діє дві спеціалізовані вчені ради із захисту докторських дисертацій: Спецрада Д 26.002.20 та Спецрада Д 26.002.22.

Станом на 01.01.2016 р. в ІЕЕ працює 231 співробітник; навчається 1294 студенти та 40 аспірантів. Професіональний склад ІЕЕ: 120 науково-педагогічних працівників, з них – 21 докторів наук, професорів та 67 кандидатів наук.

ОСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ

На сьогодні навчання в ІЕЕ здійснюється за спеціальностями (спеціалізаціями): «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (спеціалізації: «Системи електропостачання», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність», «Інжиніринг та

автоматизація електротехнічних комплексів», «Мехатроніка енергоємних виробництв»); «**Теплоенергетика**» (спеціалізація «Енергетичний менеджмент та інжиніринг»; «**Гірництво**» (спеціалізації: «Розробка родовищ та видобування корисних копалин», «Геотехнічне і міське підземне будівництво»); «**Екологія**» (спеціалізація «Інженерна екологія та ресурсозбереження»).

Інститут готує універсальних фахівців широкого профілю в галузі високих технологій на стику енергетики, комп'ютерних наук та проектування, здатних успішно працювати в науковій, виробничій та комерційній сферах. Навчання в ІЕЕ проводиться за допомогою сучасних європейських та світових технологій у контексті Болонського процесу, з міжнародним визнанням дипломів.

Наші викладачі – лауреати Державних премій України в галузі науки і техніки, Премії НАН України імені С.О. Лебедева, професори закордонних університетів, учасники міжнародних проектів, у т.ч. під егідою ЄС та UNIDO.

Наші студенти – переможці Всеукраїнських студентських олімпіад, Лауреати Премії НАН України, учасники міжнародного конкурсу IBM «THE SMARTER PLANET CHALLENGE», стажери у провідних закордонних компаніях та університетах. У 2010–2016 роках переможцями Всеукраїнських студентських олімпіад стали 41 студент, Всеукраїнських конкурсів студентських наукових робіт – 11 студентів; 3 студенти отримали премії НАН України для молодих учених і студентів (Ільєнко Денис, Рачицький Віктор, Щербань Катерина), 24 студенти стали лауреатами Всеукраїнського конкурсу «Молодь – енергетиці України».

В академічній мобільності у 2010–2016 рр. брали участь 37 студентів. Наші студенти навчалися та проходили стажування в Університетському коледжі Телемарк (Telemark University College) та Університетському коледжі м. Йовік (Gjovik University College), Норвегія; Міланській політехніці (Politecnico di Milano), Італія; Університеті Кордобі (University of Cordoba), Іспанія; Університеті Гронінгена (University of Groningen), Нідерланди; Варшавській політехніці, Варшавському технологічному університеті (Warsaw University of Technology), Опольській політехніці (Politechnika Opolska) та Жешувському політехнічному університеті (Rzeszow University of Technology), Польща; Національному Корейському Університеті Конгджу та Корейському інституті науки та технології (Korea Institute of Science and Technology), Південна Корея; Харбінському Інституті технології (Harbin Institute of Technology), Китай; Університеті Прикладних наук Würzburg-Schweinfurt, м. Швайнфурт (University of Applied Sciences Würzburg-Schweinfurt), Німеччина.

В ІЕЕ за останні 5 років навчалися та навчаються, у тому числі проходили стажування, студенти та аспіранти із Норвегії, Італії, Іраку, Ірану, Азербайджану, В'єтнаму, Гвінеї.

Серед наших студентів – призер чемпіонату України з настільного тенісу (Пятигорець Ліза), чемпіон України з командного спортивного скелелазіння (Алексій Костянтин), золотий медаліст Міжуніверситетської спартакіади України (Бас Сергій), Петро Магеровський виграв Кубок світу GРА-ІРО по жиму лежачи.

Кафедри інституту успішно співпрацюють з провідними установами, компаніями та організаціями України: НАН України (Інститутами електродинаміки, електрозварювання ім. С.О. Патона, надтвердих матеріалів, технічної теплофізики, газу, вугільних енерготехнологій, механіки ім. С.П. Тимошенка, гідромеханіки), Мінпаливвугілля та Мінприроди України, Держенергоефективність України, Гідрометеоцентром України, НАК «Нафтогаз України», ДП «НЕК «Укренерго», ТОВ «ДЕТЕК», ПАТ «Київенерго», ДП «Енергоринок», ВАТ «Укргазвидобування», ВАТ «Укрнафта», ТОВ «Укрнафтохімпроект», ВАТ «Київміськбуд», КП «Київметрополітен», ВАТ «Укртунельметробуд», концерн «Київпідземшляхбуд», ДП «ПІ «Укрметротунельпроект», ТОВ «Елтех Україна» та багатьма іншими.

