

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

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

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ:
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ – REMS'17**

Збірник матеріалів конференції

*Конференція проводиться в рамках святкування
20-річчя відкриття спеціальності «Енергетичний менеджмент»*

25 - 27 квітня 2017 р.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

м. Київ

Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку. Збірник наукових праць IV Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції у місті Києві 25-27 квітня 2017 р. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 140 с.

**ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ
СПІВГОЛОВИ**

ДЕНИСЮК Сергій
*Директор Інституту
енергозбереження та енергоменеджменту
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

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
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського», Україна
Догматов Анатолій, проф.
Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний
інститут», Україна
Дупак Олександр,
Науково-технічна спілка енергетиків та електротехніків
України, Україна
Жаркін Андрій, член-кор. НАН України
Інститут електродинаміки НАН України, Україна
Жуйков Валерій, проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського», 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
Кудря Степан, проф.
Інститут відновлюваної енергетики НАН України,
Україна
Лежнюк Петро, проф.
Вінницький національний технічний університет,
Україна
Лазуренко Олександр, проф.
Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут», Україна

Лі Бернт, проф.
Університетський коледж Телемарк, Норвегія
Маліновський Антон, проф.
Національний університет «Львівська політехніка»,
Україна
Марченко Андрій, проф.
Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут», Україна
Метельський Володимир, проф.
Запорізький національний технічний університет,
Україна
Нижник Олександр, проф.
Полтавський національний політехнічний університет
ім. Ю. Кондратюка, Україна
Садовий Олександр, проф.
Дніпровський державний технічний університет,
Україна
Сиченко Віктор, проф.
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна,
Україна
Сінчук Олег, проф.
Криворізький національний університет, Україна
Терешкевич Леонід, доцент
Вінницький національний технічний університет,
Україна
Танкевич Євген, проф.
Інститут електродинаміки НАН України, 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 імені Ігоря Сікорського»,
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

ЗМІСТ***ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ***

Алексахін О.О., Комар С.В., Панчук О.В., ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ	10
Бабак О.В., АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З ПИТАНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	11
Базюк Т.М., Сіровська К.М., МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АКТИВНОГО СПОЖИВАЧА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	12
Басок Б.І., ТЕПЛОФІЗИКА ВПЛИВУ ІНСОЛЯЦІЇ НА ТЕПЛОВИЙ СТАН БУДІВЛІ	14
Басок Б.І., Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Приємченко В.П., ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО І ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЕЛЬ	15
Басок Б. І., Давиденко Б.В. Кужель Л.М., Новіков В.Г., ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ТА ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОПЕРЕНОСУ ЧЕРЕЗ ВІКОННІ КОНСТРУКЦІЇ	16
Бишов П.С., АНАЛІЗ РИНКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРО-ПРИВОДІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ	17
Булгаков О.В., ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОГЕНЕРАЦІЇ В БІВАЛЕНТНИХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	19
Ганжа А.М., Підкопай В.М., Немцев Е.М., РАЦІОНАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ТЕПЛОНОСІЯ ВІД ДЖЕРЕЛА У СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ ФАКТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛАДНАННЯ	20
Горенко Д.С., Степовий О.В., АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОЇ ЗАВАДИ НА ОДНОФАЗНУ СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ	22
Грабовська О.А., ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГІДРО-ПІСКОСТРУМИННОЇ ПЕРФОРАЦІЇ	24
Денисюк С.П., Василенко В.І., ВИБІР АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ФОРМУВАННІ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ	25
Дрешпак Н.С., Випанасенко С.І., АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	27

Замковий П.О., АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ В КОНТЕКСТІ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ MICROGRID	29
Калінчик В.П., Сунко С.А., СПОСОБИ ПОБУДОВИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА УЧАСТЮ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	31
Костюк В.О., Базюк Т.М., Міщенко Є.В., КОМБІНОВАНА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНА СИСТЕМА ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МІНІМЕРЕЖІ ІЗ СУБОПТИМАЛЬНИМИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ	33
Костюк В.О., Каплін М.І., Протащик О.В., ЕКОНОМІКО–МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ З ОПТИМАЛЬНИМ РОЗПОДІЛОМ ІНВЕСТИЦІЙ	36
Кулагін Д.О., Волков М.А., ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ З МАГНІТОПРОВОДОМ З АМОРФНОЇ СТАЛІ ПРИ МОДЕРНИЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ	38
Лазуренко А.П., Черкашина Г.И., Кругол М.М., ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЭЦ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ	40
Лисенко О.М., Гончарук С.М., Олійник Л.В., Андрейчук С.В., ЕНЕРГОАУДИТ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ЗА ТРИВАЛИЙ ПЕРІОД ЧАСУ	41
Махотило К.В., Червоненко И.И., Кулешов В.С., Кулешова К.В., КОМПЛЕКСНЫЙ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩИЙ УЗЕЛ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ	42
Мельников Г.И., Бенгард А.О., СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	43
Михайлов О.В., Фомічов Є.П., Нечипорук Є.П., ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ M&T НА КОТЕЛЬНЯХ ЦТП	45
Мороз О.М., Доценко С.І., ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	47
Нізімов В.Б., Количев С.В., Хоменко В.І., ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОНОМНОЇ ГЕНЕРУЮЧОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ЗНАЧНИХ ЗБУРЕННЯХ	49
Опришко В.П., АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	51
Пересунько І.І., Сінчук І.О., ДО ПРОБЛЕМ КЕРУВАННЯ РІВНЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ	53

Печений О.А., ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ШЛЯХОМ КОРИГУВАННЯ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОЗА НОРМОВАНОЇ ЯКОСТІ	55
Плешков П.Г., Серебренніков С.В., Петрова К.Г., Савеленко І.В., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОГО РЕГІОНУ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ МІСЦЕВИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ	56
Притискач І.В., ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ВИНИКНЕННЯ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ В СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ	57
Серебренніков Б.С., Петрова К.Г., АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ ЗРУШЕНЬ НА РОЗДРІБНОМУ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	58
Сінчук О.М., Бойко С.М., Мінаков І.А., ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID В УМОВАХ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ	59
Синчук О.Н., Ликаренко А.Г., Петриченко А.А., Зиманков Р.В. Шкрабец Ф.П., К ВОПРОСУ ТАКТИКИ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧЕК ТОКА В ПОДЗЕМНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ	60
Фалендиш А.П., Біловол Г.В., Пархоменко Л.О., ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ВАКУУМНОЇ УСТАНОВКИ В СИСТЕМІ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	62
Халамирєнко І.В., СРАВНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ	64
Холковський Ю.Р., ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЕНЕРГОМЕРЕЖІ З ВРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МЕТОДУ	66
Чайковський С.І., РЕГУЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВІДБОРУ СТРУМУ ВІД ПАРАЛЕЛЬНИХ ЛАНОК ГЕНЕРАТОРА	68
Шовкалюк Ю.В., ЄВРОПЕЙСЬКА ПРАКТИКА ПІДТРИМКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПОДАТКОВИМ СТИМУЛЮВАННЯМ	70
Яременко А.Г., Притискач І.В., СИСТЕМА АНАЛІЗУ ДЕФЕКТІВ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВІ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ	71

МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

Denys Derevianko, Ihor Radysh, MICROGRID INFORMATION PROFILE AS AN INSTRUMENT FOR POWER SUPPLY QUALITY INCREASE	73
--	----

R. Strzelecki, S. Denysiuk, V. Opryshko, DEMAND SIDE MANAGEMENT AND MODERN POWER ELECTRONIC INSTALLATIONS IN SMART GRID CONCEPT	74
Бондаренко Є.А., Рубаненко О.Є., Манжак Н.О., УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИНЦИПУ ПОБУДОВИ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ НА ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЯХ, ПІДСТАНЦІЯХ НАДВИСОКИХ КЛАСІВ НАПРУГИ	76
Бориченко О.В., Остапчук Ю.Ю., МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ZP-АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	77
Веремійчук Ю.А., Замулко А.І., Лисенко О.М., ПОТЕНЦІАЛ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОЕС УКРАЇНИ	78
Вишняков В.А., Бориченко О.В., ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ДОСЯГНУТОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	80
Галушак І.Д., Дика А.З., ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	82
Денисюк С.П., ЕНЕРГЕТИКА ПОСТІНДУСТРІАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ЯК ПАРАДИГМА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ	84
Денисюк С.П., Стрелкова Г.Г., Федосенко М.М., ІННОВАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ	86
Дорошенко О.І., Дручина Т.О., Еккель Е.О., Борисенко С.О., ВПЛИВ РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ	88
Дубовський С.В., Хортова О.О., НОВИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ ЩОДО ЕНЕРГОЄМНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОТИ	90
Євтухова Т.О., Чуприна Л.В., МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ	92
Жежеленко И.В., Трофимов Г.Г., ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	94
Захарченко В.П., Соколова Н.П., ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ АЕРОПОРТОМ	96
Маліновський А.А., Турковський В.Г., Покровський К.Б., Музичак А.З., ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ БУДІВЕЛЬ, ПРИЄДНАНИХ ДО СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	97
Мєдведєва Н.А., Ящук Д.О., АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО УПРАВЛІННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ	99

Миколюк О.А., ЄВРОІНТЕГРАЦІЯ УКРАЇНИ У КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ	101
Находов В.Ф., Замулко А.И., Мохаммад Аль Шарари, Чекамова В.В., МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ МОЩНОСТЬ	103
Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О., Аданіков О.В., Федорчук І.І., УНІВЕРСАЛЬНА ПРОЦЕДУРА КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ВСТАНОВЛЕНИХ ЦІЛЮВИХ ЗМІННИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ	105
Ніценко В.В., Кулагін Д.О., ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЕРЖАВИ	107
Олійник Ю.С., ЗАПРОВАДЖЕННЯ НОВОЇ МОДЕЛІ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ	109
Плєшков П.Г., Віхрова Л.Г., Солдатенко В.П., ДО ПИТАННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРІВ	110
Плєшков П.Г., Серебренников С.В., Петрова К.Г., Савеленко І.В., СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ТА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БЮДЖЕТНИХ ЗАКЛАДІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ЕНЕРГО-ЕКОНОМІЧНИХ РЕСУРСІВ	111
Розен В.П., Давиденко Л.В., Давиденко Н.В., ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ВОДОПОСТАЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ	112
Соколовський П.В., АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМЕРЦІЙНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ	114
Стрелков М.Т., Стрелкова Г.Г., ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БІЗНЕС Й ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	116
Стрелкова Г.Г., Андрушков О.В., Іщенко О.С., Далібожак І.І., АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	118
Стрелкова Г.Г., Далібожак І.І., Андрушков О.В., Іщенко О.С., СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В СФЕРІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАЦІЇ	120
Стрелкова Г.Г., Іщенко О.С., Андрушков О.В., Далібожак І.І., РЕГІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ	122
Фалендиш А.П., Василенко О.В., Клецька О.В., СКЛАДАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАСПОРТУ ДЛЯ ВІДОКРЕМЛЕНОЇ ЧАСТИНИ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ УНІВЕРСИТЕТУ	125
Чернявський А.В., Котляр Р.С., ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ПРІОРИТЕТІВ ОБ'ЄКТІВ МОНІТОРИНГУ ПРИ ПОБУДОВІ МУНІЦИПАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ НА ПРИКЛАДІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ	126
Чернявський А.В., Харченко А.А., МЕТОДИКА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ВЕНТИЛЯТОРІВ ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІСРАРХІЧНОГО КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ	129

Шашко В.О., Трембач І.О., ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ОСНОВІ СТАНДАРТУ ISO 50001 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	130
Шовкалюк М.М., Зіменко С.В., ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	131
Шовкалюк М.М., ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ФОНДУ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАКОНОДАВЧОЇ ТА НОРМАТИВНОЇ БАЗИ	132
<i>ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ</i>	
Ворфоломесв А.В., ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ ЯК СКЛАДОВОЇ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ	133
Зорина М.С., КОММЕРЦІАЛІЗАЦІЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕСА В ІННОВАЦІЙНОМУ РОЗВИТКУ УСТОЙЧИВИХ ЕКОСИСТЕМ	134
Федорчук С.О., Немировський І.А., Івахнов А.В., Лазуренко О.П., МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	136
Черниш І.В., Глебова А.О., ПОТЕНЦІАЛ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК ЗАПОРУКА СТАЛОГО СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ	138
Про Інститут енергозбереження та енергоменеджменту	140

УДК 697

Алексахін О.О., к.т.н., доцент, Комар С.В., к.т.н., доцент, Панчук О.В., ст.викладач,
Український Державний Університет Залізничного Транспорту

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Особливістю улаштування систем охолодження елементів транспортних установок є те, що для транспортування теплоносія використовується частка потужності основної силової установки. Ефективність роботи систем відведення теплоти залежить від рівня коефіцієнтів тепловіддачі у каналах системи охолодження й втрат тиску при русі теплоносія. Досвід використання штучних інтенсифікаторів теплообміну для інтенсифікації процесу перенесення теплоти в круглих трубах, які утворюють поверхню теплообміну, відомі для багатьох видів устаткування. Широке розповсюдження таких інтенсифікаторів, в більшості випадків, пояснюється простотою їх виготовлення, можливістю використання в теплообмінному устаткуванні, яке існує.

Теплові потоки в закрученому двофазному потоці, в роботах багатьох авторів, приблизно у два рази вище, ніж в незакрученому, за практично тієї ж потужності, яка витрачається на примусову течію теплоносія. Закономірності тепловіддачі в круглих трубах з внутрішнім улаштуванням штучних інтенсифікаторів досліджені достатньо широко. Також відомі й розрахункові залежності для визначення коефіцієнтів теплообміну. Тоді як, вплив закрутки потоку, який створюється стрічковими інтенсифікаторами, на інтенсивність теплообміну в прямокутних каналах вивчено недостатньо добре. Так, розповсюдження прямокутних каналів при проектуванні систем охолодження різноманітного устаткування обумовлює необхідність дослідження інтенсивних методів відведення теплоти. Застосування цих методів дозволяє дозволяє суттєво зменшити розміри устаткування чи навіть забезпечити зменшення витрати теплоносія, який необхідний для забезпечення необхідного рівня температур складових устаткування, при заданих конструктивних параметрах пристрою.

При виборі конструктивних параметрів штучних інтенсифікаторів теплообміну необхідно, щоб рівень збільшення коефіцієнтів тепловіддачі перевищував рівень зростання втрат тиску при русі теплоносія. У роботі наведені дані щодо використання скрученої стрічки для інтенсифікації теплообміну у прямокутних каналах системи тепловідведення тягових електричних двигунів постійного струму магістральних тепловозів. На підставі аналізу експериментальних даних визначено оптимальні параметри інтенсифікаторів. Показано доцільність їх використання в системі охолодження тягових електричних двигунів локомотивів та розрахований очікуваний економічний ефект. Можливе зменшення потужності вентиляторів системи повітряного охолодження тягових електричних двигунів магістральних локомотивів становитиме в межах 14%.

УДК 621.314

Бабак О.В., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ НАЦІОНАЛЬНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З ПИТАНЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Вступ. Підвищення частки енергетичної складової в собівартості продукції в даний час стає критичним фактором для життєдіяльності підприємств. У наш час, коли електроенергія – це такий же товар [1], гостро постає питання про її якість.

Якість електричної енергії характеризується різними порушеннями і спотвореннями форми напруги живлення, комутаційними перенапругами, що викликаються комутацією ділянок електричної мережі, провали і відхилення напруги під час роботи пристроїв автоматичного включення резерву і перемикачів на інші джерела живлення.

Для нормалізації якості електроенергії важливе значення мають не лише технічні заходи, але й нормативне регулювання питань забезпечення якості електричної енергії.

Мета роботи. Аналіз методів забезпечення електромагнітної сумісності під час інформатизації електричних мереж в рамках концепції Smart Grid в умовах лібералізації ринку електричної енергії України.

Одним із завдань в рамках досягнення поставленої мети є порівняння нормативно-правової бази України та ЄС в сфері забезпечення норм якості електроенергії в електричних мережах загального користування, що передбачає, зокрема, аналіз рівня відповідності міждержавного стандарту ГОСТ 13109-97 [2] європейським вимогам в сфері забезпечення якості електричної енергії.

Матеріали та результати досліджень. Міждержавний стандарт ГОСТ 13109-97 встановлює показники та норми якості електричної енергії для електричних мереж загального призначення. Однак, згідно концепції [3], представленої в 2009 році, до поняття якості електропостачання входять комерційна якість, безперервність постачання та якість напруги. Таким чином, за сучасними європейськими уявленнями ГОСТ 13109-97 встановлює не норми якості електричної енергії, а лише показники і норми якості напруги.

Стандарт EN 50160:2007 [4] визначає основні характеристики напруги в точках приєднання споживача та описує їх, як товарний продукт для того, щоб використовувати при укладенні контракту на поставку електричної енергії. Даний стандарт визначає норми характеристик напруги, які споживач вправі очікувати. Проте стандарт EN 50160:2007 використовується лише в якості основи для укладення договорів, а обов'язкові показники якості напруги встановлюються національними регламентами.

ГОСТ 13109-97 встановлює показники та норми якості електричної енергії для мереж електропостачання напругою від 0,38 до 380 кВ, в той час, як стандарт на характеристики напруги EN 50160:2007 розглядає лише розподільні мережі електропостачання низької та середньої напруги до 35 кВ включно.

Норми якості електричної енергії, що встановлюються в ГОСТ 13109-97, є рівнями електромагнітної сумісності для кондуктивних електромагнітних перешкод в системах електропостачання загального призначення. В країнах ЄС рівні електромагнітної сумісності встановлюються міжнародним європейським стандартом EN 61000-2-2 для мереж низької напруги та EN 61000-2-12 для мереж середньої напруги. Тому, встановлені в стандарті 50160:2007 характеристики напруги не передбачені для використання їх в якості рівнів електромагнітної сумісності. Крім того, для мереж напругою вище 35 кВ рівні електромагнітної сумісності не нормуються міжнародними європейськими стандартами, в той час як ГОСТ 13109-97 нормує всі рівні в мережах напругою до 380 кВ.

В стандарті ГОСТ 13109-97 методика вимірювання показників якості електричної енергії приведена в загальному вигляді без конкретизації проведення вимірювань, що не дозволяє чітко в установленому порядку проводити оцінку показників якості електричної енергії. В Росії цю проблему було вирішено шляхом прийняття «Методических указаний по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». В Україні аналогічні методичні вказівки відсутні. Стандарт EN 50160:2007 не визначає жодних методик, що стосуються вимірювання показників якості електричної енергії. Натомість, такі методики в повному обсязі викладено в окремих стандартах (EN 61000-4-30, EN 61000-4-7, EN 61000-4-15).

Мінімальний інтервал часу вимірювання всіх величин згідно з ГОСТ 13109-97 складає 24 години, а рекомендований – 7 діб.

На відміну від ГОСТ 13109-97, стандарт EN 50160:2007 встановлює такі мінімальні інтервали часу вимірювання показників якості електричної енергії:

- для величин, що визначаються у вигляді чітко виражених значень – 1 тиждень (винятком є відхилення частоти в мережах, приєднаних до об'єднаної мережі – 1 рік);
- для величин, що мають випадковий характер (провали напруги, короткочасні та довготривалі переривання напруги) – 1 рік.

На відміну від ГОСТ 13109-97, стандарт EN 50160:2007 не містить інформації щодо інтервалів усереднення показів приладів, які вимірюють параметри якості електроенергії. Таку інформацію наведено в окремому стандарті EN 61000-4-30.

Отже, українська та європейська нормативні бази з питань забезпечення якості електричної енергії мають ряд відмінностей, а саме:

- рівень напруги мереж електропостачання, що розглядаються в ГОСТ 13109-97 складає 0,38 – 380 кВ, в EN 50160:2007 – до 35 кВ включно;
- норми якості електричної енергії, що встановлюються ГОСТ 13109-97 є рівнями електромагнітної сумісності. В країнах ЄС рівні електромагнітної сумісності встановлюються окремими міжнародними європейськими стандартами;
- в Україні не існує чіткої методики проведення вимірювання показників якості електричної енергії. В країнах ЄС методики в повному обсязі викладено в окремих стандартах;
- в Україні мінімальний інтервал часу вимірювання всіх величин складає 24 години, а рекомендований – 7 діб. В ЄС інтервали часу вимірювання визначаються в залежності від характеру вимірюваних величин;
- в ЄС інформацію щодо інтервалів усереднення вимірювань наведено в окремому стандарті.

Висновки. Під час проведення порівняння міждержавного стандарту ГОСТ 13109-97 та європейського стандарту EN 50160:2007 було виявлено ряд відмінностей між українською та європейською нормативними базами з питань забезпечення якості електричної енергії, а також наявність недоліків української бази щодо методики вимірювання та усереднення показників якості електричної енергії.

Список використаних джерел:

1. Про електроенергетику: Закон України від 16.10.97 р.// Відомості Верховної Ради України. – 1998. - №1. – Ст. 1.
2. 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. – 49 с.
3. DIRECTIVE 2009/72/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC.
4. EN 50160:2007. Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks

УДК 621.31

Базюк Т.М., к.т.н., асистент, Сіровська К.М., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АКТИВНОГО СПОЖИВАЧА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Розвиток та поширення інтелектуальних енергетичних систем призводить до суттєвих змін в керуванні режимами роботи локальних систем енергопостачання (ЛСЕ) і взаємодією учасників між собою на різних рівнях ЛСЕ. Причиною цього є тенденція децентралізації як систем керування, так і генеруючих потужностей. Однією з ключових складових концепції Smart Grid є клієнтоорієнтований підхід, що визначив необхідність застосування методологічних підходів до зміни ролі споживача електроенергії і формування методів реалізації його потенціалу. Потребують розгляду питання участі активних споживачів (АС) у створенні послуг для ЛСЕ та оцінки їх ефективності. Актуальними залишаються питання формування стратегічних рішень стосовно взаємодії окремих групи споживачів між собою, як на одному, так і на різних рівнях ЛСЕ. На основі проведеного аналізу виділено основні задачі та складові, які впливають на їх поведінку (табл.1):

Таблиця 1

Опис	Складові
Зменшення нерівномірності споживання електричної енергії споживачами на різних ієрархічних рівнях	Збільшення виробітки електроенергії в мережу; зменшення втрат; споживання власної електроенергії у піки
Оптимізація режимів електроспоживання	План випуску; технічний допустимий рівень зниження споживання; тарифи
Оптимізація режимів споживання по критерію мінімальної витрати енергетичних ресурсів	Обмеження плану, обмеження режимів споживання
Оптимізація режимів споживання за рахунок розподілення обмеженої потужності в умовах виникнення дефіциту в енергосистемі	Дефіцит в системі; пропускна спроможність мереж

З метою врахування вище описаних особливостей пропонується записати цільову функцію активного споживача в наступному вигляді:

$$f = \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T C^g(t) t^g P_{Gn}(t) - \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T C_g(g_n(t)) - C_W \left(\sum_{t=1}^T t_{\text{роб}}^{\text{HK}} P_{\text{роб}}^{\text{HK}}(t) \right) - \sum_{t=1}^T C_W ((P_1^{\text{OCH}}(t) t_{\text{роб}}^{\text{OCH}}) + \sum_{n=1}^N C_{\text{ком}} \Delta P(t) \Delta t)$$

де $C^g(t)$ – ціна за генеровану одиницю енергії; t^g – період генерації; $P_{Gn}(t)$ – потужність приладу генерації; $\sum_{t=1}^T C^g(t) t^g P_{Gn}(t)$ – ціна для окремого джерела; $\sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T C^g(t) t^g P_{Gn}(t)$ – ціна для усіх джерел АС за період (1 год); C_g – собівартість генерованої енергії; $g_n(t)$ – об'єм генерованої енергії; $t_{\text{роб}}^{\text{HK}}$ – період роботи некерованого обладнання; $P_{\text{роб}}^{\text{HK}}(t)$ – потужність некерованого обладнання; C_W – ціна за споживану одиницю енергії; $P_1^{\text{OCH}}(t)$ – потужність керованого обладнання; $t_{\text{роб}}^{\text{OCH}}$ – період роботи керованого обладнання; $C_{\text{ком}}$ – вартість компенсації за зміну навантаження.

Список використаних джерел:

1. М.В. Губко Модель поведения активного потребителя для мультиагентной системы управления спросом. ИПУ РАН, Москва,
2. Бурков В.Н., Губко М.В., Новиков Д.А. Организационные механизмы управления в электроэнергетике / Управление развитием крупномасштабных систем [под ред. А.Д. Цвируна]. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2012. С. 261-278.
3. Bingnan Jiang, Yunsi Fei. Dynamic Residential Demand Response and Distributed Generation Management in Smart Microgrid with Hierarchical Agents // Energy Procedia. — 2011. — Vol. 12. — P. 76—90.

УДК 536.21+662.995

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

ТЕПЛОФІЗИКА ВПЛИВУ ІНСОЛЯЦІЇ НА ТЕПЛОВИЙ СТАН БУДІВЛІ

В доповіді проведений аналіз безпосередньої природної дії Сонця на теплопередачу в зовнішніх будівельних конструкціях та розроблені методики визначення теплових втрат через типові зовнішні огорожі будівель північної і південної орієнтації з врахуванням кліматичних факторів та впливу цілорічної сонячної радіації. Процеси теплопередачі досліджено через суцільно-стінові зовнішні огорожі різної конструкції: однорідне огороження; складене огороження з включенням матеріалів з підвищеним тепловим опором для випадків як зовнішнього, так і внутрішнього розміщення ізоляційного шару; елемент зовнішньої огорожувальної конструкції будівлі, що відноситься до класу споруд з мінімізованими тепловтратами, а саме багатошарової (складається з 7 шарів) конструкції; через багатокамерні віконні склопакети; зовнішнє огороження будівлі з віконним отвором.

Наведена методика безперервного врахування сукупності кліматичних факторів, що діють на двокамерні вікна, внутрішня камера яких продувається вилученим з приміщення повітрям, що дозволяє постійно відстежувати теплові процеси через подібні пристрої і встановлювати ефективність прийнятих рішень. Розрахунки показали, що при полуторній кратності повітрообміну в приміщенні продувка повітря, що видаляється через внутрішню камеру двокамерного склопакета призводить до двократного зниження річних тепловтрат через подібну конструкцію.

На основі актинометричних даних для м. Києва показано, що в середніх широтах Землі сонячної енергії досить для екологічно чистого теплозабезпечення міст і селищ шляхом будівництва теплоавтономних енергогенеруючих будівель. Встановлено, що врахування сонячної енергії вносить суттєві корективи в визначення тепловтрат через огороження: розрахункові тепловтрати будуть менше в 1,37 рази для південно орієнтованого огороження і в 1,16 рази – при її північному розташуванні;

В результаті моделювання теплових процесів в цегляному огороженні товщиною 0,38 м зі склопакетом в віконному отворі встановлено, що тепловий потік через бокову поверхню віконного отвору співмірний з фронтальним через суцільну частину огороження. Для зниження тепловтрат потрібно склопакет розміщувати в коробі малої товщини (порядку 0,06 м), матеріал якого повинен мати низький коефіцієнт теплопровідності. Таке рішення призводить до суттєвого (на 25-35%) зниження теплопередачі через огороження. Область оптимального заглиблення склопакета в віконний отвір порядку 0 - 0,1 м;

Показано, що установка на земній поверхні або на даху споруд, сонячних колекторів, що мають досить високий оптичний ККД (80 – 90 %), є вагомим альтернативним різним способам вилучення теплоти сонячної радіації з ґрунту.

Запропоновано принципи енергетично доцільної і економічно виправданої термомодернізації із врахуванням територіальних кліматичних умов.

У середніх широтах Землі енергії сонячної радіації досить для вирішення задачі екологічно чистого безвідходного теплозабезпечення шляхом будівництва теплоавтономних самодостатніх енергогенеруючих багатоповерхових житлових і адміністративних об'єктів, що мають покрівлю з сонячних колекторів, ґрунтовий акумулятор сонячної теплоти під об'єктом (або поруч з ним) і теплові насоси. Останні споживають електроенергію в кількості, що не перевищує 20% від необхідної теплоти на опалення і гаряче водопостачання, і, тим самим, скорочують витрати енергоресурсів більш ніж на 80%. Реалізація таких рішень призведе до вирішення більшості проблем комунальної теплоенергетики і зніме більшість проблем міського господарства.

УДК 699.86:697.13

Басок Б. І., член-кор. НАН України, д.т.н., професор,
Давиденко Б. В. д.т.н., с.н.с., гол.н.с.,
Гончарук С.М., к.т.н., пр.н.с.
Приємченко В.П., гол.мех.к.у.,
Інститут технічної теплофізики НАН України

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО І ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ПРИМІЩЕНЬ БУДІВЕЛЬ

Одним з найбільш значних споживачів енергетичних ресурсів в Україні є комунальне господарство. На його долю припадає до 40 % від усіх енергоресурсів. Однією з причин цього стала низька теплоізоляційна спроможність огороджувальних конструкцій більшості будинків, що експлуатуються понад 30 років. У зв'язку з цим актуальною стає проблема організації енергоощадних режимів експлуатації споруд, які б забезпечували належні умови мікроклімату в приміщеннях при мінімальних обсягах тепlopостачання.

Для створення комфортного температурно-вологісного режиму в приміщеннях будівлі необхідно дослідити теплоперенесення від опалювального пристрою до навколишнього повітряного середовища, враховуючи при цьому: циркуляцію та конвективний рух теплових повітряних потоків в кімнатах, теплопровідність через перекриття та зовнішні огороджувальні конструкції (ОК), сонячну радіацію, конвективну тепловіддачу з поверхонь ОК будівлі та ін.. З цією метою, в Інституті технічної теплофізики НАН України розроблено та створено експериментальний вимірювальний комплекс для дослідження тепловологісних режимів в приміщеннях та ОК будівлі. Він дозволяє в умовах реального часу визначати, проаналізувати та кількісно оцінити тепловтрати й інші, в тому числі вологісні характеристики ОК та мікроклімату приміщень будівлі в залежності від зовнішніх кліматичних умов. З застосуванням розробленого вимірювального комплексу були проведені експериментальні дослідження температурно-вологісного стану стінових огороджувальних конструкцій з різним додатковим шаром утеплювача, різноваріантних світлопрозорих ОК, температурно-вологісного режиму приміщень в зимовий період року при реальних умовах експлуатації будівлі. Крім того, з проведенням верифікаційних розрахунків були розроблені відповідні теплофізичні числові моделі [1-3]. Одержані теоретичні результати показали задовільне узгодження з отриманими експериментальними даними.

Висновки. Проведені експериментальні та теоретичні дослідження теплового та вологісного режиму огороджувальних конструкцій та приміщень будівлі дають можливість встановити динаміку зміни у часі теплоізоляційних властивостей стінових та світлопрозорих конструкцій, оцінити фактори, що найбільш впливають на зміну внутрішнього мікроклімату приміщень, а також встановити конкретні маловитратні та капітальні заходи зі зменшення теплоспоживання будівлі.

Список використаних джерел:

1. Басок Б.І. Дослідження тепловтрат через зовнішню стінову конструкцію з додатковим шаром утеплення / Б.І. Басок, Б.В. Давиденко, С.М. Гончарук, М.П. Новіцька // Промышленная теплотехника. – 2013. – Т. 35, №7. – С. 260-268.
2. Давиденко Б.В. Експериментальні дослідження теплопереносу через сучасні віконні конструкції в реальних умовах експлуатації / Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Новіцька М.П., Кужель Л.М., Красота Д.О. // Енергоефективність у будівництві та архітектурі, 2015, №7, ст. 65 – 71.
3. Басок Б.І. Температурно-вологісний стан стінової конструкції з шаром утеплювача в зимовий період року / Б.І. Басок, Б.В. Давиденко, А.В. Тимошенко, С.М. Гончарук // Пром. теплотехника, 2015, Т. 38, №6. С. 40–48.

УДК 536.24:536.33:697.133

Басок Б.І., член-кор. НАН України, д.т.н., професор,
Давиденко Б.В. д.т.н., гол.н.с.,
Кужель Л.М., н.с.,
Новіков В.Г., к.т.н., с.н.с.,
Інститут технічної теплофізики НАН України

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ТА ЧИСЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОПЕРЕНОСУ ЧЕРЕЗ ВІКОННІ КОНСТРУКЦІЇ.

Енергозбереження та енергоефективність є основними напрямками енергетичної політики в більшості країн світу. Основним резервом економії енергоресурсів в житлово-комунальному господарстві є зниження споживання теплової енергії в будівельній галузі. При теплозабезпеченні об'єктів житлово-комунального комплексу до 40% марних витрат теплоти припадає на використання її в будівлях. Технічний стан більшості існуючих будівель та інженерних систем енергозабезпечення не дозволяє забезпечувати необхідний рівень енергетичних характеристик будівель. Витрати теплоти на опалення приміщень в Україні можуть бути суттєво скорочені через влаштування теплоізоляції огорожувальних конструкцій (вікна, стіни, дах) будівель [1].

Найбільші тепловтрати зовнішньої оболонки будівлі відбуваються через віконні конструкції, в зв'язку з низьким значенням їх опору теплопередачі, тому важливим завданням при підвищенні енергозбереження будівель різного призначення є оптимальний вибір саме віконних конструкцій [2, 3]. Нами було проведено ряд експериментальних досліджень різних видів віконних конструкцій та профілів віконних рам в реальних умовах їх експлуатації. Напрацьована база даних була використана для розробки алгоритму визначення тепловтрат через віконні конструкції. А методом чисельного моделювання проведені дослідження закономірності теплопередачі через склопакети [4]. Застосовуючи комп'ютерне моделювання встановлено розподіл полей температури і швидкості руху повітря в міжстекловому прошарку, а також визначено значення коефіцієнту теплопередачі на поверхнях склопакету.

Висновки. Встановлені особливості, які впливають на збільшення термічного опору двокамерного склопакету в порівнянні з однокамерним, а також двокамерного з низькоемісійним покриттям, знайдені залежності термічного опору двокамерного склопакету від товщини газового прошарку і температури на його зовнішній поверхні. Це дало можливість оцінити вплив конвективного і радіаційного теплообміну на тепловтрати будівлі, а також проаналізувати зміну опору теплопередачі.

Список використаних джерел:

1. Кабінет Міністрів України, постанова від 11 листопада 2015 р. № 1228-р “Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року” [Електронний ресурс] / сайт Верховної Ради <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0001824-15/paran2#n2>
2. Експериментальні дослідження теплопереносу через сучасні віконні конструкції в реальних умовах експлуатації / Давиденко Б.В., Гончарук С.М., Новіцька М.П., Кужель Л.М., Красота Д.О. // Енергоефективність у будівництві та архітектурі, 2015, №7, ст. 65 – 71.
3. Експериментальні дослідження теплопередачі через енергоефективні склопакети з низькоемісійним м'яким покриттям / Басок Б. І., Давиденко Б. В., Кужель Л. М., Гончарук С. М., Беляєва Т. Г. // Пром. Теплотехніка. 2017, Т. 39, №1, С.41 – 48.
4. Численное моделирование теплопереноса через двухкамерный стеклопакет / Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, С.А. Исаев, С.М. Гончарук, Л.Н. Кужель // Инженерно-физический журнал – 2016 – Т.89, №5 – С.1288 – 1295, г. Минск.

УДК 691.15

Бишов П.С., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ РИНКУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРО-ПРИВОДІВ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ

Вступ: Сучасні електродвигуни, що використовуються в різних галузях промисловості, у транспортній та енергетичній сферах, у комунальному господарстві вимагають нових енергозберігаючих методів управління. В даний час керуючі системи будуються на основі частотних перетворювачів, які забезпечують автоматичне регулювання напруги і швидкості обертання ротора в залежності від навантаження і потреб технологічного процесу. Внаслідок постійного зростання цін на енергоносії все частіше підприємства змушені зменшувати експлуатаційні витрати зниженням енергоспоживання. Дискусії про енергоспоживання ведуться переважно навколо альтернативних джерел енергії та нових енергозберігаючих технологій, однак, уже існуючим технічним рішенням, які пропонують можливості колосальної економії, надається відносно невелика увага.

Надійне, просте і економічно вигідне рішення стосується використання частотно-регульованих перетворювачів (ЧРП) для регулювання числа обертів в електродвигунах у системах вентиляції та кондиціонування, а також опалення та водопостачання. Ця відносно проста технологія, як і використання найефективніших альтернативних джерел, окуповується менш ніж за рік. Частотно-регульований привод — система керування швидкістю обертання електродвигуна змінного струму з регулюванням частоти напруги живлення двигуна. Складається з власне електродвигуна та частотного перетворювача.

АС Привід (Україна) молода компанія, на ринку з 2006 року, випускає перетворювачі частоти (або просто - інвертори), що призначені для плавного регулювання швидкості асинхронних двигунів, використовують властивість перетворення однофазної напруги з постійною частотою в трифазну напругу змінної частоти. Займає ринок простих та дешевих рішень для не великих підприємств, лінія приладів від 0,2 кВт до 7.5кВт за 8тис.грн

ОВЕН (Україна) - вітчизняний виробник засобів промислової автоматики та контрольно-вимірвальних приладів (датчики, контролери, перетворювачі частоти, регулятори тощо). Велика дилерська мережа, власний відділ активних продажів, наявність складських запасів і ефективна логістика, наявність власного дослідного центру та виробничі потужності дають можливість компанії «ОВЕН» оперативно і безперебійно здійснювати поставки продукції, забезпечуючи тим самим високий рівень якості обслуговування споживачів достатньо якісними рішеннями для будь яких завдань, є навіть можливість придбати програмне забезпечення власної розробки.

Danfoss (Данія). Данська промислова компанія, що випускає перетворювачі частоти для використання в системах водопостачання і водовідведення, опалення, вентиляції та кондиціонування та промислової автоматики. Світовий експерт в питаннях енергозбереження. Має широку торгову мережу якісний онлайн сервіс, рішення компанії мають можливість використання як у приватній садибі не великої потужності, так і промислові приводи до 7,5 мВт. У 2014 році відома фірма «Vacon» стала частиною концерну, компанія відома можливістю модульного компонування, завдяки чому замовник може вибрати зручну конфігурацію, не переплачуючи за непотрібні компоненти.

Schneider Electric (Німеччина). Німецький електротехнічний концерн, є провідним розробником і постачальником комплексних енергоефективних рішень, завдяки яким енергія стає безпечнішою, надійнішою і доступнішою. Об'єднуючи найбільш сучасні види бізнесу: автоматизацію будівель і системи безпеки, системи контролю та управління енергоспоживанням, системи резервного живлення і охолодження. Рішення компанії Schneider Electric допомагають скорочувати витрати, підтримувати постійне підключення до електричної

мережі і отримувати доступ до технологій екологічно чистого, безпечного і безперебійного енергопостачання.

Delta Electronics (Тайвань). Ця компанія виробляє частотні перетворювачі Delta уже 20 років і за цей час перетворилась у поважну транс національну корпорацію, з широкою мережею представництв та має сучасну онлайн систему підтримки. В даний час випускається вісім серій для двигунів потужністю від 40 Вт до 220 кВт. В Україні ця продукція використовується в системах центрального водопостачання житлових будинків і промислових об'єктів.

Sprut (Китай). Це виробник насосів, частотних перетворювачів, різних пристроїв для водопостачання і водовідведення, розширювальних баків та ін. На Україні продукція компанії Sprut користується великим успіхом завдяки ціновій політиці компанії. Товари торгової марки Sprut відрізняються досить високою якістю, а вартість їх набагато нижче, ніж у італійських або німецьких аналогів. Асортимент продукції компанії розрахований не тільки на системи індивідуального опалення та водопостачання, а й на використання в різних комунальних господарствах та, для невеликих котельень.

ABB (Швейцарія). Випускає низьковольтні перетворювачі частоти для масового застосування у всіх областях промисловості і в комунальній сфері.

Yaskawa (Японія). Компанія працює в сфері розробки систем, управління рухом та інформаційних технологій і є одним з провідних світових виробників серводвигунів, підсилювачів, частотних перетворювачів і контролерів для автоматизації та індустрії приводів, пропонуючи як стандартні продукти, так і індивідуальні рішення.

Висновки: перетворювачі, що випускаються японськими фірмами, дешевше європейських і американських і не поступаються, а можливо, і перевершують їх по надійності. Це пояснюється досить просто - широке використання автоматизації забезпечує найвищу стабільність якості продукції. В результаті фірми, що входять до групи лідерів (і тим більше інші фірми) охоче використовують в своєму обладнанні комплектуючі фірм-виробників Японії, економія електроенергії в насосних, вентиляторних та компресорних агрегатах до 50% за рахунок регулювання продуктивності шляхом зміни частоти обертання електродвигуна на відміну від регулювання продуктивності іншими способами (ввімкнення / вимкнення, направляючий апарат), економія електроенергії в насосних, вентиляторних та компресорних агрегатах до 50% за рахунок регулювання продуктивності шляхом зміни частоти обертання електродвигуна на відміну від регулювання продуктивності іншими способами (ввімкнення / вимкнення, направляючий апарат):

- підвищення якості продукції;
- збільшення обсягу продукції, що випускається і продуктивності виробничого обладнання;
- зниження зносу механічних ланок і збільшення терміну служби технологічного обладнання внаслідок поліпшення динаміки роботи електроприводу.

При використанні перетворювача частоти з'являються такі технічні можливості:

- регулювання швидкості від нуля до номінальної і вище номінальної;
- плавний розгін і гальмування;
- обмеження струму на рівні номінального в пускових, робочих і аварійних режимах;
- збільшення терміну служби механічної та електричної частин обладнання.

Список використаних джерел:

1. Экономическое обоснование внедрения на промышленных предприятиях энергосберегающих технологий и оборудования / Г.Я. Вагин, Н.Н. Головкин, Е.Б. Солнцев, А.А. Лямин // Промелектро. – 2005. – № 4. – С. 46
2. Яндульський О.С., Стелюк А.О., Лукаш М.П. Автоматичне регулювання частоти та перетоків активної потужності в енергосистемах / Під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндульського. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 88 с.

УДК 697.7

Булгаков О.В., магістрант,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОГЕНЕРАЦІЇ В БІВАЛЕНТНИХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Майже всі альтернативні методи генерації теплової та електричної енергії дуже погодозалежні, і часто не можуть задовольнити всі енергетичні потреби без використання додаткових та резервних джерел енергії.

Розглянемо використання теплового насосу «повітря – вода» у системі опалення та гарячого водопостачання житлового будинку. На рисунку 1 зображена залежність теплової потужності теплового насоса від температури зовнішнього повітря [1]. Як можна побачити при зниженні температури зовнішнього повітря, потужність теплового насоса також неминуче знижується, що ставить під сумнів використання його в якості єдиного джерела теплогенерації.

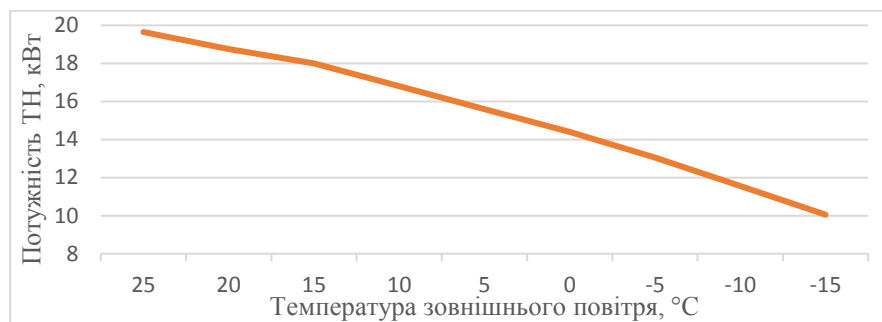


Рис. 1. Залежність теплопродуктивності теплового насоса від температури зовнішнього повітря

Для вибору оптимальної потужності теплового насоса, і потужності додаткового джерела теплогенерації, була побудована математична модель, що моделює теплове навантаження будівлі при різних температурах зовнішнього повітря. У результаті розрахунків, була виявлена залежність питомої собівартості тепла, від потужності вибраного теплового насоса (рис. 2).

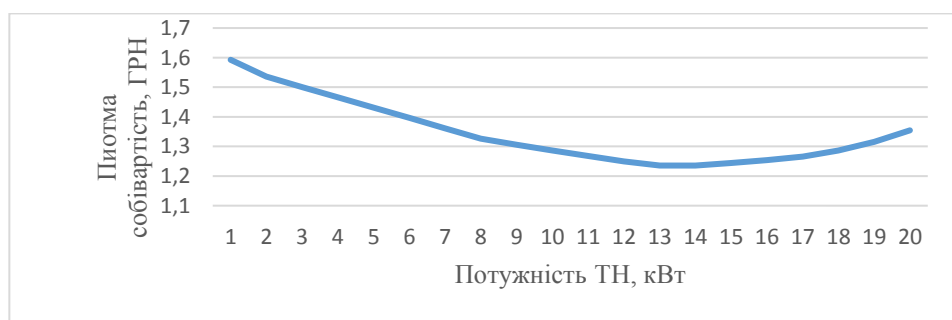


Рис.2 Залежність питомої собівартості теплової енергії від потужності теплового насоса

Явний мінімум на графіку вказує на оптимальну потужність теплового насоса, при якій собівартість 1 кВт*год теплової енергії буде найменша.

Список використаних джерел:

1. Головний каталог Mitsubishi Electric [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mitsubishielectric.com.ua/zubadan.html>

УДК 697.341

Ганжа А.М., д.т.н., професор,
Підкопай В.М.,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Нємцев Е.М.,

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

РАЦІОНАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ТЕПЛОНОСІЯ ВІД ДЖЕРЕЛА У СИСТЕМІ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ ФАКТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛАДНАННЯ

Очевидно, що для забезпечення якісного опалення будівель необхідно регулювати вироблення теплової енергії на джерелі не тільки від поточної температури зовнішнього повітря, але й враховувати фактичні втрати теплоти при транспортуванні теплоносія по теплотрасах до споживачів, що на даний момент зробити дуже важко через низку проблем. При цьому основним завданням такого регулювання є підтримання комфортної температури усередині приміщень.

В Україні, як і в більшості країнах колишнього Радянського Союзу, переважає центральне регулювання відпуску теплоти від джерела. Теплова енергія, що відпускається, централізовано регулюється в основному двома способами: зміною тільки температури або витрати теплоносія [1]. Найбільш широке застосування у вітчизняній теплоенергетиці отримало якісне регулювання, тобто зміна температури теплоносія на джерелі при постійній її витраті в залежності від температури зовнішнього повітря. У той же час за кордоном переважає кількісне регулювання, що дає можливість автоматизувати установки споживачів шляхом зміни витрати теплоносія в опалювальних системах і тим самим знизити теплові втрати [2].

Основні методи, розрахунки регулювання теплового навантаження наведені в роботах Ю. Я. Соколова [1] та ін. На сучасному етапі дана проблема в основному розглядається з позицій впровадження приладів автоматики при поєднанні центрального, групового місцевого та індивідуального регулювання навантаження [3].

Економія теплової енергії на джерелах та об'єктах її кінцевого споживання є одним із способів енергозбереження, що і є метою досліджень. Кожен з методів регулювання відпуску теплоти має свої переваги і недоліки і залежить від гідравлічної стійкості системи. Але показати який з цих методів ефективніше є актуальною задачею. Виходячи з цього, в даній роботі були поставлені такі завдання:

- розрахунок відпуску теплової енергії від котельні, фактичних обсягів втрат теплової енергії в теплових мережах і споживаної теплової енергії;
- розрахунок, аналіз і оптимізація варіантів компенсації теплових втрат при передачі теплової енергії джерелом теплопостачання з метою забезпечення розрахункового споживання теплоти у т. ч. - при якісному або кількісному регулюванні навантаження;
- порівняння мінімальних рівнів витрат на енергоресурси в різних варіантах і визначення параметрів найбільш економічного режиму.

З метою розрахункового дослідження була складена система рівнянь теплового балансу та теплопередачі для схеми теплопостачання, що складається з джерела, системи транспортування та споживачів теплової енергії.

Температури та тиски теплоносія на виході з елемента системи та на вході у наступний елемент визначались з урахуванням реальних характеристик елементів (гідравлічна характеристика насоса та мережі, залежність ККД котлів від навантаження, ізольовані трубопроводи теплотрас, характеристика системи та нагрівальних приладів у споживачів). Була складена система рівнянь математичної моделі.

Цільова функція – мінімізація годинних витрат коштів на паливо та електроенергію. Параметри оптимізації: температура прямого теплоносія на виході з джерела t_1 і еквівалент

витрати теплоносія (води) W_m , який представляє множення масової витрати теплоносія на його теплоємність. З метою забезпечення розрахункового теплового споживання опалювальною системою необхідно поставити обмеження, щоб теплота, яка споживається, була розрахунковою при даній температурі зовнішнього повітря ($Q_{сп} = Q_p$). Розв'язання цієї задачі оптимізації здійснюється методом множників Лагранжа та методом послідовних наближень.

При низьких температурах зовнішнього повітря встановлено обмеження на температуру теплоносія на вході в житлові будинки без елеваторів не більше $95\text{ }^\circ\text{C}$ [4].

Проведено розрахунковий аналіз фактичного відпуску теплоти від котельні і споживання і оптимізація параметрів теплоносія на джерелі в 3 варіантах:

- компенсація теплових втрат при передачі теплоти споживачам витратою теплоносія;
- компенсація теплових втрат температурою теплоносія;
- пошук оптимальної витрати і температури теплоносія.

Розрахунки проводилися в усьому діапазоні зміни температури зовнішнього повітря при регулюванні відпуску теплоти для м. Харків (від $-23\text{ }^\circ\text{C}$ до $+8\text{ }^\circ\text{C}$).

Фактичне споживання теплової енергії на всіх режимах нижче розрахункового через наявність втрат. Для всіх трьох варіантів оптимізації необхідне теплове навантаження на джерелі для забезпечення розрахункового теплоспоживання однакове та величина втрат складає $26 \div 29\%$.

Мінімальне значення витрат грошових коштів при компенсації теплових втрат при передачі теплоти споживачам температурою теплоносія близько до оптимального значення. Залежності мають практично лінійний характер, що дозволяє по ним знаходити мінімум витрат з урахуванням графіків завантаження котельні.

При компенсації теплових втрат при передачі теплоти споживачам витратою теплоносія вона буде вищою розрахунковою в 1,8 рази, що призведе до значних витрат електроенергії. Оптимальна витрата теплоносія на всіх режимах різна. Постійна витрата теплоносія при компенсації теплових втрат при передачі теплоти споживачам його температурою вище розрахунковою в 1,2 рази з метою забезпечення температури на вході в будівлі не більше $95\text{ }^\circ\text{C}$. Слід зазначити, що у випадках компенсації теплових втрат при передачі теплоти споживачам витратою теплоносія і оптимальній її витраті необхідно частотне регулювання електродвигунів насосів, а також імовірно гідравлічне розрегулювання теплових мереж та внутрішніх будинкових систем. Оптимальна температура прямого і зворотного теплоносія має нерівномірну залежність. При її частій зміні може знизиться надійність системи через мінливі температурні впливи на метал трубопроводів.

Висновок. Розроблені методи та засоби вибору раціональних параметрів теплоносія при відпуску теплоти від джерела, які враховують реальні характеристики обладнання елементів системи тепlopостачання та їх взаємний вплив. Поставлено та розв'язано задачу мінімізації витрат коштів на природний газ та електроенергію з метою забезпечення необхідних параметрів повітря у приміщеннях споживачів у всьому діапазоні зміни температури зовнішнього повітря у опалювальному сезоні. Побудовано раціональний закон регулювання температури теплоносія при раціональній її витраті.

Список використаних джерел:

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Соколов Е. Я. – М.– Л. : Госэнергоиздат, 1963. – 360 с.
2. Ливчак В. И. Энергосбережение в системах централизованного теплоснабжения на новом этапе развития // Энергосбережение. – 2000. – №2.– С.
3. Шарапов В. И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения / В. И. Шарапов, П. В. Ротов. – М: Издательство «Новости теплоснабжения», 2007. – 164 с.
4. Отопление, вентиляция и кондиционирование (с изменениями и дополнениями): СНиП 2.04.05–91. – Официальное издание. – М. : Госстрой СССР, 1991.

УДК 621.1

Горенко Д.С., аспірант, Степовий О.В., магістрант,
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОЇ ЗАВАДИ НА ОДНОФАЗНУ СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

Основними типовими завадами, що здійснюють суттєвий вплив на якість та надійність електропостачання, відносяться ті, що викликані нелінійністю та нестационарністю навантаження. Найчастіше джерелами завод на стороні генерації виступають синхронні генератори, силові та вимірювальні трансформатори, а також вентильні перетворювальні агрегати. Зі сторони споживачів елементами, що генерують заводи, виступають перетворювачі для електродугових сталеплавильних печей, термічні печі, агрегати для дугового і контактного зварювання, перетворювачі частоти, індукційні печі, газорозрядні лампи, тощо. Вимірюють вплив несинусоїдальності за допомогою коефіцієнтів гармоніки. Основним методом боротьби з цим явищем є вдосконалення схем перетворювальної техніки та застосування певних схем фільтрів, що дозволяє позбутися небажаних вищих гармонічних складових [1,2].

В рамках дослідження для визначення впливу сумісних елементів мережі один на одного у разі наявності будь-яких збурень або ненормальних режимів мережі було здійснено розрахунок обмінної потужності. За її допомогою можна визначити перетікання енергії між елементами системи. В даному випадку досліджується система «генератор завод-система електроживлення» (рис.1). Визначимо потоки реактивної потужності між елементами системи через перетин $A-A$ при наявності збурень і вищих гармонічних складових. Дослідження виконаємо для різних варіантів схем для ідеалізованих і реальних джерел енергії, що можуть генерувати заводи.

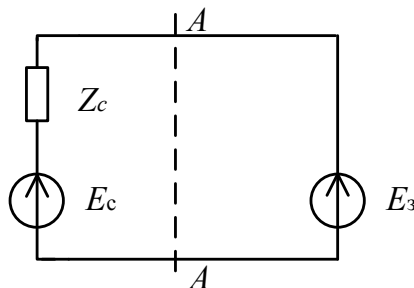


Рис.1 Схема однофазної системи електроживлення

Параметри досліджуваної системи задані у вигляді:

$$u(t) = 63,694(\sin(\omega t + \varphi) + \frac{1}{3}\sin(3\omega t + \varphi) + \frac{1}{5}\sin(5\omega t + \varphi))$$

$$i(t) = 0,19\sin(314t + 26,565) + 0,569\sin(942t + 26,565) + 0,645\sin(1570t + 26,565)$$

Величина обмінної потужності, що протікає крізь перетин в загальному випадку визначається формулою (1):

$$Q_{\text{об}} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} u(t)i_p(t)dt, \quad (1)$$

де $i_p(t) = i(t) - i_a(t)$ – реактивна складова струму; $i_a(t) = \frac{u(t)P}{U_D}$ – активна складова струму;

$U_D = U_{\text{max}}$ – діюча напруга; $P = \frac{1}{T} \int_0^T u(t)i(t)dt$ – активна потужність за період.

Наведено приклад розрахунку обмінної потужності $Q_{\text{об}}$ для однієї точки:

$$Q_{\text{об}} = \frac{2}{T} \left(\int_{0,0011}^{0,0034} u(t)i_p(t)dt + \int_{0,0049}^{0,0064} u(t)i_p(t)dt + \int_{0,0084}^{0,01} u(t)i_p(t)dt \right) = 13,813 \text{ вар.}$$

За наведеними вище формулами було виконано розрахунок для усіх варіантів систем з різними типами джерел генерації завод. На основі отриманих розрахункових даних було побудовано криві залежності розмірів величини обмінної потужності Q_i від навантаження X в системі для різних типів досліджуваних систем (рис.2).

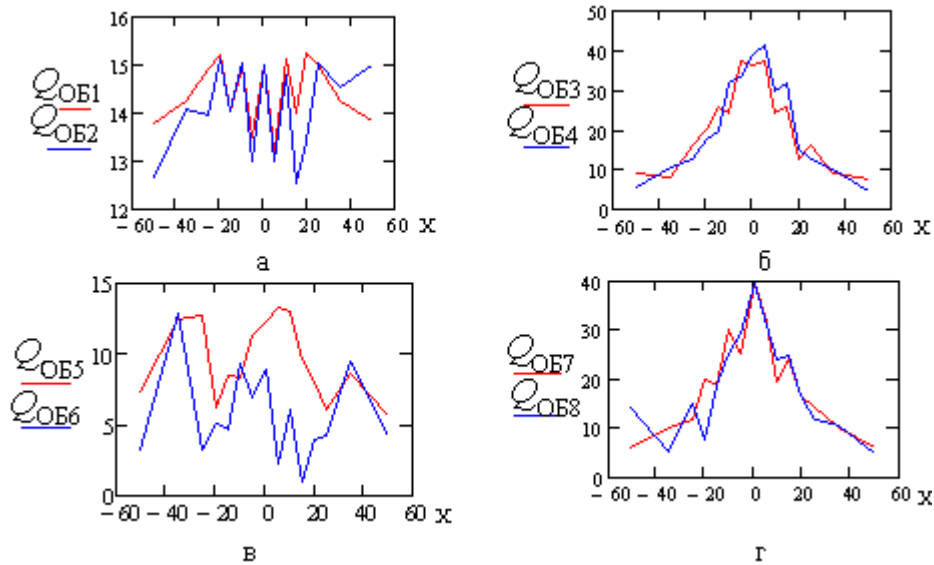


Рис.2 Залежності обмінної потужності від навантаження при різних вихідних умовах функціонування системи

де $Q_1(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та ідеального сигналу системи ($Ec.ід$), $Q_2(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та реального сигналу системи ($Ec.p$); б) $Q_3(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та ідеального сигналу системи ($Jc.ід$), $Q_4(X)$ – обмінна потужність ідеального сигналу заводи ($Ez.ід$) та реального сигналу системи ($Jc.p$); в) $Q_5(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та ідеального сигналу системи ($Ec.ід$), $Q_6(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та реального сигналу системи ($Ec.p$); г) $Q_7(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та ідеального сигналу системи ($Jc.ід$), $Q_8(X)$ – обмінна потужність реального сигналу заводи ($Ez.p$) та реального сигналу системи ($Jc.p$).

Висновок. На графіках а) та в) (рис.2) видно подібність кривих за характером зміни та схожі за значенням амплітуди. Графіки б) та г) (рис.2) мають пікові значення при навантаженні системи рівному нулю та близькі середні значення обмінної потужності. Таким чином спостерігається подібність та характер зміни графіків обмінної потужності при однакових типах джерел генерації на стороні споживача.

Список використаних джерел:

1. Жуйков В.Я. Енергетичні процеси в електричних колах з ключовими елементами / В.Я. Жуйков, С.П.Денисюк. – Київ: ТЕКСТ, 2010. – 264 с
2. Denysiuk, S. P. Analysis of processes during parallel operation of wind electric units [Text]/ S. P. Denysiuk, D. S. Horenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Issue 82. – P. 28–32.

УДК 622.276

Грабовська О.А., студент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГІДРО-ПІСКОСТРУМИННОЇ ПЕРФОРАЦІЇ

Енергія є базовою індустрією, основа національної економіки, важливий фактор її розвитку. Проте отримання енергії призводить до появи досить серйозних проблем. Процес видобутку корисних копалин є одним із співавторів атмосферних викидів парникових газів, незворотних деформацій земної поверхні та її опускання в ході тривалої експлуатації родовищ та кар'єрів, забруднення приземного шару атмосфери. Енергоефективність та енергозбереження може зробити основний внесок як у захисті навколишнього середовища, так і в енергетичну безпеку.

При експлуатації свердловин використовують різні способи вторинного розкриття продуктивного пласту методами перфорації, серед них гідро-піскоструминна, кульова, кумулятивна, механічна та свердлувальна. Найбільш поширений в Україні - метод кумулятивної перфорації, його показник складає близько 100%, оскільки він досить ефективний і недорогий спосіб в порівнянні з іншими методами.

Проте використання кумулятивних перфораторів призводить до досить серйозних наслідків: руйнуючий вплив на цементне кільце; відсутність системи регулювання (балансування), що призводить до незадовільних отворів; існує можливість, що не всі заряди будуть активними; викривлення стовбура свердловини; ущільнення стінок каналів. Все це може стати причиною виникнення аварійних ситуацій.

Технології гідро-піскоструминної дії використовуються в різних галузях промисловості досить довгий час, проте в нафтогазовій промисловості, не дивлячись на велику кількість публікацій теоретичних статей по темі, дійсне використання технологій почало реалізовуватись в недавній час.

Під час гідро-піскоструминної перфорації струмінь абразиву з піском подається на перфораційні сопла робочої насадки, що створюють високо-абразивний потік. В струминному апараті відбувається змішання і обмін енергії двох потоків з різними тисками, в результаті чого утворюється змішаний потік з перемінним тиском та абразивом. Потік, що з'єднується з робочим потоком з камери низького тиску, називається інжектованим. У струменевих апаратах відбувається перетворення потенційної енергії потоку в кінетичну, яка частково передається інжектованому потоку. Високо-абразивний потік прорізає отвір, спочатку в стінці обсадної колони, а потім в цементному кільці, яке утримує обсадну колону. Після цього струмінь приступає до гідро-руйнування порід продуктивного пласта. Типова концентрація піску в суміші становить 30-60 кг/м³. На відміну від звичайної кумулятивної перфорації, гідро-піскоструминна перфорація дозволяє створити більш ефективний зв'язок з шаром породи і глибше перфораційне каналювання. Це також значно зменшує вплив створеного ударного навантаження, що має вирішальне значення в разі поганого цементування обсадної колони.

Отже, з точки зору енергоефективності, гідро-абразивна перфорація має ряд переваг в порівнянні з кумулятивною перфорацією. В результаті перфорації виключається вибухонебезпечність при проведенні робіт, ймовірність руйнування обсадної колони через велику потужність вибуху, і виходу свердловини із числа діючих, значно послаблюється ущільнення породи в місцях розкриття, спрощуються операції з інтенсифікації видобутку та збільшення видобутку пласта, а також підтримує гідравлічну цілісність, без детонаційних впливів та перерозподіл напруги від ближнього стовбура зони свердловини.

УДК 621.31

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

ВИБІР АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ ФОРМУВАННІ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ЛОКАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Вступ. Зростання тарифів на електричну енергію внаслідок вичерпання потенціалу зростання централізованих енергосистем і відсутності конкуренції на роздрібному ринку, нездатність високоінерційних централізованих систем задовольнити різноманітності попиту на енергію призвело до наростаючого переходу споживачів від централізованого енергопостачання до власної генерації і розвитку розосередженої енергетики. Одночасно з цим йде процес формування локальних електроенергетичних систем, які успішно конкурують з централізованою енергетикою за рахунок наближення виробництва електроенергії і тепла до споживачів, що значно скорочує витрати на транспорт енергії, а отже й скорочує її вартість. Електроенергетичні системи під назвою Microgrid є однією з ключових концепцій, спрямованих на розвиток і модернізацію енергетики по всьому світу [1, 2, 3].

Базовими елементами в процесі підвищення енергоефективності локальної електроенергетичної системи є розробка відповідної системи критеріїв оцінки та її елементів, методик оцінки ефективності схем функціонування в режимах оптимального споживання енергоносіїв, проведення їх енерготехнологічного обстеження та оцінки взаємного впливу окремих елементів. Щодо процедури досягнення ефективності енергоресурсів, то вони визначаються багатьма факторами, що обумовлюють існування та застосування відносно великої кількості показників. Визначення та урахування цих факторів, а також у першу чергу їх пріоритетності, обумовило необхідність застосування трьох систем показників: енергетичних, економічних, екологічних, що вважається достатнім для всебічної оцінки ефективності нововведень [4, 5].

Енергосистема в майбутньому повинна характеризуватися новими якостями. До цих якостей відноситься гнучкість, спостерігаємість і керованість в реальному часі, можливість підключення великої кількості різнорідних пристроїв і підсистем. Для такої енергетики потрібно принципово інша – мультиагентна система керування і відповідна операційна система для її роботи: повністю автоматична, децентралізована, що працює в режимі реального часу, гнучко реагує на обстановку, з самонавчальними і самоорганізуючими, повністю автономними агентами.

Ценологічна теорія знайшла широке застосування в енергетиці для прогнозування електроспоживання. Техноценозами не можна керувати такими самими методами, якими керуються технічні вироби (якими б складними і великими вони не були). До техноценозів, повною мірою, не можна застосувати методи макроекономічного планування та прогнозування, які засновані на привнесенні в техноценоз зовнішніх цілей і обмежень без обліку його внутрішніх закономірностей розвитку, які повинні здійснюватися особливими методами [6]. Послідовна реалізація оптимального управління електроспоживанням функціональних груп техноценозів дозволяє виділити значимі та незначимі елементи системи.

Методологічною основою оптимального управління штучними технічними системами є так званий системний підхід, який у якості «робочого інструмента» використовує системний аналіз. Стосовно завдань оптимізації системний підхід спирається на найважливіше положення про те, що в основі оптимізації всього народного господарства і всіх його частин лежить загальний критерій оптимальності.

Розв'язання задачі групового вибору альтернатив – процес складний і багатоетапний. Великий обсяг вихідної інформації, причому часто суперечливої і розрізненої, складність алгоритмів групового вибору, а також необхідність аналізу та коригування отриманої інформації на кожному кроці прийняття колективних рішень вимагають використання

сучасних обчислювальних засобів. Вирішення всіх цих проблем покладається на інтелектуальну систему підтримки групового вибору [7].

При оптимізації параметрів і режимів електросистеми необхідно задіяти механізм ранжування варіантів оптимального розміщення об'єктів. Для цього пропонується використовувати концепцію відстані при ранжуванні множини об'єктів, що забезпечують найбільше погодження варіантів з індивідуальними впорядкуваннями експертів. Одна з основних конструкцій зазначеного підходу – побудова «усередненої» ознаки, фактору, що представляє сукупність заданих ознак, як «найбільш близького» до цієї сукупності в геометричному просторі як кількісних, так і якісних ознак.

Спочатку проводиться агрегування (укрупнення та уніфікація) елементів та параметрів системи (визначення множини елементів, їх зв'язків та параметрів, які необхідно враховувати при моделюванні). Нехай на множині альтернатив $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$ задані індивідуальні переваги експертів у вигляді матриць попарних порівнянь альтернатив R_1, R_2, \dots, R_m . Потрібно знайти одне або декілька найбільш бажаних альтернативних варіантів рішень або ранжувати варіанти по перевагам. Оцінкою розбіжності цього розбиття, згідно роботи [8] буде коефіцієнта стійкості розбиття:

$$L(R_i, R_j) = \frac{d(R_i, R_j)}{\frac{1}{2}(\sum_{i=1}^{I_1} |R_i|^2 + \sum_{j=1}^{I_2} |R_j|^2)}, \quad (1)$$

де I_1 – кількість підмножин вихідної множини L при способі розбиття R_i ; I_2 – кількість підмножин вихідної множини L при способі розбиття R_j ; $|R_i|, |R_j|$ – потужності відповідних підмножин.

У свою чергу, для оцінки R_i та R_j кінцевої множини об'єктів L в [9] отримано вираз:

$$d(R_i, R_j) = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^{I_1} |R_i|^2 + \sum_{j=1}^{I_2} |R_j|^2 \right) - \sum_{i=1}^{I_1} \sum_{j=1}^{I_2} |R_i \cap R_j|. \quad (2)$$

Висновок. Знаходження міри близькості між об'єктами дозволить зменшити затрати, сформувані дієві оптимізаційні процедури побудови та розвитку локальних енергетичних мереж. Коефіцієнт $d(R_i, R_j)$ показує наскільки близькі ці розбиття та чи співпадають групування, сформовані при даних способах розбиття. Він дозволяє розбити об'єкти на групи так, щоб у одну групу потрапляли «близькі», а в іншу «далекі» об'єкти, що в подальшому дозволить виділити значимі та незначимі елементи та приймати рішення щодо вибору оптимальних структур, параметрів і режимів роботи локальної електроенергетичної системи.

Список використаних джерел:

1. Интеллектуальная энергетическая система ТехноЭкопарк РГСУ. Концепция. В.И. Паршуков. Режим доступа: <http://don-tech.ru/>
2. Стогній Б.С. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк // Техн. електродинаміка. – 2012. – № 5. – С. 52 – 67.
3. Кобец Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Кобец Б.Б., Волкова И.О. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
4. Василенко В.І. Системна ефективність функціонування енергетичної системи з керованими навантаженнями / В.І. Василенко // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. – № 1. – С. 70 – 81.
5. Денисюк С.П. Енергетичні, економічні та екологічні показники енергоефективності / С.П. Денисюк, В.І. Василенко // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – № 1 – С. 33 – 44.
6. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2014]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>.
7. Смерчинская С.О. Интеллектуальная система поддержки группового выбора / С.О. Смерчинская. // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» - ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10 – 11 апреля 2012 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 552 с.
8. Дубницкий В.Ю. Оценка устойчивости алгоритмов кластерного анализа / Дубницкий В.Ю. // Информационные системы. – 1997. – № 1 – С. 129 – 134.
9. Миркин Б.Г. Об измерении близости между разбиениями конечного множества объектов / Миркин Б.Г., Черный Л.Б. // Автоматика и телемеханика. – 1970. – № 5. – С. 120-127.

УДК 658.26

Дрешпак Н.С., к.т.н., доцент,
Випанасенко С.І., д.т.н., професор,
Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Об'єкт дослідження – потужне металургійне підприємство, що використовує дугові сталеплавильні печі (ДСП) а також додаткове обладнання для забезпечення нормального виробничого процесу. Мета дослідження полягає у визначенні можливих шляхів зниження питомих витрат енергії, виходячи із рівнів споживання електроенергії підприємством, обсягів продукції а також зв'язків, існуючих між цими змінними.

В якості вихідної інформації для оцінки можливостей зниження питомих витрат використані показники щомісячного споживання найбільш потужних приймачів електроенергії. Такими є: дугова сталеплавильна піч (ДСП), установка «піч–ковш» (УПК), вакуматор (ВД), машина безперервного лиття заготовки (МБЛЗ), крани, газочистка, водо підготовка, компресорна, фільтрокомпенсуючий пристрій (ФКП), загальноцехові установки. Споживання електроенергії фіксувалось як лічильниками, так і визначилось розрахунковим шляхом. В процесі аналізу не розглядались можливості радикальної зміни енергоспоживання шляхом заміни існуючого обладнання виходячи з того, що цей підхід потребує значних капіталовкладень. Аналізувались можливості зниження енерговитрат шляхом використання існуючого на підприємстві обладнання. Це може бути досягнуто шляхом зміни його експлуатаційних режимів. Перш за все мова йде про оптимізацію тривалості роботи обладнання та управління інтенсивністю операцій. Такі заходи маловитратні і дозволяють позбутися неефективних режимів роботи обладнання.

Для визначення шляхів зниження витрат енергії проаналізуємо електробаланс підприємства. Для цього розглянемо дані місячних витрат енергії обладнанням підприємства в умовах, близьких до реалізації проектної потужності. Такі дані наведені в табл.1.

Таблиця 1

Електробалансне підприємство		
Обладнання	Обсяги споживання, кВт.г.	Відсоток витрат енергії, %
ДСП і УПК	49976168	83,6
ФКП	666753	1,1
Газочистка	2856380	4,7
Водопідготовка	2303810	3,8
Компресорна	975030	1,6
МБЛЗ і крани	1746343	2,9
Загальноцехові	1200000	2,3

Із табл.1 видно, що з точки зору перспектив енергозбереження доцільно звернути увагу на найбільш енергоємних приймачів (ДСП і УПК). Інші приймачі електроенергії мають приблизно однакову «вагу». Це підтверджує їх практично рівну привабливість для вирішення задач енергозбереження. В той же час слід зазначити, що загальні цифри їхнього енергоспоживання значні і не можуть бути поза увагою.

Одним із важливих критеріїв, що характеризує ефективність і оправданість використання енергії в технологічному процесі виробництва продукції, є ступінь кореляційного зв'язку значень енерговитрат з обсягом випуску продукції. Тісний зв'язок свідчить про те, що енергія використовується «в справу» і підвищення енерговитрат зумовлено збільшенням випуску продукції. Тому значенню коефіцієнта кореляції приділяють особливу увагу. В сталеплавильному виробництві електрообладнання підприємства безпосередньо пов'язане технологічним процесом і, відповідно, його енергоспоживання повинно корелюватися з обсягом випуску продукції. Ступінь кореляційного зв'язку може служити показником

ефективності використання енергії кожним видом обладнання. Табл.2 ілюструє щомісячні витрати електроенергії, відповідні обсяги виплавки сталі і значення коефіцієнтів кореляції (r) для перерахованих вище приймачів.

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів кореляції

Місяць	Електроспоживання, тис. кВт.г						Обсяги виплавки сталі, тис.тон
	ДСП і УПК	ФКП	Газо- чистка	Водопід- готовка	Компре- сорна	МН ЛЗ і крани	
Січень	43988	703	2583	2611	987	1595	88,8
Лютий	44008	635	2490	1711	908	2145	89,3
Березень	51353	703	2587	2474	944	2101	109,1
Квітень	49976	666	2856	2303	975	1746	107,6
Травень	47334	656	2695	2341	976	2049	108,2
Червень	48500	279	2757	2620	953	2017	106,8
Липень	31300	237	1796	1800	784	1132	95,1
Серпень	47500	328	2632	2619	994	2032	107,3
Вересень	35460	299	2186	2167	927	1628	75,5
Жовтень	47334	656	2695	2341	976	2049	58,8
Листопад	44290	311	2464	2565	994	1953	66,2
Грудень	–	–	–	–	–	–	15,6
Коефіцієнт кореляції, r	0,33	0,103	0,235	0,103	0,07	0,059	

Видно, що для цього обладнання отримані низькі значення r . Це свідчить про те, що енерговитрати на ці процеси незначною мірою пов'язані з обсягом випуску продукції. В налагодженій технології це не є допустимим. Коефіцієнт кореляції ДСП і УПК склав 0,33. В той же час r по заводу в цілому – 0,99, де основна складова енерговитрат – ДСП. Очевидно, що витрати енергії в УПК практично не залежать від випуску продукції. Робота МБЛЗ безпосередньо пов'язана з виробництвом сталі. Низьке значення r свідчить про те, що в процесі роботи бажання заощаджувати електроенергію відсутнє.

Низькі коефіцієнти кореляції енерговитрат свідчать про те, що проектувальники допоміжних систем, що обслуговують ДСП, орієнтувалися на максимальну продуктивність ДСП і варіанти зниження обсягів виплавки сталі не аналізувалися. Між тим, така реальність існує. Очевидно, що при зменшенні обсягів виплавки сталі продуктивність обслуговуючих систем (газочистки, водопідготовки) повинна знижуватися. Це дозволить заощаджувати електроенергію. Ясно, що реалізація такого підходу потребує детального аналізу існуючих систем. У випадку, якщо це буде реалізовано, критерієм покращення ситуації з енерговикористанням може слугувати динаміка зміни відповідних коефіцієнтів кореляції.

Висновок. Використання кореляційного аналізу дозволяє визначити шляхи зниження питомих енергій електроенергії.

Список використаних джерел:

1. Системи енергоменеджменту та їх математичне забезпечення: Навч. посібник/ Г.Г.Півняк, С.І. Випанасенко, О.І. Хованська та ін.– Д.: Національний гірничий університет, 2013.–214 с.

УДК 620.92:621.311.1

Замковий П.О., аспірант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ В КОНТЕКСТІ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ MICROGRID

В індустріально розвинутих країнах світу в останнє десятиріччя спостерігається стійка тенденція зростання використання джерел розосередженої генерації (ДРГ) в якості певної альтернативи традиційним централізованим джерелам енергії. При цьому значну питому вагу серед ДРГ мають відновлювані джерела енергії (ВДЕ). Але мінливий, випадковий характер роботи зазначених джерел створює нові виклики в сфері планування та управління роботою енергетичних систем. У значній мірі у зв'язку цим з'явилась пропозиція об'єднання ДРГ, пристроїв накопичення енергії та навантаження в структури, які отримали назву «Microgrid». Згідно [1] «Microgrid» – це група взаємозв'язаних навантажень і джерел розосередженої генерації (ДРГ) в межах чітко визначених електричних границь, що виступає в якості контрольованої одиниці по відношенню до мережі та може бути приєднана до цієї мережі чи працювати окремо від неї.

Перспективним розглядається варіант приєднання «Microgrid» до централізованої енергосистеми, коли між ними можливий обмін електроенергією по відповідним лініям зв'язку. Зазначений режим роботи гарантує, що під час аварійних ситуацій генерація і відповідні споживачі можуть бути відокремлені від електропостачальної системи за допомогою автоматичних комутаційних пристроїв і працювати автономно, щоб ізолювати навантаження Microgrid від джерела негативного впливу без шкоди для цілісності централізованої мережі.

Таким чином MicroGrid забезпечує високу надійність електропостачання, створює умови для впровадження ВДЕ та збільшує ефективність використання енергоресурсів [2]. Слід зауважити, що більша частина переваг, до яких також можна віднести економічні, можливі лише при ретельному та обґрунтованому управлінні режимами роботи Microgrid в тісному взаємозв'язку та узгодженості з роботою існуючої централізованої енергосистеми. Саме ефективна економічна взаємодія з енергетичним ринком має вирішальне значення для максимізації потенційної вигоди від впровадження Microgrid.

Оператор повинен визначити графік споживання/генерації MicroGrid в цілому для участі на ринку і зокрема оптимальний розподіл потужностей між всіма наявними ДРГ [3]. Одна з проблем, з якими стикається оператор MicroGrid в цій частині своєї діяльності є невизначеність споживання і генерації своїх клієнтів, особливо в тому випадку, коли велика частина генерованої потужності буде припадати на нерегульовані ВДЕ. Ця невизначеність означає, що дисбаланс між запланованим графіком та фактичним виробництвом/споживанням може виявитись значним, а це тягне за собою додаткові витрати. В загальному випадку процес керування Microgrid для участі на ринку електроенергії передбачає необхідність прогнозування певної кількості параметрів складових такої системи: погодинної генерації ВДЕ, погодинного навантаження споживачів та ціни на оптовому ринку електроенергії.

Прогнозування навантаження проводяться методом моделювання, статистичного методу, або на підставі їх комбінації, з різним ступенем успіху. Метод моделювання намагається відтворити процес зростання навантаження і визначити причини цього зростання через аналітичні підходи [1]. Статистичні методи використовують лінійну регресію [2], нейронні мережі зі зворотнім зв'язком [3], еволюційні [4] і гібридні моделі [5]. В усіх зазначених методах для розрахунку навантажень необхідний досить великий набір даних.

Схожу картину ми можемо спостерігати при прогнозуванні вихідних потужностей ВДЕ. У випадку прогнозування як електричних навантажень так і генерації ВДЕ необхідно враховувати велику кількість факторів різної природи. Сюди можна віднести метеорологічні, кліматичні, економічні, соціальні, тощо. Варто зауважити, що в цілому на споживання

електроенергії та вихідну потужність ВДЕ впливає схожий набір факторів, однак з різним ступенем впливу (для навантаження це в більшій мірі температура повітря, для фотоелектричних панелей – інтенсивність сонячного випромінювання, для ВЕУ – швидкість вітру, тощо). Говорячи про MicroGrid – це в першу чергу метеорологічні умови, а оскільки всі складові Microgrid розташовані на певній території, прогнозування навантажень і вихідної потужності ВДЕ доцільно здійснювати одночасно, з використанням однієї моделі, оскільки їх значення залежить від одних і тих же характеристик.

Більшість із зазначених характеристик не можуть бути виміряні безпосередньо, оскільки вони також є прогнозованими значеннями. Таким чином, їх можна віднести до розряду невизначеною інформації. При цьому на прогнозні величини споживання та генерації впливає не скільки абсолютне значення, скільки зміна цих показників. В такому випадку для короткострокового прогнозування можна використати багатoshарову нечітку нейронну мережу зі зворотним зв'язком, де у якості факторів виступають тип дня тижня, статистичні дані добових графіків навантаження, прогнозована оцінка зміни температури, прогноз швидкості вітру, прогноз інтенсивності сонячного випромінювання і деякий інтегральний показник, який характеризує вплив ряду додаткових чинників, склад яких визначається конкретними умовами застосування проекрованої нейронної мережі.

З іншого боку, прогнозування цін на енергетичному ринку є більш складним завданням[5]. При аналізі методів короткострокового прогнозування був врахований той факт, що ми не можемо використовувати методи, які застосовуються енергоринком чи системним оператором, оскільки у них можливості отримання інформації набагато більші. Оператор MicroGrid обмежений в цій інформації, тому для вирішення задачі прогнозування ціни ми не можемо брати складні методи з багатofакторними моделями прогнозування вартості електричної енергії. У зв'язку з цим з'являється необхідність шукати нові підходи до вирішення цього завдання. Перспективними і водночас простими можна вважати методи на основі моделей авторегресії. Вони потребують лише ретроспективні дані по прогнозованому параметру і в поєднанні з методом екстраполяції по найбільш схожій вибірці, такий підхід може дати доволі точні результати. Однак, це актуально у випадку лише коли ми маємо дані в детермінованому виді, які не містять суттєвої похибки. Якщо такі дані мають значну похибку чи частково відсутні, ми будемо використовувати методи на основі моделі нечітких часових рядів. Нечітке моделювання часових рядів представляє нову наукову область і такий підхід дозволяє використовувати прикладні знання інтервального оцінювання для нечіткого вираження поведінки часового ряду і будувати нечіткі моделі залежностей різного класу.

Висновок. Розглянута задача прогнозування генерації ВДЕ, навантаження споживачів MicroGrid та ціни на оптовому ринку електроенергії з точки зору оператора MicroGrid як необхідна складова для визначення оптимального розподілу потужностей між ДРГ при участі MicroGrid на ринку електричної енергії.

Список використаних джерел:

1. Panel_2_PACE Microgrid Workshop - Tech Challenges and Oportunities 1100912 (As defined in Public Act 12-148§7) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cga.ct.gov/2012/act/pa/pdf/2012PA-00148-R00SB-00023-PA.pdf> – Назва з екрану.
2. Опришко, В. П. Регулювання режимів електропостачання в локальних системах Microgrid [Текст] / В. П. Опришко, // Технічна електродинаміка. – К.: Інститут електродинаміки НАН України, 2016. – № 4. – С. 77–79.
3. 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.
4. Catalão, João PS, ed. Electric power systems: advanced forecasting techniques and optimal generation scheduling. CRC Press, 2012.
5. WU, Lei; SHAHIDEHPOUR, Mohammad. A hybrid model for integrated day-ahead electricity price and load forecasting in smart grid. IET Generation, Transmission & Distribution, 2014, 8.12: 1937-1950.

УДК 621.311

Калінчик В.П., к.т.н., доцент, Сунко С.А., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СПОСОБИ ПОБУДОВИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗА УЧАСТЮ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ¹

Вступ. Автономне електропостачання сьогодні користується великим попитом як у приватних осіб, так і у організацій. Як правило, мова йде про підприємства, чий виробничий процес вимагає безперервного електропостачання та самостійного контролю подачі електроенергії - а також медичним закладам, де від якості електропостачання залежать людські життя. Такий стан справ, в першу чергу, обумовлено зносом централізованих електромереж.

Мета роботи: провести аналіз існуючих структур побудови автономних систем електропостачання, особливостей їх функціонування та взаємозв'язку з системою централізованого електропостачання; запропонувати варіант оптимізованої структури автономної системи електропостачання, що підвищує енергетичну ефективність її функціонування і забезпечує надійне електропостачання груп споживачів.

Основний зміст. Якість електроенергії, яка виробляється автономними електрогенераторами, має параметри на рівні, а часом і кращі, ніж в централізованій мережі. Це особливо важливо при використанні їх як джерел енергії для об'єктів, оснащених обладнанням, чутливим до якості електроенергії. Так, сучасні заводські верстати, забезпечені електронним керуванням, дуже чутливі до стрибків напруги, що може призвести до їх виходу з ладу. З огляду на те, що вартість такого обладнання може сягати до декількох мільйонів гривень, побудова автономної системи електропостачання безперервної системи електропостачання стає виправданою. Незважаючи на високу вартість обладнання для таких систем, в довгостроковій перспективі воно дозволить помітно знизити витрати на заміну або ремонт обладнання і на витрати в разі простою виробничих-процесів [1].

По складу сучасні енергетичні установки для автономного електропостачання можуть бути побудовані на основі автономних вітрових і сонячних електростанцій або на основі спільного використання електроустановок відновлюваної енергетики та дизельних електростанцій. Варіант з дизельною генерацією може бути реалізований з використанням дизельна електростанція в якості резервного джерела живлення, або для спільної роботи з електроустановками відновлюваної енергетики на загальне навантаження [2].

Через змінний характер графіків електроспоживання та енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії, до складу автономної системи електропостачання потрібно включити пристрій накопичення електричної енергії. Середня потужність навантаження на конкретному часовому інтервалі визначається позитивним енергетичним балансом накопичувача, коли його енергія, отримана від відновлювальних джерел енергії, перевищує енергію віддану в навантаження. Баластова навантаження приймає можливі надлишки електроенергії, не затребувані в поточний часовий інтервал навантаженням і акумуляторною батареєю [3].

У зв'язку з істотними добовими змінами потенціалу вітру і сонячного випромінювання, які зазвичай не відповідають сезонним змінам графіків енергоспоживання, забезпечити неперервне електропостачання потужних споживачів тільки за рахунок відновлюваних джерел енергії сьогодні неможливо. Область їх застосування, як правило, обмежена окремими споживачами потужністю в межах одиниць кВт. Поєднання сталого джерела електроенергії - дизельна електростанція і нестабільного поновлюваного дозволяє побудувати універсальні енергетичні комплекси з високими техніко-економічними характеристиками, що надійно

¹ Дослідження виконується в рамках магістерської дисертації «Підвищення рівня енергоефективності та надійності комбінованих систем електропостачання»

забезпечують електропостачання різних децентралізованих об'єктів [3].

При менших встановлених потужностях установок відновлюваної енергетики збільшується навантаження на дизельну генерацію. Зростання відносної тривалості режимів генерації ППЕ відновлювальних джерел енергії недостатньої для поточного покриття навантаження визначає доцільність режимів паралельної роботи паливного і поновлюваного компонента гібридної системи електропостачання. Реалізація такого роду режиму вимагає додаткового ускладнення алгоритмів управління енергетичного комплексу введенням в його склад відповідного обладнання: універсального інвертора, здатного працювати автономно і паралельно з електричною мережею, пристрою синхронізації [4].

Подальшим розвитком інтелектуальних гібридних систем електропостачання є використання в них інверторних дизельних електростанцій.

Перевагою інверторної дизельної електростанції є скорочення витрати палива в режимах малих навантажень за рахунок зниження частоти обертання дизель-генератора.

Зазвичай, в якості перетворювача напруги в таких системах використовуються випрямно-інверторні перетворювачі частоти. Такі ж перетворювачі входять до складу сучасних вітроелектростанцій.

Переваги використання шини змінного струму проявляються при побудові системи розподіленої генерації, що зазвичай має місце при інтеграції енергоустановок відновлювальних джерел енергії в існуючі системи електропостачання [5].

Спільна робота в автономній системі електропостачання дизельна електростанція і установок відновлюваної енергетики найбільш раціонально описується як робота вітро- та фотоелектростанції на електричну мережу, утворену дизельною електростанцією. Дизельна електростанція в цьому випадку розглядається як основне джерело електроенергії, а участь в генерації відновлюваних джерел електроенергії дозволяє зекономити значну частину палива [6].

Висновки. Економічний потенціал відновлювальних джерел енергії змінюється в часі і має спеціально оцінюватися в ході підготовки і реалізації конкретних програм і проектів з розвитку відновлювальних джерел енергії (з урахуванням комплексної оцінки їх конкретного внеску в досягненні зазначених стратегічних цілей).

Відновлювана енергетика здатна зробити значний вклад у вирішення проблем підвищення надійності електропостачання споживачів та сприятиме децентралізації системи ОЕС України. Найбільш перспективним варіантом побудови автономних енергетичних комплексів для таких об'єктів представляється інтеграція в автономну систему електропостачання вітро- та фотоелектричних генеруючих установок.

Список використаних джерел:

1. Лукутин Б.В. Децентрализованные системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие/ Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 100 с.
2. Виссарионов, В.И. Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии / В.И. Виссарионов, С.В. Белкина, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин -М., 2004. 448 с
3. Бурбело М.Й. Проективання систем електропостачання. Приклади розрахунків / Бурбело М.Й. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2005. – 148 с.
4. Елистратов В.В., Конищев М.А. Ветродизельные электростанции для автономного энергоснабжения северных территорий России // Альтернативная энергетика и экология, №11(151)/2014
5. Балюзин, В.М. Расчет энергопотребления при проектировании автономной системы электроснабжения. Электрооборудование автономных объектов. Текст. / В.М. Балюзин, В.И. Дулов М.: Сборник научных трудов МЭИ, 1987. - № 143. - С. 19-23.
6. Castle J. Analysis of merits of hybrid wind/photovoltaic concept for standalone systems. Text. / J.A. Castle, J.M. Kallis, S.M. Moite, N.A. Marshall // Proceeding of the 13th IEEE Photovoltaic specialists conference. 1981. - P. 738-742.

УДК 519.2:620.98+621.31

Костюк В.О., к.т.н., доцент,
Інститут загальної енергетики НАН України,
Базюк Т.М., к.т.н., асистент, **Мищенко С.В.**, магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

КОМБІНОВАНА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНА СИСТЕМА ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МІНІМЕРЕЖІ ІЗ СУБОПТИМАЛЬНИМИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Системи енергопостачання споживачів з використанням технологій відновлюваної енергетики (ТВЕ) є привабливими за дотримання економічних умов, що гарантують виробнику або власникові об'єкта пільгові умови господарювання та збуту виробленої електроенергії [1]. Сучасні інструментальні програмно-інформаційні засоби [2] дають змогу продемонструвати результати ефективного розв'язування прикладних задач – пошуку раціональних проектних рішень енергопостачальних систем (ЕПС) на основі мікро- та мінімережі [3], тобто визначити структуру *гібридної* ЕПС та інтерпретувати результати техніко-економічних розрахунків.

За допомогою моделювання [2] шляхом програмної реалізації генетичних алгоритмів (GA, [4]), можуть бути отримані оптимальні, або дуже близькі до оптимальних конфігураційні рішення комбінованої ЕПС – із використанням компонентів відомих світових чи національних виробників електротехнічного обладнання. Числові значення техніко-економічних параметрів та експлуатаційних характеристик цих компонентів вміщено до бази даних. Чисельні результати моделювання проаналізовані шляхом співставлення ефективності GA порівняно з результатами використання звичайного перебору варіантів – тобто отриманих шляхом оцінювання всіх можливих/прийнятних проектних рішень.

За допомогою програмно-інформаційного комплексу (ПК) iNOGA отримано розв'язки багатокритеріальної оптимізаційної задачі (БОЗ) пошуку субоптимальної структури ЕПС для підприємства хімічної галузі, розташованого у місті Каховка. Використовуються критерії: мінімуму приведеної вартості *NPC (Net Present Cost)* та еквівалентного обсягу викидів *LCE (Level of Carbon Emission)*, також мінімуму незадоволеного попиту *UL (Unmet Load)*.

Прогнозні фінансово-економічні дані, взяті за основу для тестування моделі засобами ПК iNOGA відображені в таблиці 1.

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

З метою організації розрахункового експерименту використані дані типового графіка електричних навантажень електроприймачів об'єкта (підприємства хімічної галузі) із річним обсягом споживання, що не перевищує 5000 кВт·год/рік, географічне розташування якого знаходиться в місті Каховка поблизу річки Дніпро. Для обрання обладнання вітроелектричного агрегату та сонячних фотомодулів інструментальні засоби ПК iNOGA забезпечують уведення статистичних даних щодо вітрового та сонячного потенціалу, виміряного в околиці місця розташування об'єкта електропостачання. Для застосування умов збуту надлишку виробленої електроенергії за пільговими «зеленими» тарифами згідно з вимогами українського законодавства, проектну середньозважену ціну тарифу визначено на рівні 0,13 Євро/кВт·год з

одночасною можливістю закупівлі дефіциту електроенергії з ЕМ на договірних умовах за тарифом 0,0462 Євро/кВт·год.

На рис. 1 і рис. 2 наведено розрахункові дані для конфігураційного варіанту відповідно до обраного розв'язку оптимізаційної задачі, одержаного шляхом одноцільового пошуку за одним із критеріїв – NPC чи LCE; для цих двох обраних критеріїв варіант зображено на рис. 1 номером «3» (третій із кращих розв'язків, рекомендованих алгоритмом ранжування розв'язків моделі, що його виконує ПІК ІНОГА).

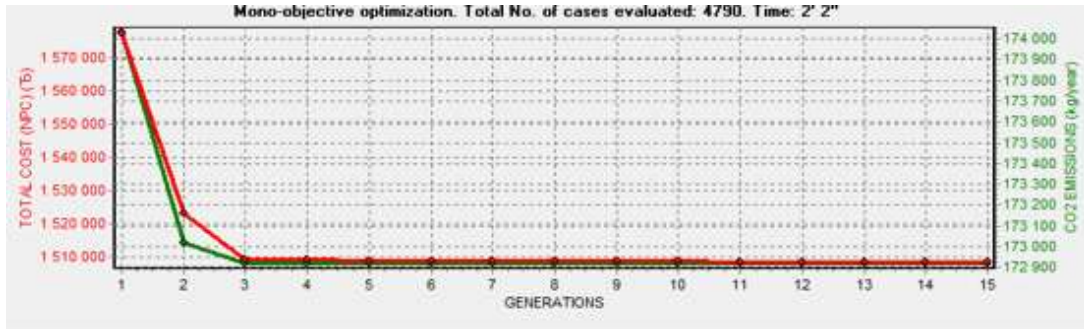


Рис. 1 – Субоптимальні конфігурації KEU, ранжовані за одним критерієм (NPC або LCE)



Рис. 2 – Модельні розрахункові дані: а) капітальні витрати на облаштування KEU за проектом; б) – річний розрахунковий баланс KEU, в кВт·год/рік

Розрахункові значення фінансово-економічних показників варіанту електропостачальної системи на основі KEU відображені у таблиці 2, а на рис.3 зображено криву кумулятивного дисконтованого грошового потоку, в тис. Євро.

Таблиця 2

Початковий обсяг інвестицій (кап.вартість), тис.Євро	2188,77
Кредитні зобов'язання, тис.Євро	281,36
Приведені витрати на е/енергію, куплену з електромережі (від постачальника), тис.Євро	411,62
Надходження від збуту е/енергії, тис.Євро	1306,78
Ефективна приведена вартість проекту, тис.Євро	1509,12
Співставна приведена вартість за проектом постачання 100% обсягу електроенергії з розподільної мережі протягом розрахункового терміну експлуатації (25 років), тис.Євро	3401,08
Приведена нормована собівартість, Євро/кВт·год	0,05

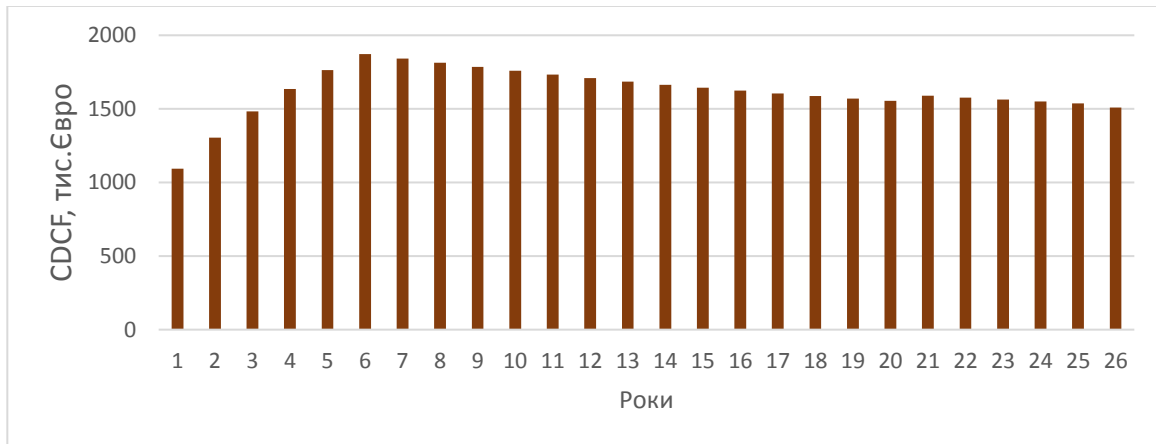


Рис.3 – Кумулятивний дисконтований грошовий потік проектного варіанту

Програма дає змогу проаналізувати обсягові показники у вигляді автоматично сформованих діаграм, де відображаються залежності з бігом часу, із бажаним відповідно до вибору дослідника відображенням усереднених значень відповідно обраного масштабу часу (рис.3) - погодинно, помісячно, також сукупні річні обсяги (див. рис. 2 б)).

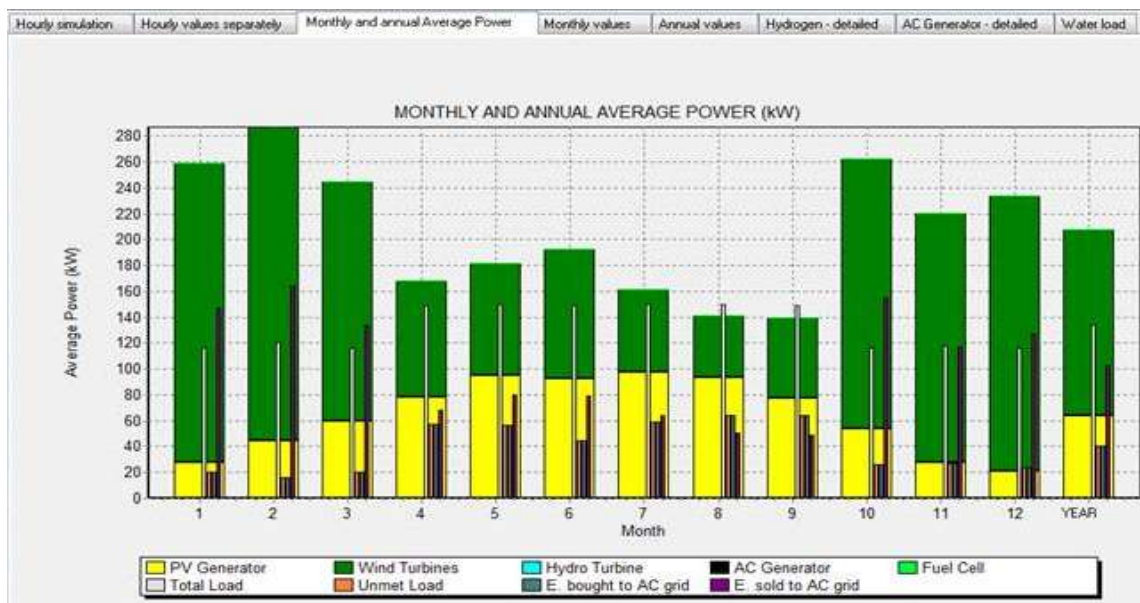


Рис.4 – Потужність генерування та споживання електричної енергії в системі електропостачання на основі КЕУ, кВт: середня щомісячна та середньорічна.

«Примітка. Малі гідротурбіни та паливні елементи не входять до складу розрахункового варіанту КЕУ»

Список використаних джерел:

- 1 Закон України Про внесення змін до Закону України "Про електроенергетику" щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] / Відомості Верховної Ради (ВВР)-2013, N 51, ст.714-Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5485-17>
2. 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.
3. Попов В.А. Алгоритм многокритериального управління режимами роботи мікросетей / В.А. Попов, Е.С. Ярмолюк, П.А. Замковой // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харків, 2014. – № 2/2 (68). – С. 61–68.
- 4.Костюк В.О. Прикладні задачі застосування гібридних моделей для оптимізації локальних електропостачальних систем з власною генерацією/ В.О. Костюк, Т. М. Базюк // Енергетика: економіка, технології, екологія. № 3– 2016». К.: НТУУ КПІ, 2016. – с.51 - 60 .

УДК [51.7+330.44]:620.29+621.311

Костюк В.О., к.т.н, доцент, **Каплін М.І.**, к.т.н.,
Інститут загальної енергетики НАН України,
Проташик О.В., магістрант, Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕКОНОМІКО–МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ З ОПТИМАЛЬНИМ РОЗПОДІЛОМ ІНВЕСТИЦІЙ

Найвагомішим здобутком в практиці розв'язання техніко-економічних задач є розвиток методології економіко-математичного моделювання, зокрема моделей виробничого типу за Канторовичем та Леонтьєвим [1, 2]. Такі моделі дають змогу розраховувати числові оцінки обсягових та вартісних показників (цін) продуктів із *асортиментного набору* тих, що випускаються системою у фіксованому співвідношенні обсягів. В економіко-математичних моделях цього типу основним термінологічним поняттям є *технологічний спосіб*, запропонований Канторовичем: векторно-матричне подання виробництва кінцевих продуктів технологіями модельованої системи з урахуванням споживання інших продуктів та екзогенних (зовнішніх) ресурсів, котрі модельованої системою не охоплюються, тобто постачаються ззовні. Загалом, економічну систему характеризують чотири основні поняття: *продукт, фонд, праця* і *технологічний спосіб*. Важливою характеристикою моделі Канторовича є *асортиментний набір* продуктів (асортимент).

Проблему розвитку сектору генерування енергетичної системи на основі технологій відновлюваної енергетики (ТВДЕ) узагальнено можна розглядати як задачу розширення існуючого або створення нового виробництва, що висвітлено у роботах [3, 4] – відповідно до прогнозних даних інвестиційного плану. Технологічний спосіб моделі Канторовича тут можна пов'язати із функціонуванням технологічної установки, котра використовує різні *види* паливних чи енергетичних ресурсів для виробництва енергетичних продуктів (теплової та/або електричної енергії) з метою забезпечення попиту на їх споживання. В умовах ринку технологічні способи відображають конкурентні переваги виробників енергетичного обладнання, за допомогою якого технологія виробництва здатна функціонувати стійко та надійно. Розроблення економіко-математичної моделі пов'язане з попереднім оцінюванням техніко-економічних показників системи шляхом інженерно-економічних розрахунків й має на меті визначення *коефіцієнтів* технологічної та ресурсної матриць моделі.

Математичний запис моделі Канторовича у прийнятих позначеннях [1, 3] є таким:

$$\begin{aligned} G \cdot X - K \cdot z &= Y^0, \\ R \cdot X + \Lambda'' \cdot R'' &= R^0, \\ z &\rightarrow \max, \end{aligned} \quad (1)$$

де K – асортиментний вектор (термін Л.В. Канторовича), або пропорціонувальний вектор, що задає пропорції в обсягах кінцевих основних продуктів, формуючи таким чином певний асортиментний набір кінцевих продуктів; z – кількість вказаних наборів кінцевих продуктів, інакше масштабувальна змінна; G – основна технологічна матриця; X – вектор основних продуктів; Y^0 – вектор стовпець надлишкових обсягів додаткових продуктів; R – ресурсна матриця; R^0 – вектор-стовпчик наявних екзогенних ресурсів (твердих біопалив, біогазу, енергії сонця, вітру, тощо). Систему (1) доповнено рівнянням розподілу інвестицій.

Модель виконує розподіл основних й обігових фондів, що обслуговують функціонування галузевих технологічних способів (забезпечують функціонування технологій генерування за умов дотримання проектних технічних та економічних показників) – відповідно до обсягу інвестиційного капіталу, спрямованого на розвиток галузі [4].

Структура «моделі Канторовича з розподілом ресурсів при заданій їх сукупній вартості й заданими цінами (оцінками) ресурсів» подається у матричній формі; фрагмент табличного запису такої моделі подано на рис. 1 у форматі електронних таблиць MS Excel®. Розрахунки обсягів виконуються в тонах нафтового еквіваленту (т.н.е.) й оцінюються в Гкал та ГВт·год.

		ЗОВНІШНЯ ЕНЕРГІЯ - РЕЗЕРВУВАННЯ					ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ ВДЕ					ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ ВДЕ					АВК
		ГЕС ОЕС України	ТЕС ОЕС України	Електрична енергія зовнішня, підсумовування	Електрична енергія зовнішня, підсумовування	Електрична енергія для резервування об'єктів Е-ВДЕ, залучення	Опалювальні котли на соломі/стеблах та соломи інших пелетах	Котли та ТЕЦ на деревині, деревних пелетах та біомасі	ТНУ вода/вода та вода/повітря (теплонасосні системи, од. потужністю 1-5 МВт ел)	Автономні інтегровані колекторні установи з накопичувачем тепла (ІКУНТ)	Біогазова установка, виробництво теплової енергії	Гео ТЕС - електроенергія (бінарна установка)	Малі ГЕС, < 10 МВт	Вітрові електростанції (ВЕС)	Сонячні фотоелектричні станції (СФЕС)	Біогазова установка, виробництво електричної енергії	Асортиментний вектор Канторовича
		ColNm89 - імена стовпців															
		tp.01.1	tp.01.2	tp.01.3	tp.01.4	tp.01.5	tp.02.1	tp.02.2	tp.02.3	tp.02.4	tp.02.5	tp.03.1	tp.03.2	tp.03.3	tp.03.4	tp.03.5	av.00
RowNm89		Основна матриця															
pr.01	Електрична енергія ГЕС ОЕС, т.н.е.	0,97															
pr.02	Електрична енергія ТЕС ОЕС, т.н.е.		0,97														
pr.03	Е/е зовнішня, підсумовування, т.н.е.			1	1												
pr.04	Е/е резервування від ОЕС, т.н.е.					1											
pr.05	Теплова енергія, т.н.е. (Гкал)						0,7	0,75	0,9	0,85	0,32						-0,4
pr.06	Електрична енергія, т.н.е. (ГВт·год)							0,1			0,46	0,63	0,95	0,95	0,95	0,93	-0,6

Рис. 1 – Технологічні коефіцієнти витрат і втрат технологічних способів виробництва і резервування електроенергії та компоненти асортиментного вектора Канторовича

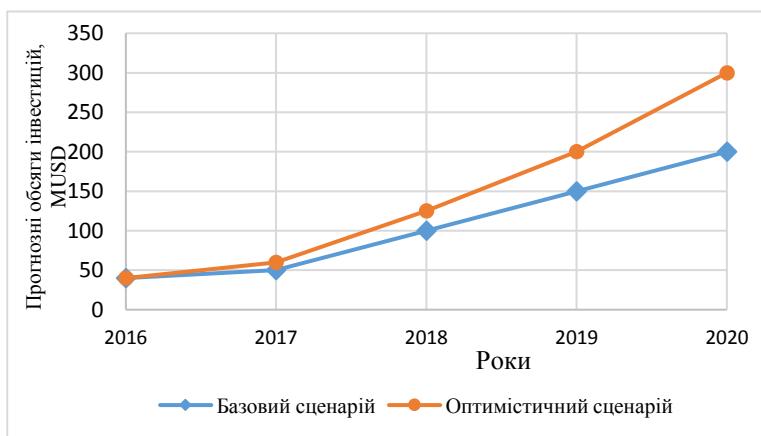


Рис.2 – Прогнозні сценарії інвестиційних надходжень, що спрямовуються на розвиток ТВДЕ в Україні

Список використаних джерел:

1. Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 347 с.
2. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика / Пер. с англ. В.П. Бусыгин и др., под ред. А.Г. Гранберг. — М.: Экономика, 1997. — 479 с.
3. Добровольський В.К. Економіко-математичне моделювання енергетичних систем // В.К. Добровольський, О.В. Стогній, В.О. Костюк, М.І. Каплін. — Київ, Наукова Думка. — 2013. — 250 с.
4. Добровольський В. К. Эффективность применения экономико-математических моделей. — В кн. Аграрно-промышленные комплексы (Проблемы развития и оптимального функционирования). — К.: Наукова думка, 1976, с. 219-245.
5. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения / Пер. с англ. Г.Н. Андрианова, Л.И. Горькова, А.А. Корбута, А.Н. Ляпунова; под общей ред., предис. Н.Н. Воробьева. — М.: Прогресс, 1966. — 600 с. — То же. Linear Programming and Extensions. George B. Dantzig. The Rand Corporations and University of California, Berkeley — Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1963.
6. Kostiyuk V.O. "Price Evaluation in Nuclear Power Industry: Modeling and Computation" / Kostiyuk V.O., Kostiyuk T.O. Dobrovolsky V.K. / Technical Publication ICONE20 POWER20-1254276, Track 1-6 // ICONE20 POWER20, July 28–August 3, 2012, Anaheim, CA, USA. — 2012.

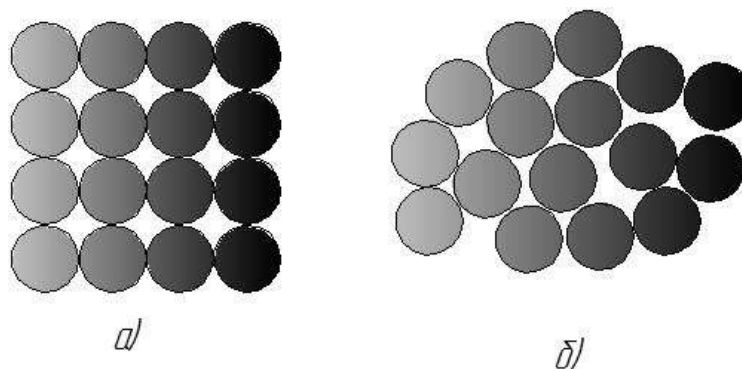
УДК 621.314

Кулагін Д.О., к.т.н. професор,
Запорізький національний технічний університет
Волков М.А., інженер-конструктор
ПАО «ВІТ»

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ З МАГНІТОПРОВОДОМ З АМОРФНОЇ СТАЛІ ПРИ МОДЕРНИЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

Перш ніж дійти до споживача, електрична енергія зазнає багаторазової трансформації у підвищувальних та знижувальних трансформаторах. Незважаючи на відносно великий ККД трансформаторів, вартість електроенергії, яка в них втрачається є досить великою, що пояснює прагнення до створення нових, енергоефективних типів трансформаторів. Одним із методів зменшення втрат у трансформаторі є використання матеріалів з кращими характеристиками. Втрати, які мають місце у трансформаторі поділяються на втрати короткого замикання та неробочого ходу. Втрати короткого замикання пропорційні квадрату струму навантаження та опору обмоток. Але для міді та алюмінію, які на даний момент використовуються у обмоткових проводах, не існує вигідної альтернативи. Використання матеріалів з більшими значеннями питомої провідності, такими як срібло та золото є абсурдним, а трансформатори з обмотками на основі високотемпературних надпровідників ще не вийшли з дослідної експлуатації. У свою чергу, втрати неробочого ходу дуже залежать від характеристик сталі, яка використовується для виготовлення магнітопроводів. Перехід від гарячекатаної електротехнічної сталі до анізотропної електротехнічної сталі холодного прокату дозволив зменшити втрати холостого ходу приблизно на 30%. На даний момент, для трансформаторів невеликої потужності є можливість переходу на магнітопроводи виготовлені з аморфної електротехнічної сталі, з надзвичайно низькими питомими втратами.