Значна увага приділяється підвищенню кваліфікації спеціалістів, які працюють у різних секторах економіки України. Тому головним завданням Центру підготовки енергоменеджерів ІЕЕ (створений за сприяння Комісії Європейського Союзу) є передача досвіду та «ноу-хау» ЄС у галузі енергетичного менеджменту для підвищення енергоефективності у всіх секторах української економіки. Центр оснащений сучасними технологіями та обладнанням у сфері

енергозбереження для демонстрації переваг ефективного використання енергії та досягнень інших країн у цій сфері. Навчання проводиться фахівцями високого рівня.

Після успішного проходження курсів підвищення кваліфікації слухачам видається Свідоцтво державного зразка та Сертифікат Європейського Союзу (англійською мовою). За програмою курсу «Енергетичний аудит» за період 2006–2015 рр. на курсах підвищення кваліфікації навчалося понад 1500 фахівців, а за період 1997–2015 рр. підвищили кваліфікацію близько 2400 слухачів. З 2016 року започатковано новий курс «Енергетичний менеджмент».

НАУКОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

Наукові напрямки діяльності кафедр ІЕЕ:

кафедра електропостачання:

– «Розвиток теорії та розробка методів і засобів побудови електроенергетичних та електротехнічних систем згідно концепції Smart Grid»;

– «Розвиток теорії та розробка методів і засобів енергетичного менеджменту та інноваційних технологій енергоефективності»;

кафедра теплотехніки та енергозбереження:

– «Інжиніринг енерготехнологічних процесів, енергетичних пристроїв та комплексів»;

кафедра електромеханічного обладнання енергоємних виробництв:

– «Мехатронні електромеханічні системи та енергоємні установки і комплекси»;

кафедра автоматизації управління електротехнічними комплексами:

– «Теорія і технічні рішення оптимальних енергоефективних електромеханічних систем та комплексів із мікропроцесорним керуванням»;

Кафедра геобудівництва та гірничих технологій:

– «Розвиток ресурсозберігаючих технологій видобувних робіт та якісних показників продукції на кар'єрах будівельних матеріалів»;

– «Формування інженерних властивостей нестійких ґрунтових масивів в умовах динамічних та комбінованих навантажень»;

кафедра інженерної екології:

– «Розробка ресурсозберігаючих технологій для забезпечення сталого розвитку екосистем»;

кафедра охорони праці, промислової та цивільної безпеки:

– «Створення безпечних і комфортних умов праці в промисловості».

Спільно з Інститутом електродинаміки НАН України успішно розвивається новий в Україні напрямок наукових досліджень – модернізація енергетичного сектору України на основі концепції SmartGrid.

Низка розробок фахівців ІЕЕ знайшли широке використання не лише в Україні, але й за кордоном. Так, отримала визнання серія автоматизованих систем обліку електричної енергії. За роботу «Автоматизована система обліку електричної енергії з контролем показників якості» у 2013 р. отримали Державну премію України в галузі науки та техніки Праховник А.В. (помертло) та Калінчик В.П. Співробітники ІЕЕ брали участь у розробці багатьох директивних документів (розділів державних та регіональних програм, проектів законів, стандартів у сфері електроенергетики, та енергозбереження) і міжнародних аналітичних досліджень. Зокрема, нашими фахівцями розроблена «Регіональна програма підвищення енергоефективності на 2011 – 2015 роки для міста Києва» (затверджена рішенням Київради від 27 жовтня 2011 р. № 387/6603). Розроблені системи енергетичного менеджменту, енергетичного та екологічного аудиту, енергоощадні електромеханічні комплекси та системи, енергозберігаючі заходи місцевої вентиляції.

Співробітниками інституту в 2014–2015 роках захищено 6 докторських та 14 кандидатських дисертацій, зокрема, в 2015 р. – 8 кандидатських і 2 докторські. На засіданнях Спецради Д26.002.22 у 2011–2015 рр. було захищено дисертаційних робіт: д.т.н. – 5, к.т.н. – 16; Спецради Д26.002.20 у 2014–2015 рр. було захищено дисертаційних робіт: д.т.н. – 2, к.т.н. – 9.

Доробок наукових шкіл інституту за 2015 р.: 7 монографій (1515 арк.), 2 підручники (1033 арк.) з грифом Міносвіти України, 7 навчальних посібників (1168 арк.); 324 публікації у наукових виданнях (2316 арк.), з них у фахових виданнях – 206 (1484 арк.), у зарубіжних виданнях – 48 (374 арк.), у міжнародних наукометричних базах даних (Scopus та інших) – 62 (333 арк.). Отримано 28 охоронних документів, подано 17 заявок на об'єкти інтелектуальної власності, 4 свідоцтва про реєстрацію авторського права.