Аморфна електротехнічна сталь є матеріалом, який не має кристалічної структури та отримується завдяки швидкому охолодженню розплаву. Розплав виливається на диск, який обертається з високою швидкістю. При потраплянні на поверхню диску, розплав охолоджується зі швидкістю близько 100 К/с та перетворюється на металеву стрічку. Через відсутність періодичності у розташуванні атомів, ці сталі мають надзвичайно малі втрати на гістерезис. А через малу товщину стрічок з аморфної сталі (15-60 мкм), зменшуються і втрати на вихрові струми. На рис. 1 проілюстровано різницю у орієнтації атомів звичайної та аморфної електротехнічних сталей.



а – анізотропна електротехнічна сталь, б – аморфна сталь
Рис. 1 – атомарна будова анізотропної та аморфної електротехнічних сталей

Характеристики типові для холоднокатаної анізотропної та аморфної сталей зведено до табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняння характеристик анізотропної та аморфної електротехнічних сталей

Матеріал	Індукція насичення, Тл	Питомий опір, мкОм*см	Питомі втрати, Вт/кг	Товщина пластини (стрічки)
Анізотропна сталь	2.03	50	0.440	0.23
Аморфна сталь	1.56	130	0.070	0.025

На даний момент українські розподільні мережі є однією з найменш енергоефективних ланок енергосистеми України. Великий вклад у втрати вносить застаріле трансформаторне обладнання, експлуатація якого продовжується значно довше гарантованого строку служби. Втрати у таких трансформаторах перевищують нормативні у 1.5-2 рази. Вартість цих втрат є одним з факторів на користь заміни трансформаторів, які відпрацювали свій строк, на трансформатори з магнітопроводами з аморфної сталі. Зниження витрат, досягнуте за рахунок переходу на аморфну сталь (трансформатори фірми «АВВ») у порівнянні з вітчизняними трансформаторами, які виготовляються ОАО «Электрозавод» відображене у табл. 2.

Таблиця 2 – Зниження втрат неробочого ходу досягнуте через використання аморфної сталі

Потужність трансформатора, кВА	Втрати неробочого ходу, Вт		% зниження втрат
	Анізотропна сталь	Аморфна сталь	
100	320	65	80
250	630	110	83
400	900	170	81

На сучасних промислових підприємствах набули значного розповсюдження нелінійні електроприймачі. Нелінійне навантаження викликає викривлення форми струму та появу вищих гармонійних складових. Чисельні дослідження показали, що вищі гармонійні складові не чинять суттєвого впливу на трансформатори з магнітопроводами виконаними з аморфної сталі, що зменшує втрати від несинусоїдності та є суттєвою перевагою. Варто зазначити, що на даний момент заміни потребує колосальна кількість розподільчих трансформаторів, що потребує їх масового виробництва на території України. Основними перепонами у масовому виробництві трансформаторів такого типу є недостатньо низька вартість аморфної сталі у порівнянні зі звичайною електротехнічною. Аморфна сталь повинна бути дещо дешевшою, ніж анізотропна, тому що, так як аморфна сталь має більш низьку робочу індукцію, це призводить до збільшення розмірів активної частини трансформатору. До недоліків можна віднести те, що магнітопроводи виготовлені з аморфної сталі мають прямокутну форму поперечного перерізу, а відповідно, і прямокутні обмотки. Прямокутні обмотки є більш уразливими до струмів КЗ та електродинамічних деформацій ніж циліндричні. Окрім цього аморфний сплав є дуже крихким матеріалом. Магнітопровід виготовлений з метгласової стрічки не допускає надмірного механічного навантаження. Через ці особливості, на даний момент існують деякі обмеження у потужностях, на які можуть бути виготовлені магнітопроводи з аморфної сталі. Компанія «Hitachi» виготовляє маслonaповнені аморфні трансформатори потужністю до 3000 кВА. Отже, оптимальною сферою застосуванням таких трансформаторів можна назвати цехові трансформаторні підстанції, потужність одиниці трансформаторного обладнання яких рідко перевищує 2500 кВА.

Висновок. Розглянуто переваги заміни застарілих трансформаторів на трансформатори з магнітопроводами з аморфної сталі, недоліки конструкції таких трансформаторів та окреслена оптимальна сфера їх застосування.

Список використаних джерел:

1. Islam A. Prospective analysis of energy efficient amorphous metal distribution transformer (AMDT) / A. Islam// Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2012 Asia-Pacific. – 2012. – 4 p.

УДК 621.311

Лазуренко А.П., к.т.н., професор,
Черкашина Г.И., к.т.н., доцент,
Кругол М.М., аспірант,

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЭЦ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

Принято считать, что потребление электроэнергии на собственные нужды ТЭЦ составляют 5-15% от установленной мощности ТЭЦ. Данная цифра зависит от разных факторов: топлива, размещения и режима работы, состояния оборудования. Но исследования показывают, что реальное потребление на собственные нужды украинских ТЭЦ могут достигать 45% от их выработки. Особенно критично это для отопительных ТЭЦ, работающих по тепловому графику нагрузки в летний период.

В летний период нагрузка таких ТЭЦ значительно ниже, чем зимой, это обуславливается существенно меньшей тепловой нагрузкой станции. Выработка электроэнергии зависит полностью от теплового режима станции. В ряде случаев основное оборудование таких ТЭЦ работает в минимально допустимых режимах работы. Разгрузка блоков, работающих на газе, допускается до 50%, для блоков, работающих на угле – до 65%. При работе основного оборудования станции в частичных нагрузках необходимо регулировать производительность вспомогательного оборудования. Основными потребителями электроэнергии в системе собственных нужд ТЭС являются насосы и вентиляторы.

На украинских ТЭЦ основными способами регулирования производительности механизмов собственных нужд является дросселирование и бойпасирование. Наиболее эффективным способом регулирования их производительности есть изменение скорости вращения механизма. К сожалению, использование данного способа на украинских ТЭС – редкость, исключение составляет использование турбоприводов питательных насосов, которые используются лишь на блоках 300МВт и выше. В эксплуатации есть единичные примеры использования частотно-регулируемых электроприводов.

Такое редкое использование частотно-регулируемых приводов объясняется их высокой ценой и длительным сроком окупаемости, который напрямую зависит от режима работы станции. Выходом из сложившейся ситуации может стать использование группового частотного привода. Данный способ регулирования производительности механизмов собственных нужд основан на разделении механизмов собственных нужд на группы, с похожими режимами работы. Несколько механизмов таких групп питается от одного частотно преобразователя, который выдает напряжение с групповой частотой. Но при этом, за счет различия механических характеристик механизмов группы, они оказываются в неодинаковых режимах, поэтому их дорегулирование производится классическими существующими способами – дросселированием и бойпасированием, но с существенно меньшими потерями. Авторы занимаются исследованием и моделированием режимов работы механизмов собственных нужд с целью определения оптимального состава групп механизмов и частоты питающего напряжения для получения максимального эффекта при регулировании.

Преимущество данного способа регулирования производительности механизмов собственных нужд заключается в меньших капитальных вложениях и меньшем сроке окупаемости оборудования.

УДК 697.1

Лисенко О.М., к.т.н., Гончарук С.М., к.т.н., Олійник Л.В., Андрейчук С.В.,
 Інститут технічної теплофізики НАН України

ЕНЕРГОАУДИТ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ЗА ТРИВАЛИЙ ПЕРІОД ЧАСУ

Для впровадження будь-яких заходів щодо підвищення енергоефективності будівель в першу чергу потрібно провести її енергоаудит. В ІТТФ НАН України уже протягом тривалого часу, а саме 12 років, в автоматизованому режимі проводиться облік споживання теплової енергії комплексу будівель Інституту по вул. Булаховського, 2. При цьому також фіксувались інші основні параметри, що характеризують теплоспоживання: температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах, зовнішнього повітря, витрати теплоносія подавальному та зворотному трубопроводах.

На рис. 1 показано тенденції зміни споживання теплової енергії, її вартості та тривалості опалювального сезону з 2004 по 2017 роки. Зазначимо, що всі будівлі початково оснащені елеваторними тепловими пунктами без погодозалежного регулювання. Проте в одному з корпусів в 2011 році було впроваджено автоматизований індивідуальний тепловий пункт (ІТП) з ефективним регулюванням теплоспоживання будівлі в залежності від температури зовнішнього повітря, що в подальшому дозволило в середньому за опалювальний сезон економити до 15 % споживання теплоти у порівнянні з будівлями, в яких відсутні ІТП. Як видно з рис. 1, протягом останніх трьох опалювальних періодів значно зменшилось споживання теплоти. Це пов'язано зі значним підвищенням тарифу на теплові послуги, що призвело до впровадження заходів стосовно максимально можливого заощадження тепловитрат (зменшення тривалості опалювального періоду, зменшення опалювальної площі та ін.). Також слід зазначити, що останнім часом все частіше виникають аварійні ситуації в тепломережах, що негативно відображається на дотриманні нормативних температур в приміщеннях будівель.

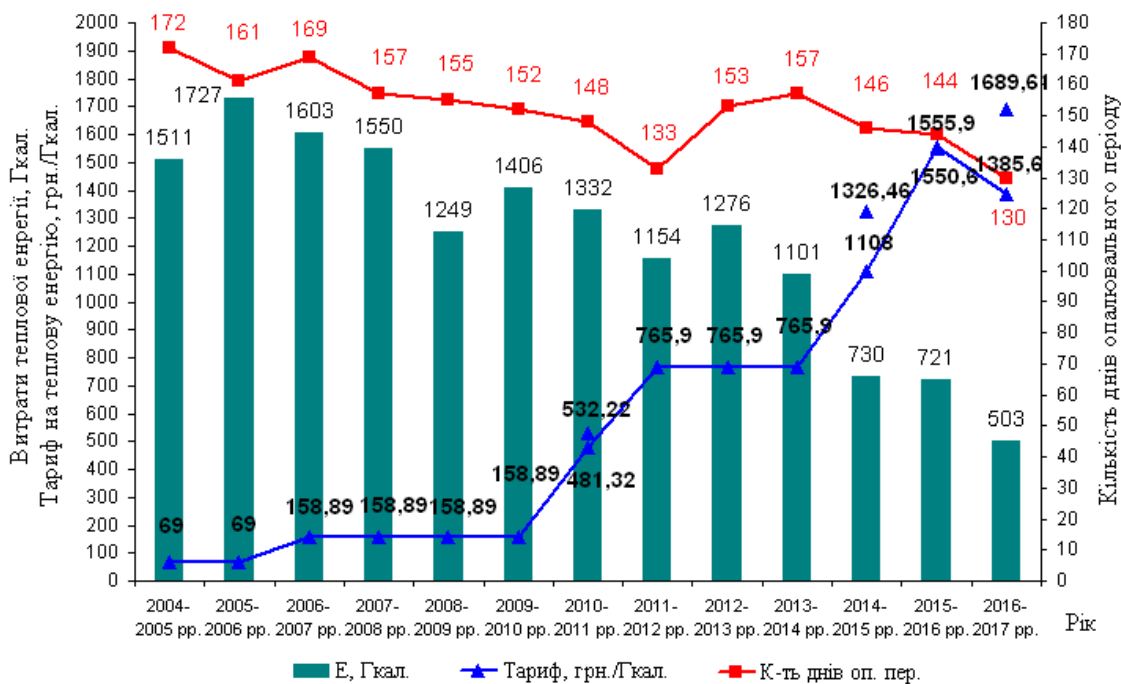


Рис.1. Динаміка теплоспоживання будівель ІТТФ НАН України

Висновок. Наявність в ІТТФ НАН України значної експериментальної бази даних основних параметрів теплоспоживання за тривалий період часу дозволяє в подальшому проводити оцінку стану будівель в цілому та вжити заходів до підвищення енергоефективності.

УДК 621.311

Махотило К.В., к.т.н., с.н.с.,
Червоненко І.І., к.т.н., старший преподаватель,
Кулешов В.С., магистрант, **Кулешова К.В.**, магистрант,
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

КОМПЛЕКСНЫЙ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩИЙ УЗЕЛ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Современные тенденции в мировой энергетике направлены на развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как солнечные (СЭС) и ветровые электростанции (ВЭС). Это призвано снизить потребление ископаемых энергоресурсов и сократить выбросы в окружающую среду. Динамика введения в эксплуатацию новых электростанций на ВИЭ существенно опережает темпы строительства новых тепловых и атомных энергоблоков. И Украина не является исключением, хотя следует отметить, что доля возобновляемой энергетики в стране не настолько существенна, в сравнении с другими странами Европы и Азии, но по объему введенных в стране мощностей за последние годы, электростанции на ВИЭ опережают традиционную энергетику.

Однако в энергосистемах, содержащих большое количество электростанций, работающих от энергии солнца и ветра, отмечаются значительные суточные и сезонные колебания мощности, что негативно влияет на работу других электростанций и энергосистемы в целом. Путем решения этой проблемы, является объединение СЭС и ВЭС в рамках электрогенерирующих узлов. Разный характер зависимости их мощности от метеоусловий позволяет проще обеспечить требуемый график генерации энергии узлом на протяжении дня. А включение в состав энергоузла еще и накопителей электроэнергии позволяет перераспределять мощность между зонами, где генерация превышает нагрузку и зонами где ее недостаточно, тем самым повышая коэффициент использования установленных мощностей СЭС и ВЭС.

Одним из преимуществ энергогенерирующих узлов является способность обеспечить автономность отдельного узла нагрузки, что позволяет применять их в системах с распределенной генерацией энергии. Наличие источников энергии в непосредственной близости от нагрузки увеличивает надежность энергоснабжения потребителей, повышает устойчивость энергосистемы и способствует снижению потерь в сетях.

Тем не менее, с ростом числа распределенных источников энергии в узле управлять процессами в нем становится все сложнее, поэтому возникает необходимость внедрения технологии интеллектуальных (умных) сетей. В таких системах передачи и распределения электроэнергии от источника к потребителю, благодаря использованию современных информационных технологий и систем управления, все оборудование взаимодействует друг с другом, образуя единую интеллектуальную сеть. В рамках энергоузла умные сети должны обеспечить саморегулирование и двунаправленное распределение потоков мощности между ВИЭ и потребителями-регуляторами.

В работе разработана модель энергоузла в составе СЭС, ВЭС и аккумулятора энергии. На основе результатов моделирования выявлена зависимость между мощностью нагрузки в различные сезоны и требуемой для ее покрытия установленной мощностью электростанций, входящих в энергоузел. Определены условия и разработан алгоритм работы системы управления распределением потоков мощности между потребителями и накопителем энергии, а также показана необходимость использования регулирования мощности потребителей в рамках умных сетей энергоузла для обеспечения надежного энергоснабжения от ВИЭ.

УДК 621.625.032

Мельников Г.И. к.т.н. доцент,
Бенгард А.О. аспирант,

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Выпуск двигателей внутреннего сгорания (ДВС) невозможен без работ по регулировке, испытанию, а также проверке эксплуатационных характеристик двигателей. Для выполнения данных работ, машиностроительное предприятие расходует топливо, среднегодовой объем которого, может составлять до 140 тонн в год [1].

При этом энергия, производимая ДВС, во время проведения данных работ в течение продолжительного периода практически не использовалась. Так как испытания проходили на устаревших испытательных стендах, в которых нагрузкой для ДВС служило давление воды, протекающее через тормозное устройство в стендах с гидро-тормозом или сопротивление нагрузочного реостата, в стендах, где в виде тормозного устройства используется электрическая машина постоянного или переменного тока [2].

В сложившейся экономической ситуации, возможность эффективно использовать механическую энергию выработанную двигателями внутреннего сгорания, позволит более эффективно расходовать топливо, а также снизить финансовые затраты на оплату счетов за электроэнергию, при условии дальнейшего преобразования механической энергии вырабатываемой двигателем внутреннего сгорания в электрическую энергию [3].

Для решения задачи более эффективного использования топлива при испытаниях, была поставлена задача, смоделировать работу испытательных стендов с электро-тормозами на базе генератора постоянного тока (ГПТ) и асинхронного генератора (АГ) с короткозамкнутым и фазным роторами.

Решением данной задачи является создание математических моделей испытательных стендов с использованием библиотеки `simpowersystem` в программном комплексе `Matlab` и проведение экспериментов на каждой из моделей. Со структурой математических моделей испытательных стендов можно ознакомиться в исследованиях посвященных данной тематике [4-6].

Для экспериментального моделирования работы испытательных стендов, была использована методика, описанная в ГОСТ 14846-81 [7]. Данная методика регламентирует работу испытываемого двигателя внутреннего сгорания в двух режимах, режим холодной и горячей обкатки.

В режиме холодной обкатки ДВС работает без подачи топлива. Это нужно для притирки всех трущихся деталей и выявления дефектов сборки. В экспериментальном моделировании данный этап работы не производился.

В режиме горячей обкатки ДВС работает с подачей топлива и открытой на максимум дроссельной заслонкой, под нагрузкой которую создаёт электро-тормоз, выработанную в данном режиме энергию в сеть передаёт инвертор напряжения. Нагрузка ДВС происходит этапами от 25 до 100% развиваемого момента.

Каждый этап работы ДВС длится 45 минут после чего на 5 минут ДВС переводят в режим холостого хода. Суммарное время работы ДВС под нагрузкой во время испытания составляет 3 часа, полное время испытания равно 3 часа 50 минут.

Во время моделирования работы стендов, были получены следующие энергетические характеристики, передачи мощности от ДВС в сеть предприятия. Результаты моделирования показаны в таблице 1.

Таблиця 1 Енергетические показатели испытательных стендов.

Момент на валу ДВС, %	Стенд на базе ГПТ и ИН		Стенд на базе АГ с короткозамкнутым ротором и ИН		Стенд на базе АГ с фазным ротором и ИН	
	Мощность на ГПТ, кВт	Мощность, передаваемая в сеть, кВт	Мощность на АГ, кВт	Мощность, передаваемая в сеть, кВт	Мощность на АГ, кВт	Мощность, передаваемая в сеть, кВт
25	40.62	40.38	47.12	46,5	42,12	41,98
50	77.29	75.6	76,5	75,5	76,3	74,3
75	100.5	96.15	96,79	95,4	101	98,1
100	110.8	106.5	108,67	104,2	109,67	105,3

Во время моделирования также были рассчитаны потери энергии, которые составляют от 0.3 до 4.5 кВт в зависимости от вида тормозного устройства.

Таблиця 2. Потери энергии во время моделирования работы испытательных стендов.

Момент на валу ДВС, %	Потери в стенд на базе ГПТ и ИН, кВт	Потери в стенд на базе АГ с короткозамкнутым ротором и ИН, кВт	Потери в стенд на базе АГ с фазным ротором и ИН, кВт
25	0,3	1,06	0,14
50	1,69	1	2
75	3,85	1,39	2,9
100	4,3	4,47	4,37

Вывод: В исследовании были созданы и проанализированы, результаты работы математических моделей испытательных стендов. В процессе моделирования работы были получены, энергетические характеристики преобразования механической энергии вырабатываемой во время испытания ДВС в электрическую энергию. Также был получен уровень потерь энергии при работе стендов. Из чего следует, что стенд с электро-тормоза на базе АГ с короткозамкнутым ротором является наиболее энергоэффективным во время испытания ДВС. Но в тоже время в стенде с АГ приходится использовать два инвертора напряжения. Один для возбуждения АГ, а второй для передачи энергии в сеть предприятия. Стоимость данной установки из-за двух инверторов напряжения может быть выше, чем стоимость установки с ГПТ и инвертором напряжения. Поэтому в дальнейшем исследовании целесообразно рассмотреть данные установки как устройства позволяющие улучшить показатели качества электрической энергии.

Список использованных источников:

- 1 Коротков, А.О. Рекуперация энергии во время испытаний двигателей внутреннего сгорания / Коротков А.О., Мельников Г.И. // Международная научная конференция MicroCAD : Секция №10 - Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології - НТУ "ХПИ", 2013.
- 2 Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. И.Я. Райков. - Москва «Высшая школа» 1975г. С 3-11
- 3 Мельников Г. И. Способы построения энергосберегающих электромеханических стендов для испытания двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Мельников, А. О. Коротков // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Энергетика: надёжность и энергоэффективность. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2014. – № 24. – С. 56-62.
- 4 Мельников Г. И. Исследование энергосберегающего электромеханического стенда на базе машины постоянного тока для испытаний двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Мельников, А. О. Коротков, А. В. Семиков // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Энергетика: надёжность и энергоэффективность. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2014. – № 56 (1098). – С. 106-117.
- 5 Мельников Г. И. Исследование энергосберегающего электромеханического стенда на базе асинхронной машины для испытаний двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Мельников, А. О. Коротков, А. В. Семиков // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПИ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Енергетика: надійність та енергоефективність. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – № 3 (1175). – С. 66-73.
- 6 Коротков А. О. Построение и моделирование энергосберегающего стенда на базе асинхронного генератора для испытаний двигателей внутреннего сгорания / А. О. Коротков, А. В. Семиков, Г. И. Мельников // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях = Bulletin of National Technical University "KhPI" : coll. of sci. papers. Ser. : New solutions in modern technologies. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – № 18 (1190). – С. 39-44.
- 7 ГОСТ 14846-81 Двигатели внутреннего сгорания, методы стендовых испытаний. Изд-во стандартов, 1981.

УДК 621.311

Михайлов О.В., головний інженер
КП «Теплопостачання міста Одеси»,
Фомічов Є.П., професор, **Нечипорук Є.П.**, інженер,
Одеський національний політехнічний університет

ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ М&Т НА КОТЕЛЬНЯХ ЦТП

Функціонування системи енергетичного менеджменту передбачає управління підвищенням енергоефективності за колесом Демінга PDCA та впровадження системи контролю і оперативного планування М&Т у першу чергу для споживачів SEU (суттєвих за споживанням, або за великим потенціалом підвищення енергоефективності). Основний показник ефективності (EnPIs) згоряння палива та передачі тепла до котлової води у водогрійному котлі – коефіцієнт корисної дії; за прямим балансом при споживанні газу к.к.д. $\eta_{\text{брутто}}$ визначають як

$$\eta_{\text{брутто}} = 100 \cdot G \cdot (t_n - t_d) / (B \cdot q_n^p),$$

де G – витрата води (к4), t_n та t_d – температура води відповідно після (к6) і до (к5) котла, B – витрата газу за годину (к3); q_n^p – нижча теплотворність газу; (к4), (к5), (к6), (к3) – номери колонок добової відомості, куди щогодини оператор записує дані вимірювальних приладів. Отже за прямим балансом оператор може визначити к.к.д. щогодини, якщо знає теплотворність споживаного газу.

За зворотним балансом к.к.д. $\eta_{\text{брутто}}$ визначають як

$$\eta_{\text{брутто}} = 100 - q_2 - q_3 - q_5,$$

де q_2 , q_3 , q_5 – відповідно теплові втрати з котловими газами, від хімічної неповноти згоряння, з поверхні у оточуюче середовище. Вважають, що обчислення ККД опалювального котла по зворотному балансу точніше, бо похибки при вимірюванні втрат теплоти менше, ніж при визначенні витрати палива (у першу чергу це стосується вугілля). Наявність стаціонарного газоаналізатора і автоматизація управління процесом горіння з оптимізацією співвідношення «паливо-повітря» дозволяє підтримувати величину к.к.д. в оптимальній зоні з $\alpha = 1,05 - 1,15$ і досягти підвищення к.к.д. в річному численні на 2 – 5 %. Засобів автоматики та газоаналізаторів досить багато (напр. АГАВА 6432, КГА-8С, SHUK та інш.), щоб можна було вибрати розумне співвідношення ціна – ефект (ціновий діапазон від 100 до 400 тис. грн.). Переносний газоаналізатор testo 335 група налагодження СТАИ КП «Теплопостачання м. Одеси» використовує для контрольних замірів складу відхідних газів і к.к.д. котла, але не для управління.

При ручному управлінні фактичний режим роботи котла відрізняється від зазначених в режимній карті значень, що обумовлює зниження к.к.д. і підвищення витрати газу. Якщо оператор знає значення O_2 , CO , α і може змінити параметри режиму для приведення їх у відповідність з визначеними, то втрати тепла можна знизити і підвищити к.к.д.

При відсутності газоаналізатора і приладів визначення O_2 , CO і температури котлових газів для контролю ефективності виробітки теплоти можливо застосувати к.к.д. за прямим балансом.

1 Порівняння годинного значення із плановим за добу (тиждень, місяць) можна використати як первинний сигнал невідповідності плановому значенню і своєчасному аналізу причин, що це спонукали (помилки у визначенні даних, зміна тиску текучого, зміни температури, порушення роботи приладів та інше). Вчасне виявлення невідповідностей допомагає організації по їх ліквідації, сприяє зменшенню втрат і поверненню до планового значення.

2 Мотивація персоналу на основі показників енергоефективності як дієвий показник успішної реалізації політики енергоменеджмента.

Похибки, що виникають при визначенні к.к.д. за прямим балансом, та їх зменшення розглядаються нижче.

Витрата газу в котельні визначається газовим лічильником комерційного обліку з похибкою $\pm 0,3$ % (Флоутек з коректором для нормалізації показань). Безпосередньо з котла облік ведеться витратоміром газу КСД2-002 з похибкою ± 1 % за показаннями. Протягом розглянутих 3 опалювальних сезонів теплотворність газу змінювалася в межах від 8,056 до 8,232 при середньому значенні $q_n^p = 8,145$ Гкал/(1000*м³) і середньоквадратичним відхиленні від середнього 0,45 %.

Витрата котлової води визначається витратоміром КСД2-004 з похибкою за показаннями \pm

1%. Температури води на вході в котел і на виході вимірюються КСМ2-022 з основною похибкою у відсотках від нормованого значення не більше ± 1 . Для задач керування точність визначення к. к. д. може бути менше, ніж для комерційних розрахунків спожитих енергоресурсів та відпуску теплової енергії.

Для обчислення к. к. д. за прямим балансом дані повинні бути для одного і того ж проміжку часу як для тепла горіння газу, так і для енергії теплоносія. Газовий лічильник Флоутек дає значення по котельні в цілому як витрати поточного, так і кількість за розглянутий інтервал часу (напр., година, доба). Теплові лічильники встановлені на колекторі відпустки тепла котельні, але не працюють із-за перешкод вимірювальним системам. Витратоміри газу КСД 2-002 і води КСД 2-004 показують поточне значення потоку, бо не мають інтегруючого і рахункового пристрою (якщо не вважати стрічки самописця); тому похибка залежить не тільки від похибки приладу та коректності зчитування і запису, а також від розбіжності моментів вимірювань та поширення миттєвого значення змінної величини витратомірів на середнє за годину. Якщо до цього додати впливи коливань теплотворності палива, зміни навантаження котла, температури палива і повітря, технічний стан пальників і тягодуттєвого обладнання, то в результаті виходить розкид значень, для яких доводиться визначати статистичні характеристики.

Нижче наведено висновки з порівнянь можливих варіантів обліку газу і води кількох котельень для визначення к.к.д. за прямим балансом. Детальний опис з таблицями у статті по даній доповіді.

Різниця комерційного обліку місячної витрати газу з показаннями приладів КСД2-002 котельні Х кв. ЮЗМ у листопаді 2013 р. склала 0,6 % (22 064 куб. м газу) при середній величині відхиленнь 0,44 % (табл. 13) і розкидом величин від +5,78 до -4,64 %, але середньоквадратична величина відхиленнь склала 4,04 % із-за значної похибки знімання показань КСД2-002 при зміні навантаження котлів 8 листопада (-13,38 % і к. п. д. 1,039) і 14 листопада (12,38 % і к. п. д. 0,599). Для котельні Чубаєвка середня величина відхиленнь різниці показань комерційного і технічного обліку з КСД2-002 за листопад 2013 р. склала 1,61 % (36 154 куб. м газу) при середньоквадратичнім відхиленні 11,2 % з-за значної розбіжності технічного обліку з комерційним 5 листопада (-35,34% і к. п. д. 0,603), 7.11 (34,24 % і к. к. д. 1,338) і 8 листопада (27,5 % і к. п. д. 1,203), а також 14 листопада (12,49 % і к. к. д. 1,017) і 17 листопада (-12,38 % – (табл. 3.11). Похибки вимірювань носять випадковий характер і при збільшенні інтервалу вимірювань середнє прагне до генерального значенням і навіть такі значні відхилення не сильно спотворюють результат як із-за взаємної компенсації, так і зменшення їх відносної величини. У результаті середній к. к. д. за листопад для котельні Х кв. ЮЗМ при використанні витратомірів для води та обліку газу Флоутеком $\eta = 0,861$ (0,863 при виключення викидів) при середньоквадратичнім відхиленні 0,082 і 95 % довірчому інтервалі 0,779 – 0,943 (мін. 0,609; макс. 1,055); при обліку газу приладами КСД2-002 $\eta = 0,864$ (0,867 без помилкових даних) при середньоквадратичнім відхиленні 0,064 і 95 % довірчому інтервалі 0,800 – 0,928 (мін. 0,694; макс. 0,954).

У лютому 2015р. при сприянні служб теплової автоматики і вимірювань, інформаційних технологій і головного інженера Михайлова А. В. була розроблена і запущена програма, яка дозволяє оперативному персоналу котельень відстежувати ККД роботи котлів в реальному часі, що на практиці дозволить визначити наскільки ефективно здійснюється регулювання роботи котлів оперативним персоналом котельень.

Список використаних джерел:

- 1 Системы энергетического менеджмента – Требования и руководство по применению ISO 50001:2011.
- 2 Тарновский М.В. Энергоаудит предприятий централизованного теплоснаб-жения. Для энергоаудиторских компаний. Подготовлено ЧЭФ «ОптимЭнерго», 2013, Электрон-ное издание.
- 3 Информационное обеспечение контроля и планирования системы энергоменеджмента на предприятии теплоснабжения Друк. Перша Міжнародна науково-практична та навчально- методична конференція «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'14» НТУУ КПІ 27-29 травня 2014 р., с.17-18, Ковшар С.П., Фомічов П.Є.

УДК 001.51: 620.91:658.26

Мороз О.М., д.т.н., професор,
Доценко С.І., к.т.н., доцент,

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Вирішення проблеми перебудови економіки України для її подальшої інтеграції в економіку Європейського Союзу потребує запровадження нових форм організації діяльності. З 2000-х років почала активно розвиватися наукова, методологічна та практична діяльність у галузі управління енергетичною ефективністю у формі теорії та практики енергетичного менеджменту. У масштабах України пропонується відносити систему енергетичного менеджменту ЖКГ до складу програмно-адаптивних систем екстремального управління [1, с. 164]. Модель системи енергетичного менеджменту (СЕМ) для виробничих підприємств запропонована проф. В. П. Розеном зі співавторами [2]. На основі цієї моделі системи енергетичного менеджменту в Україні були розроблені та запроваджені державні стандарти на СЕМ: ДСТУ 4472-2005; ДСТУ 4715-2007; ДСТУ 5077:2008.

В цих стандартах сформовано загальні вимоги до системи енергетичного менеджменту, принципи її формування та проведення її аудиту. Слід зауважити, що ці стандарти було запроваджено у період з 2005 по 2008 роки.

Міжнародна організація стандартизації ISO/FDIS у 2011 році запровадила стандарт ISO/FDIS 50001:2011(E). Подальшого розвитку цей стандарт набув у серії додаткових стандартів, які також були запроваджені в Україні з першого вересня 2016 року. Особливістю стандартів цієї серії є те, що вони засновані на методології серії стандартів ISO 9000 та ISO 14000.

Фундаментальним недоліком методології управління якістю, яка запроваджена у стандартах серії ISO 9000, а отже й в інших стандартах, які засновані на цій методології, є відсутність вимоги формування її як автоматизованої системи.

З іншого боку національні стандарти ДСТУ 4472:2005 та ДСТУ 4715:2007 вимагають формувати її як автоматизовану систему. При цьому в якості основи для формування таких систем застосовуються стандарти на автоматизовані системи, які розроблено у восьмидесятих роках минулого століття.

Перспективним напрямком розвитку автоматизованих систем управління є інтеграція всіх аспектів діяльності організації та управління ними на основі сучасних інтелектуальних інформаційних технологій, як у сфері управління технологічними процесами, так і при управлінні діяльністю організації взагалі.

При цьому, прийняття рішень в інтегрованих системах управління здійснюється в умовах *ризиків та невизначеності*. Згідно Marko Bohanec інформаційні технології застосовуються для вирішення задач в слабоструктурованих або неструктурованих процесах прийняття рішень [3]. Процеси прийняття рішень добре структуровані в тому випадку, коли може бути сформована математична модель об'єкта управління. Дослідження поведінки об'єкта управління при дії відповідних вхідних сигналів дає можливість сформувати відповідну систему управління цим об'єктом. За цим принципом можуть бути сформовані системи енергетичного менеджменту для технологічних процесів у формі систем автоматизованого управління технологічними процесами (АСУ ТП). Сучасні системи енергетичного менеджменту розвиваються у напрямку управління енергетичною ефективністю саме в технологічних процесах, тобто, для структурованих задач прийняття рішень [4]. В той же час в енергетичному менеджменті існує ряд актуальних задач з прийняття рішень для яких не вдається сформувати математичну модель об'єкта управління. Насамперед це стосується задач управління енергетичною ефективністю застосування енергетичних ресурсів у масштабах підприємства. В цьому випадку для

структуризації процесу прийняття рішень застосовують інтелектуальні інформаційні технології. Фундаментальним недоліком такого підходу є те, що метод структуризації рішень включає в себе опис предметної області, а саме, об'єкту управління шляхом формування бази даних та формування на основі цих даних відповідної бази знань, що потребує розробки *унікальних програмних продуктів* з залученням фахівців з програмування та когнітологів. Як правило, такі системи підтримки прийняття рішень є унікальними саме тому, що *база даних*, а отже й *база знань*, формуються для конкретного об'єкту управління.

Оскільки відомі методи структуризації рішень засновано на закономірностях формальної логіки, в якій об'єктом дослідження є знакові системи, виникає питання – чи можливою є структуризація рішення, в якій закономірності формальної логіки не застосовуються? Відомо, що людина в процесі смислового мислення здійснює формування та прийняття рішень без застосування мови й відповідно правил формальної логіки.

Дослідження процесів смислового мислення виконується в теорії природних інтелектуальних систем у формі фізіологічної кібернетики. Найбільш успішною в цьому напрямку є теорія функціональних систем, яка розроблена академіком П. К. Анохіним.

В теорії функціональних систем доведено, що взаємодія мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті здійснюється *одночасно* на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень на одному і тому ж нейроні. При цьому мається на увазі здатність на основі «центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень <мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті> на одному і тому ж нейроні» синтезувати ціль діяльності.

Висновок. Якщо суб'єкт управління *буде здатен* формувати архітектуру моделі знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, виникне можливість формування на її основі архітектури інформаційної моделі діяльності, яка забезпечить вирішення задачі формування цілі діяльності та прийняття оптимального рішення про її досягнення.

Список використаних джерел:

1. Ковалко О. М. Вступ до теорії енергоефективності багаторівневих систем: методи та моделі енергетичного менеджменту в системі житлово-комунального господарства / О. М. Ковалко, О. В. Новосельцев, Т. О. Євтухова. – К.: НАН України, Інститут технічної теплофізики, 2014. – 252 с.
2. Розен В. П. Внедрение системы энергетического менеджмента на промышленных предприятиях Украины / В. П. Розен, А. И. Соловей, Е. Н. Иншеков, А. В. Чернявский // Вісник ХНТУСГ «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – 2004. – Вип. 27. – Т.1. – С. 189–199.
3. What is Decision Support? [Електронний ресурс] [Текст] / Marko Bohanec // Department of Intelligent Systems Jožef Stefan Institute : Что такое поддержка принятия решений? Марко Боханец Отдел интеллектуальных систем Институт Джозефа Стефана Перевод: Зверьков П.С. – Режим доступа: <http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/WhatDS.pdf>.
4. Чернявський А. В. Моделі та засоби управління ефективністю енерговикористання в енерготехнологічних системах в умовах інформаційної невизначеності: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.14.01 – енергетичні системи та комплекси / А. В. Чернявський; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». – Київ, 2009. – 20 с. 2011.

УДК 621.313.322

Нізімов В.Б., д.т.н., професор, Количев С.В., к.т.н., доцент,
Хоменко В.І., аспірант,
Дніпровський державний технічний університет

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОНОМНОЇ ГЕНЕРУЮЧОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ЗНАЧНИХ ЗБУРЕННЯХ

Вступ. На даний час у світовій енергетиці спостерігається зростання автономних генеруючих установок (АГУ), які є незмінним джерелом електричної енергії у малонаселених місцевостях, де прокладання ліній електропостачання є недоцільним, а також у місцевостях, доступ до яких ускладнений (гірські місцевості, острова і т.д.) [1].

Для підвищення стійкості АГУ та стабілізації вихідної напруги застосовують релейне або параметричне форсування напруги збудження та системи автоматичного регулювання збудження (АРЗ).

Однак, при підключенні споживачів співставної потужності, наприклад, асинхронних двигунів з к.з. ротором АГУ втрачають стійкість із-за інерційності контуру збудження та значного динамічного падіння напруги, що призводить до відключення попередньо підключених споживачів.

Мета роботи: експериментальне дослідження системи керування збудженням АГУ для підвищення стійкості та стабілізації вихідної напруги генератора шляхом компенсації інерційності обмотки збудження при значних збуреннях.

Основний зміст. Принципова схема системи збудження СГ АГУ наведена на рис.1.

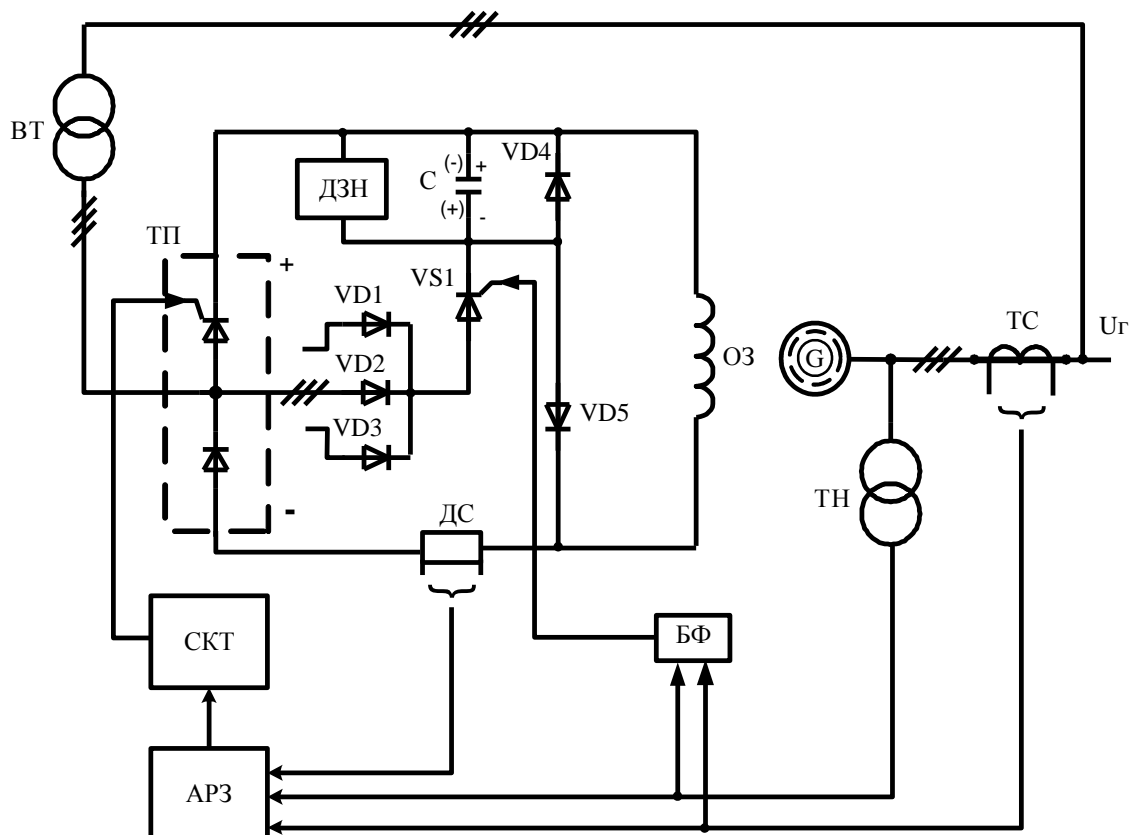


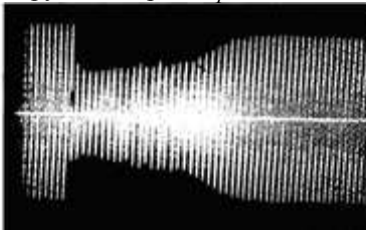
Рис 1. Принципова схема системи збудження СГ АГУ

Стабілізація вихідної напруги СГ при підключенні споживачів забезпечується системою АРЗ. У випадку при зниженні напруги до $0,85U_n$ або зростання струму вище $2I_n$ блок форсування

(БФ) вмикає тиристор VS1, що призводить до розряду конденсатора на ТП і ОЗ та компенсації інерційності ОЗ. За час, рівний чверті коливального розряду конденсатора система АРЗ встановлює необхідний рівень напруги збудження, а діод VD4 вмикає конденсатор із контуру збудження. Експериментальні дослідження виконанні на СГ типу МСА 72/4А, потужністю 12 кВт, $U_{1H}=230$ В; $i_{ном}=36,7$ А; струм ротора 23 А при підключенні АД потужністю 11 кВт.

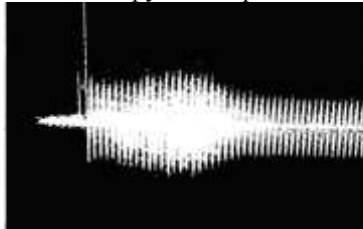
На рис.2 наведені осцилограми при підключенні АД до АГУ з некомпенсованим контуром збудження, а на рис.3 – осцилограми з компенсованим контуром збудження.

Напруга статора $U_{\Gamma} = \sqrt{2} \cdot 230B$



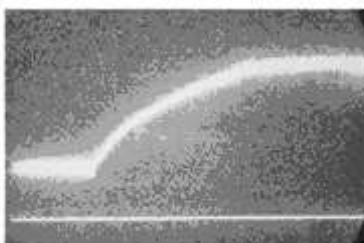
$\Delta U_{\Gamma} \% = 39\%$; $t_{стаб} = 1,2c$

Струм статора



$I_{уст} = \sqrt{2} \cdot 36A$; $I_{max} = \sqrt{2} \cdot 70A$

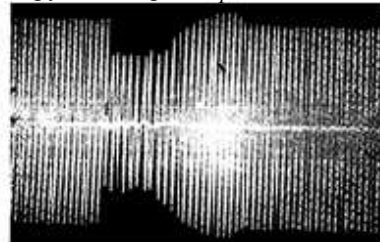
Струм збудження



$I_{f_{поч}} = 13A$; $I_{f_{фор}} = 117A$

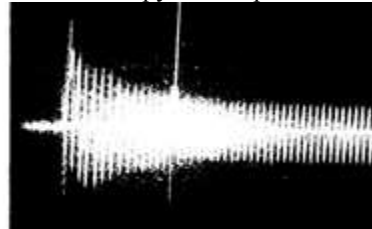
Рис 2. Режим підключення АД з некомпенсованим контуром збудження

Напруга статора $U_{\Gamma} = \sqrt{2} \cdot 230B$



$\Delta U_{\Gamma} \% = 11\%$; $t_{стаб} = 0,36c$

Струм статора



$I_{уст} = \sqrt{2} \cdot 36A$; $I_{max} = \sqrt{2} \cdot 70A$

Струм збудження



$I_{f_{поч}} = 13A$; $I_{f_{фор}} = 117A$

Рис 3. Режим підключення АД з компенсованим контуром збудження

Висновок.

Розроблена система збудження забезпечує стійкість роботи АГУ та стабілізацію вихідної напруги при підключенні споживачів співставної потужності та нормальне живлення попередньо підключених споживачів.

Список використаних джерел:

1. Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах электроснабжения / А.В. Праховник. – Київ: Освіта України, 2007. – 462 с.

УДК 621.31

Опришко В.П., аспірант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Однією з ключових проблем функціонування сучасних систем електропостачання є нерівномірність графіків споживання та генерації електроенергії, яку необхідно вирішувати при реалізації концепції Smart Grid [1]. Згідно концепції Smart Grid, інтелектуальна мережа – це мережа яка використовує інноваційні засоби інтелектуального моніторингу, керування, зв'язку і технології самовідновлення, тобто мережа яка вирішує питання підвищення надійності електропостачання та безвідмовності роботи систем, підвищення енергетичної ефективності та збереження навколишнього середовища.

Вибір оптимальних умов використання джерел розподіленої генерації, аналіз та оцінка їх впливу на оптимальність функціонування мереж різних номінальних напруг є досить актуальними задачами. В сучасних електроенергетичних системах має використовуватись детальний аналіз процесів нерівномірності генерації та споживання електричної енергії, як локальних мереж, так і окремих підприємств із різкозмінними характеристиками електроспоживання [2].

Важливим завданням є формування загальної оптимізації оптимізаційної задачі керування роботою генератора (Supply Side) та навантаженням (Demand Side) з включенням критеріїв оптимальності, які б враховували можливість акумуляції електроенергії, моніторингу та оцінки оптимальності споживання та якості електроенергії [3].

Системи генерації, які використовують відновлювані джерела енергії, мають нерівномірний характер генерації, тому для більшості з них доцільним є використання систем акумуляції електроенергії (CAE). CAE призначені для забезпечення сталого, надійного електропостачання, незалежно від природних умов і часу доби.

Спрощена система електропостачання з застосуванням CAE представлена на рисунку 1, де Г – генератор; Н – навантаження; CAE – система акумуляції.

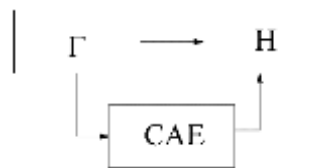


Рис.1 Спрощена система електропостачання з використанням CAE

При інтеграції CAE можливі три варіанти режимів функціонування локальної системи електропостачання:

- 1) безпосереднє живлення споживача від мережі

$$p_{\Gamma}(t) = p_{\text{H}}(t); \Delta t_{1,j}, j = 1, \dots, n_1;$$

- 2) живлення споживача та системи акумуляції від мережі

$$p_{\Gamma}(t) = p_{\text{H}}(t) + p_{\text{CAE,H}}(t); \Delta t_{2,j}, j = 1, \dots, n_2;$$

- 3) живлення споживача від мережі та/або системи акумуляції

$$p_{\text{H}}(t) = p_{\Gamma}(t) + p_{\text{CAE,\Gamma}}(t); \Delta t_{3,j}, j = 1, \dots, n_3.$$

де $p_{\Gamma}(t)$ – потужність генератора; $p_{\text{H}}(t)$ – потужність навантаження; $p_{\text{CAE,H}}(t)$ – потужність CAE в режимі споживання; $p_{\text{CAE,\Gamma}}(t)$ – потужність CAE в режимі генерації $\Delta t_{i,1}, \Delta t_{i,2}, \Delta t_{i,3}$ – часові інтервали, які відповідають тривалостям виділених режимів.

На етапі заряджання САЕ має властивості активного споживача, натомість на етапі розряджання, її режим роботи може бути представлений як генератор.

Для оцінки оптимальності процесу роботи даної системи запропоновано використати модифікований показник потужності Фризе на періоді τ , $Q_{\Phi, \tau}$ [4].

$$Q_{\Phi, \tau} = \sqrt{S_{\tau}^2 - P_{\tau}^2}. \quad (1)$$

На рис. 2 як приклад показано графік зміни струму генератора $I_{ген}$ та навантаження I_n в системі електропостачання з САЕ, де використанні позначення: $I_{баз}$ – базовий рівень струму споживача, I_1, I_2, I_3 – відповідно струми споживача на інтервалах часу $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$.

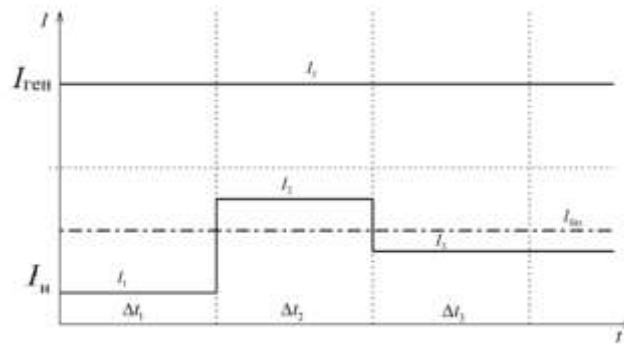


Рис. 2 Графік генерації та споживання

Припустивши, що напруга в системі незмінна, $U = const$, згенерований та спожитий струм має співпадати:

$$I_n \cdot T = (I_r - I_{a1})\Delta t_1 + (I_r + I_{a2})\Delta t_2 + I_r\Delta t_3, \quad (2)$$

де I_r – струм генератора; I_{a1}, I_{a2} – струми що споживається та генерується САЕ

$$I_r \cdot T = I_r (\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3) - (I_{a1}\Delta t_1 + I_{a2}\Delta t_2). \quad (3)$$

Тоді активна потужність визначається із співвідношення:

$$P = U [(I_r - I_{a1})\Delta t_1 + (I_r + I_{a2})\Delta t_2 + I_r\Delta t_3]. \quad (4)$$

Підставивши значення активної потужності P у (1) отримаємо:

$$Q_{\Phi, \tau}^2 = U^2 [(I_r - I_{a1})^2 \delta_1 + (I_r + I_{a2})^2 \delta_2 + I_r^2 \delta_3 - I_r^2]. \quad (5)$$

Після спрощення: для режиму $P_r = P_n$, $\Delta t_i / T = \delta_i$:

$$Q_{\Phi, \tau}^2 / U^2 = k_{Q, A} = -2I_r I_{a1} \delta_1 + I_{a1}^2 \delta_1 + 2I_r I_{a2} \delta_2 + I_{a2}^2 \delta_2, \quad (6)$$

$$k_{Q, A} = I_{a1}^2 \delta_1 + I_{a2}^2 \delta_2; \quad (7)$$

де $\delta_3 = 1 - \delta_1 - \delta_2$ – визначає відносну тривалість часу коли САЕ відключено.

Отриманий показник $k_{Q, A}$, залежить лише від параметрів струму САЕ та характеризує безпосередній вплив нерівномірності електроспоживання на систему електропостачання, обумовлений наявністю САЕ.

Висновки.

Показник $k_{Q, a}$ є модифікованим показником потужності Фризе на інтервалі τ і вказує на наявність неоптимального режиму роботи САЕ, а саме генерації та споживання струмів I_{ai} , яку необхідно враховувати при побудові та оптимізації роботи системи електропостачання.

Список використаних джерел:

1. Konstantelos I. Strategic Valuation of Smart Grid Technology Options in Distribution Networks / I. Konstantelos S.Giannelos G.Strbac // IEEE Transactions on Power Systems (Volume: 32, Issue: 2) – 2017 – P. 1293 – 1303
2. Веремійчук Ю. А. Аналіз функціонування інтегрованих енергопостачальних систем з енергетичними хабами / Ю. А. Веремійчук, І. В. Притискач, О. С. Ярмолук, В. П. Опришко // ScienceRise. – 2016. – № 9(2). – С. 12–18.
3. Опришко В. П. Регулювання режимів електропостачання в локальних системах microgrid / В.П. Опришко // Техн. електродинаміка. – 2016 – №4 – С.77–79
4. Жуйков В.Я. Енергетичні процеси в електричних колах з ключовими елементами / В.Я. Жуйков, С.П.Денисюк. – К.: ТЕКСТ, 2010. – 264 с.

УДК 622:621.31

Пересунько І.І., асистент,
Сінчук І.О., к.т.н., доцент,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ДО ПРОБЛЕМ КЕРУВАННЯ РІВНЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Особливістю вітчизняної промисловості є наявність у ній 51 енергоємного підприємства (гірничо-металургійного та нафтохімічного), які споживають близько половини електричної енергії (ЕЕ) всієї промислової галузі [1]. При цьому майже 33% (16-ть підприємств) енергоємних виробництв знаходяться у Дніпропетровській області, споживаючи 48% від усього обсягу споживання електричної енергії даній області. У свою чергу, біля 30 % обсягу електроспоживання вищезгаданої області відноситься до гірничо-металургійних підприємств Криворізького залізорудного басейну, продукцією яких є залізорудна сировина (ЗРС). Така концентрація кількості даних видів підприємств в окремо взятому територіальному регіоні - істотно впливає як на перспективи прогнозування періодів завантаження енергосистеми по потужності (рік, квартал) так і на більш «короткі» - години доби.

В свою чергу, режими споживання ЕЕ в силу різниці у тарифах оплати за спожиту енергію в залежності від часу доби, істотно впливає на собівартість продукції - ЗРС, один з основних джерел поповнення валютних запасів України [2]. При цьому, незважаючи на різні, а точніше протилежні економічні позиції в ролі добових рівнів електричних навантажень енергосистем і споживачів (в даному випадку залізорудних підприємств) обидві сторони цікавить питання рівномірності обсягів споживання ЕЕ за аналогічний період, т. є рівномірність у часі доби насамперед. Між тим, як свідчать результати досліджень [3,5], коливання рівнів споживання ЕЕ залізорудними підприємствами є максимальними порівняно з іншими галузями промисловості в т. ч. вугільної. Причина таких коливань лежить у самій природі технології видобутку ЗРС, а точніше її специфіки. Очевидно, що для вирішення проблеми «вирівнювання» графіків електричних навантажень підприємств треба підійти з боку управління цим процесом у функції все тих же технологічних факторів. Більш того, підприємства, плануючи очікуваний рівень витрати ЕЕ на 1т видобуваної ЗРС роблять це, як правило, зі значною похибкою, в силу чого плановані і фактичні обсяги відрізняються [5].

Мета дослідження - розробка теоретичних аспектів і практичних рекомендацій щодо побудови прогнозних моделей системи контролю і управління рівнем споживання електричної енергії вітчизняними залізорудними підприємствами.

Логічно, що після вищенаведеного аналізу, в розрізі досягнення поставленої мети досліджень, таким дослідницьким етапом в т. ч. для конкретики оцінки причин такого стану має бути оцінка коливання рівнів споживаних потужностей аналізованими видами промислових підприємств з послідовним етапом оцінки та формування складу найбільш ємних електричних споживачів. Ці приймачі повинні взяти на себе роль регуляторів рівнів споживання ЕЕ, тобто приймачів – регуляторів цього виду електроенергії з подальшою розробкою напрямків з оптимізації споживаних ними рівнів споживання ЕЕ з можливістю управління цим процесом у залежності від умов функціонування конкретного виробництва.

Разом з тим ті ж дослідження переконали нас у тому, що апроксимувати рівні споживання ЕЕ вищезгаданими типами приймачів не просте завдання, бо ці рівні залежать від режиму технології ведення гірничих робіт підприємства в цілому. Одним з напрямків вирішення цього завдання є прогноз щоденного рівня споживання ЕЕ в ряді технологічних факторів контрольованого підприємства. У свою чергу це неможливо без застосування комплексу прогнозних процедур [5].

Для вирішення цієї частини досліджень, тобто для прогнозування очікуваного рівня електроспоживання доцільно створювати (мати) інформаційну базу даних рівнів електроспоживання конкретного гірничорудного підприємства.

У відповідності з цим визначення прогностичних рівнів електроспоживання має включати в себе наступні етапи:

1. Збір, передачу, формування бази даних та зберігання інформації про електроенергію;
2. Синтез математичних моделей процесів електроспоживання гірничого підприємства;
3. Визначення за допомогою отриманих моделей прогностичних значень електроспоживання на місячному та річному рівнях;
4. Адаптація моделей при зміні факторів та коригування прогностичних значень електроспоживання.

У відповідності з цим пропонується наступний алгоритм інтервального прогнозування електроспоживання. В основу алгоритму покладено синтез моделей електроспоживання, а також визначення довірчого інтервалу прогнозування.

На підставі встановлених складових можна виконати постатейний аналіз норм витрат електроенергії на технологічний прогрес, диференціювавши їх за статтями електробалансу.

Диференційований аналіз індивідуальних норм витрат електроенергії на основі даних електробалансу дозволяє встановити раціональні норми та контролювати понаднормативні втрати електроенергії.

Для практичного використання на залізрудних шахтах пропонується застосування модернізованої авторами відомої стану автоматизованої системи електроспоживання «Енергопрогноз» [4,5] на основі компенсуючого адресного використання програмних комплексів MS Office EXCEL та STATISTICA. За допомогою системи на підставі аналітичних та статистичних даних формуються прогностичні моделі і виходять прогностичні значення попиту (Y_{di}) та ціни (Y_{pi}) на енергоносії на заданий період (наступний місяць, квартал, рік тощо).

Висновки. Запропонований підхід до розрахунку оцінки ефективності управління електроенергоспоживанням залізрудних підприємств дає можливість побудувати показник ефективності. Він дозволяє проводити визначення необхідного рівня енергоспоживання як на всі стадії життєвого циклу розвитку підприємства так і прогнозованої частині здійснювати прогнозування зміни його до і після проведення реінжинірингу. При цьому при вирішенні практичних завдань перевагою такого походу є відсутність конкретного числа рівня стійкості системи, що не є значущим, а представляє інтерес лише загальна динаміка. При цьому нормальний рівень стійкості для кожного підприємства свій і пристосований до умов його функціонування.

Реалізація рекомендованих способів дозволить по залізрудної підприємству (шахті, комбінату) скоротити витрату ЕЕ в оптимістичному варіанті на 35 – 40%, в песимістичному – на 25 – 30%.

Список використаних джерел:

1. Аспекти енергоефективності залізрудних підприємств. Монографія [Текст]/ Гузов Е.С., Сінчук І.О., Розен В.П., Караманиць Ф.І., Осадку Ю.Г., Бойко С.М./ під редакцією доктора техн. наук, професора О.М. Сінчука. – Кривий Ріг, 2017. – 240с.
2. Дослідження техніко-економічних показників гірничодобувних підприємств України та ефективності їх роботи в умовах змінної кон'юнктури світового ринку залізрудної сировини. Монографія [Текст] / Бабець Є.К., Мельникова І.Є., Гребенюк Я.С., Лобов С.П. / за ред. Є.К. Бабця / НДГРІ ДВНЗ «КНУ». – Кривий Ріг. Вид. Р.А. Козлов, 2015. – 391с.
3. Розен В.П. Формирование энергоэффективных режимов электропотребления производственных систем [Текст]: дис., ... док. техн. наук: 05.09.03 : захищена 19.06.2014/ Розен Виктор Петрович. – Днепропетровск 2014. – 357с.
4. Ялова А.М. Електроенергоефективність і методи її підвищення при підземному способі видобутку залізрудної сировини [Текст]: дис., ... канд. техн. наук : 05.09.03 : захищена 18.03.2016 / Ялова Альона Миколаївна. — Вінниця ВНТУ, 2016. — 212 с.
5. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року [Текст] / Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П., Негодуйко В.О., Пертко П.П., Блінов І.В. – К.: Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275с.

УДК 621.311

Печений О.А., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАВАННЯ ШЛЯХОМ КОРИГУВАННЯ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПОЗА НОРМОВАНОЇ ЯКОСТІ

Якість електроенергії (ЯЕ) є одним з факторів, що безпосередньо впливають на ефективність її використання. Невідповідність ЯЕ нормативним документам призводить до економічних збитків через зниження ефективності процесів генерації, передачі та споживання електроенергії, зменшення строку служби і вихід з ладу електрообладнання, зниження продуктивності, брак продукції, збільшення втрат електроенергії тощо [1].

Винуватцем погіршення ЯЕ може бути як споживач, так і електропередавальна організація. Для підтримання ЯЕ в мережі на належному рівні необхідний комплекс заходів, що стосуються як споживача, так і постачальника.

Ідея роботи полягає у стимулюванні учасників ринку електричної енергії до забезпечення відповідності ЯЕ в мережі вимогам нормативних документів, шляхом безперервного контролю показників якості електроенергії (ПЯЕ) та проведенні розрахунків лише за обсяг електроенергії, який було корисно використано споживачем.

Методику коригування вартості спожитої електроенергії в залежності від її якості представлено у вигляді блок-схеми (рис. 1).

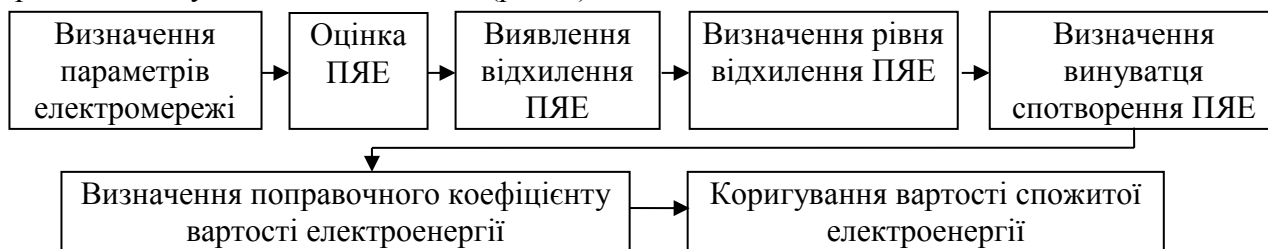


Рис. 1 – Блок-схема функціонального блоку визначення вартості спожитої електроенергії в залежності від її якості

Дана методика є механізмом стимулювання як споживача так і постачальника в підтриманні належного рівня ЯЕ. У випадку якщо споживач вносить спотворення в ЯЕ, то він повинен платити за спожиту електроенергію за збільшеною вартістю, у випадку надходження споживачу електроенергії, що не відповідає параметрам, зазначеним в нормативних документах, споживач здійснює розрахунок за зниженою вартістю.

Методика дозволяє здійснювати розрахунки і коригування вартості спожитої електроенергії постійно в реальному часі, тому постійна зміна значень ПЯЕ не вплине на її ефективність. При визначенні винуватця погіршення ЯЕ буде застосовуватися метод представлений в [2], який дозволяє за результатами вимірювання визначити фактичний внесок у зміну ПЯЕ як споживача так і електропостачальної організації.

Висновки. Запропоновано алгоритм коригування вартості спожитої електроенергії в залежності від її якості, який є економічно і стратегічно вигідним, дозволяє споживачу сплачувати тільки за корисно використану електроенергію і покрити збитки спричинені погіршенням її якості, а також дозволить підвищити загальний рівень якості електропостачання.

Список використаних джерел:

1. Суднова В.В. Качество электрической энергии. / Суднова В.В., - М.: ЗАО «Энергосервис», 2000. – 80 с.
2. 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. – 49 с.

УДК 620.91

Плешков П.Г., к.т.н, професор, Серебренніков С.В., к.т.н, професор,
Петрова К.Г., к.т.н., ст. викл., Савеленко І.В., к.т.н., викл.,
Кіровоградський національний технічний університет

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКОГО РЕГІОНУ ШЛЯХОМ ЗАЛУЧЕННЯ МІСЦЕВИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

За умов енергетичної залежності Кіровоградської області та постійно зростаючих цін на паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), їх вичерпності, особливо загострюються питання мінімізації витрат на енергоносії шляхом залучення до енергетичного балансу місцевих ресурсів та підвищення ефективності споживання енергії. На сьогодні, впровадження окремих енергоефективних заходів (ЕЕЗ) часто здійснюють безсистемно, а перехід на альтернативні джерела енергії відбувається без попереднього енергетичного аудиту та реалізації першочергових ЕЕЗ.

Оскільки області України відрізняються за своїми географо-кліматичними умовами, рельєфом, структурою енергоспоживання, то потребує окремого детального дослідження енергоресурсний потенціал кожної, зокрема – використання енергії вітру, сонця, переробки відходів сільгосподарського виробництва, застосування малих гідроелектростанцій та інших альтернативних джерел енергії.

За результатами метеорологічних спостережень, агростатистичних даних з урожайності основних сільгоспкультур, геологічних характеристик ґрунтів Кіровоградської області проведена комплексна оцінка енергетичного потенціалу. Аналіз даних метеостанцій, розташованих на території Кіровоградської області, та побудовані нами мапи інтенсивності надходження сонячної енергії, показують, що сумарне річне надходження сонячної енергії складає в середньому $1200 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$. Найбільший рівень сонячного опромінення характерний для Бобринецького ($1500 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$), Устинівського ($1450 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$) та Компаніївського ($1400 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$) районів, в яких слід очікувати максимальної ефективності експлуатації сонячних установок.

З аналізу карт енергетичних потенціалів вітру видно, що найбільший ефект від застосування вітроустановок можна очікувати в Кіровоградському, Маловисківському, Новомиргородському і, частково, – у Компаніївському та Новоукраїнському районах, для яких середньодобова енергія вітрового потоку становить понад $3,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$.

Сезонна інтенсивність потоків вітрової та сонячної енергій в області знаходяться у «протифазі», що відкриває можливість поліпшення якості енергозабезпечення за сумісного використання вітрових та сонячних установок в рамках гібридних систем енергопостачання. Сумісне використання сонячної та вітрової енергій в таких системах енергопостачання впродовж року дозволить значно зменшити нерівномірність режиму енергопостачання, у порівнянні з використанням кожного джерела окремо.

В результаті проведення комплексної оцінки енергетичного потенціалу районів Кіровоградської області побудовано мапи вітрового, сонячного, біоенергетичного потенціалів та розподілу ґрунтового тепла. Це дозволило визначити найперспективніші з енергетичної точки зору райони та оптимізувати ПЕР баланс регіону.

Список використаних джерел

1. Дослідження енергетичного потенціалу регіональних альтернативних джерел для оптимізації паливно-енергетичних балансів / [П.Г. Плешков, М.В. Кубкін, К.Г. Петрова та ін.] // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Техн. науки. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2013. – Вип. 141. – С. 54–57.
2. Оптимізація паливно-енергетичних балансів промислових та комунально-побутових об'єктів сільської місцевості з використанням альтернативних джерел енергії: звіт про виконання НДР / Кіровоградський національний технічний університет; керів. П.Г. Плешков; викон.: С.В. Серебренніков, І.В. Савеленко, К.Г. Петрова та ін. – Кіровоград, 2013. – 26 с. – Зареєстр. в УкрІНТЕІ № 0113U007566.

УДК 621.311

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

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ВИНИКНЕННЯ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ В СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

Експлуатація сучасних систем електропостачання вимагає комплексного моніторингу основного обладнання електричних мереж, що включає оцінку стану їх елементів. Оцінювання стану обладнання передбачає виконання його діагностування із застосуванням якомога ширшого набору методів та діагностичних параметрів.

Одним із ефективних методів діагностування, який широко використовується в експлуатаційній практиці, є метод, що передбачає вимірювання параметрів часткових розрядів в ізоляції високовольтного обладнання, зокрема силових трансформаторів. Існують різновиди методу, які використовують електричні, електромагнітні, акустичні, хімічні або оптичні вимірювання із застосуванням спеціалізованих датчиків.

Процес вимірювання часткових розрядів передбачає фіксацію величини розряду і фази виникнення імпульсу по відношенню до кривої основної гармоніки напруги. Вимірювання виконуються за допомогою цифрових реєструючих пристроїв і регламентуються стандартами, зокрема ІЕС 60270 [1]. Діагностичними параметрами, в цьому випадку, можуть виступати, наприклад, фаза φ , амплітуда q та кількість n розрядів. Різні джерела виникнення часткових розрядів в силовому трансформаторі (коронні розряди, розряди в маслі, поверхневі розряди, розряди, що викликані нерозчинними частинками в маслі) призводять до появи різних характерних наборів можливих значень діагностичних параметрів [2]. Зважаючи на це, розробляються методи автоматичної класифікації часткових розрядів, що передбачають розпізнавання образів на основі вектору вибраних ознак.

Сучасні підходи до виявлення джерел появи часткових розрядів в силових трансформаторах передбачають застосування штучних нейронних мереж для розпізнавання образів [3]. Штучні нейронні мережі використовуються як для діагностування в робочих режимах, так і для офлайн-діагностування.

В роботі запропоновано виконувати автоматичну класифікацію часткових розрядів в силовому трансформаторі із застосуванням тензорних глибинних стекових нейронних мереж (Т-DSN). В якості входів нейронної мережі вибрано статистичні параметри двовимірних розподілів кількості часткових розрядів $H_n(\varphi); H_n(q)$ та середньої тривалості імпульсу $H_{qn}(\varphi)$, отриманих за наборами даних (φ, q, n) . Статистичні параметри вибрані відповідно до рекомендацій [4].

Аналіз результатів показує, що тензорні глибинні стекові нейронні мережі дають змогу ефективно і надійно розпізнавати дефекти в силовому трансформаторі, що пов'язані з виникненням часткових розрядів. Подальші дослідження передбачають оцінювання точності виявлення дефектів, як функції кількості навчальних і тестових наборів даних.

Список використаних джерел

1. High Voltage Test Techniques. Partial Discharge Measurements: IEC 60270:2000. – [Valid from 2000-12-21]. – Geneva: IEC, 2000. – 99 p. – (International standard)
2. Kreuger F., Galski E., Krivda A. Classification of partial discharges // IEEE Trans. Electr. Insul. – 1993. – Vol. 28, Iss. 6. – P. 917–931.
3. Mas'ud A.A., Albarracín R., Ardila-Rey J.A., Muhammad-Sukki F., Illias H.A., Bani N.A., Munir A.B. Artificial Neural Network Application for Partial Discharge Recognition: Survey and Future Directions // *Energies*. – 2016, 9, 574.
4. Mas'ud A.A., Stewart B.G., McMeekin S.G. Application of an ensemble neural network for classifying partial discharge patterns // *Electric Power Systems Research*. – 2014. – Vol 110. – P.154–162.

УДК 621.31

Серебренніков Б.С., к.е.н, доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Петрова К.Г., к.т.н., ст. викл.,
Кіровоградський національний технічний університет

АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ ЗРУШЕНЬ НА РОЗДРІБНОМУ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Однією з нагальних проблем електроенергетики України є нерівномірність електроспоживання впродовж доби. Характерною особливістю добового графіка електричного навантаження об'єднаної енергосистеми є наявність двох піків – ранкового та вечірнього, а також зниження навантаження у нічні години. Нерівномірність графіка електричного навантаження ускладнює перманентне забезпечення балансу електроенергії та призводить до погіршення режимів роботи як об'єднаної енергосистеми (ОЕС) загалом, так і її складових. Розбалансування енергосистеми України внаслідок дефіциту маневрових потужностей призводять до застосування періодичних аварійних та «віялових» відімкнень споживачів електричної енергії, що спричиняє пошкодження виробничого устаткування, масове бракування продукції та значні економічні збитки від вимушених простоїв.

Підтримання електроенергетичного балансу можна досягти нарощуванням високоманеврових генеруючих потужностей або ж цілеспрямованим управлінням режимом електроспоживання у часі, що на сьогодні є раціональнішим.

За статистичними даними в 2016 році електроспоживання в Україні становило 118,3 млрд кВт·год, що на 0,5 млрд кВт·год або на 0,4% менше, ніж у 2015 році [1, 2].

Суттєве зниження електроспоживання зафіксоване за групами: «Промисловість» – на 204,9 млн кВт·год або на 0,4% та «Населення» – на 562,7 млн кВт·год або на 1,5%, а серед галузей промисловості: паливній – на 687,1 млн кВт·год або на 16,0% і хімічній та нафтохімічній – на 116,2 млн кВт·год або 3,8% [2].

Значне збільшення електроспоживання відбулось за групами: «Сільгоспспоживачі» – на 171,0 млн кВт·год або на 5,1%, «Інші непромислові споживачі» – на 76,9 млн кВт·год або на 1,3% та «Будівництво» – на 66,5 млн кВт·год або на 8,9%, а серед галузей промисловості: будівельні матеріали – на 131,5 млн кВт·год або на 6,4% та харчова та переробна – на 148,1 млн кВт·год або на 3,6% [2].

Останнім часом наявною є тенденція до стабільного зростання об'ємів споживання електричної енергії побутовими споживачами. Так, у 2005 відсоток споживання електричної енергії населенням становив лише 19 %, у 2015 р. - 31 %. Така тенденція призводить до подальшого посилення нерівномірності графіку електронавантаження ОЕС України та актуалізує пошук нових важелів спонукання побутових споживачів до вирівнювання графіку.

Отже, розроблення методичних рекомендацій з управління та оптимізації режимів електроспоживання побутових споживачів з метою формування та реалізації енергоефективних режимів як окремих споживачів, їх груп, так і обласних енергокомпаній та ОЕС України є актуальною задачею для електроенергетики країни і складають провідний напрям дослідження.

Список використаних джерел

1. ДП «НЕК «Укренерго» [Електронний ресурс] / М-во палива та енергетики України. – К.: Укренерго, 2017. – Режим доступу: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/>. – Назва з екрану.
2. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України [Електронний ресурс] / М-во палива та енергетики України. – К.: Укренерго, 2017. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/>. – Назва з екрану.
3. Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/>. – Назва з екрану.

УДК 621.311.4.031

Сінчук О.М., д.т.н, професор,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
Бойко С.М., к.т.н., Мінаков І.А. аспірант
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID В УМОВАХ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО- ВИДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ

Одним з основних вимог до впровадження концепції Smart Grid в умовах підприємств гірничо-видобувної галузі (ГВГ) є зниження собівартості залізородної сировини за рахунок оптимізації рівнів споживання електричної енергії (ЕЕ) та підвищення надійності системи цехового електропостачання. Між тим, на сьогодні невідомі моделі і цільові функції керування споживанням і генерацією, які б підходили для опису різних типів промислових споживачів, включали в себе керування власною генерацією і в той же час були б простими для обчислення [1].

Враховуючи проблематику та актуальність розглянутого питання, пропонується метод визначення рівня електроенергоефективності при впровадженні концепції Smart Grid в умовах підприємств ГВГ. В основу методу покладено фактори α_i та їх коефіцієнти k_i (ваги факторів). При цьому середнє арифметичне суми добутків факторів (рис. 1) повинне бути наближеним до одиниці.

$$\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot k_i)}{n} \rightarrow 1$$

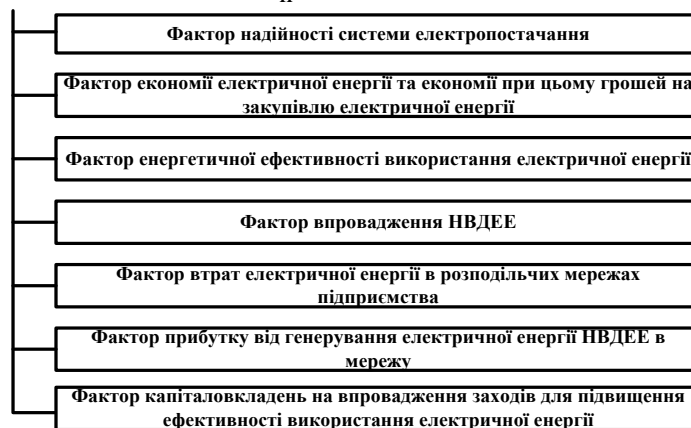


Рисунок 1 – Фактори, для визначення рівня електроенергоефективності на підприємстві

У проаналізованому варіанті, коефіцієнти факторів описуються за допомогою теорії нечітких множин, з метою найбільш точного визначення ваги коефіцієнта. Значимість факторів рівнозначна у своїй сумі, але при відсутності прояву хоча б одного фактора, при його попередньому визначенні, як значущого, необхідно, або переглянути його значущість для даного випадку, або переглянути заходи щодо підвищення електроенергетичної ефективності.

Висновок. Розроблено та запропоновано для реалізації в практику роботи гірничо-видобувних підприємств метод визначення електроенергоефективності в умовах даних підприємств, при впровадженні складових концепції інтелектуальної енергетики Smart Grid.

Список використаних джерел:

1. Кириленко О.В., Танкевич С.С., Жуйков В.Я. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими // За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка/ Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України – 2016. – 400 с.

УДК621.316.933.86:621.14

Синчук О.Н., д.т.н., проф., Ликаренко А.Г., к.т.н., доцент,
Петриченко А.А., асистент, Зиманков Р.В., аспірант,
ГВУЗ “Криворожський національний університет”,
Шкрабец Ф.П., докт.техн.наук, ГВУЗ “Національний горний університет”

К ВОПРОСУ ТАКТИКИ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ УТЕЧЕК ТОКА В ПОДЗЕМНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ

Для защиты горнорабочих при случайном, но возможном прикосновении их к токоведущим частям оборудования, а также для контроля уровня сопротивления изоляции сетей электроснабжения, в подземных горных выработках шахт применяются так называемые аппараты защиты от утечек тока (АЗ) [1].

Вместе с тем, в последние 10-15 лет, эффективность функционирования эксплуатируемых в железорудных шахтах данных видов АЗ, оказалась недостаточной для обеспечения требуемого уровня безопасности [2]. Исследования [3] показали, что причиной такого явления является качество электроэнергии в шахтных электрических сетях, а точнее гармонический состав кривых токов и напряжения, что в свою очередь стало следствием массового использования на горных машинах регулируемого электропривода. Поэтому обычная электрическая сеть стала состоять из участков с напряжениями различных частот: промышленной(ПЧ); выпрямленного тока (ПТ); изменяемой частоты(ИЧ).

Многочисленные исследования токов утечки на участках ПЧ и ИЧ показали, что они являются переменными, а при несимметричной утечке на участке ПТ появляется постоянная составляющая, что является причиной неработоспособности серийных общесетевых АЗ [1].

При исследовании защитных характеристик серийных АЗ, установлено, что они являются неработоспособными как при симметричных, так и не симметричных утечках на участке ПТ [1]. Поэтому от применения оперативного постоянного тока в АЗ необходимо отказаться. Альтернативой этому есть создание АЗ на переменном оперативном токе нестандартной частоты, так как он является универсальным видом оперативного тока пригодным для всех типов сетей [2], а их функциональные характеристики должны быть такими, чтобы ток, проходящий через тело человека, и время его действия в интервале до 1с не превышали значений, установленных ГОСТ 12.1.038-82. Реализация его нормативов в функциональных характеристиках АЗ обеспечивается выполнением целого комплекса условий для достижения “минимальной безопасности” [2].

При анализе условий безопасности электрической сети, имеющей защиту от утечек, необходимо учитывать три возможных режима работы этой защиты: а) *длительный режим*, при котором возникающие в сети токи утечки не вызывают срабатывания защиты; б) *кратковременный режим*, при котором эти токи вызывают срабатывания защиты и отключения сети; в) *режим срабатывания* при минимальном(критическом) сопротивлении изоляции, которое может допущено в сети; г) *время срабатывания* отключения сети при утечках по п.(а,б,в) регламентируется Единными Правилами Безопасности (ЕПБ) в рудных и угольных шахтах с ежемесячной проверкой специально выделенным персоналом.

При *длительном режиме* безопасность сети обеспечивается, если максимально возможные длительные токи различных видов утечек (одно, двух- и трехфазной) не превышают предельно допустимой величины $I_{п.д.}$, равной по нормативам указанного ГОСТ 25 мА, что можно достигнуть соответствующим выбором уставки: $r_{уст} = U_{ф} / I_{д.д.} = U_{ф} / 25 мА$.

При *кратковременном режиме* ток утечки может значительно превышать предельно допустимый длительный ток $I_{п.д.}$. При заданном ЕПБ, времени защитного отключения сети 0,2с, максимально допустимый кратковременный ток должен быть регламентирован ГОСТ $I_{к.д.} \leq 100 мА$ или по нормативу энергии через человека - $Q_{доп} \leq 50 мА \cdot с$.

Используя участок параболической формы зависимости функции $I_K = f(R_u)$ на ее отрезке от $R_u = \infty$ до $R_u = R_{pав}$, значение $R_u = R_{pав}$ принято за уставку критического сопротивления [3]:

$$R_{кр} < R_{u(pав)} = X_{c(нск)}^2 / 2R_u = 10^{12} / 2\omega^2 C_{c(нск)}^2 R_u; \quad (1)$$

где $C_{u(нск)}$ – не скомпенсированное значение емкостного сопротивления изоляции сети; R_u, ω – соответственно сопротивления человека и частота сети.

Для получения зависимостей выше приведенных функциональных характеристик аппарата защиты из измерительной функции переменного оперативного тока нестандартной частоты в работе [2] предложена структурная схема необходимых функциональных преобразований над ней. Первым преобразованием является нахождение условий превращения ее по точности измерения параметров изоляции в пропорциональную функцию, путем исключения влияния в ней индуктивности компенсирующего дросселя $L_{др}$. При этом оперативная цепь создается подключением компенсирующего дросселя $X_{др}$ к сети через фильтр нулевой последовательности (ФННП) $X_{3ф}$, а к земле – через источник оперативного тока $U_{оп}(25Гц)$ и трансреактор TG , являющейся датчиком переменного оперативного тока $I_{оп}$. При этом на параметры дросселя $X_{др}$ и фильтра $X_{3ф}$ накладываются условия, что на оперативной частоте $\omega_{оп}$ они создают последовательный колебательный контур, а на промышленной – параллельный с заданной емкостью изоляции сети относительно земли $X_{c(рез)}$. Расчетные выражения для нахождения параметров дросселя $X_{др}$ и фильтра $X_{3ф}$:

$$3C_{ф} = [1 - (\omega/\omega_{оп})^2] \cdot C_{u(рез)}; \quad L_{др} = 10^6 / (\omega_{оп}^2 \cdot 3C_{ф}) = X_{3ф} / \omega_{оп}; \quad (2),(3)$$

На основании выполненных работ по косвенному контролю параметров изоляции и утечки в комбинированной сети предложен способ их контроля с точностью 5%, что обеспечивается фильтром в измерительной ветви, подавляющим весь гармонический состав в напряжении преобразователя [3]. В экспериментальных исследованиях в токе утечки зафиксирована значительная высокочастотная составляющая [4]. При частотах 5 и 70 Гц ВЧ составляющие превышают ток основной гармоники, по меньшей мере в 5 раз. Это обусловлено тем, что фильтры преобразователя ПЧЭШ-60 практически не подавляют ВЧ гармоники. Для этого необходима установка на выходе преобразователя специальных *синус-фильтров* (рис.1), преобразующих импульсное напряжение ШИМ – инвертора в синусоидальное, с коэффициентом THDU, на пример у фильтра типа EF3LC, меньше 5%.

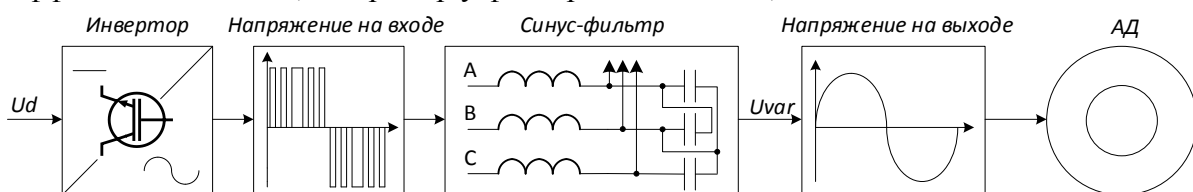


Рис.1 Структурная схема преобразователя частоты с синус-фильтром в силовой цепи

Выводы. Выполненные теоретические и практические решения по созданию защиты на переменном оперативном токе являются достаточными для начала работ по созданию экспериментального образца.

Список использованных источников:

1. Синчук, О.Н., Ликаренко А.Г., Петриченко А.А. Исследование защитных характеристик аппаратов защиты от токов утечки рудничных на постоянном оперативном токе в условиях дестабилизирующих факторов комбинированных сетей // Гірничя електромеханіка та автоматика: наук.– техн. зб. – 2015. – Вип. 94. – С. 3-12.
2. Синчук, О.Н., Ликаренко А.Г., Петриченко А.А., Шкрабец Ф.П. Аппаратурное решение проблем электробезопасности при эксплуатации участковых распределительных сетей железорудных шахт // Горный журнал. – 2015. – №5(2015). – С. 77-83.
3. Петриченко А.А., Ликаренко А.Г., Зіманков Р.В. Дослідження точності контролю параметрів ізоляції та витоків струму в комбінованій електричній мережі змінним оперативним струмом // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах: XVII Міжнародна науково-технічна конференція: матеріали конференції. – Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип. 1/2016(4) – С. 242-244.
4. Савицкий, В.Н., Белошистов А.И., Стадник Н.И., Сергеев А.В. Защита от токов утечки в комбинированных распределительных сетях электроснабжения очистных комбайнов // Уголь Украины. – 2007. – №12. – С. 23-25.

УДК 662.997:696.43

Фалендиш А.П., д.т.н., професор, Біловол Г.В., к.т.н., Пархоменко Л.О., к.т.н.
 Український державний університет залізничного транспорту

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СОНЯЧНОЇ ВАКУУМНОЇ УСТАНОВКИ В СИСТЕМІ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Існуюча геліоустановка встановлена на території Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ) та на теперішній час використовується кафедрою теплотехніки та теплових двигунів як лабораторний стенд. Але вона має все необхідне устаткування та діючу систему трубопроводів для функціонування як самостійний теплогенеруючий пристрій для системи гарячого водопостачання (ГВП). Несприятливим фактором, який зменшує ефективність експлуатації даної геліоустановки є те, що влітку протягом двох місяців ідальня майже повністю припиняє свою роботу. А восени до початку опалювального періоду та навесні після його закінчення потреби у незалежному джерелі гарячої води значно підвищуються. У опалювальний період підготовка води здійснюється у теплообмінниках на індивідуальному тепловому пункті університету, а у інший час гаряча вода закупається у централізованій системі водопостачання. Тож зменшити обсяги її споживання за рахунок власних джерел є важливим ресурсозаощадливим заходом.

Основні технічні параметри геліоустановки з вакуумними трубчатими колекторами:

- кількість колекторів – 2 шт.;
- поглинаюча поверхня 1 колектора – 3,9 м²;
- об'єм бака-акумулятора – 250 л;
- температура подачі води споживачу – 55 °С;
- енергія, потрібна для підігріву заданого обсягу – 13 кВт*год/добу.

Обидва колектори закріплені на нерухомих опорах під кутом 41°. Проведено розрахунок теплової потужності даної установки [1] для кліматичних умов м. Харкова. Результати зведено у таблицю 1.

Таблиця 1 Параметри роботи геліоустановки при незмінному та регульованому положенні у просторі

Місяць	К-ть днів у місяці	Денна сонячна інсоляція, кВт/м ²	Незмінне положення (41°)		Регульований кут нахилу		
			Теплова потужність, кВт*год./добу	Теплова потужність, кВт*год./місяць	Кут нахилу, °	Теплова потужність, кВт*год./добу	Теплова потужність, кВт*год./місяць
січень	31	1,1	4,54	140,63	63	5,54	140,63
лютий	28	1,81	7,46	209,00	58,9	8,46	209,00
березень	31	2,83	11,67	361,80	54,8	13,67	361,80
квітень	30	3,93	16,21	486,22	46,7	19,21	486,22
травень	31	5,14	21,20	657,12	36,1	24,20	657,12
червень	30	5,46	22,52	675,51	27,5	26,52	675,51
липень	31	5,41	22,31	691,64	25,5	26,31	691,64
серпень	31	4,81	19,84	614,93	29,8	23,84	614,93
вересень	30	3,24	13,36	400,85	38,2	16,36	400,85
жовтень	31	2,02	8,33	258,24	46,7	12,93	258,24
листопад	30	1,12	4,62	138,57	57,6	8,62	138,57
грудень	31	0,85	3,51	108,67	68,5	7,51	108,67

Як показали розрахунки, у березні та жовтні теплової потужності геліоустановки буде бракувати для підігріву необхідного об'єму води. Розглянуто доцільність регулювання куту нахилу сонячних колекторів з метою більш перпендикулярної орієнтації сонячним променям. Це один з небагатьох параметрів, на який можна впливати після вибору та установки всього

обладнання. Регулювання орієнтації у простоті сонячних колекторів можна здійснювати трьома способами:

- установка на двовісний трекер (поворотну платформу, яка може обертатися за сонцем в двох площинах);
- установка на одноосьовий трекер (платформа може змінювати тільки одну вісь, найчастіше ту, що відповідає за нахил);
- установка на нерухому конструкцію зі змінним кутом нахилу.

У варіантів 1 і 2 є свої значні переваги, але через високу вартість та необхідність додаткової площі вони не розглядалися. А подальше дослідження проводилось для нерухомої конструкції з можливістю змінювати кут нахилу в ручному режимі.

Визначено щомісячні оптимальні кути нахилу сонячних колекторів для географічних координат Харкова: $50^{\circ} 0'$ північної широти; $36^{\circ} 15'$ східної довготи. Повторно виконано розрахунок теплової потужності геліоустановки при збільшеному сонячному опромінюванні колекторів протягом року [1, 2]. Результати розрахунків зведено у таблицю 1.

На рисунку 1 показана залежність впливу регулювання положення сонячних колекторів у просторі.

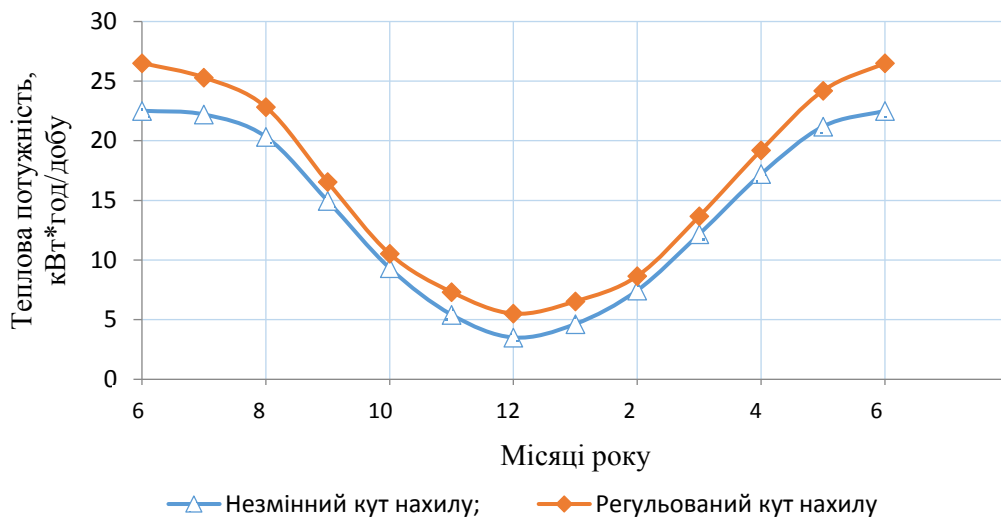


Рис. 1. Вплив регулювання кута нахилу на продуктивність геліоустановки

Як показали розрахунки у зимові та літні місяці приріст продуктивності зростає до 40%, а у весняні та осінні продуктивність сонячної установки змінюється не суттєво (7-11%). Але цього достатньо для компенсації теплової потужності, якої не вистачало для самостійної роботи. Включення даної установки у систему ГВП університету гарантовано зменшить обсяг споживання централізованої гарячої води, що є економічно та екологічно привабливим заходом.

Висновок. Розглянуто можливість підвищення продуктивності геліоустановки, що встановлена на території УкрДУЗТ з метою забезпечення студентської їдальні гарячою водою у неопалювальний період. Виконано розрахунок теплової потужності геліосистеми при нерухомому положенні, а також при регулюванні кута нахилу сонячних колекторів один раз на місяць. Обґрунтовано доцільність використання установки для технологічних та санітарно-гігієнічних потреб їдальні університету.

Список використаних джерел

1. Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения Viessmann [Текст]. – К.: Злато-Граф, 2010. – 189 с.
2. Кравченко Е. В. Определение оптимального угла наклона солнечного коллектора в зависимости от длительности работы в течение года [Text]/ Е. В. Кравченко, В.П. Кравченко, Е.Н. Ткачева// зб. наук. праць «Холодильна техніка та технологія». – Одеса: ОНАХТ, 2016. - 52(1). - с. 35-41.

СРАВНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Известно, что при работе асинхронных двигателей (АД) с постоянной частотой питающего напряжения потери в двигателе в установленном режиме являются функцией момента нагрузки и тока намагничивания. Поскольку зависимость потерь, обусловленных током намагничивания, от момента нагрузки имеет экстремальный характер, для каждого значения момента нагрузки потери в двигателе можно сводить к минимуму путем изменения тока намагничивания, например, с помощью тиристорных преобразователей переменного напряжения (ТПН), включаемых в статорную цепь АД.

Следует учитывать, что излишний ток намагничивания вызывает рост потерь не только в самом двигателе, но и в системе электроснабжения промышленного предприятия, в которую он включен. Техничко-экономические расчеты показали, что доля потерь в системе электроснабжения, возникающих при работе таких электроприводов, от общих потерь электроэнергии на предприятии является весьма значительной. Критерий оптимального управления асинхронного двигателя следует определять из условия достижения минимальных потерь электроэнергии во всей системе электроснабжения.

Анализ вариантов оптимального по различным критериям управления АД, как элемента системы электроснабжения, показал, что основным критерием должен быть либо минимум полного тока статора, либо максимум коэффициента мощности АД, поскольку именно эти величины определяют минимальные потери активной мощности в системе электроснабжения и близкие к минимальным потерям в двигателе. Следовательно, система управления АД должна изменять напряжение на выходе ТПН так, чтобы при каждом значении момента нагрузки обеспечить или минимальный ток статора, или максимальный коэффициент мощности АД. Однако при использовании последнего критерия, при котором поддерживается максимальный коэффициент мощности АД, КПД двигателя значительно ниже, чем при других критериях оптимизации. Это обуславливает уменьшение момента на валу АД, и в конечном итоге – снижение его производительности, поэтому такой способ, конечно, нельзя признать целесообразным.

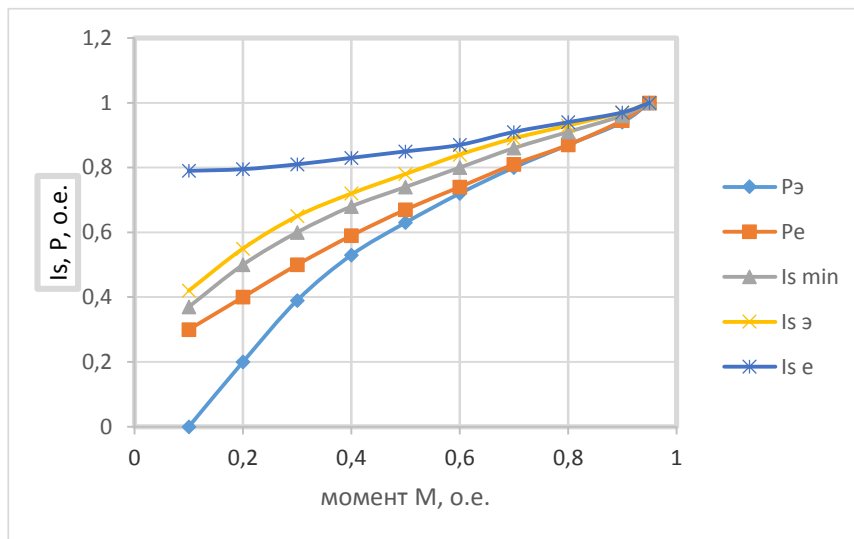
Поэтому, решая поставленную задачу оптимизации как многокритериальную, следует ориентироваться на алгоритмы управления, обеспечивающие значение коэффициента мощности АД, близкое к номинальному, или минимальный ток статора. В этом случае и КПД двигателя также принимает значения, близкие к номинальному.

Следует отметить, что коэффициент мощности этих устройств определяется путем измерения угла β закрывания тиристоров, зависящего от угла α открывания тиристоров, и соотношения активных и реактивных параметров нагрузки ТПН, которое характеризуется эквивалентным фазовым углом φ_{Σ} .

Для поддержания практически постоянным значения угла φ_{Σ} при изменяющейся нагрузке АД достаточно применить в ТПН обычную отрицательную обратную связь по параметру β . Следует отметить, что такой алгоритм оптимизации математически строго не обоснован. Он базируется на утверждении, что коэффициент мощности K_M , определяемый отношением потребляемых из сети активной P и полной S мощностей, измеренных на входе АД, и эквивалентный фазовый угол φ_{Σ} в равной мере характеризуют комплексный характер входного сопротивления АД как объекта оптимизации и, следовательно, в равной степени могут быть регулируемой координатой.

С целью подтверждения данного предположения выполнены экспериментальные исследования режимов АД, управляемого ТПН с обратной связью по параметру β . Полученные для двигателя 4AX80A6 экспериментальные зависимости коэффициента мощности $K_M = f(M)$, $\cos \varphi_e = f(M)$, тока статора $I_{se} = f(M)$, активной мощности $P_e = f(M)$, где M – момент двигателя при номинальном напряжении питания, приведены на рисунке. Все величины представлены в относительных единицах. Базовыми являются номинальные значения потребляемой активной мощности $P_{ном}$, полного тока статора $I_{s ном}$ и момента нагрузки $M_{ном}$.

На рисунке показаны зависимости тока статора (график $I_{s \beta}$) и потребляемой АД активной мощности (график P_β) при оптимальном управлении с регулируемой координатой φ_β и зависимости тока статора I_{se} и мощности P_e для естественной характеристики двигателя. Оптимальное управление позволяет на АД данного типоразмера примерно на 30% снизить потребляемую активную мощность и вдвое уменьшить ток статора. Здесь же для сравнения



приведена зависимость $I_{s \min} = f(M)$, снятая экспериментально при управлении по минимуму полного тока статора. Различие в значениях токов $I_{s \beta}$ и $I_{s \min}$ для одного и того же момента нагрузки не превышает 7% во всем диапазоне изменения M . Значения K_M и P как при управлении по координате φ_β , так и при управлении по минимуму тока практически совпадают.

Рисунок – Зависимости тока статора (кривая $I_{s \beta}$) и потребляемой АД активной мощности (кривая P_β) при оптимальном управлении с регулируемой координатой φ_β и зависимости I_{se} и P_e для естественной характеристики двигателя

Выводы. Приведенные результаты позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, справедливо утверждение, что в асинхронном электроприводе энергетический показатель $\cos \varphi_\beta$ адекватен показателю K_M . Во-вторых, при оптимизации коэффициента мощности АД с параметром φ_β в качестве регулируемой координаты обеспечивается практически постоянный и не зависящий от нагрузки коэффициент мощности при изменении M в диапазоне 0,1 – 0,8. Следует отметить, что несинусоидальность тока статора, возникающая при регулировании напряжения с помощью ТПН, приводит к дополнительным потерям в АД от высших гармоник. Это явление не позволяет при решении задачи оптимизации получить без снижения КПД коэффициент K_M , равный номинальному.

Результаты экспериментов и расчеты свидетельствуют о том, что зависимости, приведенные на рисунке, типичны для всех типоразмеров АД. Различие наблюдается лишь в степени улучшения энергетических показателей при оптимальном управлении.

УДК 514.18

Холковський Ю.Р., к.т.н., доцент,
Національний авіаційний університет

ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЕНЕРГОМЕРЕЖІ З ВРАХУВАННЯМ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МЕТОДУ

Моделювання складних процесів та систем, динаміку змін яких необхідно враховувати не тільки у часі, але й у просторі, неможливе без певного інформаційного забезпечення моделей та точної прив'язки відповідних елементів системи до просторових об'єктів на певній території. У статичних умовах визначення саме геометричних характеристик таких систем є відносно простою задачею, що розв'язується певними обчислювальними методами прикладної геометрії. Проте у випадку певних динамічних змін конфігурації, організації енергосистем постає задача динамічного визначення нових елементів цих систем. Така задача, яке відомо, не має універсальних методів вирішення.

Моделювання, зокрема імітаційне, відносно недавно стало використовуватись щодо вирішення задач оперативного планування з динамічною ідентифікацією точок (елементів систем) на належність до просторових об'єктів із складною геометричною конфігурацією. Це стало можливим завдяки розвитку обчислювальної бази й певних методів.

Такі задачі виникають у енергетиці та енергосистемах, екологічних системах та середовищах, військовій справі тощо. Зокрема, в електроенергетиці ц зв'язку з розвитком та реорганізацією галузі виникають задачі розміщення, як окремих об'єктів, так і розподілених систем, визначення та прогнозування їх стану. Наприклад, несподівано високі показники забруднення на певній території можуть виникнути з самих різних техногенних, кліматичних, метеорологічних причин.

При імітаційному математичному моделюванні складних процесів та систем важливо визначити:

- який характер мають зміни параметрів систем: випадковий чи детермінований;
- структурні зміни системи, що досліджується, є випадковими чи запланованими;
- критерії вибору тих чи інших математичних методів щодо розв'язку конкретних задач;
- особливості та адекватність обраного методу.

Прогнозування стану певної енергосистеми полягає у дослідженні майбутніх змін у навколишньому середовищі в наслідок її роботи та впливів цих змін і є необхідним попереднім етапом для вироблення цілого ряду програм і планування при проектуванні та експлуатації енергосистеми. Найважливішим чинником є моделювання майбутнього прогнозованого стану згідно запланованих, тобто детермінованих змін. При цьому, як правило, здійснюється побудова певних нормативних і імітаційних (пошукових) моделей з урахуванням змін прогнозованого явища на прогнозований період. 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.

Моделювання, прогнозування й контроль стану енергосистеми, її компонентів довікля є досить складним, багатопараметричним і стохастичним процесом. Це впливає з того, що енергосистеми та природні екосистеми тісно взаєпов'язані одна з одною, й неможливо ізолювати розглядати певну окрему систему.

Цілком очевидно, що енергосистеми та пов'язані з ними екологічні середовища не піддаються аналітичному опису, тобто неможливо створити їх континуальну модель. Тому, на наш погляд, доцільно використовувати дискретні геометричні моделі у вигляді дискретних чисельних масивів, елементами яких є певні компоненти енергосистем та середовищ.

У моделюванні прогнозованих станів використовується багато видів математичних моделей, у тому числі оптимізаційних. Створення статичних і динамічних моделей найпоширеніше у моделюванні енергетичних, кліматичних, гідрологічних, геоморфологічних, геологічних, екологічних та інших процесів та систем. Проте більшість цих методів мають досить суттєвий недолік: часто структурні елементи складних систем розглядаються окремо й незалежно. Можна відзначити, що, наприклад, екологічне моделювання систем є одним з найскладніших у зв'язку із складністю самих екологічних систем, часто відсутнім визначенням їх суттєвих ознак, явищ і законів функціонування.

У роботі пропонується нетрадиційний і оригінальний підхід щодо моделювання прогнозованого стану складної багатопараметричної системи, наприклад, енергосистеми. Будь яка енергосистема містить множину елементів, що поєднані певним чином. Зрозуміло, що кількість таких елементів кінцева. Математична модель такої системи повинна відтворювати всі зв'язки між елементами. У свою чергу, наприклад, екологічна система, що пов'язана з енергосистемою, також є багато параметричною, і параметри її є різноякісними.

Всі екосистеми, що пов'язані з енергосистемами, як і самі енергосистеми, мають дискретний характер щодо їх структурних елементів, тому розробку вказаних математичних моделей пропонується здійснити на основі використання дискретно-інтерполяційного методу щодо моделювання складних багатопараметричних систем, та створенні відповідної дискретно-інтерполяційної енергоматриці, як дискретної моделі певного процесу чи системи. Підкреслимо, що дискретний спосіб представлення інформації про об'єкт чи систему є найбільш універсальним, а запропонований підхід у літературі відсутній.

На основі інтерполяційних поліномів Лагранжа пропонуються певні інтерполяційні схеми створення однопараметричних множин енергоматриць. Оптимальність вибору інтерполяційних поліномів Лагранжа серед інших пов'язана з необов'язковою рівномірністю у розташуванням вузлів інтерполяції, а також з можливістю представлення по кожному параметру різної кількості вузлів інтерполяції.

Оригінальності даної 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. Схема розташування саме таких вузлів інтерполяції надалі й розуміється як схема інтерполяції.

Однопараметричні множини, отримані на основі даного методу, є дискретними математичними моделями певних енергетичних і пов'язаних з ними екологічних процесів та систем. Елементом таких множин є деяка дискретна функція – а саме енергоматриця, як певна сукупність різноякісних та різноструктурних параметрів.

Досить важливим є той факт, що саме такий підхід дозволяє включати в однопараметричну множину системи та процеси, що мають різну структуру і навіть різні властивості. Тому застосування запропонованого дискретно-інтерполяційного методу до моделювання складних енергетичних систем та екологічних середовищ, що характеризуються великою кількістю різноякісних та різноструктурних параметрів є перспективним.

Висновки: На основі запропонованого дискретно-інтерполяційного методу можливо моделювати прогнозований стан енергосистеми, що динамічно змінюється і характеризується великою кількістю різноякісних параметрів та властивостей у часі й просторі.

УДК 691.5

Чайковський С.І.,
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РЕГУЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВІДБОРУ СТРУМУ ВІД ПАРАЛЕЛЬНИХ ЛАНОК ГЕНЕРАТОРА

Темп розвитку технологій за останні декілька років обумовлює конкретні умови до обсягів та якості електропостачання і може бути порушений, якщо вони не будуть дотримані. Реалізація концепції Smart Grid не лише забезпечить необхідну якість передачі електроенергії, а й дозволить вийти електросистемі на новий технологічний рівень. Проте, на шляху до застосування Smart Grid існує низка технічних, організаційних та фінансових проблем. [1]

Однією з ключових особливостей Smart Grid є застосування розосередженої генерації, де в якості джерел енергії виступають як установки з використанням органічних видів палива, так і установки відновлювальної енергетики. Якщо у першому випадку можливо забезпечити вироблення енергії на одному заданому рівні, то при використанні енергії вітру чи сонця має місце фактор випадковості, який призводить до коливання величини згенерованої потужності. Це, в свою чергу, негативно відображається на споживачах електричної енергії у такій мережі. [2- 4]

Розглянемо можливі випадки при експлуатації сонячних батарей. Кількість виробленої енергії залежить від часу доби, хмарності та погодних умов. Виключити вплив цих факторів неможливо, тому необхідно визначити спосіб компенсації їх дії.

Розглянемо задачу регулювання результуючого струму в електричному колі, що зображено на рисунку 1а. В першій вітці кола, що має опір R_1 , протікає струм I_1 , а також знаходиться генератор, ЕРС якого змінює своє значення з E_1 до E_1^* . За допомогою генератора з ЕРС E_2 , який встановлено у вітці з опором R_2 , необхідно дотриматись умови $I_3 = \text{const}$. Щоб цього досягти, змінимо ЕРС на величину ΔE_2 , причому $E_2 - \Delta E_2 = E_2^*$.

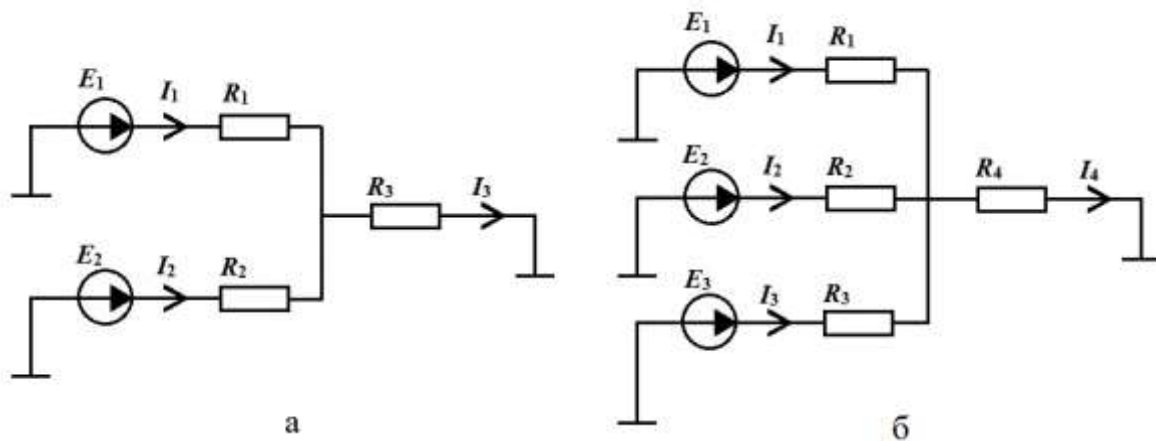


Рисунок 1 – Модель електричного кола з двома (а) та трьома (б) ланками

Для визначення струму у колі скористаємось методом накладання дії джерел енергії. Потім прирівнюємо вирази для струмів до та після регулювання, і далі знаходимо ЕРС другого генератора після регулювання:

$$E_2^* = (E_1 - E_1^*) \cdot \frac{R_2}{R_1} + E_2. \quad (1)$$

Співвідношення (1) показує, якою має бути ЕРС регулювання, коли ЕРС незалежного генератора змінюється з E_1 до E_1^* .

Таку задачу можна розв'язати і для більшої кількості незалежних генераторів. Покажемо це на прикладі схеми, що зображена на рисунку 1б.