У 2015 р. в ІЕЕ виконувались науково-дослідні роботи на суму 1618 тис. грн.

ІЕЕ є ініціатором проведення Міжнародних конференцій «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS», «Енергетика. Екологія. Людина», Аспірантських читань ім. А.В. Праховника, а спільно з Інститутом електродинаміки НАН України – Міжнародної конференції «Інтелектуальні енергетичні системи – ESS».

Кількість проведених у 2015 р. наукових семінарів і конференцій за участю інституту – 17, у тому числі міжнародних – 11. Зроблено 463 доповіді на науково-технічних конференціях і семінарах. За участю студентів опубліковано статей і тез доповідей – 358, з них 82 – самостійно.

В інституті видаються два наукових журнали: «Енергетика: економіка, технології, екологія» та «Гірництво».

МІЖНАРОДНА ДІЯЛЬНІСТЬ

Участь ІЕЕ у Міжнародних проектах:

– «Українсько-норвезьке співробітництво у вищій освіті для сталого енергетичного розвитку» (EurasiaProgramme) – Project ID CPEA-2010 10050 (2010 – 2015). Проект виконувався в рамках міжнародної співпраці між Норвезьким державним університетом Телемарк (TelemarkUniversityCollege – TUC) та ІЕЕ НТУУ «КПІ» впродовж 2010/2011–2014/2015 академічних навчальних років.

– Проект CENEAST «Модернізація навчальних програм у сфері містобудування в країнах східноєвропейського добросусідства» в рамках програми TEMPUS. No. 530603-TEMPUS-1-2012-1-LT-TEMPUS-JPCR (2012–2015). Міжрегіональний спільний проект, спрямований на модернізацію навчальних програм у галузі енергетично й екологічно стійкого, доступного і здорового навколишнього середовища та забудови.

– Проект UNIDO GEF UKR ІЕЕ «Впровадження стандарту систем енергоменеджменту в промисловості України». ІЕЕ забезпечував організацію та проведення: Вступного семінару проекту у травні 2015 року; Вересневої програми тренінгів у містах Київ, Одеса, Запоріжжя, Харків.

– Проект PROMITHEAS-4 «Трансфер знань та необхідних досліджень для підготовки політичних пропозицій з пом'якшення дій та адаптації до змін клімату» (2011–2013). Міжнародний проект, спрямований на проведення досліджень і трансфер знань щодо пом'якшення дій та адаптації до змін клімату для країн Чорноморського регіону при забезпеченні комплексного підходу до зниження викидів парникових газів та покращення довкілля.

– Проект «Професіоналізація та стабілізація енергетичного менеджменту в Україні» виконується в рамках Угоди про партнерство та співпрацю між Інститутом енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ», та Університетом вивчення прикладного менеджменту Hochschule der Wirtschaft für Management за фінансової підтримки Міністерства закордонних справ Німеччини.

– Проект EnergyWare «Енергетична ефективність складських приміщень у ланцюгах морських поставок» реалізується за підтримки програми співпраці для країн східного партнерства (IncoNet EaP) і координується Німецьким аерокосмічним центром (DLR). Це один із двосторонніх грантів програми IncoNet EaP, спрямований на формування нових кластерів наукових установ, що спільно прийматимуть участь у європейській програмі досліджень «Горизонт 2020».

**Програма
уточеного зібрання з нагоди 70-річчя створення
Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»**

Місце проведення: м. Київ, НТУУ «КПІ»(пр-т Перемоги, 37)

Дата: 03.06.2016 р.

Центр культури та мистецтв НТУУ «КПІ»	
14.15 – 15.00	Реєстрація випускників ГФ, ФГЕМА, ГТФ, ІЕЕ
15.00 – 16.15	Відкриття уточеного засідання Вступне слово «ІЕЕ – 70» Денисюк С.П. Віхи спільні історії ІЕЕ Сергієнко М.І. Вітальні виступи Виступи-спогади випускників ГФ, ФГЕМА, ГТФ, ІЕЕ
16.15 – 16.30	Перегляд відеофільму «ІЕЕ – 70»
16.30 – 17.30	Святковий концерт
ІЕЕ, корпус № 22 18.00 – 19.00	Зустріч випускників у стінах ІЕЕ (по кафедрах)
19.00 – 21.00	Вечір спогадів

Паралельні заходи:

– III міжнародна науково-практична та навчально-методична конференція «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'16» (30 травня – 1 червня 2016 р.);

– VIII міжнародна науково-технічна конференція «Енергетика. Екологія. Людина» (1–3 червня 2016 р.).