Виконавши обчислення по аналогії з попереднім розрахунком, приходимо до формули:

$$E_3^* = (E_1 - E_1^*) \cdot \frac{R_1 \cdot R_3 \cdot (R_2 - K_1) \cdot (R_3 + K_3) \cdot (R_2 + R_4)}{R_2^2 \cdot (R_1 + K_1) \cdot (R_3 + R_4) \cdot (R_1 - K_3)} + (E_2 - E_2^*) \cdot \frac{R_3 \cdot (R_1 - K_2) \cdot (R_3 + K_3) \cdot (R_2 + R_4)}{R_2 \cdot (R_2 + K_2) \cdot (R_3 + R_4) \cdot (R_1 - K_3)} + E_3, \quad (2)$$

де K_1 , K_2 і K_3 – коефіцієнти, що обчислюються наступним чином:

$$K_1 = \frac{R_2 \cdot \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}}{R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}}; \quad K_2 = \frac{R_1 \cdot \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}}{R_1 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}}; \quad K_3 = \frac{R_1 \cdot \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4}}{R_1 + \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4}}.$$

На графіку (рисунок 2) показана залежність ЕРС регулювання від зміни ЕРС першого генератора.

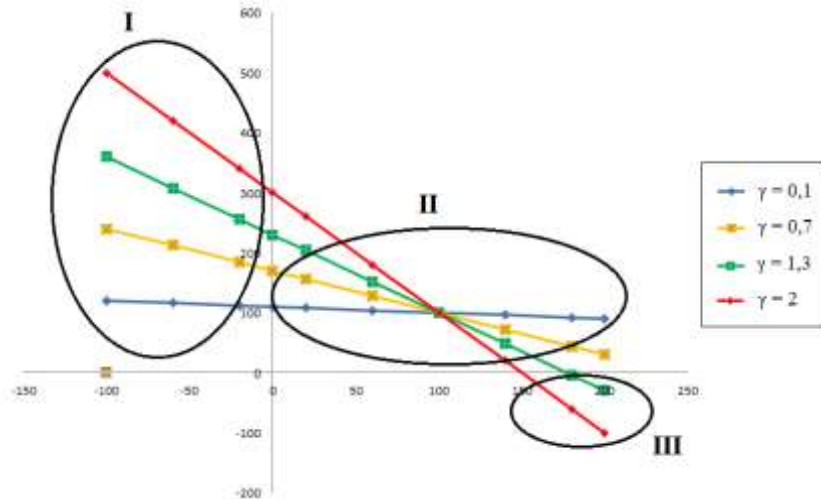


Рисунок 2 – Графік залежності $E_2^* = f(E_1^*)$

Графік на рисунку 2 побудовано за результатами розрахунку кола, що зображено на рисунку 1а. Кожна пряма відповідає певному співвідношенню опорів $\gamma = R_2/R_1$.

На графіку (рисунок 2) можна виділити три типових зони. Зоні I показує, яким має бути навантаження регулювання, коли перший генератор споживає електроенергію (працює в режимі двигуна). У II генератори обидва працюють паралельно для досягнення постійного рівня струму. Зона III відображає випадки, коли перший генератор перевищує необхідні обсяги виробленої потужності. В цьому випадку другий генератор працює в режимі двигуна. Спільна точка всіх графіків – випадок коли умова по струму виконується за початкових потужностей генераторів, тому регулювання непотрібне.

Висновок. Використання додаткового джерела електричної енергії для забезпечення сталого струму в мережі розширює спектр можливостей використання установок відновлювальної енергії. Це не тільки позитивно відобразиться на роботі споживачів електричної енергії, зменшить втрати електроенергії, а й спростить вимірювання та розрахунки.

Список використаних джерел:

1. Л. Д. Гительман, Б. Е. Ратников, М. В. Кожевников. Управление спросом на энергию в регионе / Экономика региона / 2013 - № 2 (34) - С. 71-84.
2. Л. М. Четошникова. Использование локальных источников в умных сетях с требованиями качества энергии / Ползуновский вестник / 2013 № 4-2 - С. 199-204.
3. Денисюк С. П., Базюк Т. М. Аналіз впливу джерел розосередженої генерації на електромережу та особливості побудови віртуальних електростанцій // Електрифікація транспорту. - 2012. - № 4. - С. 23-29. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eltr_2012_4_6
4. Денисюк С. П. Оцінка ефективності сумісної роботи розосереджених джерел генерації електроенергії, включаючи відновлювальні, в електроенергетичних системах / С. П. Денисюк, Т. М. Базюк, Д. Г. Дерев'яноко // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Випуск 3/2013 (80). – С. 54–59.

УДК 690.9

Шовкалюк Ю.В., ст.викл.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЄВРОПЕЙСЬКА ПРАКТИКА ПІДТРИМКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПОДАТКОВИМ СТИМУЛЮВАННЯМ

У країнах ЄС накопичено багатий досвід щодо послідовного впровадження заходів і механізмів з підвищення енергоефективності з опорою на економічні стимули. Для України є актуальним створення подібних практичних механізмів, що дозволять у перспективі досягти істотних результатів щодо зниження енергомісткості національної економіки, зменшення імпорто-залежності та енергетичної безпеки.

Метою дослідження був аналіз податкових механізмів зі стимулювання енергоефективності в країнах ЄС. Загалом їх можна розділити на дві групи: податкові пільги і податки на споживання енергії. Існують різні податкові пільги з метою стимулювання енергоефективності; рішення про їх прийняття визначається відповідними законодавчими та нормативними актами певної країни [1,2]. Розглянемо далі систему податкових пільг в деяких країнах ЄС.

У Румунії законодавством запроваджено пільги по податку на прибуток; безвідсоткові позики з держбюджету і пільгові відсотки для комерційних позик для термомодернізації будівель; звільнення від мита для енергоефективного обладнання. У Франції встановлено пільги по податку на прибуток для фізичних осіб в розмірі 15% загальних витрат на заходи з підвищення енергоефективності в межах 8 тис. євро (в т.ч. обладнання для використання ВДЕ, термоізоляційних матеріалів, вікон, дверей, обладнання для регулювання теплопостачання). У Болгарії передбачено звільнення від сплати імпортного мита (установки і обладнання для виробництва енергії з ВДЕ, а також матеріали і компоненти для виробництва енергозберігаючих ламп). У Словаччині передбачено звільнення від податку на дохід за умови інвестицій на цілі енергоефективності (в т.ч. обладнання, пов'язане з ВДЕ). У Чехії також існують пільги по податку на прибуток за умови впровадження енергоефективних установок (в т.ч. теплові насоси, електрогенератори для ТЕС) і установок по переробці відходів; крім того, застосовується більш низька ставка ПДВ (5% замість 20%) для товарів, пов'язаних з енергоощадністю (терморегулятори, прилади обліку обсягу споживаного тепла, ізоляційні матеріали та енергоощадні лампи). У Нідерландах є податкові пільги щодо інвестицій в енергозберігаючі технології та технології отримання енергії з ВДЕ (до 52% інвестиційних витрат можна відняти з оподаткованого прибутку). Також там існує схема Vamil вільного нарахування зносу з екологічних інвестицій, що допускає прискорену амортизацію обладнання, знижує податкові платежі в перші роки.

Іншим засобом стимулювання енергоефективності є введення податків на енергоносії з заміщенням/зниженням податків на працю і капітал (наприклад, Голландія, Норвегія, Швеція, Данія, Італія, Великобританія, Фінляндія, Німеччина).

Основним механізмом податкового стимулювання виробників альтернативної енергії є використання інвестиційного податкового кредиту. В окремих країнах Європи для стимулювання розвитку альтернативної енергетики використовується зниження податку на власність.

Висновки: Виконано огляд податкових механізмів для підтримки впровадження енергоефективних технологій в окремих європейських країнах.

Список використаних джерел:

1. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту – К.: НТЦЕ «НЕК «Укренерго» - 2015. – 89.
2. BP Statistical Review of World Energy. London, June 2013.

УДК 621.31

Яременко А.Г., магістрант, **Притискач І.В.**, к.т.н, старший викладач,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СИСТЕМА АНАЛІЗУ ДЕФЕКТІВ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВІ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

На сьогоднішній день в Україні та країнах близького зарубіжжя значна частина силових трансформаторів (СТ) відпрацювала власний нормативний термін служби. Приблизно 80% СТ в країні працюють більш як 25 років [1]. Економічна ситуація, а також загальна кількість устаткування з тривалим терміном служби не дозволяють найближчими роками провести їхню заміну. У зв'язку з цим дедалі актуальнішою стає проблема подовження термінів служби й оцінка можливості подальшої експлуатації такого електроустаткування в системах електропостачання промислових, житлових і громадських споруд.

За минулі роки була проведена велика робота по створенню методів виявлення дефектів трансформаторів, що дозволяють при комплексному їх застосуванні адекватно оцінити стан обстежуваного об'єкта з достовірністю, що досягає 98% [2]. Однак, незважаючи на це, кількість трансформаторів, що "доживають" до відмов через термохімічне старіння твердої ізоляції (природня відмова в наслідок зносу), становить за різними джерелами від 7% до 20%. Тобто причиною відмови від 80% до 93% трансформаторів є різні своєчасно не виявлені дефекти.

За допомогою діаграми Парето (рис. 1), побудованої на основі даних про імовірність виникнення основних дефектів силових трансформаторів [3], відокремимо обладнання та дефекти СТ, на які припадає 80 % пошкоджень.

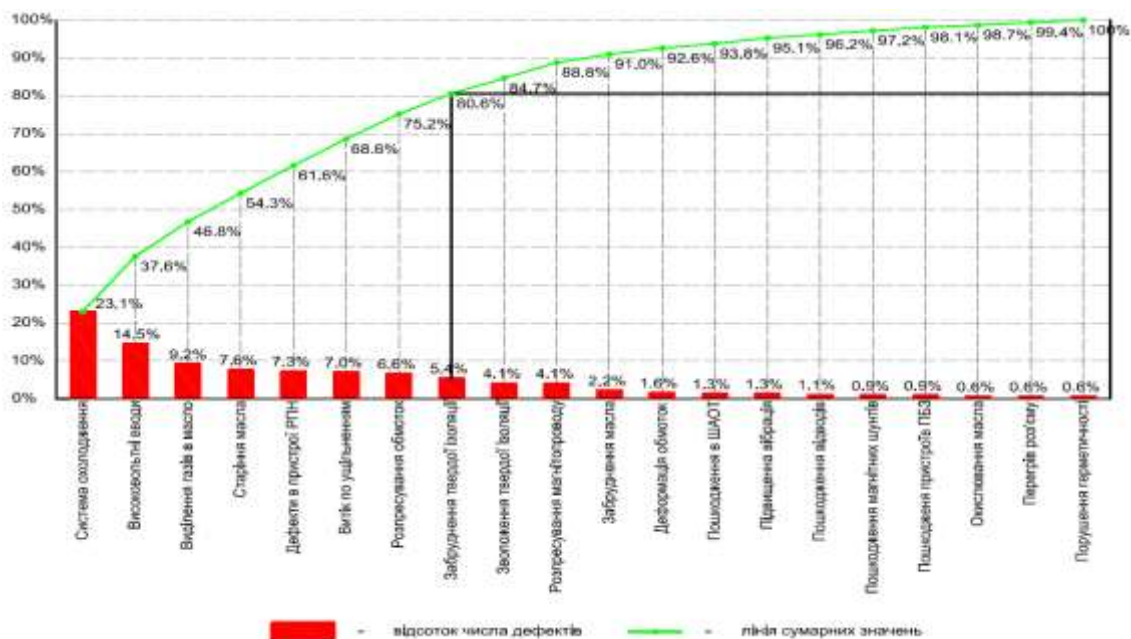


Рисунок 1 – Діаграма Парето для причин відмов силових трансформаторів

Побудована діаграма показує, що на 37 % обладнання та видів дефектів СТ припадає 80 % пошкоджень, це - пошкодження системи охолодження, виділення газів в масло, витік масла по ущільненнях, забруднення масла та, як результат цих процесів, – старіння трансформаторного масла.

Для аналізу аномалій пропонується експертна система (ЕС) на основі штучних нейронних мереж, яка використовуючи дані діагностики СТ на виході дає один із варіантів подальших дій щодо дефектного силового трансформатора.

Розглянемо структуру системи для аналізу аномалій виявлених при тепловізійних обстеженнях СТ. Тепловізійне обстеження силових трансформаторів, є допоміжним методом діагностики, що забезпечує поряд з традиційними методами отримання додаткової інформації про стан об'єкта. При тепловізійної зйомці силових трансформаторів перевіряються вводи, баки, системи охолодження (радіатори, вентилятори, маслонасоси), термосифонні фільтри, контактні з'єднання.

При тепловізійному обстеженні використовують такі діагностичні параметри:

- ΔT - перевищення температури, визначається як різниця між виміряною температурою та температурою навколишнього середовища;

- δT - надлишкова температура, визначається як перевищення виміряної температури контролюючого вузла над температурою аналогічних вузлів інших фаз, які знаходяться в однакових умовах.

- $k_d = \frac{\Delta T_{КЗ}}{\Delta T_{III}}$ - коефіцієнт дефектності, представляє відношення виміряного перевищення

температури контактного з'єднання до перевищення температури на цілій ділянці шини, від якої виконується з'єднання.

Виходячи з коефіцієнту дефектності, розрізняють наступні ступені несправності [5]:

- $k_d \leq 1.2$ – початкова ступінь несправності, яку слід тримати під контролем;

- $k_d = 1.2 \dots 1.5$ – дефект, який розвивається, необхідно прийняти міри по усуненню несправності при наступному виведенні обладнання з роботи;

- $k_d > 1.5$ – аварійний дефект, який потребує негайного усунення.

В роботі побудовано структуру штучної нейронної мережі (ШНМ), для створення ЕС. Використавши коефіцієнт дефектності, для визначення ступеню несправності можна виконати навчання ШНМ. Входами початкової вибірки наприклад являться температури десяти основних вузлів трансформатора: X1 – температура вводів, X2 – температура баків, X3-X5 – температури системи охолодження (радіаторів, вентиляторів, маслонасосів), X6 – температура термосифонних фільтрів, X7-X10 – температури наявних контактних з'єднань. В якості виходів ШНМ можна прийняти показники коефіцієнту дефектності k_d – Y.

В якості методу мінімізації помилки можна використати метод Монте-Карло. Структура ШНМ складається із одного вхідного і одного прихованого шару нейронів. Вхідний шар складається з 10 нейронів (X1-X10), вихідний з 1 нейрона (Y).

Висновок. Запропонована структура штучної нейронної мережі дає змогу ефективно виявляти дефекти СТ та може в знайти своє застосування в системах діагностування електрообладнання. Напрямоком подальших досліджень є поширення запропонованої моделі на групи діагностичних параметрів, які можуть бути отримані іншими методами діагностування.

Список використаних джерел:

1. Сазыкин В.Г. Организационные аспекты эксплуатации изношенного электрооборудования / В.Г. Сазыкин // Промышленная энергетика. – 2000. – №4 – С.28-35.

2. Долин А.П. Опыт проведения комплексных обследований силовых трансформаторов / А.П. Долин, Н.Ф. Першина, В. В. Сماعيلов // Электрические станции. – 2000. – № 6. – С. 46–52.

3. Аналіз роботи господарства електрифікації та електропостачання в 2004 році. – Київ: Вид-во ТОВ «ВД «Мануфактура», 2005. – 181 с.

4. Власов А.Б., Джура А.В. Анализ данных тепловизионного контроля электрооборудования в Колэнерго // Электрические станции. – 2002. – № 7.

5. Власов А.Б. Обработка и анализ данных тепловизионного контроля // Электротехника. – 2002. – № 7.

УДК 621.31

Denys Derevianko, Ph. D., assistant,
National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv
Polytechnic Institute”

Ihor Radysh, Ph. D., associated professor,
Uzhhorod National University

MICROGRID INFORMATION PROFILE AS AN INSTRUMENT FOR POWER SUPPLY QUALITY INCREASE

Over the past few decades, energy has played an increasingly important role in the technological and economic development. The global electrical energy demand is seen to be increasing in recent years and it is expected to double in the next 20 years. Fossil fuels that have been used as a source of energy till nowadays are rapidly depleting requiring us to look towards more alternative sources of energy. Wind and Solar PV are two of the major alternative sources of energy being utilized in many parts of the world.

Nowadays total installed wind and solar PV capacity is growing each year. However on the other hand, Ukraine relies on an aging electrical grid and pipeline distribution systems, some of which originated in the first part of XX century. Integration of renewable energy and DGs will support better utilization of the existing systems, reduce consumption of fossil based fuels, reduce transmission and distribution losses, and improve voltage quality. However, higher penetration of DGs creates technical and non technical issues which include power quality, reliability, power management, overall system efficiency, interconnection of grid and regulations. Ongoing generation, transmission and distribution permitting issues, weather related events, and limited maintenance have contributed to an increasing number of failures and power interruptions. They are some of the driving forces behind the microgrid concept.

Microgrids are receiving attention due to the increasing need to integrate distributed generations and to ensure power quality and provide reliable energy supply to the customers. Since renewables need to be in the mix for reliability increase, a high renewable-energy penetrated Microgrid should be analyzed.

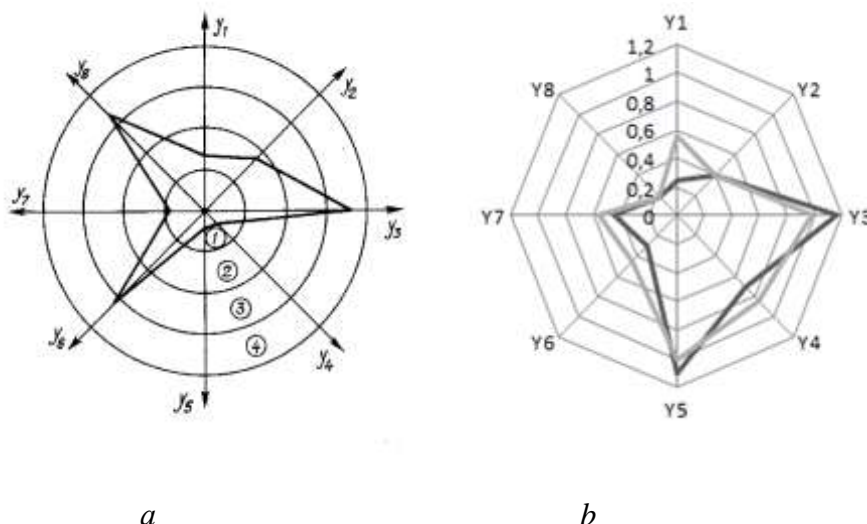


Fig. 1. Microgrid profile

The distributed generation (DG) and renewables are modeled in detail using taking into account the reliability issues and indexes presented in IEEE 1366:2012. The Microgrid reliability information profile (Fig. 1) allows to compare the levels of power quality and reliability of Microgrids with different levels of penetration of DG sources.

УДК 621.31

R. Strzelecki, Prof. D.Sc.
Electrotechnical Institute Warsaw

S. Denysiuk., Prof. D.Sc.

V. Opryshko, As. Ph.D student,

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

DEMAND SIDE MANAGEMENT AND MODERN POWER ELECTRONIC INSTALLATIONS IN SMART GRID CONCEPT

Smart power grid is an intelligent electrical grid used for improving efficiency, sustainability, flexibility, reliability and security of the electrical system by enabling the grid to be observable, controllable, automated and fully integrated [1].

In contrast with the existing electrical grids, the intelligent electric grids have digital structure, two-way communication, distributed generation, numerous sensors, self-monitoring, self-healing capabilities, remote checks/tests, pervasive control and many customers [2].

The transition from the grid we know today to the grid of tomorrow will be as profound as all of the advances in power systems over the last hundred years, but it will take place in a fraction of that time. It will require a new level of cooperation between industry players, advocacy groups, the public and especially the regulatory bodies that have such immediate influence over the direction the process will take. In the end, though, a fully realized Smart Grid will benefit all stakeholders [3].

Renewable energy systems cannot directly replace the existing electric energy grid technologies. The latter are far too well established to abandon, while the new technologies are not sufficiently developed to meet the total energy demand. Therefore, it is sensible to gradually infuse renewable energy sources into existing grids and transform the system over time [4].

Relevance of the change in strategy of supply companies due to the new level of grid management, ensuring guaranteed efficiency and reliability of the distribution electric grid complex [6]. The key to the success of any energy company is its customer-oriented strategy. As any services must meet customer needs, market allows the client to choose. Preferences motives may be different, but the determining factor is the ratio between the electricity price and the risk level. Everyone chooses a risk level that may afford. An example of such balancing is demand management programs, Demand Side Management (DSM) that do not require significant investment from the energy supply companies. DSM is traditionally seen as an instrument to reduce peak demand in electricity grid.

By reducing the overall load in grid, DSM can reduce the number of accidents by reducing the number of disconnections and increase system reliability [7].

DSM allows customers to make informed decisions regarding their energy consumption, helps the energy providers to reduce the peak load demand and reshape the load profile [8]. DSM is carried through demand task scheduling, usage of stored electric energy and real-time pricing [9]. DSM techniques increase the operational complexity of the power system, redistribute the load but do not reduce the total energy consumed by the appliances [10, 11]. In case of loading the system with its max capacity, the value of DSM is high.

One of the basic conditions of transforming a traditional grid to Smart Grid is the wide-spread use in electrical power grids of modern power-electronic installations (PI), in which there are installations of the Flexible AC Transmission System type and High Voltage DC [3–5], either Medium VDC or LowVDC, as well as a great many installations of the Custom Power Supply type [6]. Widespread use of PI is recommended also in modernized traditional grid. For example, switchgear equipment used up to the present is in the majority of cases mechanical devices. Their speed of operation is satisfactory for the control of European power network in given situations, but is inadequate in situations demanding reactions to unexpected changes in voltage and flow conditions. This negative feature of mechanical devices is particularly demonstrable in response to ever-increasing demands in the area of quality of electrical energy [7–9]. A wider application of PI in grid today would

allow for a fuller exploitation of existing distribution and transmission resources, while maintaining the status so far, and even improving the safety of the power supply and energy efficiency.

Conclusion

In terms of market reforms any energy company that aims to be popular, requires modern IT technologies, which ensure it highly competitive and effective management of business processes. Implementation of enterprise informational platforms can quickly obtain the necessary data on the current affairs in the company, develop tactics and strategy of its development, manage personnel and predict future sectoral changes and prepare for them in time. Realize DSM by providing various services according to the usage situation and contract terms such as data cooperation with demand side and provision of supply and demand forecast and power saving information.

A wider application of PI in grid today would allow for a fuller exploitation of existing distribution and transmission resources, while maintaining the status so far, and even improving the safety of the power supply and energy efficiency.

References

1. UK Department of Energy and Climate Change. Smarter grids: the opportunity, December [Online]. Available: [http://www.techuk-e.net/Portals/0/Cache/\(DECC\)SmartGrid_web.pdf](http://www.techuk-e.net/Portals/0/Cache/(DECC)SmartGrid_web.pdf); 2009.
2. US Department of Energy. Smart Grid system report, July [Online]. Available: http://energy.gov/sites/prod/files/oeprod/DocumentsandMedia/SGSR_Annex_A-B_090707_lowres.pdf; 2009.
3. Smart grids European Technology Platform. Strategic deployment document for Europe's electricity grids of the future, April [Online]. Available: http://www.smartgrids.eu/documents/SmartGrids_SDD_FINAL_APRIL2010.pdf; 2010.
4. Eduardo F. Camacho, Tariq Samad, Mario Garcia-Sanz, and Ian Hiskens. Control for Renewable Energy and Smart grids
5. CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group Smart Grid Reference Architecture November 2012.
6. Denysiuk S.P., Opryshko V.P. Assessment of energy sector companies innovation management effectiveness promising problems of economics and management Montreal, Canada, 2015
7. [International Scientific Conference: Energy savings, energy efficiency and energy audit in Ukraine. 21st October. Modern problems of energy efficiency in Ukraine and building of energy management system.
8. Logenthiran T, Srinivasan D, Shun T Z. Demand side management in Smart Grid using heuristic optimisation. IEEE Trans Smart Grid 2012; 3 (3) :1244–52.
9. Koutsopoulos I, Tassioulas L. Challenges in demand load control for the Smart Grid. IEEE Netw 2011; 25 (25): 16–21.
10. [Strbac G. Demand side management: benefits and challenges. Energy Policy 2008;36(12):4419–26.
11. [Khodayar M E, Wu H. Demand forecasting in the Smart Grid paradigm: features and challenges. Electr J 2015; 28(6): 51–62.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИНЦИПУ ПОБУДОВИ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ НА ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЯХ, ПІДСТАНЦІЯХ НАДВИСОКИХ КЛАСІВ НАПРУГИ

Сьогодні для покращення рівня електробезпеки на підприємствах паливно-енергетичного комплексу України впроваджуються міжнародні стандарти OHSAS 18001:2007 «Система менеджменту професійного здоров'я і безпеки – Вимоги», ISO 50001:2011 «Система енергетичного менеджменту – вимоги та керівництво щодо застосування».

У ході дослідження встановлено, що Міжнародний стандарт OHSAS 18001:2007, ISO 50001:2011, як і система управління якістю ISO 9000, побудовані на основі циклу Демінга, який фактично дублює коло менеджменту та складається з чотирьох етапів: планування, реалізація, контроль та оцінювання ризику з метою управління. Проте проведений аналіз свідчить, що більшість механізмів цієї страхової системи від професійних ризиків (інформаційні, діагностичні, фінансові та правові) ще тільки створюються. Для підприємств енергетичної галузі, що впроваджують і підтримують дані стандарти, на перший план виступають питання ідентифікації небезпек різних видів діяльності, оцінювання професійних ризиків здоров'ю персоналу від дії електричної енергії для забезпечення електробезпеки.

Відповідно до [1], основними подіями-передумовами електротравми та професійно обумовленого захворювання при обслуговуванні та ремонті електроустановок 330, 500, 750 кВ тобто надвисокої напруги (НВН) є: знаходження персоналу в зоні дії електричної енергії; реальна наявність небезпечного значення електричної енергії; відсутність чи неефективність засобів захисту та помилкові і несанкціоновані дії персоналу в цій ситуації.

На основі проведених теоретичних досліджень розроблено структурну модель системи управління електробезпекою та алгоритм аналізу ризику електротравматизму, що дозволило авторам запропонувати принцип функціонування системи електробезпеки персоналу, який обслуговує енергетичні установки на електричних станціях, підстанціях та мережах НВН.

Принцип ефективної системи управління електробезпекою для персоналу електричних станцій та підстанцій НВН від дії електричної енергії оснований на замкнутому інформаційному контурі. Цей контур містить послідовність логічно пов'язаних функцій управління: оцінювання ризику ураження персоналу електричною енергією; планування та виконання планових заходів з електробезпеки щодо усунення ланцюга передумов появи електротравм, направлених на мінімізацію ризику електротравматизму та професійно обумовленого захворювання; контроль за виконанням планових заходів; оцінювання та аналіз ризику електротравматизму після вжитих заходів; ухвалення рішень із вдосконалення системи електробезпеки, що дозволяє постійно порівнювати фактичний стан керованого процесу, з метою мінімізації ризику електротравматизму. Запропонований авторами принцип, на відміну від існуючих, дозволяє адаптувати законодавство Європейського Союзу з безпеки праці до законодавства України з охорони праці в енергетичній галузі та отримати подальший розвиток методів оцінювання ризику електротравматизму.

Список використаних джерел:

1. Бондаренко Є. А. Удосконалення методу забезпечення електробезпеки під час виконання робіт на струмовідних частинах електроустановок надвисоких класів напруги/ Є. А. Бондаренко, В. М. Кутін // НТУУ «КПІ». "ЕНЕРГЕТИКА: економіка, технології, екологія". – 2014. – № 4 (38). – С. 26–34.

Бориченко О.В., к.т.н., доцент, Остапчук Ю.Ю., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ZP-АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

З 1 вересня 2016 року в Україні діє Національний стандарт України ДСТУ ISO 50006:2016 Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанови (ISO 50006:2014, IDT), в якому наведено настанову організації стосовно того, як встановити, використовувати та підтримувати показники енергоефективності та базові рівні енергоспоживання як частину процесу вимірювання рівня досягнутої енергоефективності [1].

Існує велика кількість методів прогнозування обсягів споживання енергії, які можуть бути використані в системі енергетичного менеджменту для аналізу та прогнозування рівня енергоефективності. Моделі прогнозування поділяються на статистичні, до складу яких входять: моделі експоненційного згладжування, регресійні моделі, авторегресійні моделі, та структурні, до яких відносяться: моделі на основі ланцюгів Маркова, нейромережеві моделі, моделі на основі класифікаційно-регресійних дерев. При прогнозуванні електроспоживання промислового підприємства може застосовуватися точковий прогноз [2].

Для вирішення даної задачі можуть бути використані наступні методи прогнозування. Найбільш простим та поширеним методом є прогнозна екстраполяція, сутність якого полягає в зборі статистично сумісних тенденцій змін певних кількісних характеристик досліджуваного об'єкту та побудові прогнозу, при цьому, необхідно мати історію тенденції розвитку за період в 2-3 рази більший періоду прогнозування.

Методи регресійного аналізу досліджують залежність між величинами за статистичними даними. При цьому регресійне рівняння не виконує оцінку впливу кожного фактора на досліджуваний показник, що є недоліком методу. За побудови моделі множинної регресії, кореляційні та регресійні методи можуть враховувати вплив значної кількості параметрів на вихідну прогнозу величину енергоспоживання.

Ефективність процесу оптимального управління енергоспоживанням на об'єктах може бути оцінена за результатами реалізації ZP-аналізу співставленням двох інтегральних показників, один з яких характеризує позитивний ефект, а інший - витрати. При проведенні ZP-аналізу здійснюється процедура інтервальної оцінки з метою визначення меж довірчого інтервалу на основі даних про енергоспоживання за попередні роки, що дозволяє врахувати системний та взаємний вплив об'єктів один на одного. Сутність ZP-нормування в перерахунку енергоспоживання об'єктів всередині функціональних груп на основі реально існуючих показників енергоспоживання в середині групи, що в свою чергу дозволяє розрахувати новий довірчий інтервал.

Висновок. В даний час відома велика кількість статистичних методів прогнозування. Для вибору оптимального методу для початку необхідно чітко сформулювати мету прогнозу, інтервал та точність прогнозування. Оптимальна прогнозна модель повинна враховувати якомога більшу кількість факторів, що впливають на споживання енергії підприємством, оскільки енергоспоживання залежить від великої кількості різних стрімко змінних факторів.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ ISO 50006:2016 Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення і настанова» (ISO 50006:2014, IDT).

2. К. Л. Соломахо, «Применение метода главных компонент для прогнозирования объемов электропотребления энергосбытового предприятия» 2015.

УДК 621.311

Веремійчук Ю.А., к.т.н., старший викладач, Замулко А.І., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
Лисенко О.М., к.т.н., Інститут технічної теплофізики НАН України

ПОТЕНЦІАЛ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОЕС УКРАЇНИ

Час довів, що управління режимами споживання електричної енергії і забезпечення надійності функціонування об'єднаної електроенергетична система України (ОЕС України) – дві нерозривно пов'язані між собою задачі. Особливо гостро ці питання в ОЕС України постають в період запровадження надзвичайного стану на ринку електричної енергії, необхідності відключення споживачів електричної енергії в періоди максимального навантаження енергосистеми. Виникає необхідність зупинки в робочому режимі в рамках виконання графіка навантажень енергосистеми низки ТЕС (наприклад, у квітні 2017 року були зупинені: Зміївська ТЕС, Криворізька ТЕС, Придніпровська ТЕС, Трипільська ТЕС). З іншого боку, постійно покривати пікові навантаження ОЕС України за рахунок генерації блоків ТЕС, що працюють на вугіллі газової групи, а також ГЕС і ГАЕС, призводить до зношення основного обладнання та значного підвищення собівартості електричної енергії.

Одним із шляхів послаблення можливих негативних наслідків, у тому числі при запровадженні надзвичайного стану на ринку електричної енергії, є максимальне використання потенціалу споживачів електричної енергії щодо управління їх електроспоживанням.

Побутовий споживач електричної енергії залишається однією з недостатньо досліджених, водночас на сьогодні впливових груп споживачів. За інформацією електропередавальних організацій, які здійснюють ліцензовану діяльність з постачання електричної енергії за регульованим тарифом, станом на 01.01.2017 в Україні налічувалось 17 338,861 тис. споживачів електричної енергії (за договорами). При цьому 16 816,072 тис. споживачів електричної енергії або 96,98 % від їх загальної кількості становлять побутові споживачі (населення) і лише 522,5 тис. або 3,01 % - споживачі промислової і непромислової сфери (юридичні особи). Крім того, обсяги споживання електричної енергії побутовими споживачами щороку зростають, тому ця група споживачів в [1] представлена, як окремий сегмент для впровадження методів управління електроспоживанням [2].

Ситуація с цією групою споживачів з точки зору забезпечення надійності функціонування ОЕС України ускладнюється суттєвою нерівномірністю споживання електричної енергії протягом доби, про, що свідчать характеристики графіка електричного навантаження (ГЕН) в режимні зимові дні 2014-2016 років (табл. 1).

Таблиця 1 – Значення характеристик ГЕН побутових споживачів 2014 -2016 рр.

Рік	Коеф. нерівномірності	Коеф. внеску	Коеф. впливу	Коеф. заповнення ранковий	Коеф. заповнення вечірній
2014	0,560	0,428	0,98	0,957	0,8
2015	0,489	0,425	0,82	0,933	0,768
2016	0,530	0,445	0,78	0,931	0,792

Максимальне електричне навантаження побутових споживачів в зимовий режимний день 2016 року склало 9436 МВт, в той же час P_{\max} ОЕС України - 18225 МВт. Отже населення складає близько 51% максимуму навантаження. Враховуючи, що це найчисленніша група споживачів у енергопостачальних організацій, яка навіть при незначній споживаючій

потужності формує «погоду» не тільки для постачальника, але і для енергетичного ринку України в цілому.

З огляду на постійне збільшення негативного впливу режиму споживання електричної енергії побутовими споживачами на режим споживання ОЕС України виникає необхідність використання управлінських рішень щодо управління електроспоживанням. Тому встановлення для цієї групи споживачів економічно обґрунтованих тарифів, диференційованих за періодами часу, є досить важливим і актуальним завданням. Але на сьогоднішній день, при середньомісячному споживанні електроенергії на рівні 130 - 150 кВт*год на одного побутового споживача в Україні говорити про тотальне їх переході на диференційовані тарифи поки рано.

Максимальне навантаження групи споживачів населення в режимний день в 2016 році склало 9436 МВт, в той же час P_{\max} ОЕС України - 18225 МВт. Отже населення складає близько 51% максимуму навантаження. Враховуючи, що це найчисленніша група споживачів у енергопостачальних організацій, яка навіть при незначній споживаючій потужності формує «погоду» не тільки для постачальника, але і для енергетичного ринку України в цілому.

З огляду на постійне збільшення негативного впливу режиму споживання електричної енергії побутовими споживачами на режим споживання ОЕС України виникає необхідність використання управлінських рішень щодо управління електроспоживанням. Тому встановлення для цієї групи споживачів економічно обґрунтованих тарифів, диференційованих за періодами часу, є досить важливим і актуальним завданням. Але на сьогоднішній день, при середньомісячному споживанні електроенергії на рівні 130 - 150 кВт*год на одного побутового споживача в Україні, говорити про масовий їх перехід на диференційовані тарифи, поки рано.

Коефіцієнти для населення, які використовують тарифи диференційовані за періодами часу затверджені постановою НКРЕКП від 23.04.2012 № 498 (зі змінами), де встановлені межі тарифних зон, які повинні діяти протягом усього року, відповідають режиму споживання електричної потужності в літній період. Тобто, ці тарифи втрачають свою регулюючу функцію зниження навантаження в вечірній пікової зоні при використанні їх протягом зимового періоду. Це неприпустимо, з огляду на важливість управління режимами споживання електричної енергії в ОЕС України з урахуванням збільшення її виробництва атомними електростанціями.

Необхідно вже зараз необхідно вирішувати питання про зміну як тарифної, так і технічної політики по відношенню до побутових споживачів. Іншими словами, мова йде розробку для цієї групи споживачів електричної енергії тарифів, диференційованих залежно від різних параметрів.

Висновки:

1. Виникає необхідність прийняття рішення на державному рівні (НКРЕКП) щодо групи побутових споживачів з технічного їх переоснащення, оскільки в них збільшується споживання енергії, а характеристика режиму споживання залишається негативною.

2. Необхідна гармонізація тарифних систем для юридичних і фізичних осіб, як з точки зору тарифних зон, так і з точки зору тарифних коефіцієнтів.

3. Формування систем управління окремими потужними споживачами електричної енергії (бажано з накопичувальним ефектом), що використовуються побутовими споживачів, з метою завантаження нічного провалу і підвищення життєвого рівня населення.

Список використаних джерел:

1. Веремійчук Ю.А., Замулко А.І. Дослідження графіків електричних навантажень груп споживачів електричної енергії. Вісник ВНТУ 2014. №2. С. 82-85.
2. Anatoly Zamulko, Yuri Veremiichuk Methods of controlling power consumption in terms of reforming market conditions. Scientific Journal of Riga Technical University. Series: Power and Electrical Engineering. № 32. 2014. P 41-46.

УДК 622:658.012.011.56

Вишняков В.А., магістрант, **Бориченко О.В.**, к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ДОСЯГНУТОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

В умовах трансформаційної економіки Україна нездатна в повному обсязі забезпечити себе енергетичними ресурсами, тому постає необхідність в їх раціональному використанні та активізації процесів енергозбереження.

Можна виділити три основних фактори, які впливають на загальний рівень енергоефективності – це застаріле технологічне обладнання (що, в свою чергу, впливає на неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів), застарілі мережі електропередач (підвищення передавальних втрат) та недосконалість прогнозування майбутніх показників електроспоживання.

Удосконалення та/або заміна обладнання та електропередавальних мереж вимагає значних капіталовкладень, що за теперішнього економічного стану країни не є можливим. В свою чергу, оперативне планування та ефективне управління режимом функціонування електроенергетичної системи потребує значно менших коштів. Також чітке прогнозування майбутніх показників електроспоживання дозволяє сформувати надійну та ефективну роботу єдиної енергетичної системи, забезпечити чіткий системний баланс виробництва та споживання електричної енергії, а також дає змогу оцінити рівень досягнутої енергоефективності в цілому або на конкретному об'єкті. З економічної точки зору точне прогнозування і планування споживання електроенергії для великих споживачів дозволяє керувати вартістю купівлі електроенергії через регулювання завантаження устаткування за допомогою управління виробничими процесами, тобто шляхом перенесення основних обсягів споживання електроенергії в години з найменшою вартістю, тим самим знижуючи собівартість виробництва електроенергії.

Прогнозування енергоспоживання здійснюється за допомогою різних методів, що базуються на аналізі ретроспективної динаміки електроспоживання і впливаючих на нього факторів, виявленні статистичного зв'язку між ознаками і на побудові прогнозних моделей з використанням різних методів і програмних засобів. Розглянувши різні методи прогнозування, можна їх розподілити за групами, що наведено на рисунку 1 [1–5].

Проаналізувавши існуючі методи прогнозування можна зробити висновок, що жоден з них в повній мірі не дозволяє використовувати систему показників ефективного використання енергії. Використання такого зв'язку дасть змогу не тільки надати ретроспективні дані для прогнозування енергоспоживання системи або певного підприємства, але і використати їх для підвищення рівня енерговикористання.

В Україні діє стандарт ДСТУ ISO 50006:2016 «Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності». За цим стандартом виділяються наступні типи показників енергоефективності: вимірне значення енергії, співвідношення між вимірними значеннями, 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 [1].



Рисунок 1 – Існуючі методи прогнозування споживання енергії

Вимірювання та оцінювання досягнутого рівня енергоефективності тісно пов'язане з аналізом показів енергоспоживання (виміряне значення енергії). Старі і нові дані порівнюються між собою, і як висновок, визначається рівень досягнутої енергоефективності, наприклад, окремого об'єкту. Додавши до такого аналізу систему показників енергоспоживання можливо більш точно виявити «слабкі» місця об'єкту та усунути їх. На основі ретроспективних даних зіставляється прогноз енергоспоживання, який можна використовувати для оперативного контролю енергоспоживання.

Висновок. Використання ефективної моделі з високим рівнем точності передбачень разом із застосуванням системи показників ефективного використання енергії дасть змогу більш точно проаналізувати рівень досягнутої енергоефективності конкретного об'єкту системи. На основі цих результатів можливо вжити заходів щодо підвищення рівня енергоефективності об'єкту.

Список використаних джерел:

1. 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).
2. N. Amjady and F. Keynia, "A new neural network approach to short term load forecasting of electrical power systems" *Energies*, vol. 4, no. 3, pp. 488–503, 2011.
3. А.М. Абдурахманов, М.В. Володин, Е.Ю. Зыбин. "Методы прогнозирования электропотребления в распределительных сетях (обзор)" vol. 3, no. 1, pp. 3–23, 2016.
4. Ш.Р. Гарифуллин. "Прогнозирование потребления электроэнергии с помощью методов машинного обучения", 2015.
5. К.Л. Соломахо. "Применение метода главных компонент для прогнозирования объемов электропотребления энергосбытового предприятия", 2015.

Галушак І.Д., к.т.н., доцент,
Дика А.З., магістрант,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Для підвищення енергоефективності необхідна реалізація ефективного енергозбереження та енергоменеджменту за рахунок створення енергозбережної структури виробництва на підставі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широке впровадження нових енергозбережних технологій, економічних і правових умов у сфері енергозбереження, нормування використання паливно-енергетичних ресурсів, дотримання енергетичних стандартів та нормативів. Разом з тим, розвинене суспільство досягає визначеної мети не лише законодавчими, структурними чи адміністративними засобами, а й шляхом виховання, навчання, інформування громадян, завдяки чому їх дії стають свідомими. Енергозбереження та енергоефективність повинні стати не тільки елементами економіки та політики, культури, освіти, нової філософії природокористування.

Світове споживання обмежених запасів органічного палива щорічно зростає на 3%. Збереження цієї тенденції приведе до того, що всі відомі запаси органічного палива будуть використані в першій половині наступного століття. Зменшення темпів споживання енергії навіть на 1% щорічно, забезпечить практично невичерпний запас ресурсів за умови все більшого використання відновлювальних джерел енергії всіма державами світу. Уряди, промисловці і комерційні організації, суспільний сектор і громадськість зараз усвідомили актуальність вимог щодо ефективного менеджменту ресурсів і енергоспоживання.

Енергетичний менеджмент є технічною і управлінською функцією, його завдання полягає у контролі, реєстрації, критичному аналізі, корегуванні споживання енергії таким чином, щоб вона використовувалась з максимальною ефективністю. Він охоплює такі дисципліни як техніка, наука, математика, економіка, бухгалтерський облік, проектування й дослідження операцій, обчислювальні й інформаційні технології. Досліджуючи потоки енергії, менеджер (рис. 1) повинен бути дуже точним у визначенні меж системи, що розглядається, а також потоків енергії і матеріалів в цих межах.

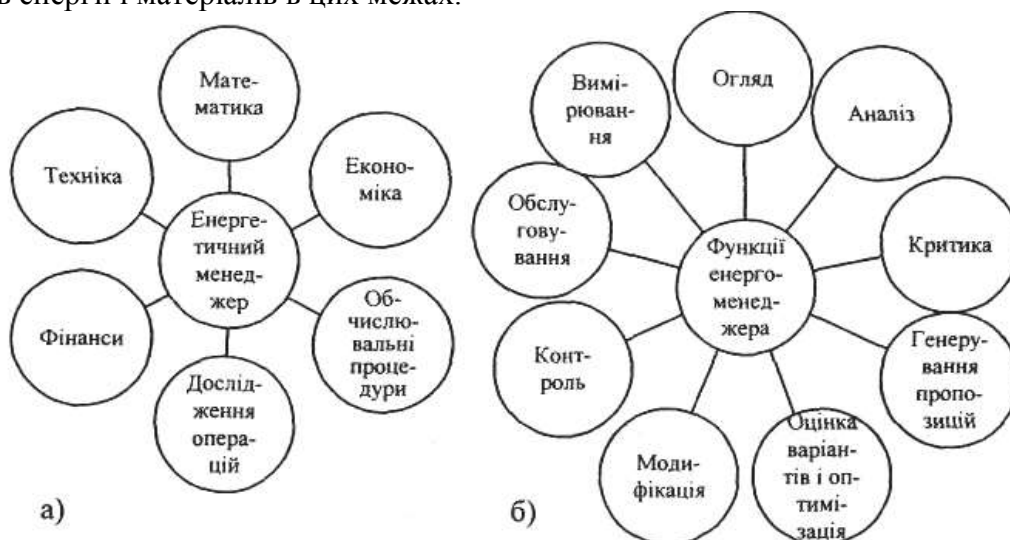


Рисунок 1-Необхідна освіта (а) та функції енергоменеджера (б)

Енергетичний аудит повинен аналізувати: "вміст" енергії в товарі, енергію, яка споживається в процесі виробництва, вимоги щодо енергозбереження виробничих приміщень і будівель. В будь-якому випадку аудит повинен містити аудит довкілля, тобто аудит твердих,

рідких та газоподібних відходів.

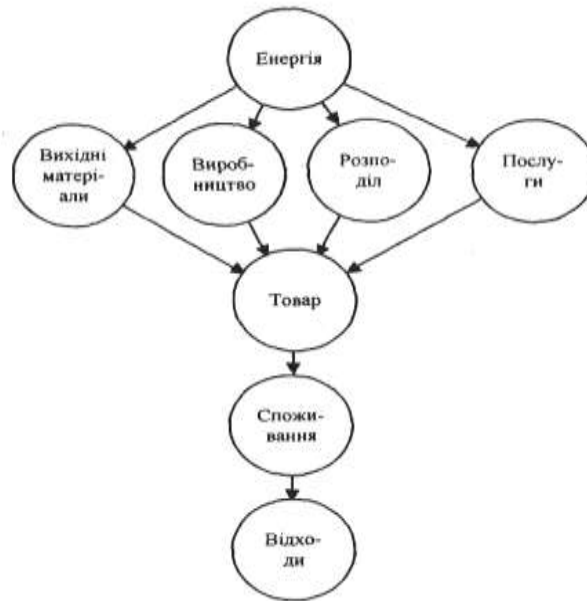


Рисунок 2-Енергія в товарах

Споживання енергоносіїв і енергії містить у собі чотири основних процеси: згорання, перетворення, утилізація, викиди в довкілля. Можна удосконалити будь-який з чотирьох названих процесів. Може бути максимізована ефективність процесів згорання, збільшена ефективність перетворення, підвищена економічність виробничої діяльності; тепло викидів чи відходи матеріалів утилізовані (наприклад, застосуванням теплообмінників, спалюванням сміття, вторинним використанням відходів матеріалів). Потоки енергії повинні бути скеровані по-іншому, сповільнені чи прискорені для досягнення якомога повнішої утилізації ресурсів у часі і просторі. Всі системи, які споживають ресурси, повинні бути запроєктовані і виконані таким чином, щоб мінімізувати інвестиційні видатки і видатки на експлуатацію, збільшити тривалість міжремонтних періодів, мінімізувати технічне обслуговування і поточний ремонт. Те, що не вимірюється, не може бути проконтрольоване. Енергія чи матеріали не будуть заощаджуватись, якщо не будуть виконані точні і всеохоплюючі виміри для всіх процесів, що споживають ресурси в межах системи.

Значні фінансові заощадження можуть бути одержані за рахунок маловитратних заходів "доброго ведення господарства" (наприклад, своєчасне проведення ремонтів з усуненням витоків енергоносіїв, захист від протягів, контроль вентиляції, запровадження систем часового контролю, вимкнення освітлення і термостатів, коли вони непотрібні, іншого обладнання і установок на час тривалого неробочого ходу). Підвищення енергоефективності завжди вимагає додаткових витрат коштів і матеріалів, наприклад, збільшення площі теплообмінника збільшує ефективність передачі тепла.

Список використаних джерел:

1. Матеріали Програми TACIS EUK. 9701 «Посилення дій з підготовки енергоменеджерів в Україні».
2. Paul W. O'Callaghan. Energy Management. McGRAW - HILL BOOK COMPANY, London, c.438.
3. Карпаш О.М., Костишин В.С., Галушак І.Д. і ін. Навчальний посібник «Енергоменеджмент та енергоефективність». – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 450 с.

Денисюк С.П., д.т.н., професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕНЕРГЕТИКА ПОСТІНДУСТРІАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ЯК ПАРАДИГМА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

Енергетика, як система забезпечення життєдіяльності суспільства є не тільки системою життєзабезпечення та життєдіяльності людини, але й є інфраструктурною основою економіки, однією з найбільших галузей економіки більшості країн, у тому числі й України, служить одним з ключових факторів геополітики, зокрема, запорукою стійкості всього світового розвитку. Основні тенденції, які визначають майбутнє глобальної енергетики: балансування між глобалізацією і регіоналізацією, загрозою енергетичного дефіциту і настанням глобальної профіциту енергоресурсів; зміна технологічних укладів як у виробництві палива та енергії, так і в їх споживанні; завершення епохи вуглеводнів і розвиток інноваційної безвуглецевої енергетики та ін.

В Україні слід врахувати, що нова економіка майбутнього – це не поступальний розвиток старої промисловості, що базується переважно на силових енергетичних процесах, а неоіндустріалізація, заснована на поєднанні великих установок і розосередженої генерації, силових та інформаційних процесів, фізичних та інтелектуальних систем. При цьому споживач може ставати одночасно як виробником, так і споживачем енергії. На зміну індустріальній енергетичній цивілізації, пов'язаної з використанням переважно силових процесів, приходять новий енергоінформаційний електричний світ, заснований на широкому використанні інтелектуальних людино-машинних систем. Енергоінформаційні системи, крім утилітарного енергозабезпечення, створюють і нову якість життя.

Сьогодні важливим є формування світового енергетичного балансу з мінімізацією сумарних витрат суспільства на своє енергозабезпечення з урахуванням залежності структури енергетичного балансу від особливостей структури майбутньої економіки, поєднання у ній елементів неіндустріального, індустріального і постіндустріального розвитку. Одним із визначальних факторів майбутніх змін світового енергетичного балансу і його структури є технологічний фактор. Нові енергетичні технології забезпечили зниження загрози енергетичного дефіциту та перелом в енергетичній філософії (енергетичний дефіцит людству не загрожує; насувається глобальний профіцит енергоресурсів). Від того, які з технологій швидше вийдуть на ринок – нові технології виробництва нових енергоресурсів, технології, що забезпечують ефективний транспорт традиційних енергоресурсів на великі відстані, чи технології, що забезпечують значне зростання ефективності використання енергії, буде залежати світова енергетика середини ХХІ ст. Характеристики зв'язку економічного та енергетичного зростання наведено в табл. 1, де введено позначення: Н – низькі темпи зростання; С – середні; В – високі темпи зростання [1].

У значній мірі розвиток як світової енергетики, так і енергетики України, у першій половині ХХІ ст. буде визначати Паризька кліматична угода ООН (прийнята в Парижі консенсусом 12 грудня 2015 р. та підписана 22 квітня 2016 р.). Метою Паризької угоди (відповідно до статті 2) є «активізувати здійснення» Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату, зокрема, утримати зростання глобальної середньої температури «набагато нижче» 2 °С і «докласти зусиль» для обмеження зростання температури величиною 1,5 °С.

У більшості прогнозів розвитку світової енергетики провідних світових аналітичних центрів, опублікованих в 2016–2017 роки, вже відображено вплив Паризької кліматичної угоди на бачення майбутнього світової енергетики. Еволюція базових сценаріїв прогнозів світового енергоспоживання в 2020 р. і в 2040 р., зроблених Energy Information Administration – Official

Energy Statistics from the USA (IEO), International Energy Agency (WEO) та OPEC (WOO) в 2013/2014 і 2016 роках, в млн. т н.е., наведено в табл. 2.

Таблиця 1

Стадії розвитку	Енергоємність ВВП	Приріст споживання первинних енергоресурсів, % в рік	Еластичність ВВП по споживанню первинних енергоресурсів	Домінуючі джерела енергії
Доіндустріальна	Н	Низький	–	Некомерційна енергія біомаси
Індустріалізація	С	4–5	0,8–2,2	Вугілля, нафта (комерційні паливні джерела енергії)
Розвиток індустріального суспільства	В	2	0,4–0,8	Нафта, електроенергія
Перехід до постіндустріальної епохи	С	0–1	0,0–0,3	Диверсифікація ПЕБ та початок переходу до ВДЕ
Постіндустріальна епоха	Н	<0	<0,0	Невичерпні джерела енергії

Таблиця 2

Прогнози	Горизонт прогнозу	Разом	у тому числі:				
			Рідкі види палива	Природний газ	Вугілля	Атомна енергія	Гідроенергія та інші види ВДЕ
IEO-2013	2020	15872	4906	3427	4543	955	2041
	2040	20655	5861	4820	5531	1442	3001
IEO-2016	2020	15849	5145	3484	4249	779	2192
	2040	20539	6200	5328	4541	1159	3311
WEO-2014	2020	14978	4487	3182	4211	845	2254
	2040	18293	4761	4418	4448	1210	3455
WEO-2016	2020	14576	4474	3141	3906	796	2259
	2040	17866	4775	4313	4140	1181	3456
WOO-2014	2020	14894	4404	3442	4335	689	2024
	2040	20345	4941	5502	5516	1151	3235
WOO-2016	2020	14874	4499	3319	4104	769	2183
	2040	18815	4946	5040	4536	1161	3268

Так, в огляді WEO-2016 підкреслюється, що на виконанні прогнози істотно вплинули як цілі, «поставлені в Парижі», так і «заходи, які уряди оголосили для їх досягнення». Важливо й те, підкреслюється в WEO-2016, що колись дуже передбачувана залежність між зростанням економіки, попитом на енергоресурси і енергію та обсягом емісії вуглекислого газу (викидами CO₂), в 2014 і 2015 рр. почала слабшати. Відповідно у всіх трьох сценаріях, що уже стали традиційними для IEA, – Сценарії нових політик, Сценарії поточних політик і в клімат орієнтованому Сценарії «450» – враховані як перші кроки світової спільноти на шляхах обмеження глобального потепління нижче 2-х °С, так і політичні заяви основних світових акторів. Крім того, прогноз WEO-2016 доповнюється оглядом Energy Technology Perspectives 2016. У ньому для Сценарія 2-х °С ставиться завдання шляхом розгортання низьковуглецевих технологій, як при виробництві, транспорті та перетворенні палива, так і при його споживанні кінцевими споживачами, знизити попит на первинну енергію до 2050 р. на 30%, а викиди вуглецю в енергетиці – на 70%, тобто вдвічі щодо поточного рівня.

Список використаних джерел:

1. Глобальная энергетика и устойчивое развитие (Белая книга) – М.: Изд. МЦУЭР, 2009.
2. <https://www.eia.gov>
3. <https://www.iea.org>
4. <http://www.opec.org>

УДК 620.91+ 621.31

Денисюк С.П., д.т.н., професор, Стрелкова Г.Г., к.ф.-м.н., доцент,
Федосенко М.М., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ІННОВАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Вступ. Реалізація державних завдань щодо побудови високотехнологічної економіки і створення в Україні конкурентоспроможного виробництва відповідно до стандартів ЄС потребують інноваційного оновлення за всіма секторами економіки країни. Сьогодні модернізація вітчизняного виробництва неможлива без широкого впровадження сучасних енергоефективних та ресурсозберігаючих рішень. Існує значний технічний, технологічний та управлінський потенціал зменшення енергетичних витрат і підвищення енергоефективності при виробництві, передаванні та розподіленні електроенергії. Успішність розгортання інноваційних змін як у паливно-енергетичному комплексі, так і при виробництві неенергетичних товарів та наданні послуг значною мірою буде визначатися наявністю відповідних фахівців.

Кафедрою електропостачання КПІ ім. Ігоря Сікорського протягом 20 років здійснюється підготовка фахівців з енергетичного менеджменту. З 2016 року впроваджується навчання за спеціалізацією «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітніми рівнями бакалавр, магістр і доктор філософії. При цьому враховано нагальну необхідність підвищення економічної освіченості випускників, у тому числі з проблем інноваційного менеджменту в енергетиці.

Мета роботи: обґрунтування методологічних засад інноваційного менеджменту в енергетиці для визначення місця відповідної дисципліни у системі підготовки фахівців-енергоменеджерів і подальшого впровадження у навчальний процес.

Основний зміст. До продуктивних інновацій слід віднести технології з виробництва електроенергії з використанням як традиційних, так і відновлюваних джерел енергії, інформаційні і комунікаційні мережі та технології для збору інформації про виробництво і споживання енергії, прилади і системи обліку, моніторингу та контролю енерговикористання. Процесні інновації більшою мірою спрямовані на підвищення ефективності енерговикористання, оптимізацію режимів електропостачання і сферу управління попитом в ринкових умовах.

Інноваційна діяльність в енергетиці поєднує декілька складових: наукову, технічну, технологічну, організаційну, фінансово-економічну, ринкову та правову. Всі складові мають свою специфіку, без знання якої не можуть створюватися успішні проекти, щоб бути економічно доцільними та конкурентоспроможними. При просуванні інновацій з енергоефективності та енергоменеджменту у промисловість мають застосовуватися методи з визначення комплексу заходів для зменшення базового рівня електроспоживання та енергоемності виробництва. Для побудови діагностичного профілю інноваційного потенціалу енергоефективності підприємства або компанії необхідно мати досвід з розв'язання задач управління попитом на електроенергію у ринкових умовах та вибору методів впливу на процес споживання енергії через тарифікацію або участь споживачів у контурі управління навантаженням та змінах графіків споживання. При створенні програм з реалізації стратегії інноваційного розвитку підприємства, проведення оцінки життєздатності інвестиційного проекту потрібне вміння надавати прогнози щодо тенденції змін у попиті на електроенергію, виконувати аналіз змін ефективності енерговикористання з урахуванням впливу ринкових факторів. Для зменшення ризику і невизначеності, пов'язаних із залученням інвестицій до таких проектів, необхідно володіти інструментами маркетингових досліджень в енергетиці, які,

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

зокрема, охоплюють питання організації та функціонування енергоринків, поведінки енергоспоживачів, системи цін і тарифів та ін.

Інновації з енергоефективності та енергоменеджменту, які є підґрунтям відповідних стартап-проектів, повинні враховувати специфіку електроенергії як товару, особливості функціонування ринку електроенергії і принципів його організації, а також ринку енергоефективних технологій. Техніко-економічне обґрунтування інноваційних проектів з розроблення і освоєння виробництва нового продукту, що пов'язані з розвитком та створенням нових приладів обліку, моніторингу та контролю енерговикористання, потребують знання роботи мереж і технологічних систем та умов підключення до них. Економічна доцільність впровадження таких проектів визначається на підставі існуючої системи тарифоутворення, моделі організації ринку електроенергії в Україні у контексті умов купівлі та продажу електроенергії.

Створення прогнозів відносно можливостей та обсягів впровадження інноваційних енергоефективних технологій у коротко- та довгостроковій перспективах має враховувати вплив як мікро-, так і макроекономічних показників у контексті інтегрованого ресурсного планування в енергетиці. Створення та комерціалізація інноваційних рішень в області енергетичної ефективності та енергетичного бізнесу пов'язані з розробкою та просуванням відповідних стартап-проектів.

Розробка інноваційних проектів в енергетиці, трансфер інноваційних енерготехнологій потребують обов'язкового знання та дотримання вимог законодавчого середовища в енергетичній сфері, що визначаються низкою законів України та складною системою відповідних підзаконних нормативно-правових актів.

Таким чином, інновації у сфері енергоефективності й енергетичного менеджменту охоплюють широкий спектр питань, пов'язаних як з технічними, технологічними так і управлінськими рішеннями. Їх реалізація має ґрунтуватися на системному підході.

Всі зазначені вище елементи, необхідні для формування підґрунтя для системного підходу до інноваційного менеджменту в енергетиці, розглядаються у ряді дисциплін, які є складовою підготовки енергоменеджерів, а саме: “Ринок енергії”; “Управлінська економіка в енергетиці”; “Інтегроване ресурсне планування в енергетиці”; “Управління енерговикористанням в ринкових умовах”; “Управління проектами енерговикористання”; “Аналіз та експертиза проектів енергопостачання”; “Енергозбереження та енергоменеджмент за напрямками”; “Енергоефективність в електроенергетичних системах та електротехнологіях”; “Математичні задачі енергетики”; “Маркетингові дослідження в енергетиці”; “Енергетичний аудит”.

Висновки. Вивчення дисципліни “Інноваційний менеджмент в енергетиці” дозволяє фахівцям з енергоменеджменту у своїй професійній діяльності здійснювати системний підхід, визначати методи й інструменти управління інноваційними процесами на стороні як енергетичного бізнесу, так і кінцевого споживача енергетичних товарів та послуг. Також дана дисципліна має надавати уявлення про напрями, за якими реалізуються процесні і продуктові інновації.

Зважаючи на специфіку інновацій у сфері енергоефективності й енергоменеджменту, особливостей створення та просування інновацій на ринку енергоефективних технологій, викладати основи інноваційного менеджменту в енергетиці необхідно на підставі інтеграції класичних типових засад інноваційного менеджменту та особливостей менеджменту енергетичного.

Розробка та впровадження дисципліни з інноваційного менеджменту в енергетиці як складової підготовки фахівців-енергоменеджерів відповідає головним завданням впровадження Болонського процесу та модернізації вищої освіти щодо забезпечення підготовки фахівців, здатних ефективно вирішувати завдання інноваційної економіки.

УДК 621.316.13

Дорошенко О.І., к.т.н., доц., Дручина Т.О., ст. викл, Еккель Е.О., студ.,
Одеський національний політехнічний університет,
Борисенко С.О., інж., керівник проектної групи
ПАТ «Енергопостачальна компанія Одесаобленерго»

ВПЛИВ РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Як відомо з теоретичних основ електротехніки, робочим інструментом будь-якого елемента електроенергетичної системи (ЕЕС) є його електромагнітне поле, яке створюється в електрично пружному діелектричному середовищі, що оточує усі струмоведучі частини згаданої системи, одночасною дією на нього синусоїдальних напруги і струму провідності згаданих частин такої системи.

Електроенергія (електромагнітна енергія) як товар ЕЕС є роботою, яку виконують генератори електростанцій системи для створення на своїх затискачах різниці потенціалів (напруги) яку електропередавальні організації (ЕО) за допомогою власних електричних мереж передають споживачам до їх приймальних пунктів електроенергії. Таким чином, напругу можна вважати потенційною формою електроенергії, яку електроприймачі споживача, за допомогою власних електромагнітних полів перетворюють у дієву корисну форму (крутять, світять, нагрівають). При цьому створюються дві складові електромагнітної енергії – активна та реактивна.

Загальновідомо, що корисну роботу в СЕП споживачів виконує тільки активна складова енергії електромагнітного поля (WP , кВт·год.). Інша її складова – реактивна електроенергія (WQ , квар·год) являється внутрішньою енергією будь-якої ЕЕС, ніякої корисної роботи не виконує, але збільшує втрати активно електроенергії в мережах ЕО і власних мережах споживача, зменшує їх пропускну спроможність і суттєво впливає на рівні їх напруги. Тому її треба нормувати, жорстко контролювати і всіляко зменшувати (компенсувати).

Контроль за реактивним навантаженням споживача здійснюється за допомогою коефіцієнта реактивного навантаження, який у розрахунковому періоді визначається за відомою формулою, в.о.

$$\operatorname{tg} \varphi_P = WQ_P / WP_P. \quad (1)$$

Мета даної роботи – створення методики визначення вартості втрат активної складової електромагнітного поля СЕП конкретного споживача електроенергії (як його плати за неефективно використані енергоресурси), порівняно до нормативного значення, яке за нормативним документом [1], складає величину $\operatorname{tg} \varphi_H = 0,25$ в.о.

В результаті виконання роботи [2], було запропоновано залежність $\Delta P_Q = f(\operatorname{tg} \varphi_P)$ представлено на рис.1. При цьому, загальні активні втрати від розрахункового навантаження

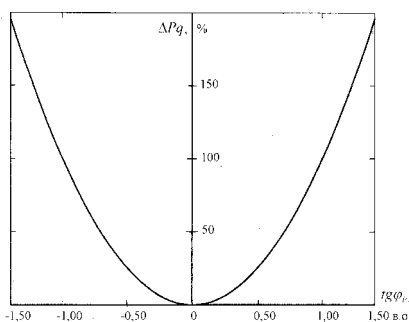


Рис.1. Залежність $\Delta P_Q = f(\operatorname{tg} \varphi_P)$

СЕП споживача репрезентовано формулою, в.о.

$$\Delta P^* = 1 + \operatorname{tg} \varphi_D^2, \quad (2)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_D$ діюче значення, яке визначається за формулою, в.о

$$\operatorname{tg} \varphi_D = \operatorname{tg} \varphi_P / \sqrt{2}. \quad (3)$$

При цьому, вплив ненормативного реактивного навантаження можна визначити за формулою, в.о.

$$k_q = \left(1 + \operatorname{tg} \varphi_D^2\right) / \left(1 + \operatorname{tg} \varphi_H^2\right). \quad (4)$$

Зважаючи на те, що плата споживача за реально спожиту у розрахунковому періоді активну електроенергію включає також і плату за активні втрати від його обов'язкового активного і не обов'язкового реактивного навантаження, то їх вплив на вартість спожитої активної електроенергії можна представити у вигляді системи рівнянь, грн.

$$\left. \begin{aligned} C_{eP} &\rightarrow k_q; \\ C_{e\Delta PQ} &\rightarrow k_q - 1, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

де C_{eP} - плата споживача за спожиту у розрахунковому періоді активну електроенергію, грн.;
 $C_{e\Delta PQ}$ - плата споживача за активні втрати у розрахунковому періоді від його реактивного навантаження, грн.

Спираючись на (5), вартість неефективно використаних у розрахунковому періоді енергоресурсів у розрахунковому періоді СЕП споживача, визначається як, грн.

$$C_{E_{Q\Delta P}} = C_{eP} \cdot K_Q, \quad (6)$$

де K_Q - розрахунковий коефіцієнт, що визначається за формулою, в.о.

$$K_Q = \left(\operatorname{tg} \varphi_D^2 - \operatorname{tg} \varphi_H^2 \right) / \left(1 + \operatorname{tg} \varphi_D^2 \right). \quad (7)$$

Приклад: Підприємство з вироблення дорожньої плитки, для якого $\operatorname{tg} \varphi_H = 0,25$ в.о.

Розрахункове активне споживання $WP = 5636$ кВт·год/міс.

Розрахункове реактивне споживання $WQ = 8411$ квар·год/міс.

Плата споживача за активне електроспоживання $C_{eP} = 10385,33$ грн/міс.

Діюче значення коефіцієнта реактивного навантаження споживача

$$\operatorname{tg} \varphi_D = WQ / \left(\sqrt{2} \cdot WP \right) = 8411 / \left(\sqrt{2} \cdot 5636 \right) = 1,0553 \text{ в.о.}$$

Розрахунковий коефіцієнт ефективності реактивного навантаження споживача за формулою (6)

$$K_Q = \left(1,0553^2 - 0,25^2 \right) / \left(1 + 1,0553^2 \right) = 0,4973 \text{ в.о.}$$

Вартість неефективно (неекономічно) спожитих енергоресурсів за формулою (7)

$$C_{eQ} = 10385,33 \cdot 0,4973 = 5164,62 \text{ грн/міс}$$

Таким чином, майже, половина плати споживача за спожиту у розрахунковому періоді електроенергію складає його плату за неефективно спожиті в електроенергетиці країни енергоресурси, які витрачено для вироблення для нього електроенергії через наднормове реактивне навантаження в його системі електропостачання.

Висновок. Розроблено методику, яка дозволяє визначити в системах електропостачання конкретних промислових і дорівнених до них споживачів електроенергії визначити вартість нерационально (неефективно) використаних енергоресурсів від не нормативного реактивного навантаження у конкретному розрахунковому періоді.

Список використаних джерел:

1. Методика визначення нерационального (неефективного) використання паливно-енергетичних ресурсів [Текст]: Наказ Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів. – Київ, 2009. – 13 с.

2. Дорошенко О. І. Про економічний еквівалент реактивної потужності систем електропостачання [Текст] / О. І. Дорошенко // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 6/5 (20). – С. 26 – 30. DOI: 10.15587/2312-8372.2014.29965.

НОВИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ ЩОДО ЕНЕРГОЄМНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОТИ

Міжнародні зобов'язання України, що стосуються питань енергоефективності та енергозбереження в енергетичній сфері, визначені в положеннях Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, у договорі про заснування Енергетичного Співтовариства, обумовлені директивами та регламентами ЄС, і є стратегічним орієнтиром формування політики щодо структури нормативно-правової бази відповідно до стандартів ЄС.

З метою створення нормативних засад підвищення ефективності використання палива на електричних станціях, розвитку більш досконалих технологій комбінованого виробництва електричної енергії та теплоти авторами було розроблено національний стандарт України ДСТУ 7674:2014 «Енергозбереження. Енергоемність технологічного процесу вироблення електричної та теплової енергії, відпущеної тепловою електростанцією. Методика визначення» і запропоновано нову методику визначення енергоемності технологічного процесу вироблення електричної й теплової енергії на теплових електростанціях (ТЕС) різного призначення та відомчої належності, зокрема паротурбінними установками теплоелектроцентралей (ТЕЦ), конденсаційних ТЕС із зовнішнім відпуском теплової енергії понад потреби регенерації, когенераційними турбоустановками надлишкового тиску пари промислових парових котлів.

Стандарт призначено для визначення фактичних витрат ПЕР, резервів підвищення енергетичної ефективності вироблення електричної й теплової енергії та порівняння з нормами їх витрат і показниками енергоемності найефективніших технологій.

Методика ґрунтується на термодинамічному методі відокремлення витрат енергії на електричну енергію та теплоту за їх комбінованого виробництва. Цей метод заснований на першому та другому законах термодинаміки й законі збереження та перетворення енергії в термодинамічному циклі паротурбінних установок. Теоретичні основи термодинамічного методу наведено в [1, 2].

Стандарт визначає порядок обчислення фактичної, нормативної та граничної енергоемності вироблення електричної й теплової енергії на ТЕС. Гранична енергоемність технологічного процесу вироблення електричної й теплової енергії на електричній станції – це термодинамічний мінімум енергоемності їх вироблення за теоретичним циклом Ренкіна.

Відокремлення витрат енергії палива на відпуск електричної й теплової енергії здійснюють з метою подальшого визначення фактичних і нормативних значень енергоемності технологічного процесу вироблення даних видів продукції теплової електричної станції. Для електростанцій з різнотипним обладнанням витрати відокремлюють стосовно групи обладнання з різними значеннями початкових параметрів пари перед турбіною [3].

Енергоемність технологічного процесу вироблення електричної та теплової енергії, виражену через умовне паливо, визначають за формулами:

$$b_e = \frac{B_e}{E_{ei\partial n}} = \frac{B}{E_{ei\partial n} + \omega \cdot Q_{ei\partial n}} \quad (1)$$

$$b_T = \frac{B_T}{Q_{ei\partial n}} = \frac{B \cdot \omega}{E_{ei\partial n} + \omega \cdot Q_{ei\partial n}} \quad (2)$$

Загальна витрата палива B та фактичні відпуски електричної енергії $E_{ei\partial n}$ і теплової енергії $Q_{ei\partial n}$ відносяться до параметрів зовнішнього або комерційного обліку і є відомими. Визначення даних параметрів не залежить від типу і індивідуальних особливостей паротурбінної установки.

Коефіцієнт термодинамічної цінності теплоти, відпущеної електричною станцією (групою обладнання) визначають за формулою:

$$\omega = \frac{\eta_0 - \eta_e}{1 - \eta_e} \quad (3)$$

де η_0 – ККД теоретичного циклу Ренкіна;

$$\eta_e = \frac{E_{\text{відн}}}{29309 \cdot B} - \text{фактичний електричний ККД нетто енергетичної установки.}$$

Для спрощення і забезпечення прозорості розрахунків у стандарті запропоновані прості апроксимаційні залежності для визначення теоретичний ККД циклу Ренкіна щодо типових випадків [3]:

– для установок без проміжного перегріву пари:

$$\eta_0 = 0,4044 + 0,02749 \cdot \ln P_0 + 1,4058 \cdot 10^{-4} \cdot (t_0 - 540) \quad (4)$$

– для установок з проміжним перегрівом пари:

$$\eta_0 = 0,4427 + 0,0204 \cdot \ln P_0 \quad (5)$$

де P_0 - тиск свіжої пари перед турбіною, МПа;

t_0 - температура свіжої пари перед турбіною, °С.

Кількісний ефект енергозбереження внаслідок комбінованого виробництва визначається температурним потенціалом відпуску теплової енергії. Чим нижча температура відпуску теплової енергії, тим вища економія палива, що спалюється в енергетичних котлах. Також цей ефект залежить від термодинамічних параметрів робочого циклу. Чим вищі початкові параметри пари, тим нижча енергоємність відпуску електричної й теплової енергії. Зазначені чинники визначають граничну (мінімально можливу) енергоємність технологічного процесу. Ступінь відхилення фактичних і граничних значень енергоємності для певної енергетичної установки дає оцінку величини внутрішніх резервів енергозбереження. З іншого боку, порівняння фактичних значень енергоємності з показниками кращих зразків відповідної техніки визначає резерв енергозбереження, пов'язаний із реконструкцією та модернізацією встановленого обладнання. Основні напрямки досягнення граничної енергоємності технологічного процесу вироблення електричної й теплової енергії, відпущеної тепловою електростанцією, наведено в [4].

Висновок. Розроблений стандарт дозволяє на єдиній методологічній основі порівняти різні технології виробництва електричної енергії та теплоти і розробити напрями підвищення їх ефективності.

Список використаних джерел:

1. Дубовской С. В. Достоверность показателей тепловой экономичности комбинированного производства электрической и тепловой энергии / С. В. Дубовской // Проблемы загальної енергетики. – 2001. – № 4. – С. 12–17.
2. Дубовський С. В. Об'єктивні оцінки ефективності комбінованого виробництва електричної і теплової енергії за загальними даними статистичного обліку / С. В. Дубовський // Проблемы загальної енергетики. – 2005. – № 12. – С.44–50.
3. Дубовський С. В. Методичні основи розробки стандарту визначення енергоємності комбінованого виробництва електричної енергії і теплоти на електричних станціях / С. В. Дубовський, О. О. Хортова // Проблемы загальної енергетики. – 2009. – № 20. – С. 14–20.
4. Хортова О. А. Термодинамические основы повышения эффективности работы теплоэлектроцентралей / О. А. Хортова // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2011. – № 3. – С. 22–27.

Євтухова Т.О., к.т.н.,
 Міжрегіональна академія управління персоналом,
 Чуприна Л.В.,
 Інститут загальної енергетики НАН України

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ СИСТЕМАМИ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Комунальна теплоенергетика (КТЕ) є однією з найбільш енергоємних підгалузей паливно-енергетичного комплексу країни, де на надання кінцевому споживачеві послуг з централізованого опалення і гарячого водопостачання витрачається більше половини загального обсягу виробництва теплоти в Україні. Низька ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) у системах КТЕ в Україні є проблемою на всіх рівнях управління: державному і регіональному, на рівні підприємств КТЕ і споживачів послуг.

Тому, з точки зору теорії та практики, підвищення ефективності та наукове обґрунтування питань оптимального управління такого роду системами має вирішуватися комплексно, шляхом взаємоузгодженого урахування організаційно-управлінських, техніко-економічних, нормативно-правових, екологічних та технологічних аспектів виробництва, транспортування і використання теплоти на всіх рівнях багаторівневого організаційно-технологічного (ОТ) управління (див. рис. 1) [1].

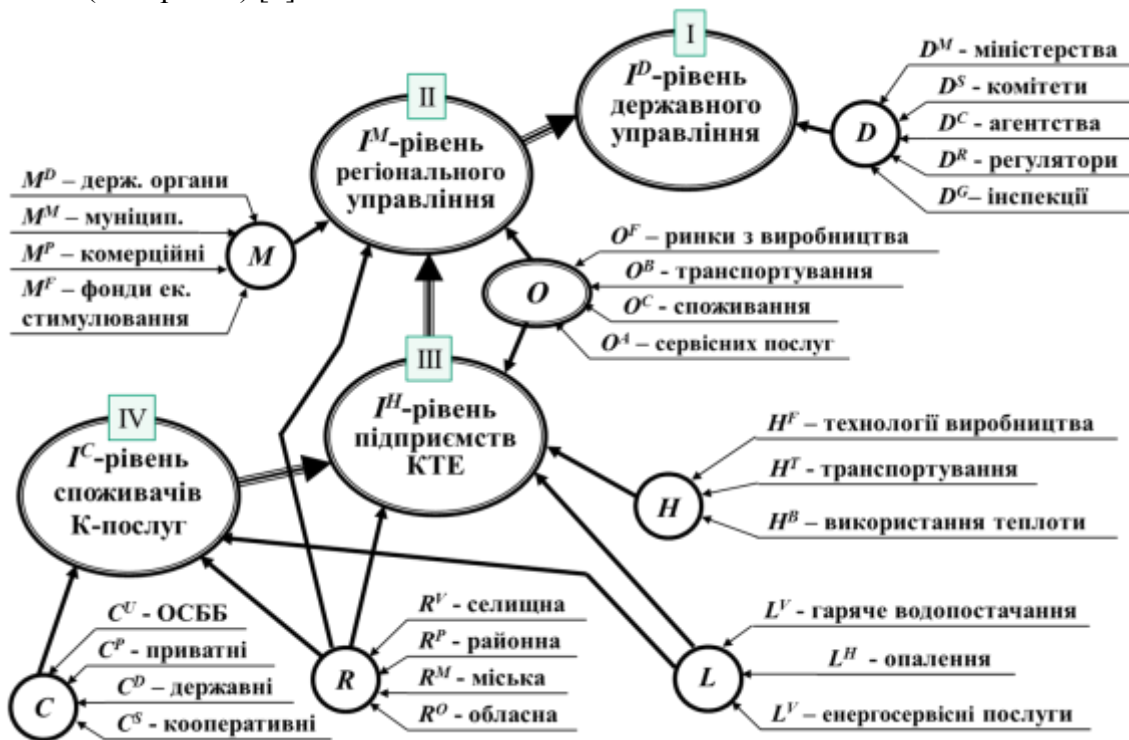


Рис. 1 – Структурно-функціональні ознаки багаторівневого ОТ-управління системами комунальної теплоенергетики

З наведених на рис. 1 даних, не складно побачити, що кожен з рівнів ОТ-управління характеризується різною природою об'єктів та органів управління і має визначатися різними цільовими функціями та різними методами і моделями їх реалізації на різних рівнях ієрархії [2]. Формалізацію методу багаторівневого ОТ-управління ефективністю функціонування систем КТЕ, що розглядається, здійснено на базі теоретико-множинного підходу, теорії багаторівневих ієрархічних систем та узгодженої оптимізації структури і параметрів цих систем у вигляді системи відображень, які визначаються упорядкованими сукупностями декартових добутків множин, що дає можливість отримувати оптимальні розв'язки задач багаторівневого ОТ-

управління шляхом імітаційного моделювання. Метод відрізняється алгоритмами визначення потенціалів підвищення ефективності для кожної з підсистем КТЕ з подальшою узгодженою координацією параметрів їх взаємодії шляхом встановлення обмежень на області припустимих значень глобальної і локальних цільових функцій, що дає змогу виявляти та реалізувати синергетичні ефекти підвищення ефективності функціонування систем КТЕ. Результати застосування методу на прикладі системи КТЕ одного з міст обласного підпорядкування в Україні, що складається з трьох підсистем (S1, S2, S3) юридично самостійних підприємств теплопостачання та для системи у цілому (S₀), представлено в табл. 1. Розглянуто три сценарії узгодженої структурно-параметричної оптимізації системи: максимізації прибутку від реалізації теплової та електричної енергії; мінімізації втрат ПЕР; мінімізації обсягів викидів CO₂. Результати представлено у порівнянні з базовим (до оптимізації) станом системи КТЕ та досягнутими значеннями коефіцієнтів ефективності використання теплоти первинного палива (КЕВП) за даними сценаріями.

Таблиця 1.

Сценарій	Підсистема	Прибуток, тис. \$/рік	Втрати ПЕР, ГВт-год./рік	Обсяги викидів CO ₂ , тис. т/рік	КЕВП, %
Базовий	S ₀	-57,80	15,94	11,14	61,7
	S1	95,85	4,79	4,06	61,8
	S2	-150,92	5,61	3,87	65,5
	S3	-2,74	5,54	3,21	71,8
Максимізації прибутку	S ₀	355,17	17,1	14,08	65,2
	S1	155,86	4,95	4,41	61,1
	S2	71,95	6,23	5,18	63,7
	S3	127,36	5,92	4,49	69,1
Мінімізації втрат	S ₀	-640,4	14,66	8,34	68,0
	S1	-165,26	4,24	2,61	64,8
	S2	-300,84	5,27	2,99	66,7
	S3	-174,26	5,15	2,74	71,2
Мінімізації викидів	S ₀	-915,3	15,18	6,91	69,4
	S1	-211,72	4,26	2,43	65,2
	S2	-500,73	5,50	2,28	67,8
	S3	-202,84	5,42	2,20	73,3

Результати підтверджують можливості суттєвого зменшення втрат ПЕР і викидів CO₂ та збільшення прибутку підприємств КТЕ за рахунок пропонованого ОТ-управління.

Список використаних джерел:

1. Ковалко О. М. Вступ до теорії енергоефективності багаторівневих систем: методи та моделі енергетичного менеджменту в системі житлово-комунального господарства / О. М. Ковалко, О. В. Новосельцев, Т. О. Євтухова. – Київ: НАН України, ІТТФ. – 2014. – 252 с.
2. Басок Б. І. Підвищення ефективності організаційно-технологічного управління системами комунальної теплоенергетики / Б. І. Басок, Т. О. Євтухова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016 – Т.1, №8 (79). – С.46 - 52.

Жежеленко І.В., д.т.н., професор,
ГВУЗ «Приазовський державний технічний університет»,
Трофимов Г.Г., д.т.н., професор,
Алматинський університет енергетики і зв'язи

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Повышение энергетической эффективности производства, передачи и распределения электроэнергии было и остается одной из важнейших проблем современной энергетики. В круг вопросов этой комплексной проблемы входят такие составляющие, как снижение технологических потерь, повышение качества электроэнергии и надежности функционирования электрических сетей и систем, анализ и коррекция действующих в настоящее время нормативов.

Относительные потери электроэнергии в электрических сетях Украины в 2016 году достигают 20 %. Значения относительных потерь электроэнергии в электрических сетях промышленно развитых стран по усредненным данным за 2013 – 2015 годы находятся в пределах 4 – 7 %. Эти страны обладают высоким значением внутреннего валового продукта (ВВП) по паритету покупательной способности (ППС) на душу населения, превышающим 20 тыс. долл. США. В то же время в странах с ВВП по ППС ниже 20 тыс. долл. США: в Молдове, Белоруссии, Румынии, Монголии относительные потери в сетях превосходят 10 %. Таким образом, фактические потери в электрических сетях Украины в 1,5 – 2,5 раза выше, чем в электрических сетях промышленно развитых стран.

Из приведенных цифр следует, что имеется достаточно тесная связь значений потерь электроэнергии в электрических сетях различных стран с экономикой этих стран. В странах с более развитой экономикой, как правило, выше техническая культура производства, передачи и распределения электроэнергии, используются более современные системы управления режимами работы электрических сетей, контроля и учета электроэнергии, живут и работают более платежеспособные и дисциплинированные потребители, действует четкая нормативно-правовая база и система тарифного регулирования.

Высокий уровень потерь в электрических сетях связан, также, с низким уровнем компенсации реактивной мощности, 70-ти процентным физическим и моральным износом сети, явно недостаточным использованием средств оптимизации режимов работы и регулирования напряжения и нерешенности проблем качества электрической энергии.

Низкий уровень качества электрической энергии (КЭ) приводит к значительному снижению энергетической эффективности электрических сетей за счет увеличения потерь активной и реактивной мощности, технологического расхода электроэнергии на ее транспорт, к снижению срока службы электрооборудования, увеличению капитальных вложений в электрические сети, нарушение условий нормального функционирования энергетической системы.

В настоящее время нет необходимости доказывать значимость проблемы качества электроэнергии. Она относится к числу важнейших проблем современной электроэнергетики и является частью проблемы повышения энергоэффективности электрических сетей.

Непрерывный рост установленной мощности нелинейных, несимметричных и резкопеременных нагрузок не всегда сопровождался своевременным внедрением решений, направленных на коррекцию качества электроэнергии, даже в промышленно развитых странах Западной Европы. Так, в распределительных сетях напряжением 230/400 В в Швейцарии за 10-летний период содержание высших гармоник (ВГ) возросло на 0,7 %.

Требования стандартов на качество электроэнергии в промышленных электрических сетях, по нашим данным, соблюдаются в 30 – 40 % случаев.

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

Наибольшее отрицательное влияние на энергоэффективность оказывает несинусоидальность напряжения, которая обусловлена интенсивным внедрением нелинейных нагрузок, подключаемых к электрическим сетям различного напряжения. Это вызывает искажение синусоидальной формы напряжения или тока не только у самого потребителя, но и во внешней сети. В случае превышения нормируемых уровней эти электромагнитные помехи могут привести не только к нарушению помехоустойчивости технических средств (в частности, устройств микропроцессорной релейной защиты) в энергосистеме, на электростанциях и подстанциях, но и влияют на технологический процесс в системах электроснабжения.

На сегодня более 60 % электрической энергии в промышленности используется в преобразованном виде (в металлургии на некоторых производствах – до 100 %). Этому способствует, в значительной мере, внедрение частотных преобразователей в системах электропривода. Как следствие, не только существенно возрастает уровень канонических высших гармоник (ВГ), но появляется широкий спектр так называемых интергармоник (ИГ) – межгармоник. В последние годы заметно возрос выход из строя электродвигателей вследствие повреждения изоляции (до 20 – 25 %), так значительно увеличился эквивалентный уровень несинусоидальности. Так, эквивалентное действующее значение ИГ непосредственных преобразователей частоты может, в зависимости от режима работы, в несколько раз превосходить их номинальные значения (на основной частоте); преобразователь со звеном постоянного тока генерирует ВГ и ИГ в меньшей степени.

Практика свидетельствует о том, что в этом случае стоимость мероприятий по компенсации уровней ВГ может быть соизмеримой или больше стоимости ущерба от воздействия ВГ и ИГ. Высокие уровни ВГ и ИГ усложняют решение ряда вопросов концепции Smart grid.

В последние десятилетия вопросы качества электроэнергии рассматриваются в контексте задач электромагнитной совместимости. Таким образом, необходимо коренное решение вопроса минимизации уровней несинусоидальности.

Как известно, одним из важнейших показателей энергетической эффективности является индекс надежности электроснабжения.

В ряде энергообъединений СНГ значения индекса надежности находится в диапазоне 0,96 – 0,98. Зарубежные нормативы надежности, отвечающие современному состоянию энергетики достаточно высоки: в США – 0,9997, во Франции – 0,9997, в Нидерландах – 0,995, в Ирландии – 0,9991, в скандинавских странах – 0,999. Переход на более высокий уровень надежности в Украине по нашим расчетам потребует затрат в размере 0,1 – 0,2 млн. долл. / год на 1 МВт нагрузки. Использование высоких капиталовложений должно обеспечить повышение надежности всех компонентов электроэнергетических систем, использующих мощность магистральных и распределительных электрических сетей, инвестиций в обеспечение устройств, противоаварийной автоматики и др.

Таким образом, для повышения энергетической эффективности требуется:

- обеспечение нормированных уровней показателя КЭ в узлах электрических сетей;
- уменьшение уровней технологических потерь электрической энергии, в частности, корректного решения проблем реактивной мощности, в первую очередь, путем обеспечения экономически обоснованных значений $\text{tg } \varphi$ и внедрения регулируемых компенсирующих устройств;
- решение вопросов оптимальной надежности электрических сетей и систем.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ АЕРОПОРТОМ

За умов кризових економічних явищ та постійного зростання цін на енергоносії раціональне функціонування енергетичного господарства є невід'ємною складовою економічної безпеки аеропорту.

Враховуючи актуальність питань енергозбереження, з метою ефективного управління споживанням електричної енергії пропонується організація в аеропортах відокремленої служби енергоменеджменту (СЕМ) [1, 2], безпосередньо підпорядкованої технічному директору аеропорту.

Під СЕМ розуміємо структурний підрозділ аеропорту, що включає в себе необхідну організаційну структуру, планування діяльності, розподіл відповідальності, а також процедури, процеси і ресурси для розробки, впровадження, оцінки досягнутих результатів і вдосконалення політики, цілей і завдань з підвищення рівня ефективності використання енергетичними ресурсами та заходи щодо зниження споживання енергії та викидів парникових газів (CO₂). СЕМ належить до класу організаційно - технічних систем, які завдяки цілому ряду специфічних властивостей (відкритість, наявність замкнених контурів взаємодії із зовнішнім середовищем, стійкість структури, наявність органу прийняття рішення і т.д.) мають потенційну можливість забезпечувати ефективність роботи навіть в умовах невизначеності зовнішнього середовища підприємства та наявності конфліктних ситуацій при вирішенні різних організаційних, технічних та інших питань [3,4]. СЕМ як складова частина менеджменту організації розробляється виходячи з її призначення, цільової орієнтації та умов функціонування. Впровадження СЕМ, а також вдосконалення всіх її показників діяльності, функціональної та організаційної структур, технологій управління проводиться поетапно і базується на єдиній системній основі - проекті впровадження СЕМ.

Процеси розробки, впровадження та функціонування СЕМ базуються на принципах системності, регулярності, відкритості, незалежності, документованості, обґрунтованості, достовірності. Запорукою надійної роботи СЕМ є наявність відповідного організаційного, технічного, програмного, інформаційного, лінгвістичного, математичного, ресурсного та правового забезпечення.

Висновок. Таким чином, впровадження СЕМ сприятиме забезпеченню ефективної розробки та реалізації політики енергозбереження аеропорту з дотриманням впровадження нових енергозберігаючих технологій, підготовки кадрів з питань енергоефективності та дотримання правил безпеки авіації.

Список використаних джерел:

1. Розен, В. ДСТУ 5077:2008 Енергозбереження. Системи енергетического менеджмента промышленных предприятий. Проверка и контроль эффективности функционирования [Текст] / В. Розен, О. Соловей, А. Чернявский та ін. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 25 с.
2. Розен, В. П. Анализ стандартов в области энергетического менеджмента в Украине и за рубежом [Текст] : шоста міжн. наук.-практ. конф. / В. Розен, А. Чернявский, Н. Соколова // Енергетична безпека та енергоменеджмент: підвищення енергоефективності на транспорті. – Одеса: Оберіг, 2011. – С. 121–126.
3. Розен, В. П. Управление режимом электроспоживания промышленного предприятия [Текст] / В. П. Розен, // Промелектро. – 2005. – № 6. – С. 35–41.
4. Розен, В.П. Концепция разработки системы энергетического мониторинга в организациях бюджетной сферы [Текст] / В. П. Розен, Е. А. Ячник, В. И. Литвин // Энергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. — 2009. – № 10. – С. 9–16.

УДК 699.86:658.26

Маліновський А.А., д.т.н., професор, Турковський В.Г., к.т.н.,
Покровський К.Б., к.т.н., доцент, Музичак А.З., к.т.н.,
Національний університет «Львівська політехніка»

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ БУДІВЕЛЬ, ПРИЄДНАНИХ ДО СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Житловий фонд та житлово-комунальне господарство (ЖКГ) є одними із найбільших споживачів енергетичних ресурсів в Україні. Так частка витрат енергоресурсів у Львові на потреби населення та ЖКГ становить майже 60% усього енергоспоживання міста.

Сьогодні для будівель можна запропонувати широкий спектр енергоощадних заходів з різними вартістю, складністю реалізації, терміном окупності тощо. Це породжує низку запитань щодо їх вибору, відповіді на які може дати лише енергетичний аудит. Після всебічного аналізу зібраної у процесі його виконання інформації можливий виважений відбір та обґрунтування пакету енергоощадних заходів.

Енергетичний аудит проводять на підставі чинної законодавчої та нормативної бази України, зокрема ДСТУ Б В.2.2-39:2016. Цей стандарт встановлює вимоги до методів проведення енергетичного аудиту будівель, як нових, які щойно приймаються до експлуатації, так і тих, що експлуатуються тривалий час.

Згідно з ДСТУ Б В.2.2-39:2016 основною характеристикою будівлі є кількість енергії, необхідної для задоволення попиту на опалення, гаряче водопостачання, кондиціонування, вентиляцію та освітлення. Таке визначення близьке до ДБН В.2.6-31:2016, згідно з яким будівля характеризується питомою річною енергопотребною для опалення, охолодження та гарячого водопостачання.

В ДСТУ Б В.2.2-39:2016 як і в ДБН В.2.6-31:2016 згідно з ДБН А.2.2-3-2014 будівлю розглядають як «різновид споруди, що складається з ... конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення, призначені для життєдіяльності людей та виробництва продукції». У такому тлумаченні будинок не прив'язано до систем енергозабезпечення, й відповідно аналіз його енергопотреби та можливе енергозаощадження можна розглядати незалежно від цих систем, що може зумовити зменшення ефективності впровадження енергоощадних заходів. Для прикладу, утеплення будівлі не дасть бажаного результату, якщо отримані зміни не будуть належним чином враховані у тепловому та гідравлічному режимах системи централізованого теплопостачання.

Як абонент системи централізованого теплопостачання той же будинок за ДБН В.2.5-39-2008 характеризується максимальним тепловим навантаженням, яке включає теплове навантаження на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Цим тепловим навантаженням повинні відповідати проектні теплові потоки та конструкторська документація теплової мережі.

Таким чином аудитор будівель приєднаних до централізованого теплопостачання змушені оперувати двома категоріями: енергією та потужністю. Визначення цих величин регламентовано різними нормативними документами, що використовують різні підходи.

Згідно з ДБН В.2.5-39-2008 теплове навантаження будівель слід визначати за:

- відповідними індивідуальними та типовими проектами будівель,
- питомим показником максимального теплового потоку.

Проте такий підхід не враховує деяких змін з моменту спорудження будівлі, а саме:

- зміну проектних методик розрахунку витрат теплоти;
- зміну теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій чи їх елементів;
- підвищення рівня умов життя та праці у житлових і адміністративних будівлях тощо.

Практика енергетичних обстежень вітчизняного житлового фонду та аналіз стану огорожувальних конструкцій житлових будівель показав, що багатьма жителями проведено заміну вікон, утеплення ділянок фасадів (так звана латкова термомодернізація), скління і

утеплення балконів. Так у багатьох обстежених будівлях відсоток заміни вікон стосовно проекту часто перевищує 50%, ще поширенішим явищем є засклення балконів – 80-90%. Зміна теплотехнічних характеристик стін менш поширена проте також відчутна – біля 5-10% від загальної площі стін будівлі. Це обумовлює зменшення фактичного максимального теплового навантаження стосовно проектного у середньому на 15% (в окремих випадках до 25-30%) та необхідність актуалізації теплового навантаження будівельного фонду.

Одним із шляхів вирішення порушеної проблеми може бути використання енергетичного паспорту будівлі, який регламентовано стандартом ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 та ДБН В.2.6-31:2016. Останніми роками в нормативну базу виконання енергетичного аудиту будівель було внесено значні зміни з метою адаптації вітчизняної нормативної бази до міжнародної. Зокрема теплотехнічні розрахунки тепер слід виконувати відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12:2015, який адаптовано до ISO 13790. Основними розрахунковими параметрами є помісячні енергопотреби будівлі як для її опалення так і охолодження. Це дозволяє отримати актуальний тепловий баланс будівлі з врахуванням додаткових теплонадходжень.

Важливими характеристиками будівлі в енергетичному паспорті є її енергопотреба для опалення, охолодження та гарячого водопостачання. Тому слід формалізувати зв'язок між цими величинами та тепловим навантаженням.

Висновок. У вітчизняних нормативних документах будівлю розглядають як «споруду, призначену для життєдіяльності людей» та як «енергоспоживач». У першому випадку основною характеристикою будівлі є енергія (енергопотреба будинку за певний період), в другому випадку – потужність (максимальний тепловий потік на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання).

Прийняті у нормативних документах підходи не дозволяють актуалізувати теплове навантаження будинку відповідно до чинного стану огорожувальних конструкцій.

Нормативні вітчизняні документи потребують узгодження, зокрема слід «узаконити» розрахунок теплового навантаження будівлі на основі її енергетичного паспорту та формалізувати зв'язок між «енергопотребою будинку» та «максимальним тепловим навантаженням».

Список використаних джерел.

1. Програма сталого енергетичного розвитку м. Львова до 2020 року // Затверджено ухвалою сесії Львівської міської ради №663 від 14.07.2011 р.
2. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель – [Чинний від 01-01-2017] – К.: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2016. – 72 с.
3. ДБН В.2.6-31:2016. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель – [Чинний від 01-04-2017] – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016. – 33 с.
4. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – [Чинний від 01-10-2014] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 36 с.
5. ДБН В.2.5-39-2008. Теплові мережі. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. – [Чинний від 07-01-2009] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2009. – 60 с.
6. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – [Чинний від 01-01-2016] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 202 с.
7. ДБН В.2.5-67-2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – [Чинний від 01-01-2014] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 141 с.
8. СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – [Нечинний, крім розділу 5 та додатку 22] – К: КиевЗНИИЭП, 1996 – 89 с.
9. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 України 244-94. – Київ, 1996. – 636 с.
10. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель – [Чинний від 01-01-2016] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 72 с

АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО УПРАВЛІННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Для успішного входження України на європейські та світові енергетичні ринки необхідно забезпечити співставність рівнів внутрішніх та європейських (світових) цін на паливно-енергетичні ресурси (ПЕР), зміцнити діючий оптовий ринок електричної енергії, створити дієві енергетичні ринки палива, забезпечити екологічну прийнятність енерговиробництва.

Необхідними діями в цьому напрямі є забезпечення відповідності енергетичної політики країни принципам Європейської Енергетичної Хартії та гармонізація нормативно-законодавчої бази, використання існуючих і пошук нових можливостей кооперації на взаємовигідних засадах з постачальниками та споживачами ПЕР, формування ситуацій системної взаємозалежності між ними та Україною.

Спроби вирішення проблеми підвищення енергетичної ефективності в Україні робилися продовж досить значного періоду часу. Україна долучилася до Договору про Енергетичне Співтовариство та інших європейських ініціатив, де скорочення питомого споживання енергетичних ресурсів, є одним із найважливіших напрямів енергетичної політики.

На сьогодні велика кількість нормативно-правових актів у сфері енергоефективності вже розроблена й прийнята. Не зважаючи на це, існує потреба продовження процесу удосконалення нормативно-правової бази. Основний закон у цій галузі – Закон України «Про енергозбереження» [1], прийнятий ще у 1994 році, на сьогодні вже вичерпав свій ресурс. Потребують узгодження й осучаснення положення інших нормативно-правових актів, їх приведення до європейських норм. З цією метою було розроблено низку нових законопроектів, які, у разі їх прийняття, могли б забезпечити регулювання відносин у сфері ефективного використання енергоресурсів, у тому числі й у регіональних енергетичних відносинах.

Серед них можна назвати законопроекти: «Про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів» [2], «Про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель» (№ 0856 від 12.12.2012 р.), «Про енергетичний аудит» (№ 3580 від 01.11.2013 р.), «Про особливості здійснення закупівель енергосервісних послуг» (№ 2548а від 05.07.2013 р.), «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо правових засад реалізації енергосервісних договорів» (№ 2550а від 05.07.2013 р.), «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження енергоефективних заходів у бюджетних установах» (№ 3013 від 23.07.2013 р.) тощо. Але всі вони мають низку недоліків, частина з них була або відкликана чи не прийнята, інші були відкладені на невизначений термін. Також розроблено та прийнято велику кількість національних стандартів за різними напрямками (енергозбереження, нормування витрат і втрат, енергетичного маркування, енергоаудиту, енергоменеджменту [3], вторинних енергоресурсів тощо).

Законопроект «Про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів» повинен замінити Закон України «Про енергозбереження». До сфери його дії відносяться такі важливі питання: розробка національних стандартів та технічних регламентів у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергетичне маркування, державна експертиза, енергетичний аудит, енергетичний менеджмент; нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів, договори у сфері ефективного їх використання, енергосервісні послуги та договори, державна підтримка та відповідальність за порушення вимог законодавства з відповідних питань тощо. Проте цей законопроект потребує доопрацювання, зокрема, в частині термінологічних визначень та їх узгодження з термінологією прийнятою у європейському законодавстві, що є досить важливим для основного первинного законодавчого акту. Окрім того, було б доцільним його доопрацювання з метою створення більш сприятливих умов для

діяльності регіональних та місцевих органів влади, місцевої громади, зокрема, більш чіткого визначення відносин місцевих органів влади з бізнесом та з громадськістю (які б забезпечували стабільність, передбачуваність, прозорість цих відносин, зрозумілість «правил гри» на місцевих енергетичних ринках). З метою скорочення кількості нормативно-правових актів необхідно також внести до цього законопроекту положення інших запропонованих законопроектів.

Серед важливих законодавчих актів Європейського Союзу, які стосуються питань енергоефективності, можна назвати: Директиву з енергоспоживання будівель (2002/91/EU-EPBD та 2010/31/EU), якими передбачається необхідність енергетичної паспортизації будівель та вводяться стандарти щодо енергоспоживання будівель; Директиви з екодизайну (екологічно орієнтоване проектування продукції – 2005/32/EU та 2009/125/EU), які встановлюють певні вимоги щодо екологічності продукції що споживають енергію та заходів щодо зменшення енергоспоживання такої продукції і, як наслідок, зменшення негативного впливу на оточуюче середовище; Директиви з маркування енергетичної продукції (1992/75/EU та 2010/30/EU), які стосуються маркування та стандартизації інформації щодо енергоспоживання побутових приборів (встановлення класів енергоефективності); Директиву ЄС зі збільшення частки використання відновлюваних джерел енергії (2009/28/EU) та Директиву з енергетичної ефективності (2012/27/EU), яка визначає загальний комплекс заходів з підвищення енергоефективності.

Після укладення Угоди про партнерство та співробітництво між Україною та Європейським Союзом Україна здійснює заходи щодо адаптації законодавства у пріоритетних сферах. Приєднавшись до Енергетичного Співтовариства у 2012 році, Україна зобов'язалася зобов'язання поступово адаптувати своє законодавство до вимог Третього Енергопакету.

Адаптація українського законодавства до енергетичного законодавства ЄС має сприяти створенню конкурентних енергетичних ринків України, інтегрованих до європейських ринків. Створення таких ринків базується на засадах:

- забезпечення надійності постачання енергоносіїв;
- розширення конкуренції відповідно до принципів свободи руху товарів, послуг, капіталу та робочої сили;
- забезпечення охорони навколишнього середовища та цивільного захисту у сфері техногенної безпеки.

Висновок: Проведений аналіз нормативно-правового забезпечення в електроенергетичній галузі свідчить про наявність суттєвих невідповідностей в частині вимог нормативно-правових і нормативно-технічних актів у сфері виробництва, постачання та споживання електричної енергії. Як показує європейський досвід існує ряд методів та заходів, які використовуються для управління режимами електроспоживання, тому їх застосування допоможе прискорити процеси реформування в енергетичній галузі України.

Список використаних джерел:

1. Верховна Рада України від 1 липня 1994 р. № 74/94 Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]/ Сайт Верховної Ради України – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/main/74/94-%D0%B2%D1%80>
2. Верховна Рада України від 12 серпня 2013 № 3071 Проект Закону «Про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів» / Сайт Верховна Рада України – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/739-18>
3. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання: ДСТУ ISO 50001:2014. — [Чинний від 2015-01-01]. — К.: УкрНДНЦ, 2014. — 26 с. — (Національні стандарти України).

ЄВРОІНТЕГРАЦІЯ УКРАЇНИ У КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Україна належить до країн, що частково забезпечені власними традиційними паливно-енергетичними ресурсами, наслідком чого є необхідність значних обсягів їх імпорту. Сучасний етап розвитку вітчизняної економіки характеризується значними змінами в організації процесів виробництва на національному і міжнародному рівнях, що є основою для активного формування нового типу взаємодії соціально-економічних систем, а також розвитку нових механізмів реалізації результатів їх взаємодії [1]. Протягом останніх десятиліть Україна була залежною від зовнішніх джерел енергії, в першу чергу, від Російської Федерації. У світовій практиці вважається, що залежність від постачальника, яка перевищує 1/3, становить критичну загрозу національній безпеці. У 2011-2013 понад 90% обсягів природного газу, майже 85% сирової нафти, 95-98% ядерного палива імпортувалося з РФ. Така залежність стала чітким сигналом для України для того, щоб посилити енергетичну безпеку та енергонезалежність держави. З того часу, швидкість та якість імплементації законів ЄС в Україні зросла, і співпраця між Україною та ЄС вийшла на новий – більш ефективний рівень. Слід відзначити, що у 2015 році відбулось безпрецедентне в історії незалежності України скорочення імпорту природного газу до рівня 16,4 млрд.куб.м (на 15 % менше, ніж у 2014 р.). Також у 2015 році частка ВАТ «Газпром» знизилась до 37,6 % у загальному обсязі імпорту природного газу [4] (рис.1).

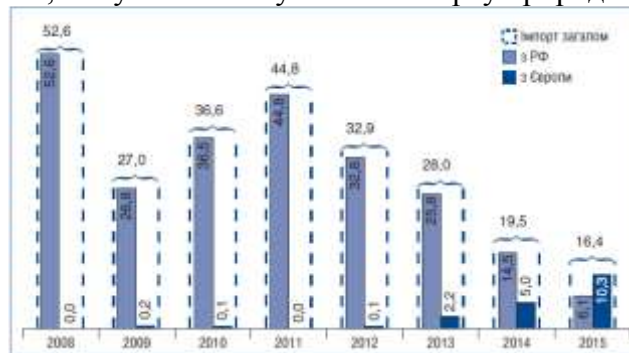


Рис. 1. Імпорт природного газу в Україну 2008-2015 р., млрд. куб. м

Враховуючи перспективи розвитку енергетичної безпеки України, в контексті євроінтеграційних процесів, Україна підписала меморандум про взаєморозуміння щодо стратегічного енергетичного партнерства з Європейським Союзом спільно з Європейським співтовариством з атомної енергії (Євроатомом). Меморандум передбачає: розширення співробітництва сторін щодо зміцнення енергетичної безпеки на основі принципу солідарності і довіри; забезпечення повної інтеграції енергетичних ринків України та ЄС та імплементації Третього енергетичного пакета ЄС; підвищення енергоефективності у всіх галузях споживання енергії; скорочення викидів парникових газів; сприяння використанню та розвитку відновлюваних джерел енергії [2]. Євроінтеграційна спрямованість України, що втілюється останніми роками, передбачає активізацію адаптації вітчизняного законодавства у сфері енергоефективності та використання відновлювальних джерел енергії до законодавчої бази Європейського союзу. Такий підхід забезпечить міжнародну конкурентоспроможність української економіки, передумови членства в міжнародних організаціях, а також стимулом відродження вітчизняної енергетичної галузі.

В травні 2014 р. Європейський Союз оприлюднив стратегію енергетичної безпеки, основна мета якої полягає у забезпеченні стабільного і достатнього резерву енергії як для громадян, так і для економіки в цілому. Розподіл основних заходів стратегії енергетичної безпеки ЄС в частині короткострокових передбачають впровадження ринкового підходу в забезпеченні енергією, посилення координації у впровадженні безпечних матеріалів,

відсутність обмежень на транскордонну торгівлю енергією, підвищення енергетичної ефективності. У частині довгострокових заходів, основна спрямованість яких передбачає: збереження клімату, збільшення виробництва енергії в ЄС, диверсифікація країн-постачальників енергії, створення інфраструктури для швидкого реагування на перебої постачання паливно-енергетичних ресурсів, зміцнення координації між країнами ЄС. Окрім Угоди про Асоціацію, співпраця України та ЄС в енергетиці зафіксована у Договорі про Заснування Енергетичного Співтовариства 3, до якого Україна приєдналась ще в 2011 році і згідно з яким уряд має імплементувати біля 15 директив ЄС у сфері газу, електроенергії, нафти, конкуренції, енергоефективності, навколишнього середовища [5].

Слід відмітити, що Європейська сторона виступає, як донор для проведення реформ в Україні, зокрема, через надання грантів, кредитів та макрофінансової допомоги, що була зафіксована відповідним Меморандумом між Україною та ЄС у травні 2015 року, так і консультантом у розробці нового законодавчого поля, який відповідав би всім європейським правилам. Підтримка та консультативна допомога європейської сторони сприяє підвищенню рівня обізнаності про стандарти роботи енергетичного сектору ЄС серед урядовців, експертів та журналістів в Україні, переносить дискусії про реформи на новий, якісний рівень, допомагає краще моніторити ефективність змін зсередини країни [3]. Що стосується Енергетичної стратегії України, то даний документ розроблений до 2035 року та формалізує політику нашої держави із забезпечення енергетичної безпеки, гарантування сталого розвитку енергетичного сектору, стабільного енергозабезпечення національної економіки та суспільних потреб, як у мирний час, так і в особливі періоди [4]. На відміну від Енергетичної стратегії України до 2030 року, цей документ формує цільову траєкторію розвитку енергетичного сектору, забезпечуючи узгодженість його пріоритетів з більш широкими цілями суспільства, як складової сталого соціально-економічного розвитку України та передбачає [5]: визначення цільового стану енергетичного сектору України виходячи з пріоритетів забезпечення енергетичної безпеки та реалізації євроінтеграційних прагнень України; запровадження сучасних методичних підходів, прийнятих в країнах ЄС, до розроблення документів стратегічного планування та практичної діяльності з реалізації державної політики в енергетичній сфері; формування цілісної системи державного управління енергетичним сектором; формування узгодженої системи механізмів державного управління, спрямованої на досягнення цілей та створення системи моніторингу реалізації Стратегії; врахування положень Стратегії всіма причетними до сфери її дії суб'єктами.

Висновок. Здійснення стратегічних реформ у частині енергозабезпечення, зміцнення енергетичної безпеки шляхом впровадження положень енергетичної стратегії, досягнення взаєморозуміння щодо стратегічного енергетичного партнера з країнами Європейського Союзу, розширення співробітництва, забезпечення повної інтеграції енергетичних ринків нашої держави та ЄС дасть можливість гарантованого захисту України, формування конкурентоспроможного ринку енергоресурсів та сталого соціально-економічного розвитку.

Список використаних джерел:

1. Глобальная энергетическая безопасность // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://g8russia.ru/docs/11.html>.
2. Коментарі та пропозиції до проекту Енергетичної стратегії України на період до 2035 року // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://necu.org.ua/wp-content/uploads/NECU_proposals_energy_strategy2035.pdf.
3. Нова енергетична стратегія України до 2020 року: безпека, енергоефективність, конкуренція // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.razumkov.org.ua/ua/upload/Draft%20Strategy_00%20\(7\).pdf](http://www.razumkov.org.ua/ua/upload/Draft%20Strategy_00%20(7).pdf).
4. Статистический ежегодник мировой энергетики, 2015 // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://yearbook.enerdata.ru/energy-intensity-GDP-by-region.html>.
5. Україна і ЄС підписали меморандум щодо енергетичного партнерства // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.epravda.com.ua/news/>.

УДК 621.311:65.035

Находов В.Ф., к.т.н., доцент, **Замулко А.И.**, к.т.н., доцент,
Мохаммад Аль Шарари, аспірант, **Чекамова В.В.**, магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сикорського»

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ МОЩНОСТЬ

Спрос потребителей на электрическую мощность в силу специфики их деятельности имеет неравномерный характер. Поэтому неравномерность электрической нагрузки является характерной проблемой энергосистемы любой страны, в том числе и энергосистемы Украины.

В настоящее время оперативное покрытие суточного неравномерного спроса потребителей на мощность энергосистемы осуществляется за счет ТЭС и изменения количества их энергоблоков, находящихся в работе. Очевидно, что использование ТЭС в качестве маневренной мощности связано с дополнительными затратами на выработку электрической энергии. Прежде всего речь идет о дополнительных затратах топлива на производство электроэнергии.

Заметного облегчения режимов производства и передачи электроэнергии в объединенной энергосистеме, повышения надежности и экономичности ее функционирования можно достичь с помощью привлечения потребителей к участию в выравнивании графиков ее нагрузки. Обычно, такое управление осуществляется с помощью дифференцированных по зонам суток тарифов на электроэнергию.

В Украине с 95 года существуют одноставочные дифференцированные по зонам суток тарифы на электроэнергию. Однако, как свидетельствуют результаты исследований [1] эти тарифы уже исчерпали свои возможности с точки зрения эффективного управления спросом потребителей на электрическую мощность и требуют совершенствования и дальнейшего развития изменения характера их спроса на электрическую мощность, а также не способствуют привлечению новых, достаточно мощных потребителей к участию в выравнивании суточных графиков электрической нагрузки энергосистемы.

Эти выводы позволяют предположить, что корректное управление спросом потребителей на мощность с помощью дифференцированных по зонам суток тарифов, в дальнейшем может оказаться затруднительным.

В связи с этим и другими результатами исследований [2,3], совершенствование необходимо искать в альтернативных исследованиях, для чего предлагается использование «механизма адресного управления спросом потребителей на электрическую мощность в Энергетической системе».

Создание и использование предлагаемого механизма адресного управления режимами потребления электрической мощности представляет собой отдельный проект (далее Проект), целью реализации которого является снижение расхода органического топлива (природного газа, мазута, угля), а также других материальных ресурсов и денежных средств на производство электроэнергии путем дальнейшего выравнивания суточных графиков нагрузки энергосистемы.

Инструментом привлечения потребителей к участию в выравнивании суточных графиков нагрузки энергосистемы, является плата за профиль их электрической мощности. Особенность этой платы состоит в том, что она будет осуществляться продавцами электроэнергии ее покупателям, и тем самым предлагаемый механизм позволит формировать рынок услуг потребителей электроэнергии ее продавцам. Эти услуги состоят в том, что потребители обязуются сформировать и поддерживать заранее определенные графики своей электрической нагрузки.

Данный метод управления спросом потребления электрической мощности состоит из трех этапов: подготовительный этап, этап планирования, этап окончательных расчетов.

На подготовительном этапе определяются оптимальные суточные графики нагрузки каждой облэнерго, которые обеспечивают наиболее ровный (оптимальный) график нагрузки энергосистемы. Рассчитывается максимальная величина экономии затрат энергосистемы на выработку электрической энергии, которая может быть получена в случае поддержания предоставленного графика. Для распределения экономии между участвующими облэнерго определяются коэффициенты участия каждой из них в формировании оптимального графика нагрузки энергосистемы, и пропорционально этим коэффициентам распределяется данная экономия. Так как для потребителей немедленный переход от существующих графиков к оптимальным практически невозможен, поэтому для каждой, из групп формируется набор промежуточных графиков нагрузки.

На этапе планирования потребитель выбирает один из предложенных промежуточных графиков нагрузки, исходя из возможности его формирования и поддержания на протяжении необходимого периода. После этого, формируются плановые графики нагрузок соответствующих электропередающих организаций, а так же плановые суточные графики электрической нагрузки энергетической системы. Аналогично расчетам на подготовительном этапе, рассчитывают экономию затрат энергосистемы на выработку электрической энергии на основании сформированных графиков нагрузки. Рассчитываются плановые вознаграждения для каждой облэнерго. Определяется коэффициент индивидуального влияния каждой из групп потребителей, которые принимают участие в данном методе, на основании которого рассчитывается вознаграждение для этих групп потребителей.

На этапе окончательных расчетов, после «испытательного» периода, составляются фактические графики нагрузок групп потребителей электрической энергии, а так же электропередающих организаций. Рассчитывается фактический уровень экономии и вознаграждений. Полученные данные предоставляются участникам данного метода регулирования спроса на электрическую мощность, после чего они решают будут ли продолжать участвовать в предложенном Проекте.

Одним из главных достоинств предлагаемого механизма адресного управления спросом потребителей на мощность является то, что он может быть использован без изменения существующей системы тарифов на электрическую энергию, то есть без изменения (или с минимальными изменениями) действующих нормативно-правовых документов в данной сфере; не требует изменения существующих систем тарифов на электроэнергию; позволяет эффективно привлекать потребителей всех групп к участию в Проекте; позволяет перейти из области прогнозирования в область планирования графиков нагрузки.

Можно предположить, что применение предлагаемого механизма позволит создать действенные стимулы к активному участию электропередающих организаций и потребителей в управлении режимами производства и передачи электрической энергии в ОЭС Украины.

Список використаних джерел:

1. Оценка потенциала снижения затрат энергосистемы в результате выравнивания суточных графиков ее электрической нагрузки / В. Ф. Находов, А. И. Замулко, А. Ш. Мохаммад, В. В. Чекамова / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2016. - №4(1176)2016. – С. 21 - 29.
2. Определение первоочередных направлений совершенствования дифференцированных тарифов на электрическую энергию / В.Ф.Находов, А.И.Замулко, Мохаммад Аль Шарари, Ю.Н.Исаенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. - № 6/1(78). – С. 24 – 32.
3. Оценка влияния изменения спроса потребителей на электрическую мощность на неравномерность суточных графиков нагрузки энергосистемы/ В.Ф.Находов, А.И.Замулко, Мохаммад Аль Шарари, Д.А.Мединцева // Наукові вісті 2016. № 1- С.31-38.

Находов В.Ф., к.т.н., доцент, **Бориченко О.В.**, к.т.н., доцент, **Іванько Д.О.**, аспірант,
Аданіков О.В., магістрант, **Федорчук І.І.**, студент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

УНІВЕРСАЛЬНА ПРОЦЕДУРА КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ВСТАНОВЛЕНИХ ЦІЛЬОВИХ ЗМІННИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Системи оперативного контролю і планування, або Monitoring and Targeting Systems, використовуються з метою управління ефективністю енерговикористання останні декілька десятиріч. Такі системи дозволяють безпосередньо контролювати абсолютні витрати енергоносія і базуються на використанні «стандарту» енергоспоживання, що будується на основі зібраних статичних даних про результати функціонування об'єкта енерговикористання. «Стандарт» енергоспоживання використовується для порівняння даних, отриманих при побудові математичної моделі з фактичними даними про обсяг використання енергетичних ресурсів. «Стандарт» енергоспоживання являє собою складну математичну модель залежності кількості спожитої енергії від певної кількості факторів, які суттєво впливають на обсяг його споживання. Таким чином «стандарт» енергоспоживання є обґрунтованою величиною, але використання невірних даних для побудови таких «стандартів» контролю енергоефективності на досліджуваному об'єкті може призвести до невірних висновків. І це призведе до некоректного подальшого моніторингу рівня енергоефективності [1].

При встановленні цільових змінних енергоспоживання потрібно приймати до уваги випадковий характер зміни фактичних значень витрат енергії на об'єкті дослідження. Ступінь випадковості такої моделі може залежати від форми рівняння, складності її структури, та врахованими факторами, що визначають величину споживання енергії. Вибіркові значення контрольованих параметрів технологічних процесів є випадковими величинами, їх відхилення від генеральної сукупності величин також будуть випадковими. Таким чином, математична модель енергоспоживання завжди має деяку залишкову похибку моделювання, яка не враховується при створенні систем оперативного контролю виконання встановлених «стандартів». Ефективним засобом вирішення даної проблеми є статичне регулювання технологічних процесів, що засноване на методах математичної статистики і дозволяє обґрунтовано приймати рішення з питань управління ефективністю по обмеженому числу спостережень. В результаті контролю управлінське рішення приймається на основі моніторингу процесу і діагностики ситуації.

Універсальна процедура контролю виконання встановлених цільових змінних має на меті об'єднати такі методи оперативного контролю ефективності енерговикористання:

– побудова графіка кумулятивних сум, на якому відображаються значення кумулятивної суми відхилень фактичного енергоспоживання від значень, отриманих на основі відповідного стандарту;

– встановлення меж довірчих інтервалів до математичної моделі енергоспоживання;

– послідовний аналіз Вальда, що дозволяє визначити моменти невиконання цільових змінних [2];

– встановлення цільових змінних за допомогою контрольних карт Шухарта, за допомогою яких проводиться аналіз змін параметрів в технологічних процесах, що викликані «випадковими» та «особливими» причинами, тобто впливом певних чинників [3];

Перелічені методи мають ряд недоліків і не дозволяють об'єктивно визначити моменти невиконання цільових змінних. Зокрема, графік кумулятивних сум дозволяє лише визначити певну тенденцію зміни енергоспоживання. При побудові контрольних границь з'являється можливість визначення не випадковості виконання цільових змін, проте процедура побудови

таких границь та визначення деяких її параметрів не завжди дає достовірний результат [4]. Метод послідовного аналізу не придатний для аналізу причин невиконання цільових змінних. Універсальна процедура, створена на основі використання комплексу з зазначених методів дозволить усунути недоліки кожного методу окрема та отримати обґрунтовані висновки щодо рівня енергоефективності на об'єкті енерговикористання.

Отже, універсальна процедура контролю виконання встановлених цільових змінних можна представити у вигляді алгоритму, включає складові:

1. Побудова математичної моделі
2. Встановлення меж довірчих інтервалів до математичної моделі енергоспоживання;
3. Моніторинг результатів впровадження заходів з енергозбереження;
 - 3.1 Встановлення цільових змінних для контролю енергоспоживання;
 - 3.2 Визначення критичних точок зміни рівня енергоефективності;
 - 3.3 Оцінка невідповідності тенденції зміни рівня енергоефективності;
 - 3.4 Аналіз причин зміни рівня енергоефективності;
 - 3.5 Кількісна оцінка величини економії (перевитрат) енергії;

Таким чином комплексний підхід дозволяє визначити контрольні границі енергоспоживання та проводити контроль виконання встановлених цільових, що полягає в обґрунтуванні виходу значень рівня енергоефективності за межі контрольних границь, тобто в наданні оцінки не випадковості, аналізу причин та кількісної економії чи перевитрати енергії на об'єкті

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.
3. В.Ф. Находов, О. В. Бориченко, Д. О. Іванько, І. В. Якобюк, стаття «Виявлення «проблемних» ділянок схеми електропостачання для верифікації розрахункових електробалансів», 2015
4. Бориченко О.В. Інтегрована система контролю ефективності використання електричної енергії у виробництві : дис. На здоб. вч. ступеня канд. техн. наук : 05.14.01 / Бориченко Олена Володимирівна. – К., 2011. – 196 с.

УДК 621.316.925

Ніценко В.В., інженер,
ВП ДП «НЕК «Укренерго» Дніпровська ЕС,
Кулагін Д.О., к.т.н., доцент,
Запорізький національний технічний університет

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЕРЖАВИ

Основною структурною ланкою електроенергетичного комплексу держави, що забезпечує злагоджену взаємодію окремих його суб'єктів виробничої та господарської діяльності, є об'єднана електроенергетична система (ОЕС) [1]. ОЕС України забезпечує усталене функціонування процесів генерації, передачі, розподілення та постачання електричної і теплової енергії при централізованому оперативно-технологічному керуванні режимами її роботи [2]. Сучасний стан розвитку ОЕС України характеризується тенденціями, пов'язаними із переходом від радянських принципів та засад керування і розвитку ОЕС до нових міжнародних галузевих вимог та стандартів, що, перш за все, пов'язано із реалізацією державної політики за напрямком перспективної інтеграції ОЕС України з європейським системним оператором електромереж ENTSO-E [3].

Ефективність функціонування електроенергетичного комплексу та його окремих структурних одиниць, а також рівень його розвитку можуть бути оцінені системою наступних укрупнених техніко-економічних показників (ТЕП):

- валовий обсяг виробництва електроенергії на електростанціях ОЕС України, K_1 та її споживання промисловістю і населенням, K_2 ;
- валові витрати на транспортування електроенергії магістральними та розподільчими електромережами, K_3 ;
- валові витрати електроенергії на власні потреби енергетичних об'єктів (електричних станцій та підстанцій, розподільчих установок, пунктів керування та диспетчеризації), K_4 ;
- сальдо експорту-імпорту електроенергії, K_5 ;
- валовий обсяг виконаних робіт з модернізації, реконструкції та технічного переоснащення діючих енергетичних об'єктів та ліній електропередачі, а також з будівництва нових, K_6 ;
- валовий обсяг питомих капіталовкладень та залучених інвестицій у розвиток інфраструктури електроенергетичної галузі, K_7 ;
- прибуток, отриманий від проведення господарської діяльності суб'єктами електроенергетики, K_8 .

Перелік вищевказаних ТЕП може бути доповнено у разі проведення більш детального аналізу стану розвитку електроенергетичної галузі за окремими її напрямками.

Для наближеної оцінки економічного ефекту від виробничо-господарської діяльності підприємств та компанії електроенергетичного сектору економіки держави авторами запропонована методика, яка базується на застосуванні середньгеометричних величин, що переважно застосовуються для аналізу темпів зростання економічних показників [4], та яка комплексно враховує вплив кожного із вказаних ТЕП.

Загальний економічний ефект від функціонування електроенергетичного комплексу держави може бути оцінений коефіцієнтом ефективності K_E відповідно до наступного виразу:

$$K_E = \sqrt[8]{K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - (K_3 + K_4)) \cdot (1 + K_5) \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot (1 + K_8)} \quad (1)$$

де $K_1 \div K_8$ - коефіцієнти, які виражені у відносних одиницях та характеризують стан основних ТЕП електроенергетичного комплексу, наближені значення яких можна визначити за методикою, наведеною у [4].

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

Валовий обсяг виробленої електроенергії електростанціями електроенергії може бути оцінений коефіцієнтом використання встановленої потужності електростанцій **K₁**. Даним коефіцієнтом фактично визначається річне завантаження енергосистеми.

Валовий обсяг спожитої з енергосистеми електроенергії може бути наближено оцінений коефіцієнтом попиту **K₂**, який характеризує динаміку споживання електроенергії в енергосистемі та становить відношення обсягу спожитої електроенергії за базовий період до усередненого обсягу електроенергії, відпущеної споживачам за попередні роки (у наближених розрахунках можна прийняти 10-15 років).

Валові витрати електроенергії на власні потреби енергетичних об'єктів з метою забезпечення нормальних умов та режиму їх експлуатації визначаються коефіцієнтом витрат на власні потреби **K₃**. У наближених розрахунках витрати електроенергії на власні потреби можна умовно прийняти у відсотковому еквіваленті від загального обсягу виробленої електроенергії за базовий (розрахунковий) період.

Валові витрати на передачу електроенергії магістральними та розподільчими електромережами складаються з експлуатаційних витрат та втрат потужності в енергосистемі, які можуть бути наближено оцінені коефіцієнтом витрат **K₄**.

Сальдо експорту-імпорту електроенергії становить різницю між фактичним обсягом експортованої та імпортованої електроенергії та вважається позитивним за умови перевищення експортом її імпорту. Сальдо може бути виражене через коефіцієнт експорту-імпорту **K₅**, який вказує на частку експорту (імпорту) електроенергії від загального обсягу генерації (споживання) за базовий період у державі, тобто визначає ступінь забезпечення потреб вітчизняних споживачів в електроенергії власного виробництва. Позитивне значення коефіцієнту **K₅** свідчить про те, що держава повною мірою покриває потреби власних споживачів в електричній енергії, негативне – свідчить про протилежне.

Валовий обсяг виконаних робіт з модернізації, реконструкції та технічного переоснащення діючих енергетичних об'єктів, ліній електропередачі та будівництва нових характеризується коефіцієнтом ефективності реалізації робіт **K₆**, який визначається відношенням фактично реалізованого за базовий період до запланованого обсягу робіт відповідно до затвердженої інвестиційної програми розвитку електричних мереж ОЕС.

Валовий обсяг питомих капіталовкладень та залучених інвестицій у розвиток інфраструктури електроенергетичної галузі може бути наближено оцінений коефіцієнтом ефективності капіталовкладень (інвестицій) **K₇**, від значення якого залежить динаміка фінансування діяльності, направленої на оновлення основних виробничих фондів суб'єктів господарювання в електроенергетиці та їх розвиток, що визначається відношенням загального обсягу питомих капіталовкладень та залучених інвестицій за базовий період до усередненого їх обсягу за попередні роки (у наближених розрахунках можна прийняти 10-15 років).

Прибуток, що отриманий від проведення діяльності суб'єктами господарювання в електроенергетиці може бути наближено оцінений коефіцієнтом рентабельності (дохідності) **K₈**, яким визначається частка прибутку, отриманого компаніями та підприємствами електроенергетичного сектору, від вартості понесених ними витрат на одиницю виробленої продукції (1кВт·год), пов'язаних із їх виробничо-господарською діяльністю.

Отже, ефективність функціонування електроенергетичного комплексу держави може бути визначена на підставі аналізу системи запропонованих ТЕС, оцінених за відповідними розрахунковими коефіцієнтами, що характеризують вказані ТЕС.

Список використаних джерел:

1. Про електроенергетику [Електронний ресурс] : закон України [прийнято Верхов. Радою 16 жовтня 1997 р. № 575/97-ВР]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/575/97-вр/page>.
2. Технічна експлуатація електричних станцій та мереж. Правила / Мінпаливенерго України. – К. : НТУКЦ, 2003. – 597 с.
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] : стратегія [схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013р. № 1071-р]. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/n0002120->
4. Роголев Н. Д. Экономика энергетики / Н. Д. Роголев, А. Г. Зубкова, И. В. Мастерова. – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 288 с.

ЗАПРОВАДЖЕННЯ НОВОЇ МОДЕЛІ РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Аналіз енергетичного ринку України дозволяє зробити висновок, що енергетична галузь економіки України володіє значним потенціалом і має для цього достатній ресурс, а головне, є конкурентоздатною. Основними причинами критичної ситуації на енергетичному ринку є багаторічне зволікання з реформуванням енергетичного сектору, низький рівень ефективності виробництва та споживання електроенергії, монополізація певних секторів енергетичного ринку, суттєва зношеність основних виробничих фондів.

Ринок електроенергії в Україні з 1996 року побудований за моделлю «єдиного пулу», або «єдиного покупця». [1] Генеруючі компанії виробляють електроенергію і продають її ДП «Енергоринок», який надалі продає її розподільчим компаніям (обленерго і незалежним постачальникам). Далі обленерго та незалежні постачальники розподіляють електроенергію між роздрібними та великими промисловими споживачами. Поточна модель оптового ринку електроенергії має певні недоліки, такі як відсутність прямих контрактів з виробниками, що обмежує конкуренцію в сфері роздрібного постачання, а також те, що рядовий споживач не може вимагати високої якості енергопостачання та не може змінити постачальника. До того ж недоотримання генеруючими компаніями коштів за вироблену електроенергію не дозволяє їм модернізувати їх потужності.

З огляду на це, 13 квітня 2017 року Верховною Радою України прийнято в другому читанні Закон України [2], який передбачає перехід до нової моделі, побудованої на двосторонніх договорах та балансуєчому ринку. Ринок буде складатися з енергетичної біржі, балансуєчого ринку і двосторонніх договорів, які укладаються поза біржою. Активним учасником ринку також є системний оператор. Складність цієї моделі полягає в тому, що через можливість учасників ринку укладати контракти безпосередньо між собою, обсяги, зазначені в контрактах, мають бути узгоджені з роботою системи у реальному часі, а це потребує запровадження складного сучасного технічного обладнання. Протягом встановленого терміну мають бути вирішені необхідні технічні, економічні, законодавчі та соціальні питання щодо належного та прозорого функціонування електроенергетичного ринку України.

Порівнюючи діючу та нову моделі енергоринку, можна відмітити, що для лібералізації ринку електроенергії Україні є необхідним запровадження двосторонніх договорів для всіх суб'єктів ринку, системи ціноутворення попиту-пропозиції на ринку «на добу наперед», розрахунку та оплати вартості відхилень фактичних обсягів купівлі-продажу електроенергії проти заявлених для постачальників та інших виробників.

Висновок. Реформування ринку електричної енергії дозволить розвивати суміжні ринки (паливних ресурсів, ринку праці, економічного ринку, важкої промисловості), посилить енергетичну безпеку, стимулюватиме інвестиції у нові технології, підвищить конкуренцію між товаровиробниками, дозволить модернізувати, провести реконструкцію існуючих або будівництво нових генеруючих потужностей, що в свою чергу дозволить зменшити вплив на навколишнє середовище, а також дозволить експортувати електричну енергію до країн Європи.

Список використаних джерел:

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про забезпечення роботи оптового ринку електричної енергії України» від 19.02.1996 № 207.
2. Про ринок електричної енергії України [Електронний ресурс] : Проект закону України від 21.04.2016 № 4493. – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=58829 – Заголовок з екрана.

Плешков П.Г., к. т. н., професор,
Віхрова Л.Г., к. т. н., професор Солдатенко В.П., викладач,
Кіровоградський національний технічний університет

ДО ПИТАННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРІВ

Технічна освіта в Україні перебуває в глибокій кризі. Причому головною причиною, на думку авторів, є ні банальна відсутність фінансування, або обладнання, чи кадрів відповідної кваліфікації. Зовсім ні. Основна причина — це втрата популярності та престижності інженерних спеціальностей. Навіть за умови повної уваги держави до технічної освіти дефіциту кадрів уже не уникнути. Ця проблема вже гостро стоїть для центрального регіону України, але характерна для країни в цілому, і держава поволі але звертає на це увагу.

Абітурієнти, що приходять навчатися на інженерні спеціальності, в більшості мають слабкі знання з математики та фізики, які завжди були «базою» технічної освіти. Причиною цього є як втрата популярності фаху інженера, так і наслідки реформи середньої освіти, соціально-економічна ситуація в Україні. Зауважимо, що мова іде саме про усвідомлені і засвоєні знання з математики і фізики, а не набрані бали ЗНО, яких для вступу вистачає.

Більш популярними в абітурієнтів залишаються спеціальності гуманітарного і економічного профілю, які окрім того що престижні, краще оплачуються.

Автори вважають, що підготовка спеціалістів з енергетичного менеджменту є одним із провідних напрямків (наряду із ІТ-технологіями) переорієнтації молоді та повернення «моди» на технічну освіту, відновлення її престижності. Адже спеціалісту з енергетичного менеджменту крім суто енергетичних дисциплін необхідно засвоїти дисципліни із загального менеджменту, ринків енергії, ціноутворення, маркетинг, управлінська економіка, тощо. А це вже значно ближче до популярних поки-що спеціальностей економічного та управлінського блоку, і є чудовою альтернативою суто економічній освіті. Більше того, за відгуками роботодавців центрального регіону України технічно грамотний спеціаліст, що фахово володіє знаннями з економіки цінується вище від фахового економіста. Об'єм знань, який необхідно засвоїти енергетичному менеджеру уже призвів до необхідності створення окремих напрямків з енергетичного менеджменту на кафедрі ЕТС та ЕМ ЦНТУ.

Україна взяла курс на енергетичну ефективність та приєдналася до стандарту ISO 50001. Цей документ впроваджує енергетичний менеджмент в щоденну практику організацій та ґрунтується на методології постійного поліпшення PDCA (плануй-впроваджуй-перевірй-дій) [1]. Керуючись цією методологією автори пропонують залучати талановиту молодь до підготовки з напрямку «Енергетичний менеджмент» іще на етапі шкільної навчання. Здійснити це можливо в рамках запровадження STEM-освіти в Україні та співпраці вишів з Інститутами післядипломної освіти, шкільними закладами. Зокрема, можливо залучати учнів до ознайомлення, розробки та впровадження системи енергоменеджменту за стандартом [1] в навчальних закладах, підприємствах що активно впроваджують СЕМ, участі в розробці систем муніципального менеджменту. Це буде цікаво не лише для технічно орієнтованої молоді, а і для активних гуманітаріїв, які поки що бачать свою подальшу професію в області менеджменту, економіки, управління, юриспруденції, сприятиме розширенню їх енергетичної грамотності, і в далекій перспективі сприятиме загальному підвищенню якості освіти в енергетичній галузі.

Висновки. Технічна освіта в Україні вимагає активної популяризації та залучення здібної молоді. Залучення школярів до сумісної роботи із студентами з розробки і впровадження проектів з енергетичного менеджменту, зокрема муніципального дозволить популяризувати підготовку фахівців в енергетичній галузі.

Список використаних джерел:

1. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2011, IDT): ДСТУ ISO 50001:2014 – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. — 27 с.

Плешков П.Г., к.т.н, професор, Серебренніков С.В., к.т.н, професор,
Петрова К.Г., к.т.н., ст. викл., Савеленко І.В., к.т.н., викл.,
Кіровоградський національний технічний університет

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ТА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БЮДЖЕТНИХ ЗАКЛАДІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ ЕНЕРГО-ЕКОНОМІЧНИХ РЕСУРСІВ

За умов постійно зростаючих цін на паливно-енергетичні ресурси (ПЕР) особливої актуальності набуває стратегія енергоощадження, мінімізації витрат на енергоресурси та енергоменеджменту.

Для підвищення рівня ефективності енерговикористання та формування енергетичного балансу, доцільно в райдержадміністраціях створити організаційно-виконавчі служби енергоменеджменту. Функціонування служби ґрунтується на впровадженні автоматизованих систем контролю, обліку та моніторингу енергоресурсів з подальшим аналізуванням отриманої інформації для визначення осередків неефективного використання ПЕР [1, 2].

Районні служби енергоменеджменту дозволяють оптимізувати використання енергоресурсів, здійснювати планування потреби в ПЕР, відслідковувати обсяг споживання в режимі реального часу та відповідність його плановим значенням, підтримувати динамічні баланси, адаптовані до поточних потреб районів області тощо.

Стабільно працююча система енергетичного менеджменту функціонує за алгоритмом (рис. 1).

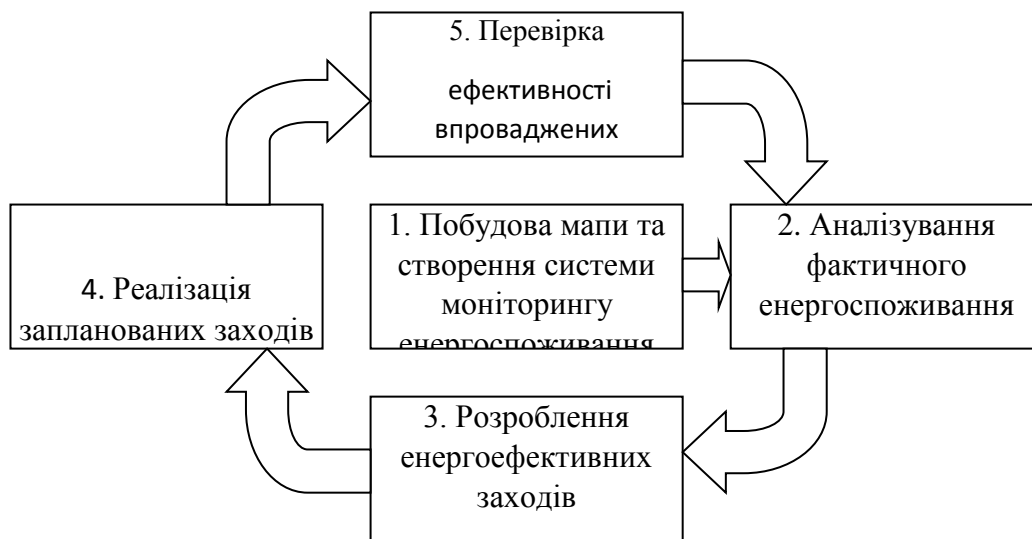


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритму функціонування системи енергетичного менеджменту

Список використаних джерел:

- 1.Черновол М.І. Підвищення рівня енергоефективності технічного університету шляхом оптимізації енергетичного балансу / М.І. Черновол, П.Г. Плешков, С.В. Серебренніков, І.В. Савеленко, К.Г. Петрова //Вісник КНУТД. Серія «Технічні науки». – К: КНУТД, 2015. – № 5 (90). – С. 99 – 106.
- 2.Ткаченко В. Ф. Підвищення рівня ефективності енергоспоживання вищих навчальних закладів за рахунок виявлення почерговості впровадження заходів з енергоощадження / В.Ф. Ткаченко, К.Г. Петрова // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КНТУ. – Кіровоград: КНТУ, 2016. – Вип. 29. – С. 275 – 281.
- 3.Плешков П.Г. Оптимізація процесу використання електричної енергії за результатами енергоаудиту / П.Г. Плешков, В.Б. Бондаренко, С.В. Серебренніков, І.В. Савеленко, К.Г. Петрова // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць КНТУ. – Кіровоград: КНТУ, 2016. – Вип. 29. – С. 247– 256.

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

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ВОДОПОСТАЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ЗОВНІШНІХ ЧИННИКІВ

Ключовим елементом ефективного управління енерговикористанням та забезпечення високого рівня енергоефективності є підходи, спрямовані на створення системи менеджменту. Відповідно до стандарту ISO 50001 енергетичний менеджмент має виконуватися у безперервному циклі, основою якого є цикл Демінга PDCA: Плануй (Plan) - Виконуй (Do) - Перевірй (Check) - Дій (Act) [1]. Частиною планування циклу PDCA є енергетичне планування, яке передбачає проведення енергетичного аналізу з метою розуміння використання та споживання енергії, виявлення тенденцій, сезонних коливань, чинників, від яких залежить споживання енергії. Результатом енергетичного аналізу є інформація та дані, необхідні для встановлення базового рівня енергоспоживання (БРЕ) [2]. Причому, БРЕ повинен бути унормованим до змінних, що впливають на енергоспоживання; часовий період базового рівня енергоспоживання повинен бути типовим для коливань в операціях; дані щодо визначальних змінних та фактичного енергоспоживання повинні представляти той самий часовий період, що й БРЕ. Загалом моделлю БРЕ є функція $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, що відображає залежність між вхідними та вихідною змінними.

Серед підсистем, що приймають участь у формуванні енергоефективності систем комунального водопостачання, найбільш значимою є підсистема насосних станцій. Величина витрат електроенергії, що споживається насосною станцією водопостачання за деякий період залежить від багатьох взаємопов'язаних чинників: об'єму піднятої або поданої споживачеві води; напору, створюваного насосними агрегатами (НА); надлишкового напору в диктуючих точках мережі; технічних параметрів елементів насосної станції: продуктивністю НА, ККД НА тощо. Ефективність роботи насосного обладнання залежить від режимів водоспоживання [3]. Найявним є безпосередній зв'язок завдання планування витрат електроенергії із добовим водоспоживанням, на характер якого впливають пора року, температура повітря, державні та релігійні свята тощо. Соціальні та кліматичні чинники належать до збурюючих чинників, які визначають режим водоподачі та ефективність режиму електроспоживання насосної станції.

Основним режимним показником процесу водопостачання є добовий графік необхідної витрати води (ГВВ) з мережі [3]. Задача пошуку спільних рис у характері водоподачі на основі дослідження параметрів добового ГВВ може бути розв'язана шляхом формування класів ГВВ, що мають однакові властивості, з використанням теорії розпізнавання образів. Зважаючи на відсутність інформації щодо можливих класів доцільним є використання процедур автоматичної класифікації «без учителя», до якої належить кластерний аналіз, що дозволяє виявити в даних раніше невідомі закономірності і представити їх у зручній формі. Об'єктами для проведення кластерного аналізу виступатимуть добові ГВВ. Ознаками, якими описано об'єкти класифікації, є параметри ГВВ [3]. Кластером подібних ГВВ - сімейством графіків характерного дня – є група графіків витрати води з мережі, що мають подібні риси. Утворені кластери повинні бути диференційованим відповідно до сезонів року і відображати специфіку водоспоживання в робочий, вихідний та святковий дні.

Для виконання кластерного аналізу вибрано ієрархічний агломеративний метод, який дозволяє будувати дерево класифікації n об'єктів за допомогою ієрархічного об'єднання їх у кластери на основі заданого критерію [4]. Результатом процедури є побудова дендрограми, яка у формі дерева об'єднання відображає структуру зв'язків між об'єктами. Оскільки одночасне

врахування великої кількості різних класифікаційних ознак, які використовуються для опису ГВВ, ускладнює інтерпретацію отриманих результатів, то виявлення прихованих закономірностей у добових графіках витрати води з мережі виконувалось у два етапи: 1 - виявлення впливу сезонності; 2 - виявлення впливу соціальних чинників.

На першому етапі в результаті розбиття отримано п'ять класів ГВВ: 1 клас – містить ГВВ, що відповідають періоду профілактичних робіт у системі тепlopостачання та гарячого водопостачання; 2 клас – містить ГВВ, що відповідають опалювальному сезону; 3 клас – містить ГВВ, що відповідають весняно-літньо-осінньому періоду; 4 клас – «нерегулярні дні» – містить ГВВ різних місяців та сезонів; 5 клас – 1 січня.

Подальше дослідження виконувалось з урахуванням результатів, отриманих на першому етапі. Для виявлення впливу соціальних чинників було вибрано діапазон значень добових ГВВ 2 класу. Аналіз результатів дозволяє стверджувати про наявність впливу соціального фактору, зумовленого зміною ритму життя населення у вихідні та святкові дні, на характер витрати води з мережі. В результаті розбиття виділено чотири класи ГВВ: 1 клас – утворюють добові ГВВ, що відповідають вихідним та святковим дням; 2 клас – утворюють добові ГВВ, що відповідають робочим дням; 3 клас – «нерегулярні дні» - містить ГВВ, що відповідають дням різного типу; 4 клас - 1 січня.

Як на першому етапі класифікації, так і на другому ГВВ, що відповідає першому січня виділено окремим класом, що лише підтверджує вплив соціальних чинників.

Незважаючи на те, що кластерний аналіз має певні недоліки, зокрема, склад і кількість кластерів залежить від методів об'єднання і оцінки дистанційних коефіцієнтів, аналіз отриманих результатів розбиття дозволив отримати такі висновки: чітко проглядається тенденція об'єднання в один кластер добових ГВВ, характерних для певної пори року, що підтверджує вплив сезонності на характер витрати води з мережі; чітко проглядається тенденція об'єднання в один кластер добових ГВВ, що відповідають певному типу дня тижня: вихідний (або святковий) чи робочий; характерним є наявність кластеру «Нерегулярні дні», який об'єднує різні дні різних сезонів та різні дні тижня, наявність якого може бути обумовлена соціальними чинниками (релігійними святами та підготовкою до них населення); погодними умовами (посуха, спека); аварійними ситуаціями в мережі тощо.

Таким чином, модель електроспоживання, яка повинна бути адаптованою до режиму водоподачі у характерні дні, можна представити кортежем:

$$W = \langle X, D, K_{сез}, K_{дн} \rangle \quad (1)$$

де X – множина вхідних змінних; D – показник дати, необхідний для відстеження добової динаміки витрати води з мережі; $K_{сез}$ - ознака, що вказує на приналежність дня до сезону; $K_{дн}$ - ознака, що вказує на характер дня (вихідний, робочий).

Висновки. Використання процедур кластерного аналізу дозволяє виявити приховані закономірності у ГВВ, зумовлені кліматичними та соціальними чинниками. Їх врахування забезпечує можливість визначення часового періоду для збору даних щодо визначальних чинників та фактичного електроспоживання та дозволяє виконати побудову моделі електроспоживання для формування БРЕ, диференційованого до сезону року і дня тижня.

Список використаних джерел:

1. ДСТУ ISO 50001:2014 - Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 27 с.
2. ДСТУ ISO 50004:2016 Настава щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту. – К.: ДП «УкрНДНЦ, 2016. – 38 с.
3. Розен В.П., Давиденко Н.В. Формування множини характеристик фактичного режиму водоспоживання в системах комунального водопостачання // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2015. - № 3 (41). - С. 85-92.
4. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / [Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др.]. — М. : Финансы и статистика, 1989. — 215 с.

Соколовський П.В., аспірант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМЕРЦІЙНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Вступ. Глобальний розвиток нових інформаційних технологій в галузі енергетики потребує впровадження не тільки найсучасніших інформаційно-технічних, але й застосування ефективних економічних рішень. Це дозволить задовільнити сучасні вимоги, які полягають в підвищенні економічної оперативності, аналітичності і достовірності даних, що несуть комерційний характер в локальних електричних мережах [1].

Концепція віртуальних електричних станцій (Virtual Power Plant -VPP або General Virtual Power Plant - GVPP) є відносно новою в галузі електроенергетики та вимагає ретельного дослідження оптимізації її функціонування в енергосистемах. Функціонування віртуальних електричних станцій структурно розділене на технічну та комерційну складові (технічна віртуальна електростанція (Technical Virtual Power Plant - TVPP) і комерційна віртуальна електрична станція (Commercial Virtual Power Plant - CVPP))[2].

CVPP здійснює керування джерелами розосередженої генерації (Distributed Energy Resources - DER), фактично виконуючи основні функції комерційних організацій, що пропонують ціну і обсяг енергії, які вони можуть постачати, оптимізуючи економічне використання вироблених енергетичних ресурсів для ринку електроенергії. Інформаційні дані двосторонньої взаємодії DER з загальною енергетичною системою передаються з TVPP до CVPP, яка проводить розширений аналіз функціонування окремої VPP (GVPP), на основі якого здійснює економічний підбір ефективної бізнес-моделі.

Підбір ефективних бізнес-моделей керування забезпечує оптимізацію інтеграції таких локальних енергосистем на ринку виробництва електроенергії, сприяє розвитку економічного маркетингу локальних енергосистем, а також гарантує необхідний рівень безпеки комерційних даних [3]. CVPP виконує двосторонню взаємодію, як з представниками виробників електроенергії, так і з її замовниками. Окремі DER малої потужності не можуть брати участь на ринку електроенергії індивідуально, тому CVPP робить їх повноправними учасниками ринку електроенергії, представляючи їх економічні та юридичні інтереси (рис. 1).

Функціональні можливості CVPP включають в себе:

- Коротко- та довгострокове планування виробництва електроенергії на основі прогнозованих потреб споживачів, виконання маркетингових операцій.
- Торгівля та балансування на оптовому ринку електроенергії.
- Функція обміну отриманими даними розосереджених енергетичних ресурсів, а також витрат і технічного обслуговування.
- Прогнозування виробництва і споживання на основі прогнозів погоди і об'ємів попиту.
- Використання програм з керування попитом на електроенергію (Demand Side Management - DSM).
- Створення пропозицій ресурсів DER і їх подача на ринок електроенергії.
- Планування генерації і щоденна оптимізація роботи основних компонентів VPP.
- Продаж енергії розосереджених енергетичних ресурсів на ринку електроенергії.

Для досягнення вищезазначених цілей CVPP здійснює взаємодію з наступними суб'єктами [2]:

1. Джерела розосередженої генерації (DER), основна функція роботи CVPP полягає в скороченні розриву між попитом і виробництвом електроенергії.
2. Енергокомпанії. Розробка та виконання власного економічного плану виробництва або споживання електроенергії. Виробництво електроенергії повинне плануватися, прогнозувати і

передавати цю інформацію на технічну віртуальну електростанцію. Створення інформаційної бази для керування TVPP.

3. TVPP: отримує інформацію від CVPP і враховує її при оптимізації роботи основних вузлів VPP та її взаємодії з основною мережею [2].

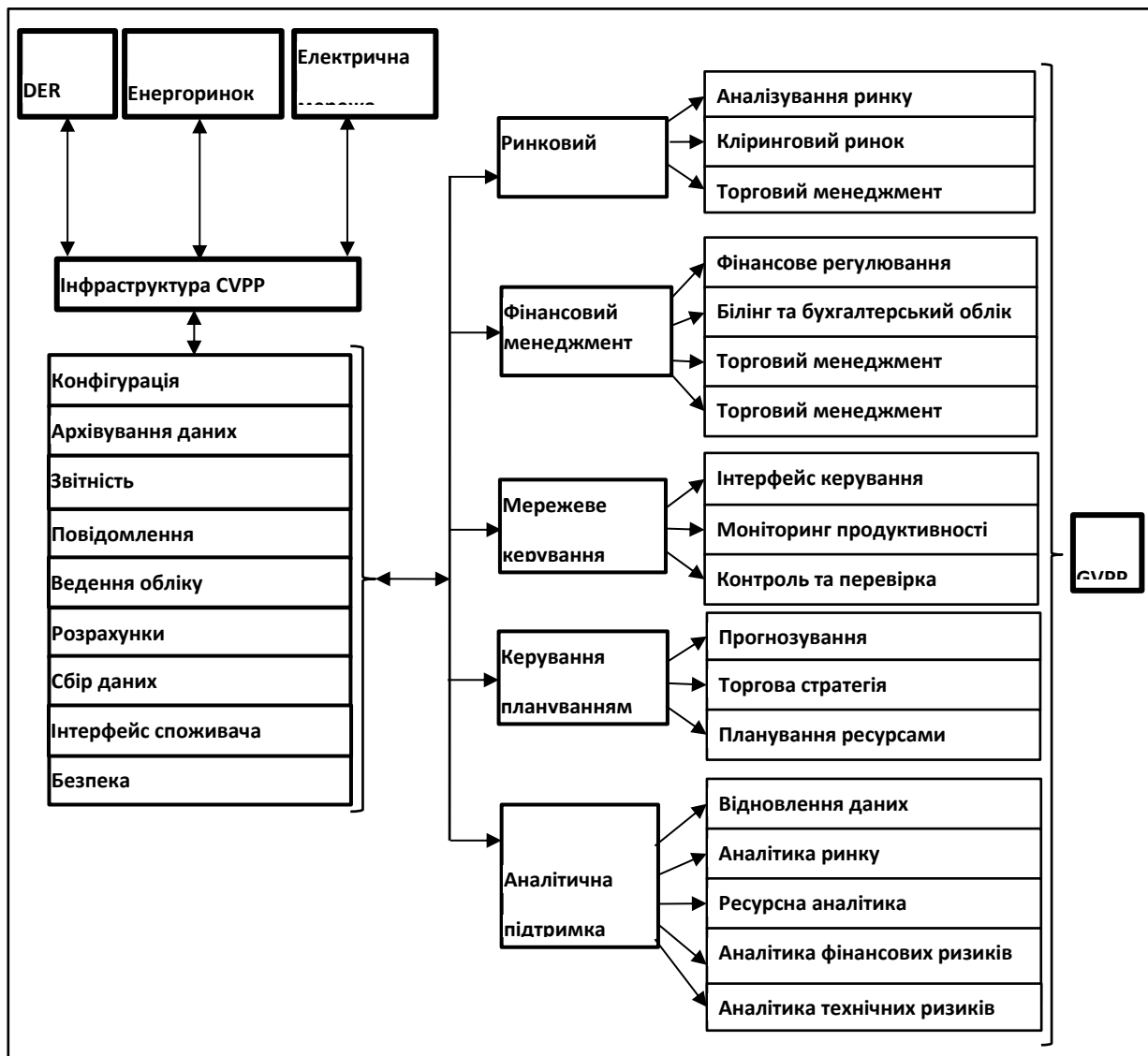


Рисунок 1 – Логічна схема опису функціонування CVPP

Висновки. Розглянуто основні функціональні можливості комерційної віртуальної електростанції, як окремої значущої складової VPP. Визначено, що розвиток CVPP, не можливий без енергетико-економічного планування та застосування індивідуальних бізнес-моделей керування роботи локальних електроенергетичних систем.

Список використаних джерел:

1. Денисюк С.П. Аналіз впливу джерел розосередженої генерації на електромережу та особливості побудови віртуальних електростанцій / С. П. Денисюк, Т. М. Базюк // Електрифікація транспорту. - 2012. - № 4. - С. 23-29. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eltr_2012_4_6
2. You S., Træholt C., and Poulsen B., Generic Virtual Power Plants: Management of Distributed Energy Resources under Liberalized Electricity Market, The 8th IET International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, 2009, Hong Kong, P.R. China
3. Соколовський П. В. Особливості реалізації ефективних бізнес-процесів в електропостачальних компаніях України/ П.В. Соколовський / Науковий журнал ЕНЕРГЕТИКА: економіка, технології, екологія. №4 – 2016. – С. 89-99

УДК 621.311

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

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БІЗНЕС Й ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Обов'язковими складовими будь-якого енергетичного ринку є сторони ринкового попиту і пропозиції, поведінка суб'єктів яких може бути вільною або регульованою (як економічно, так і технологічно). В останньому випадку на прийняття рішень суб'єктами сторін можуть накладатись прямі та непрямі обмеження, які встановлюються законодавчо, що вимагатиме їх обов'язкового виконання, або приймаються ними добровільно, якщо вигоди від заохочень перевищуватимуть витрати за ними. Прийняті за наявних обмежень рішення суб'єктами обох сторін відрізняються метою і результативністю та, як наслідок, відносяться до різних сфер управлінських рішень, визначених і проілюстрованих далі на прикладі ринку електроенергії.

За часів відносно дешевої електроенергії значна увага в електроенергетиці приділялась саме стороні пропозиції, що відповідало концепції управління пропозицією електроенергії (управління електропостачанням). Сторона пропозиції була природною монополією на всіх стадіях технологічного процесу електропостачання та легше піддавалась регулюванню й керуванню за відомих обсягів ринкового попиту ніж сторона попиту, яку вона задовольняла в електроенергії. Незважаючи на це, перші програми регулювання навантаження шляхом прямого керування розпочалися ще у 30-і роки ХХ-го ст., що вже відповідало концепції управління попитом на електроенергію (управління електроспоживанням). Завдяки подальшому зростанню попиту різниця між піковим навантаженням енергосистем та їх нічними провалами почала ставати відчутною, що потребувало розширення програм регулювання навантаження шляхом непрямого керування через цінові (тарифні) пропозиції. Це надавало концепції управління електроспоживанням нового розвитку, оскільки бажане вирівнювання графіків навантаження енергосистем планувалося досягти за рахунок економічних і технологічних можливостей саме сторони попиту.

Пропонувались заохочувальні виплати та привабливі тарифи, за якими вигоди, отримані споживачами, стимулювали б їх до участі в цих програмах. Учасники програм могли, наприклад, змінювати власні графіки навантаження відповідно диференційованим за зонами доби тарифам, не погіршуючи при цьому показників власної виробничої діяльності. Це дозволяло, за незмінних обсягів споживання електроенергії і виробленої продукції, скоротити не тільки витрати на куповану електроенергію, але й зменшити собівартість самої виробленої продукції. Прийняття подібних рішень віднесемо до сфери енергетичного бізнесу (енергобізнесу), коли споживач, купуючи необхідну йому кількість електроенергії, оптимізує (мінімізує) витрати на її закупівлю.

Перша світова енергетична криза (73-74 рр. ХХ-го ст.) була викликана стрімким зростанням цін на сиру нафту. Це потребувало посилення державного регулювання цін на енергетичних ринках в інтересах споживачів. Більшість розвинених країн світу розробили власні програми енергозбереження, виділивши енергозбереження у самостійний напрям державної політики, започаткувавши тим самим еру енергозбереження. Споживачі почали ефективно й раціонально використовувати електроенергію, зменшуючи попит на неї шляхом запровадження енергозберігаючих заходів. Прийняття подібних рішень, спрямованих на ефективне електровикористання, віднесемо до сфери енергетичного менеджменту (енергоменеджменту), коли ту саму кількість продукції можна виробити з меншими затратами електроенергії, інвестуючи гроші, наприклад, у заміну використовуваної технології на більш енергоефективну (менш енергозатратну). Зважаючи на це, виробники електроенергії почали розглядати енергозбереження як невід'ємну складову концепції управління електроспоживанням. Енергобізнес й енергоменеджмент, як різновиди управлінської

діяльності, почали доповнювати один одного, поєднуючи, зокрема, наведені раніше приклади управлінських рішень.

Друга світова енергетична криза (79-80 рр. ХХ-го ст.) мала ті самі причини, але інший вплив на концепцію управління електроспоживанням. Деякі розвинені країни світу скасували державний контроль над цінами енергетичних ринків, внаслідок чого ринковий механізм став визначальним для прийняття управлінських рішень у сферах енергобізнесу й енергоменеджменту. Споживачі електроенергії почали збільшувати інвестиції у власні генеруючі потужності, отримуючи статус незалежних виробників із правом продажу надлишків електроенергії комунальним енергокомпаніям. Виробники електроенергії почали, зі свого боку, планувати розвиток власних потужностей з найменшими витратами у рамках програм інтегровано ресурсного планування. Енергобізнес й енергоменеджмент набули нового розвитку, об'єднуючи можливості сторін ринкового попиту і пропозиції у досягненні визначених цілей [1].

Втрата статусу природної монополії у виробництві електроенергії на початку 90-х років ХХ-го ст. була поштовхом для демонополізації й подальшої лібералізації ринку електроенергії. Це потребувало зростання кількості учасників конкурентного середовища, чого можна було досягти наданням права вибору споживачам продавців електроенергії. Із поширенням конкуренції суб'єкти ринку поступово отримують більшу свободу у укладанні комерційних угод і здійсненні торгових транзакцій. У споживачів електроенергії з'являються можливості як отримувати певні вигоди, надавані реформованим ринком, так і викликані цими вигодами цінові ризики, пов'язані із невизначеністю зовнішнього середовища, в якому вони тепер приймають рішення. Щоб скористатись надаваними ринком можливостями й одночасною нейтралізувати цінові ризики, споживачі електроенергії змушені активніше залучатись до сфер енергобізнесу й енергоменеджменту. В сучасній концепції управління електровикористанням енергобізнес виступає інструментом реагування попиту і регулювання навантаження, енергоменеджмент – інструментом енергетичної ефективності.

Аналізуючи систему енергетичного менеджменту з точки зору вищевикладеного підходу, в ній можна виділити дві складові управління процесом енерговикористання. Перша складова пов'язана з управлінням енергетичними затратами, оцінюваними в натуральних одиницях, друга – з управлінням енергетичними витратами, оцінюваними в грошових одиницях. За такої декомпозиції першу складову визначимо як підсистему менеджменту з енергозбереження й енергоефективності (скорочено «підсистема енергоменеджменту»), спрямовану на мінімізацію затрат паливно-енергетичних ресурсів, другу складову – як підсистему менеджменту з енергетичного бізнесу (скорочено «підсистема енергобізнесу»), спрямовану на оптимізацію (мінімізацію) витрат на паливно-енергетичні ресурси.

Обидві підсистеми є доповнюваними складовими (елементами) більш широкої системи енергетичного менеджменту і не замінюють одна одну. Втім активність споживачів паливно-енергетичних ресурсів за цими складовими може бути різною залежно від проваджуваної державної політики, власного позиціонування на енергетичних ринках, визначеної мети та розв'язуваних задач з урахуванням умов, що склалися на ринках.

Таким чином, підсистема енергоменеджменту є технологічною (виробничо-технічною) складовою, мета якої – підвищення енергетичної ефективності. Підсистема енергобізнесу є комерційною (торгово-фінансовою) складовою, мета якої – підвищення економічної ефективності. Обидві підсистеми можуть конфліктувати за результативністю, оскільки «енергетично ефективний» часом не означає «економічно ефективний», і навпаки. Однак цілісна система енергетичного менеджменту є цілеспрямованою системою, цілі якої, незважаючи на можливі протиріччя, є сумісними й доповнюють одна одну.

Список використаних джерел:

1. Стрелкова Г.Г., Стрелков М.Т. 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.

УДК 620.91 + 621.31

Стрелкова Г.Г., к. ф.-м. н., доцент, Андрушков О.В., магістрант,
Іщенко О.С., магістрант, Далібожак І.І., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Вступ. Підвищення рівня диверсифікації джерел енергоносіїв і збільшення частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в енергетичному балансі країни є запорукою підвищення рівня енергетичної незалежності для будь-якої держави. Саме тому поширення застосування технологій ВДЕ закріплено законодавством ЄС. Зокрема, Директивою Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС про заохочення використання енергії, виробленої з ВДЕ, зазначається необхідність досягнення в країнах ЄС до 2020 р. обов'язкової мети на рівні 20% від кінцевого споживання енергії. На виконання вимог директиви країнами ЄС були прийняті Національні плани дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р. (НПДВЕ) наприкінці 2010 р. та початку 2011 р. В Україні НПДВЕ був затверджений у 2014 р. Цим планом визначаються щорічні прогнозні зростання встановлених потужностей і обсяги виробництва електроенергії ВДЕ протягом 2014–2020 рр. для досягнення у 2020 р. частки ВДЕ у загальному енергоспоживанні України не менше 11%.

Мета роботи: аналіз показників відновлюваної енергетики України для визначення тенденцій і оцінки виконання показників індикативної траєкторії, визначеної НПДВЕ.

Основний зміст. Для досягнення поставленої мети роботи у якості основного метода був обраний порівняльний аналіз, який застосовувався до статистичних показників відновлюваної енергетики. Такими показниками, які дозволяли охарактеризувати тенденції впровадження в Україні технологій з ВДЕ, біли обрані значення встановленої потужності та обсяги виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної енергетики, що працюють за «зеленим» тарифом. Статистична база формувалась за секторами відновлюваної енергетики України на підставі даних Держенергоефективності України¹ для періоду 2014-2016 рр. За результатами обробки та аналізу статистичних даних було отримано порівняльні характеристики обсягів виробництва електроенергії і значень встановленої потужності за напрямками ВДЕ. Діаграми, що вміщують розподіл значень встановлених потужностей² та обсягів виробництва електроенергії між вітровими, сонячними, міні-, мікро- та малими гідроелектростанціями, а також електростанціями, що працюють на біомасі, і біогазовими електростанціями впродовж 2014-2016 рр., наведені на рис.1-2.

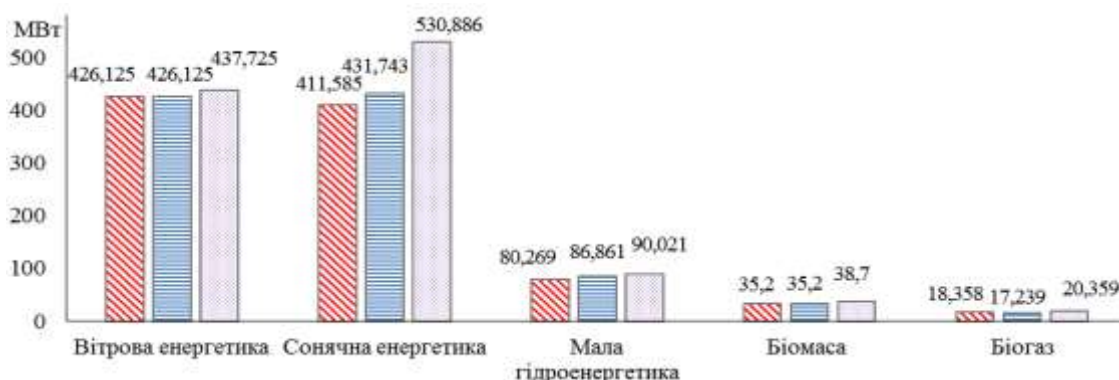


Рис.1. Значення встановленої потужності (МВт) за напрямками відновлюваної енергетики України, 2014-2016 рр.: ▨ – 2014 р.; ▨ – 2015 р.; ▨ – 2016 р.

¹ Дані Держенергоефективності України: запит на одержання публічної інформації за №19-01/17/31-17 від 10.03.2017.

² Без урахування потужностей, встановлених до 2014 р. в АР Крим внаслідок відсутності статистичної інформації.



Рис.2. Обсяги виробленої електроенергії (млн.кВт·год) за напрямками відновлюваної енергетики України, 2014-2016 рр.: – 2014 р.; – 2015 р.; – 2016 р.

Порівняльний аналіз показників за напрямками відновлювальної енергетики впродовж 2014-2016 рр. показав, що у 2014 р. загальна встановлена потужність впроваджених в Україні об'єктів відновлюваної енергетики, що працюють за «зеленим» тарифом, в цілому склала 971,54 МВт, а сукупний обсяг виробленої ними електроенергії досягнув 2007,6 млн.кВт·год. У 2015 р. загальна встановлена потужність становила 997,17 МВт, а обсяги електроенергії – 1725,6 млн.кВт·год. За підсумками 2016 р. загальна встановлена потужність об'єктів відновлювальної енергетики склала 1117,7 МВт, а обсяг електроенергії – 1774,9 млн.кВт·год.

Оцінку частки електроенергії з ВДЕ у загальному обсязі виробництва електроенергії було проведено на підставі даних Держстат України. Відповідно до цих даних загальний обсяг виробництва електроенергії в Україні у 2014 р. склав 181,9 млрд.кВт·год, 2015 р. – 163,3 млрд.кВт·год, 2016 р. – 163,7 млрд.кВт·год. Оцінка показала, що у 2014 р. ця частка електроенергії ВДЕ складала у загальному обсязі 1,1 %; 2015 р. – 1,06 %; 2016 р. – 1,08 %.

При визначенні тенденції розвитку напрямів відновлюваної енергетики України за базовий був обраний 2014 р. Як можна побачити з наведених діаграм протягом 2014-2016 рр. за значеннями встановленої потужності (рис.1) спостерігається слабка тенденція до зростання майже за всіма секторами відновлюваної енергетики. Виключенням є сегмент сонячної енергетики, для якого у 2016 р. показник встановленої потужності зазнав значного зростання – на 29 % у порівнянні з базовим 2014 р. Втім, для показників обсягів виробленої електроенергії напрямом тенденції не зберіглася (рис.2). Зокрема, при аналізі річних показників вітрової енергетики у 2014-2016 р. було визначено тенденцію до зниження, оскільки в цьому сегменті ВДЕ у порівнянні з базовим роком в 2016 р. відбулось зменшення обсягів виробленої електроенергії на 21 %. Також тенденція до зниження для обраного періоду спостерігалась і для малої гідроенергетики, де обсяги виробництва зменшились на 25 %. Тенденція до зростання обсягів виробництва електроенергії відмічалась лише для електростанцій, що працюють на біомасі та біогазі завдяки збільшенню виробництва електроенергії відповідно на 32 % і 125 %. Для сонячних електростанцій, незважаючи на тенденцію зростання показників встановленої потужності, обсяги виробленої електроенергії не зазнали суттєвих змін і знаходились протягом трьох років приблизно на однаковому рівні.

Висновки. На підставі проведеного порівняльного аналізу було визначено, що впродовж 2014–2016 рр. за показником загальної встановленої потужності впроваджених в Україні об'єктів відновлюваної енергетики, що працюють за «зеленим» тарифом, за секторами енергетики в цілому спостерігалась слабка тенденція до зростання. За обсягами виробленої електроенергії ця тенденція залишалася позитивною лише для технологій ВДЕ, що працюють на біомасі та біогазі. При цьому, частка електроенергії з ВДЕ в загальному обсязі виробництва склала в середньому близько 1,1%. Слід також зазначити, що внаслідок низьких темпів впровадження технологій з ВДЕ в сфері електрогенерації за підсумками 2016 р. не було досягнуто прогнозних значень показників індикативної траєкторії НПДВЕ.

УДК 620.91 + 621.31

Стрелкова Г.Г., к. ф.-м. н., доцент, Далібожак І.І., магістрант,
 Андрушков О.В., магістрант, Іщенко О.С., магістрант,
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В СФЕРІ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАЦІЇ

Вступ. Україна є енергодефіцитною країною, тому питання відновлюваної енергетики є для неї особливо актуальними. Розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є одним з пріоритетних напрямків енергетичної політики держави. Крім того, виконання міжнародних зобов'язань, що взяла на себе Україна зі вступом до Енергетичного Співтовариства, поміж інших важливих напрямів також передбачає розвиток відновлюваної енергетики, зокрема, в сфері електрогенерації. Досягнення прогнозних показників розвитку відновлюваної енергетики в країні, які затверджені Урядом в Національному плані дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року (НПВДЕ), залежать від низки умов. Крім необхідності вдосконалення нормативно-правової бази, створення ефективних механізмів залучення інвестицій, до не менш важливих умов розвитку вітчизняного ринку технологій з ВДЕ відноситься підвищення інформованості інвесторів та споживачів як про потенціал, так і про наявний стан використання в країні технологій з ВДЕ.

Мета роботи: оцінка стану виконання показників НПВДЕ і створення інтерактивної карти об'єктів відновлюваної енергетики України для моніторингу введення в експлуатацію електростанцій з ВДЕ та їх розподілу за регіонами країни.

Основний зміст. Оцінка стану виконання показників НПВДЕ проводилась шляхом порівняльного аналізу річних прогнозних та фактичних показників встановленої потужності та обсягів виробництва електроенергії з кожного джерела відновлюваної енергії. Для проведення аналізу була сформована відповідна інформаційна база, що вміщувала дані НПВДЕ³ та НКРЕКП⁴ України (Табл.1).

Таблиця 1 - Прогнозні¹ та фактичні² показники встановленої потужності та обсягів виробництва електроенергії технологіями з ВДЕ, що працюють за «зеленим» тарифом; 2014-2016 рр.

Тип технології з ВДЕ	Встановлена потужність, МВт		Обсяги виробництва електроенергії, ГВт·год	
	Прогнозна	Фактична	Прогнозні	Фактичні
2014 р.				
Малі гідроелектростанції	28	80,269	65	250,677
Сонячні фотоелектростанції	860	411,585	900	485,232
Вітрові електростанції	700	426,125	1680	1171,463
Тверда біомаса	28	35,200	105	60,914
Біогаз	12	18,358	45	39,342
Всього:	1628	971,537	2795	2007,628
2015 р.				
Малі гідроелектростанції	33	86,861	75	171,553
Сонячні фотоелектростанції	1000	431,743	1050	475,170
Вітрові електростанції	1000	426,125	2400	937,706
Тверда біомаса	175	35,200	770	76,802
Біогаз	75	17,239	330	64,393
Всього:	2283	997,168	4625	1725,624
2016 р.				
Малі гідроелектростанції	37	90,021	85	189,330
Сонячні фотоелектростанції	1250	530,886	1310	492,154
Вітрові електростанції	1350	437,725	3240	924,483
Тверда біомаса	260	38,700	1180	80,379
Біогаз	120	20,359	500	88,610
Всього:	3017	1117,691	6315	1774,956

³ Дані НПВДЕ за посиланням на Розпорядження Кабінету України <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-p>.

⁴ Дані НКРЕКП України, отримані на підставі запиту на одержання публічної інформації за №3871/1-17 від 9.03.2017.

При формуванні бази даних з показників функціонування об'єктів електрогенерації на основі ВДЕ були задані наступні обмеження: база даних включала показники об'єктів ВДЕ, що працюють за «зеленим» тарифом в період 2014-2016 рр.

Попередній аналіз прогнозних показників НПВДЕ показав, що впродовж 2014-2020 рр. встановлена потужність і обсяги електроенергії, виробленої електростанціями відновлюваної енергетики за кожним типом технологій з ВДЕ, мали б щорічно зростати. Втім, за результатами проведеного дослідження фактичних показників така зростаюча тенденція не була виявлена. Станом на 2014 р. фактична сукупна встановлена потужність електростанцій з ВДЕ становила 59,7% від прогнозованої величини, а обсяги виробленої електроенергії – 71,8%. У 2015 р. фактична загальна встановлена потужність електростанцій становила 43,7% від прогнозованої, а обсяги генерації електроенергії – 37,3%. У 2016 р. сукупна встановлена потужність склала 37% від прогнозованої, а обсяг електроенергії, що виробилась – 28,1%.

Для виконання поставленої у роботі мети щодо моніторингу введення в експлуатацію електростанцій з ВДЕ та їх розподілу за регіонами країни були застосовані технології картографічних веб-платформ. Тематичну інтерактивну карту об'єктів відновлюваної енергетики України було створено на базі сучасних картографічних веб-ресурсів. Принципом побудови архітектури інтерактивних карт є отримання інформації з різних джерел та її візуалізація у вигляді багаторівневого масиву даних. За допомогою картографічного веб-сервісу Google Maps створено багатоцільову, відкриту карту об'єктів відновлюваної енергетики України. Ця інтерактивна карта вміщує дані щодо кількості, потужності, типу електростанцій (сонячних, вітрових, біогазових електростанцій, міні-, мікро- та малих гідроелектростанцій (ГЕС), а також електростанцій, що працюють на біомасі). Дані розміщуються у вигляді інформаційних шарів відповідно до зазначених об'єктів відновлюваної енергетики (рис. 1).

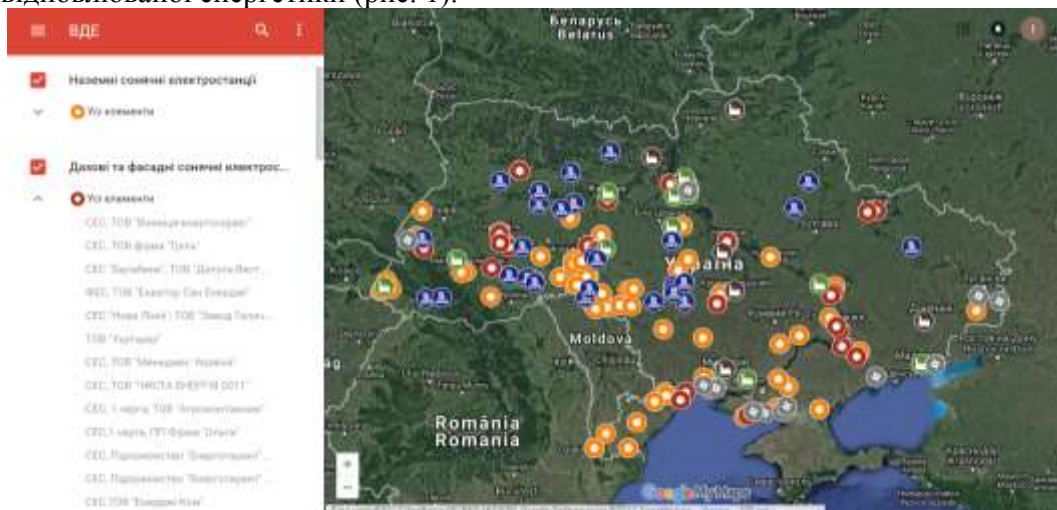


Рис. 1. Інтерактивна карта об'єктів відновлюваної енергетики України (2016 р.)

Застосування такої карти надає користувачу детальну інформацію про характеристики об'єктів щодо встановленої потужності, дати встановлення дії «зеленого» тарифу, виробітку електроенергії, адреси, дати початку дії ліцензії тощо. Дані інтерактивної карти можуть додаватися та оновлюватися у режимі реального часу. Розроблений тематичний інформаційний ресурс дозволяє отримати порівняльну характеристику об'єктів відновлюваної енергетики за їх кількістю, потужністю та розподілом за регіонами країни. Як можна побачити, сонячні електростанції найбільш інтенсивно впроваджуються у південній та центральній частині України, малі ГЕС – у північному та західному регіоні, вітрові – на півдні, а генерація електроенергії з біомаси та біогазу – по всій території країни.

Висновки. За результатами проведеної оцінки виконання показників НПВДЕ можна зазначити, що станом на 2016 р. розвиток відновлюваної енергетики не здійснювався відповідно до прогнозних темпів зростання. Для проведення моніторингу з фактичного стану ВДЕ та підвищення інформованості інвесторів і споживачів щодо регіонів потенційного попиту на технології ВДЕ створено багатоцільову, інтерактивну карту об'єктів відновлюваної енергетики України в середовищі картографічного веб-сервісу Google Maps.

УДК 621.31 +658.26

Стрелкова Г.Г., к. ф.-м. н., доцент, Іщенко О.С., магістрант,
Андрушков О.В., магістрант, Далібожак І.І., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РЕГІОНАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Вступ. Відновлювані джерела енергії останнім часом є одним із важливих критеріїв сталого розвитку світової спільноти. У світі здійснюється як пошук нових і вдосконалення існуючих технологій з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ), так і розвиток ринкових інструментів для виведення генерації електричної енергії з використанням цих технологій на економічно ефективний рівень. Для України необхідність переходу до більш широкого застосування енергетично ефективних та екологічно чистих технологій з ВДЕ посилюється низкою факторів, до головних серед яких слід віднести наявність значних втрат і витрат при передаванні та розподіленні електроенергії, а також залежність від імпорту енергоносіїв.

Мета роботи: визначення та аналіз відновлювальної енергетики України у сфері електрогенерації для характеристики загального стану і тенденцій регіонального розвитку ВДЕ за областями України впродовж 2014-2016 рр.

Основний зміст. Для досягнення поставленої в роботі мети була сформована статистична база дослідження. При створенні цієї бази були використані дані ДП «Енергоринок»⁵ для періоду 2014-2016 рр. Показниками, за якими визначався загальний та регіональний стан розвитку відновлюваної енергетики України, були обрані значення річних обсягів відпуску виробників електричної енергії з ВДЕ за «зеленим» тарифом та встановленої потужності. Аналіз стану регіонального розвитку відновлюваної енергетики проводився на підставі значень показників обсягів відпуску електроенергії та значень встановленої потужності за областями України⁶. При визначенні існуючих тенденцій розвитку даного сектору енергетики за базовий для порівняння рік було обрано 2014 р. В цьому році був затверджений Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року, спрямований на поширення технологій ВДЕ й ефективне використання потенціалу відновлюваної енергетики України.

Характеризуючи загальний стан відновлюваної енергетики України у сфері електрогенерації на підставі проведеного аналізу слід зазначити, що за період 2014-2016 рр. сукупний обсяг відпуску електроенергії виробниками з ВДЕ за «зеленим» тарифом склав 5537,33 млн.кВт·год. При цьому щорічні показники змінювались наступним чином: 2014 р. - 2007,06 млн.кВт·год, 2015 р. - 1755,84 млн.кВт·год, 2016 р. - 1774,44 млн.кВт·год. Для заданого періоду також були проаналізовані зміни показників встановленої потужності виробників електричної енергії з ВДЕ за "зеленим" тарифом. За підсумком 2014-2016 рр. значення фактичної встановленої потужності склало 3079,84 МВт з наступним розподілом за роками: 2014 р.- 1175,68 МВт, 2015 р. - 908,82 МВт, 2016 р. - 995,34 МВт. У порівнянні з базовим роком обидва показника мали певну тенденцію до зниження.

Оцінка регіонального розвитку відновлюваної енергетики у сфері електрогенерації у контексті поширення виробників електроенергії з ВДЕ за «зеленим» тарифом була проведена на підставі порівняльного аналізу статистичних даних для 24 областей України та АР Крим. Найгірший стан спостерігається у Волинській області, де впродовж всього періоду, що аналізується, не використовувались потужності виробників електроенергії з ВДЕ за «зеленим» тарифом. Однак і для інших 23 областей України та АР Крим, навіть за наявності таких виробників, існує суттєва відмінність у показниках встановленої потужності та річних обсягів відпуску електроенергії. Порівняльна характеристика цих регіональних виробників електричної енергії з ВДЕ за обраними показниками представлена на рис. 1-2. Як можна побачити з

⁵ Дані ДП «Енергоринок» отримані на підставі запиту на одержання інформації за № 03/35-3186 від 17.03.2017.

⁶ Для певних років дані ДП «Енергоринок» для Донецької і Луганської областей, а також АР Крим є неповними.

**IV Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція
«Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'17»
«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»**

наведених діаграм, впродовж усіх років найбільші значення показників за обсягами відпуску спостерігаються для Запорізької обл., за встановленої потужності – для Одеської обл. Найменші значення обох показників характерні для Чернігівської обл.

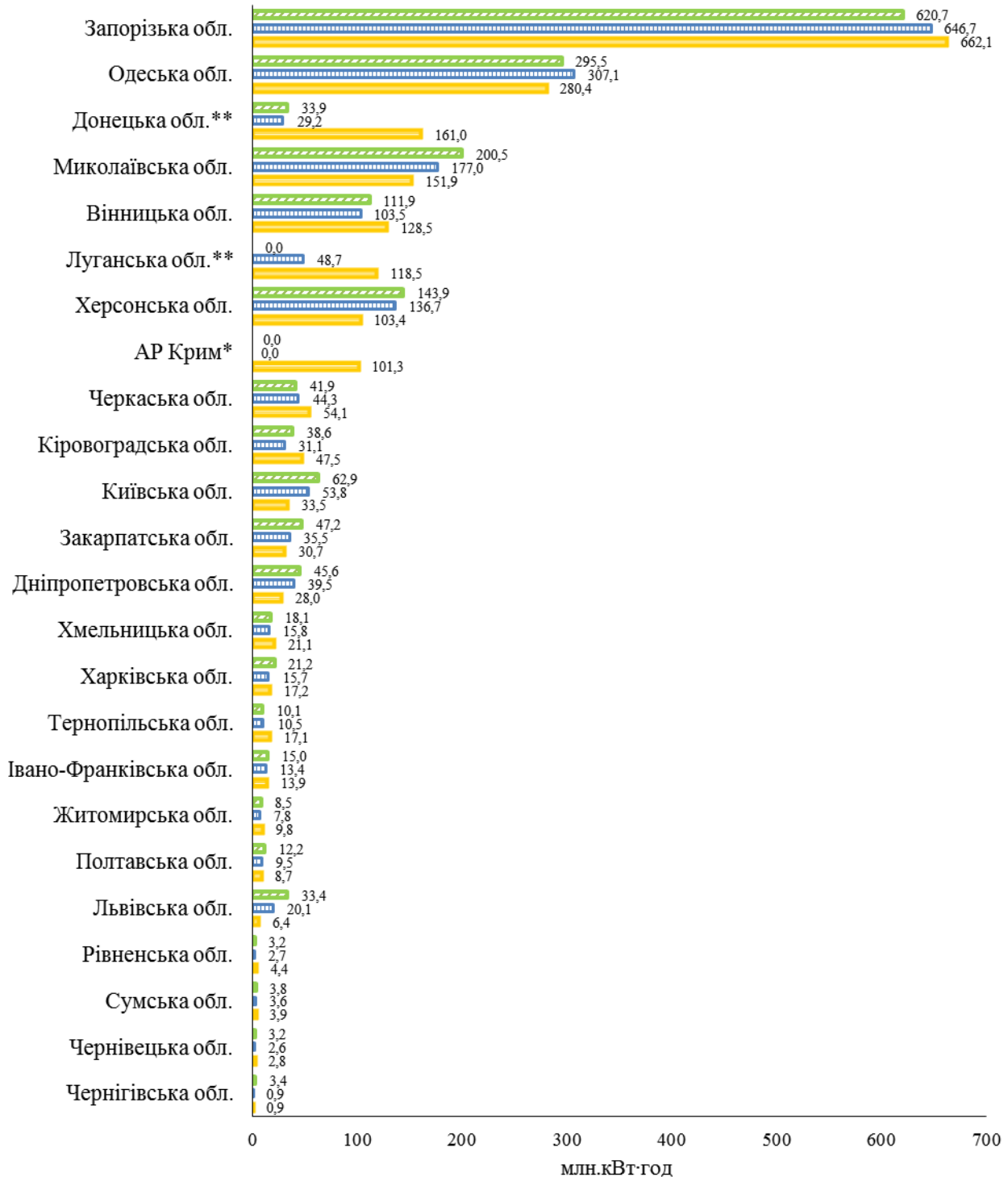


Рис. 1. Річні обсяги відпуску електроенергії виробників електроенергії з ВДЕ за «зеленим» тарифом⁷, 2014-2016 рр.: ■ 2014 р.; ■ 2015 р.; ■ 2016 р.

⁷* - обсяги за січень-березень 2014 року; постачання електроенергії тими об'єктами, що знаходяться на тимчасово окупованій території АР Крим, до Об'єднаної енергетичної системи України припинено з квітня 2014 р. (ДП «Енергоринок»);

** - з травня 2015 року відсутня інформація щодо обсягів виробітку виробників, що здійснюють діяльність на території, де органи державної влади не здійснюють або здійснюють не в повному обсязі свої повноваження (ДП «Енергоринок»)

IV Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція
 «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'17»
 «МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

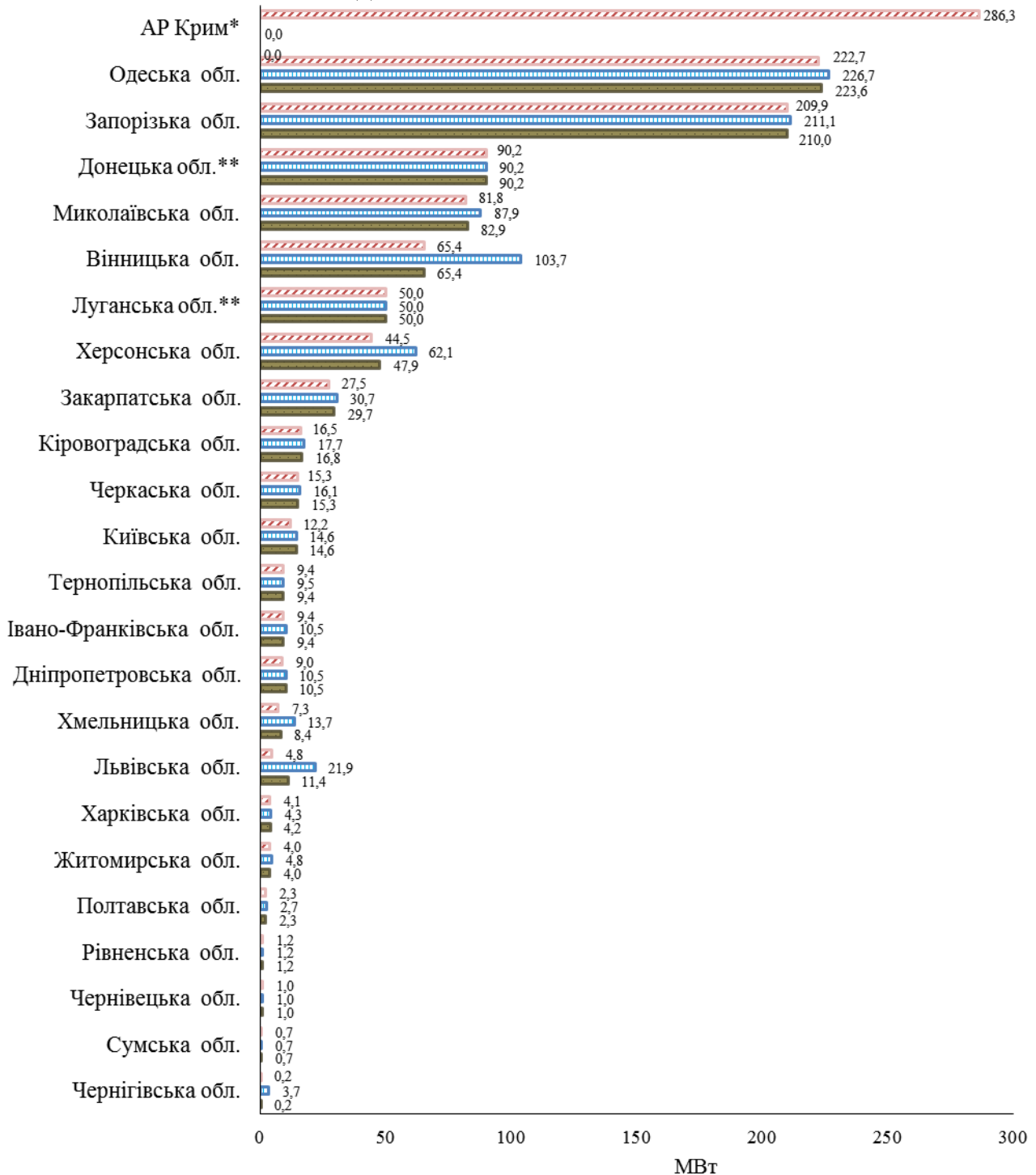


Рис.2. Показники встановленої потужності виробників електроенергії з ВДЕ за «зеленим» тарифом, 2014-2016 рр.: 2014 р.; 2015 р.; 2016 р.

Таким чином, розвиток і поширення технологій ВДЕ для виробництва електроенергії за «зеленим» тарифом суттєво розрізняється за областями України. Внаслідок цього існуючий потенціал відновлюваної енергетики України залишається значною мірою невикористаним.

Висновки. За результатами проведеного аналізу було визначено, що впродовж 2014-2016 рр. річні показники встановленої потужності та обсягів відпуску електроенергії виробниками з ВДЕ за «зеленим» тарифом мали тенденцію до зниження у порівнянні з базовим 2014 р. За областями України впродовж зазначеного періоду зберігався нерівномірний розподіл регіональних виробників електроенергії з ВДЕ за «зеленим» тарифом. Розвитку регіональних виробників електроенергії з ВДЕ сприятимуть як зростання інвестицій, так і прискорення ринкових перетворень в енергетичній сфері.

УДК 697.246

Фалендиш А.П., д.т.н., проф., Василенко О.В., к.т.н., ст.викл.,
Клецька О.В., асист.,
Український Державний Університет Залізничного Транспорту

СКЛАДАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАСПОРТУ ДЛЯ ВІДОКРЕМЛЕНОЇ ЧАСТИНИ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ УНІВЕРСИТЕТУ

Сучасний стан інфраструктури в країні знаходиться в поганому положенні. Більшість її об'єктів були збудовані до 1991 р. На той час діючі будівельні норми не були такими «жорсткими» по тепловим втратам через огорожуючі конструкції. Тому коли стали підвищуватися ціни на енергоресурси, утримання таких об'єктів стало дуже обтяжливим для власників. Велика кількість об'єктів інфраструктури має от двох та більше власників, та різні системи теплопостачання та вентиляції, тому важливим стає розробка та складання енергетичного паспорту для відокремленої частини такої будівлі.

Була розглянута відокремлена частина Українського Державного Університету Залізничного Транспорту (УкрДУЗТ) розташованого в місті Харків, яка складається з приміщення котельної лабораторії, дизельної лабораторії та двох поверхів учбових кабінетів. Загальна площа яка розглядається складає 822 м². Виходячи з призначення, температура в опалювальних приміщеннях складає від 16⁰С в лабораторіях до 18⁰С в учбових кабінетах [1]. Загальний об'єм який необхідно опалювати під час опалювального сезону складає 3870 м³.

Співробітниками учбового закладу були проведенні вимірювання та складений енергетичний паспорт даної відокремленої частини будівлі. Виходячи з отриманих результатів було встановлено, що клас енергетичної ефективності складає «Е» [2]. Виходячи з отриманих результатів були розроблені пропозиції які в подальшому дозволять підвищити клас енергетичної ефективності будівлі. Наведені пропозиції були розділені на дві основні групи. До першої групи віднесені пропозиції, які пов'язані з будівельними діями: заміна вікон, реконструкція стін, заміна дверей та ін. До другої групи віднесено пропозиції, які пов'язані безпосередньо з використання енергоресурсів, це встановлення теплового пункту, сонячного колектора та твердопаливного котла малої потужності; регулювання температури в приміщення в залежності від наявності людей в приміщеннях та зовнішньої температури повітря.

Висновки. З використанням сучасного вимірювального обладнання проведені необхідні заміри, зроблені відповідні розрахунки та складено енергетичний паспорт для відокремленої частини будівлі університету. По результатам роботи та енергетичного паспорту розроблені пропозиції, які дозволяють підвищити клас енергоефективності будівлі.

Список використаних джерел:

- 1.ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будинків. На заміну ДБН В.2.6-31:2006 (зі змінами від 1 липня 2013 р.), від 08.07.2016р. Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій". 2017 – 31с.
- 2.ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. Енергетична ефективність будівель настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. Уведено вперше; чинний з 2016-01-01; Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій"; ТК 302 "Енергоефективність будівель і споруд"; ПК 4 "Енергетична паспортизація будівель". - 2015 - 25с.

УДК 621.311.1.003.1

Чернявський А.В., к.т.н., доцент, Котляр Р.С., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ПРІОРИТЕТІВ ОБ'ЄКТІВ МОНІТОРИНГУ ПРИ ПОБУДОВІ МУНІЦИПАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ НА ПРИКЛАДІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Енергетичний моніторинг є однією з функцій енергетичного менеджменту, яка заснована на збиранні певної інформації про об'єкт дослідження та спрямована на дотримання режимів енерговикористання, виконання запланованих заходів, дотримання встановлених значень енергетичних показників [1]. До основних завдань енергетичного моніторингу можна віднести:

- виявлення та аналіз закономірностей і тенденцій споживання енергії;
- оцінювання дій цих тенденцій у майбутньому та урахування їх позитивних та негативних наслідків;
- накопичення інформації для всебічного обґрунтованого вибору напрямів розроблення оптимального планового рішення.

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. Питання побудови системи муніципального енергетичного моніторингу розкриті в роботах [1, 2].

При побудові системи енергетичного моніторингу громадських будівель інстинктивно виникає бажання проводити моніторинг всіх об'єктів за всіма можливими показниками. Однак, в більшості випадків такий підхід - найвірніший шлях в глухий кут. Перш за все це пов'язано з тим, що кожен об'єкт та показник енергетичного моніторингу повинен бути економічно обґрунтованим. Крім того, у більшості випадків муніципальні системи енергетичного моніторингу стикаються з обмеженістю наявних ресурсів, що в значній мірі і визначає необхідність скоротити програму моніторингу, зберігши при цьому, по можливості, якість одержуваних результатів. Тому при побудові системи енергетичного моніторингу громадських будівель слід особливу увагу приділити питанню формування комплексу пріоритетів об'єктів енергетичного моніторингу.

Для вирішення цього завдання пропонується проводити багатовимірне ранжування об'єктів моніторингу відповідно до алгоритму, наведеного нижче. Даний алгоритм базується на застосуванні методів кластерного аналізу.

Етап 1. Формування матриці спостережень.

Використовуючи множину вихідних даних з m елементів, що описані n ознаками, кожен об'єкт можна інтерпретувати як точку n -вимірного простору з координатами, рівними значенням n -ознак для об'єкта, що розглядається. Матриця спостережень має такий вигляд:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mk} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де m – кількість установок;

n – число параметрів;

x_{ik} – значення признаку k для одиниці i .

В якості вимірників, що зазвичай застосовуються на практиці для віднесення об'єкту до суттєвого, використовується обсяг енергоспоживання за певний період часу. Однак, якщо в якості індикатора обирати тільки рівень абсолютного або питомого споживання енергоресурсів, то це не дозволить провести об'єктивний відбір об'єктів енергетичного моніторингу. Тому пропонується перелік показників доповнити. По результату для вибору пріоритетних об'єктів енергетичного моніторингу пропонується застосовувати наступний набір показників: $П1$ – показник, що характеризує рік зведення будівлі; $П2$ – показник, що характеризує рік проведення модернізації; $П3$ – показник, що характеризує стан інженерних систем; $П4$ – показник, що характеризує опалювальну площу; $П5$ – показник, що характеризує внутрішню температуру; $П6$ – показник, що характеризує питома споживання електроенергії; $П7$ – показник, що характеризує питома споживання теплової енергії.

Етап 2. Кожний з наведених показників має свою шкалу вимірювань, що створює певні складності для їх застосування в математичних методах аналізу. З метою унормування цих показників пропонується застосовувати відповідні формули унормування:

$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{s_k}, \quad (2)$$

$$\bar{x}_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ik}, \quad (3)$$

$$s_k = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

де x_{ik} – значення ознаки k для одиниці i ;

\bar{x}_k – середнє арифметичне значення ознаки k ;

s_k – стандартне відхилення ознаки k для одиниці i .

Етап 3. Розрахунок елементів матриці відстаней з урахуванням всіх елементів матриці спостережень виконується за формулою:

$$d_{rs} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |z_{rk} - z_{sk}| \quad (r, s = 1, 2, \dots, m). \quad (5)$$

Етап 4. Об'єднання пар об'єктів в один кластер виконується шляхом розрахунку матриці відстаней або ступеня близькості та знаходження пари найближчих кластерів. За обраним алгоритмом ці кластери об'єднуються. Новому кластеру присвоюється менший із номерів кластерів, які об'єднуються. Далі етапи 1-3 повторюються доти, доки усі об'єкти не будуть об'єднані в один кластер.

Для полегшення оцінювання ступеня близькості об'єктів пропонується використовувати програмний комплекс *STATISTICA Data Miner* [3].

Запропонований алгоритм був апробований під час вибору пріоритетних об'єктів (житлових та громадських будівель) для енергетичного моніторингу міст Хмельницького, Южного та Чорноморську. При цьому в громадському секторі здійснювалося ранжування від 20 до 40 громадських будівель в залежності від конкретного міста. Щодо житлового сектору, то в ранжування приймала участь від 50 до 200 житлових будівель.

Список використаних джерел:

1. Розен В.П. Энергетический мониторинг как составляющая часть системы энергетического менеджмента [текст] / Розен В.П., Чернявский А.В. // Экономическая безопасность державы: стратегия, энергетика, інформаційні технології («Недінські читання – 2014»): монографія / За науковою редакцією д.т.н., проф. Лук'яненко С.О., к.е.н., доц. Карасвої Н.В. – К.: Видавництво ООО «Юрка Любченка», 2014. – 468 с. (С.261-270).

2. Чернявський А.В. Развитие энергетического мониторинга как основы муниципального энергетического менеджмента [текст] / Чернявський А.В., Котляр Р.С. // Збірник тез доповідей III Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'16». – 2016. – С.109-110.

3. Data Mining: общий обзор STATISTICA Data Miner [електронний ресурс] / http://statsoft.ru/products/STATISTICA_Data_Miner/

Чернявський А.В., к.т.н., доцент; Харченко А.А., магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

МЕТОДИКА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ВЕНТИЛЯТОРІВ ПОБУТОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІЄРАРХІЧНОГО КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Вступ. Вентиляція є невід'ємним елементом повноцінного функціонування житлових будівель. Стан системи вентиляції неодмінно має відповідати обов'язковим вимогам щодо ефективності роботи подібних систем. Якісна та повноцінна вентиляція - це важливе питання для організації комфортних умов в приміщенні. У разі повної відсутності вентиляційних систем або наявності в них істотних неполадок, в приміщеннях зростає концентрація вуглекислого газу та інших шкідливих речовин. Основою систем вентиляції є вентилятор, який характеризується набором таких параметрів, як: напруга, споживана потужність, струм, максимальна продуктивність, частота обертання тощо. Найчастіше при виборі вентилятора керуються необхідними параметрами, які були перераховані вище. Основним критерієм під час вибору того чи іншого вентилятору побутового призначення є його вартість. Однак, на сьогоднішній день в світі велика увага приділяється питанням енергоефективності процесів, обладнання тощо, не є винятком і вентиляційні системи. Сприяє цьому і транспонування в Україні Директиви ЄС 2010/30/ЄС [1] щодо енергетичного маркування та Директиви 2009/125/ЄС [2] щодо екодизайну, які є необхідними умовами що передбачені Угодою про асоціацію між Україною та ЄС, а саме, главами «Співробітництво у сфері енергетики» та «Усунення технічних бар'єрів у торгівлі» [3]. Крім того, на сьогоднішній день тарифи на енергоресурси у побуті ростуть, тобто збільшується експлуатаційна складова витрат на роботу системи вентиляції. Тому, під час вибору вентилятору, доцільно враховувати також його показник енергоефективності – коефіцієнта корисної дії (ККД).

Мета роботи: удосконалення процедури вибору вентиляторів побутового призначення шляхом застосування моделі багатокритеріального вибору на основі ієрархічного кластерного аналізу та доповнення традиційного набору критеріїв вибору вентилятора ще одним критерієм – ККД вентилятора.

Основний зміст. Перш за все слід відмітити, що для систем вентиляції застосовують два коефіцієнта корисної дії - за повними і статичними параметрами. При цьому мається на увазі повний ККД вентилятора, якщо мова йде про мережі на всмоктуванні і нагнітанні вентилятора, і статичний ККД - якщо мережа розташована тільки на всмоктуванні. Існує ряд національних та міжнародних стандартів, які так чи інакше встановлюють градації ефективності різних типів вентиляторів. Наприклад, в міжнародному стандарті ISO 12759:2010 «Вентилятори. Класифікація за ефективністю» введена класифікація ефективності вентиляторів з різними приводами. В ЄС діє Директива Європейського парламенту та Ради 2009/125 / ЄС, в якій прописані вимоги до екологічного проектування продукції, пов'язаної з енергоспоживанням, і Регламент комісії (ЄС) №327/2011 від 30 березня 2011 року по її застосуванню. Тому, у подальшому пропонується розрахунок показника енергоефективності (ККД) виконувати відповідно до рекомендацій, приведених в Регламенті комісії (ЄС) № 327/2011, з використанням виразу:

$$\eta_e = P_{u(s)} / P_e$$

де

η_e – означає загальну ефективність;

$P_{u(s)}$ – означає потужність потоку газоподібної речовини у вентиляторі, коли вентилятор працює на своїй оптимальній точці енергоефективності;

P_e – означає потужність, виміряну на вхідних клеммах електродвигуна вентилятора, коли вентилятор працює на своїй оптимальній точці енергоефективності.

Зважаючи на все викладене вище, у даній роботі пропонується вибір вентиляторів побутового призначення виконувати не по одному критерію, а по декільком одразу. Для цього вибір оптимального вентилятора пропонується розглядати як багатокритеріальну задачу, для вирішення якої пропонується використовувати ієрархічний кластерний аналіз [4].

Для порівняння були проаналізовані 23 серії вентиляторів, які найбільш поширені для вжитку у побуті (наприклад, VENTS TT PRO, Blauberg Aero, Systemair K, ELICENT ELEGANCE, Systemair IF, Vortice CA, GORENJE BVX тощо).

Для оцінювання ступеня близькості об'єктів було використовувати метод міжгрупового зв'язку для їх порівняння. Розрахунок проводився за допомогою програмного забезпечення PASW Statistica. За результатами проведеного кластерного аналізу отримано дендрограму, наведену на Рисунку 1.

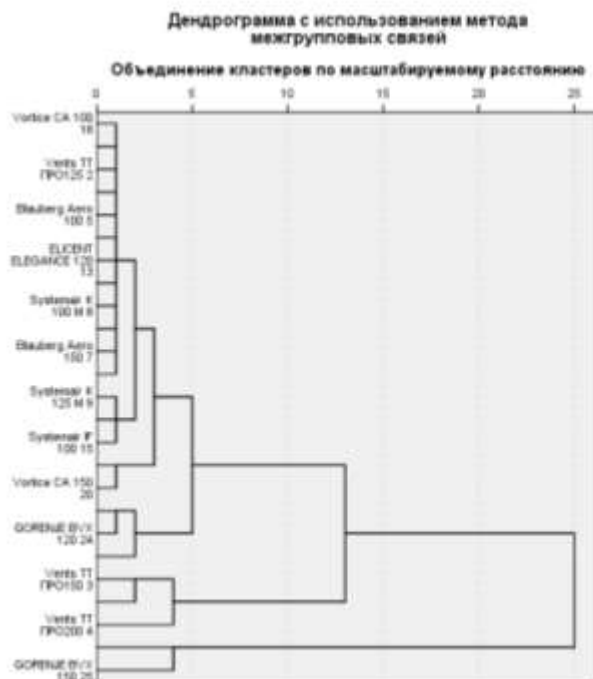


Рисунок 1 - Дендрограма для методу міжгрупового зв'язку

Висновок. Аналізуючи ієрархічне дерево, яке представлено на Рисунку 1 можна легко встановити структуру об'єктів в середині класу та взаємозв'язок класів між собою. Використання цього методу дає широкі можливості для вибору способу визначення відстані між об'єктами та порядку об'єднання класів між собою. Метод дозволяє проводити розрахунки за різного характеру початкової інформації. Але слід зазначити, що у випадку необхідності класифікації додаткових об'єктів виникає потреба у перерахунку всієї кластерної діаграми.

Список використаних джерел:

1. 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://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:en:PDF].
2. 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://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=EN].
3. Чернявський А.В. Щодо впровадження Європейських норм з екодизайну для енергоспоживчих продуктів в Україні // Збірник тез доповідей III Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'16». – 2016. – С.54-55.
4. Буреєва Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП "STATISTICA". Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики». Нижний Новгород, 2007, 112 с.

УДК 658.5.

Шашко В.О., к.е.н., доцент, Трембач І.О., студент,
Донбаська державна машинобудівна академія

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ОСНОВІ СТАНДАРТУ ISO 50001 ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Ефективне використання енергоресурсів – це використання меншої кількості енергоресурсів для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення технологічних процесів на виробництві.

Як відомо з зарубіжної практики, з метою досягнення бажаних результатів в сфері енергозбереження на будь-якому промисловому підприємстві створюється система енергетичного менеджменту, основною метою функціонування якої є систематичне, цілеспрямоване підвищення енергетичної ефективності господарювання [1].

Енергетичний менеджмент – це діяльність, що спрямована на забезпечення ефективного використання енергоресурсів і базується на отриманні інформації щодо їх споживання за допомогою обліку, проведення енергоаудиту, контролю та аналізу ефективності енерговикористання та впровадження енергозберігаючих заходів.

Енергетичний менеджмент, реалізуючи системний підхід до підвищення енергоефективності промислового підприємства, дозволяє розробити енергетичну політику, визначити цілі і впроваджувати процеси для їх досягнення, контролювати ефективність, а також проводити зміни з метою вдосконалення системи управління споживанням енергоресурсів [2].

Система енергетичного менеджменту, яка ефективно функціонує, вже протягом першого року знижує витрати на енергоресурси на 6-7 % (вітчизняний досвід), а загалом – до 20% (закордонний досвід) [3].

Висновок. Для досягнення реального поліпшення енергетичної ефективності промислового підприємства необхідно вдосконалити його систему управління.

Тому з метою досягнення бажаних результатів в сфері енергозбереження на будь-якому промисловому підприємстві необхідно створення досконалої системи управління енергоефективністю та енергозбереженням. Інструментом вирішення даного завдання є впровадження системи енергетичного менеджменту на основі стандарту ISO 50001.

Список використаних джерел:

1. Денисюк С.П. Теоретичні основи побудови систем енергетичного менеджменту в Україні / С.П. Денисюк, О.В. Бориченко // Енергетика. – 2015. – № 1. – С. 7-17. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2015_1_3.
2. Осадчий О.О. Практика впровадження сучасних стандартів енергоменеджменту та підготовка до застосування ISO 50001 / А.А.Осадчий // Сертифікація. - 2012. - № 1. - с. 12-16.
3. Логутова Т.Г. Деякі аспекти розвитку та становлення енергетичного менеджменту в Україні / Т.Г. Логутова, О.В. Полторацька // Вісник Приазовського державного технічного університету. Сер. : Економічні науки. – 2011. – Вип. 21. – С. 15-22.

Шовкалюк М.М., к.т.н., доцент, Зіменко С.В., магістрант,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Дослідження теплозахисних властивостей непрозорих огороджувальних конструкцій будівлі базувалася на використанні різних методів визначення опору теплопередачі зовнішніх стін будівлі житлового сектору.

Об'єктом дослідження виступала житлова дев'ятиповерхова будівля баштового типу (1 парадне) без складних архітектурно-планувальних чи конструктивних рішень. Будівлю введено в експлуатацію 1974 р, тип об'єкту - забудова масових серій будівництва. Матеріал зовнішніх стін – цегляна кладка (червона будівельна цегла) товщиною 640 мм. Частково присутнє утеплення зовнішніх стін. Загальна площа зовнішніх стін складає 1719,35 м², площа забудови – 612,6 м².

Перший спосіб оцінювання теплозахисних властивостей конструкції відбувався за методикою розрахунку опору теплопередачі для однорідної стінки, що враховує характеристики основних конструктивних шарів. Розрахунок проводився окремо для утепленої ($R_1=0,94$ м²К/Вт) та не утепленої ($R_2=1,89$ м²К/Вт) частин будівлі, а далі визначався приведений опір теплопередачі для всіх зовнішніх стін ($R_{пр}=1,087$ м²К/Вт).

Другий розрахунок було виконано за методикою, що передбачає врахування теплопровідних включень [1,2]. Цей метод дає більш якісну оцінку стану непрозорого огородження завдяки врахуванню специфічних конструктивних вузлів, що негативно впливають на тепловий захист конструкції. Розрахунок по даній методиці є більш складним та передбачає збір більшого об'єму інформації про об'єкт дослідження. Для об'єкту дослідження були враховані наступні лінійні та точкові теплопровідні включення: віконні відкоси в зоні перемички, підвіконня та рядового примикання, кути стін, примикання зовнішніх стін до балконних та міжповерхових перекриттів, вузли влаштування пластикового дюбеля з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням штукатурками. Було визначено, що 1861 теплопровідне включення значною мірою впливає на кінцеве значення рівня теплового захисту будівлі.

Експериментальне визначення теплозахисних властивостей виконувалося за допомогою термогігрометра з виносним зондом для визначення коефіцієнту теплопередачі. Дослідження проводилися комплектом testo 635-2.

Результати дослідження зведено в таблицю.

Таблиця 1 – Результати розрахунків

Параметр	Розрахунок 1	Розрахунок 2	Експеримент
Числове значення опору теплопередачі, м ² К/Вт	1,087	1,0078	0,996
Відхилення, %	9,13	1,18	-

Висновки: Виконано розрахунки та проаналізовано різні методики визначення теплозахисних властивостей непрозорих огороджувальних конструкцій житлової будівлі серійного типу. Визначено відхилення відносно значення опору теплопередачі, визначеного експериментальним шляхом.

Список використаних джерел:

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2016. – [Чинні від 2017–05–01] // Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – К.: Укрархбудінформ, 2016. – 33 с. – (Державні будівельні норми України)
2. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель/ДСТУ Б В.2.6-189:2013 [Національний стандарт України]– К.: Мінрегіон України, 2013, - 55 с.

Шовкалюк М.М., к.т.н., доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ФОНДУ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАКОНОДАВЧОЇ ТА НОРМАТИВНОЇ БАЗИ

Впровадження у нормативну базу вимог щодо підвищення енергоефективності будівель є інструментом впливу на зниження споживання ресурсів будівельного фонду і, відповідно, зменшення енергетичної залежності держави. Енергоефективні технології доцільно впроваджувати не тільки на стадії проектування і вибору конструктивних рішень, але й під час експлуатації будівельного фонду. В Україні з урахуванням підходів ЄС [1] розроблена система нормативних документів, що направлена на стимулювання впровадження ефективних технічних рішень у практику будівництва. На сьогодні розроблено низку стандартів, що регламентують вимоги до методів оцінювання показників енергоефективності, енергопаспортизації та сертифікації, енергоаудиту будівель, нормування витрат і втрат [2-10]. Правові відносини у сфері ЖКГ регулюються законами України та підзаконними нормативно-правовими актами, Енергетичною стратегією України на період до 2030 року; також розроблено нові законопроекти та стандарти для стимулювання енергоефективності у бюджетних установах; організації енергоаудиту та енергоменеджменту. Прийнято Закони України (2015) для залучення інвестицій для бюджетних закладів та створення ринку енергосервісу. Розроблено проекти законів: «Про комерційний облік комунальних послуг» для забезпечення захисту прав споживачів у сфері комунальних послуг шляхом запровадження обов'язкового обліку теплової енергії, гарячої та питної води; «Про Фонд енергоефективності»; «Про енергоефективність будівель», яким передбачено вимога сертифікації енергоефективності для нових, державних і комунальних будівель, при продажу/оренді будівель та для отримання державної підтримки.

Далі наведено історичний огляд розвитку нормативної бази у сфері енергоефективності будівель. У 1994-1996 рр. було підвищено вимоги до опору теплопередачі огорожень будівель; у 2006-2007 рр введено нові будівельні норми з енергоефективності; у 2008-2011 рр. створена система норм та стандартів щодо контролювання показників енергоефективності; у 2012 –2013 рр. - гармонізація з європейськими нормами; у 2014-2016 рр. введено стандарти з оцінювання показників енергоефективності будівель. На базі [8] розроблено норми і стандарти на конструктивні рішення теплоізоляційної оболонки будівель, на методи розрахункового оцінювання енергетичних та теплотехнічних показників, на методи випробувань. В Україні діють державні, регіональні, галузеві програми підтримки енергоефективності, розвитку виробництва енергоносіїв з ВДЕ та альтернативних палив.

Висновки: скорочення питомого споживання енергоресурсів в будівлях є одним із найважливіших напрямів енергетичної політики України. Для реалізації потенціалу енергозбереження розроблено низку законодавчих та нормативно-правових документів, що регламентують вимоги стосовно підвищення енергоефективності в сфері ЖКГ.

Список використаних джерел:

1. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.
2. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції та ГВП.
3. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель.
4. ДСТУ Б EN 15217:2013 Методи представлення енергетичних характеристик та сертифікації будівель.
5. ДСТУ Б EN 15459:2014 Процедура економічної оцінки енергетичних систем будівель.
6. ДСТУ Б EN 15603:2013 Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки.
7. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження.
8. ДБН В.2.6-31:2016 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.
9. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 Настанова з виконання термомодернізації будинків.
10. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель.

Ворфоломєєв А.В., к.т.н.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ ЯК СКЛАДОВОЇ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ

«Зелена» модель економіки є актуальним напрямком розвитку багатьох країн світу, зокрема України. Ряд міжнародних програм, наприклад, «Екологізація економіки країн Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), покликані допомогти Україні в переході до такої моделі. При цьому важливим чинником є прогнозування розвитку секторів економіки та оцінка переваг від впровадження «зелених» рішень і підходів.

Одним із таких досліджень є моделювання енергетичного сектору при розвитку зеленої економіки в Україні [1], проведене в рамках програми EaP GREEN. У ньому розглянуто варіанти розвитку сектору при звичайному підході до господарювання та «зеленому». Ключовим показником при розрахунку окупності інвестицій для впровадження рішень і їх ефекту є споживання енергії. У моделі [1] енергоспоживання прийнято в межах від 170 мільйонів МВт*год у 2016 році до приблизно 210 мільйонів МВт*год у 2030 році, що відповідає [2]. У запропонованій моделі зміна споживання енергії розглядається тільки як наслідок підвищення енергоефективності. При цьому не враховано експорт (Україна перебуває в десятці світових експортерів електроенергії [3]), а також інші фактори, які можуть внести суттєві корективи. Так, протягом 14 років можуть відбуватися стрибкоподібні зміни споживання, наприклад, при досягненні іншого рівня технологій енергозбереження, чи поступовій відмові застарілого обладнання на вітчизняних заводах і його заміні. Також споживання енергії може зменшитися при скороченні виробництва – згідно [4] ймовірність негативних розвитку подій в Україні (наприклад, дефолт) становить близько 30 % до 2020 року. Прийняті зі світових трендів за десятиліття ціни на енергоносії не завжди відповідають українським реаліям, особливо в коротко-, середньотерміновому плануванні. Так, якщо за такими трендами підвищення ціни на вугілля становить 2 % за рік, то в Україні в грудні 2016 року Національна комісія, що здійснює регулювання у сфері енергетики і комунальних послуг, у розрахунках оптово-ринкової ціни електроенергії на 2017 рік підвищила ціну енерговугілля на 25 %, а у серпні 2016 року ціна була підвищена на 14 %. Можливо, в довгостроковій перспективі модельні і реальні ціни не будуть відрізнятися, але щорічні девіації можуть істотно впливати на економічну ефективність впровадження заходів, передбачених «зеленим» підходом. Збільшення ціни газу і нафти може суттєво відрізнятися від 4 % з урахуванням попереднього обвалу цін на міжнародному ринку та інших геополітичних чинників. Важливим у прогнозуванні енергосектору є також урахування розвитку відновлюваної енергетики, наприклад, розглянуте в [5] у рамках Міжнародної кліматичної ініціативи.

Висновки. Моделювання енергетичного сектору потребує розгляду сценаріїв (звичайного і «зеленого» розвитку економіки) в обґрунтованих діапазонах вихідних даних із визначенням чутливості кінцевих результатів до змін цих даних.

Список використаних джерел:

1. A. Bassi. Overview of the Energy Modeling. Perspectives for the development of the Green Economy in Ukraine // Fourth expert meeting on modelling and policy analysis. – 9 December 2016, Kyiv, Ukraine.
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071-р. – 166 с.
3. Key word energy statistics – OECD/IEA, 2016. – 80 p.
4. Форсайт 2016: сценарії соціально-економічного розвитку України до 2020 і 2030 років: анотація / наук. керівник проекту акад. НАН України М.З. Згуровський. - К.: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Вид-во «Політехніка», 2016. - 20 с.
5. REMAP 2030. Renewable Energy Prospects for Ukraine. – IRENA, 2015. – 53 p.

Зорина М.С., к.э.н., доцент,
Донецкий национальный технический университет

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ УСТОЙЧИВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Глобализация рынков, возникновение региональных экономических образований, интеграционные процессы открывают новые возможности для предприятий. Появление глобальных информационных сетей существенно меняет традиционные модели экономики, образования и бизнеса. Происходит становление «новой экономики», содержанием которой становятся инновации в развитии энергосберегающих технологий – основе энергетического и экологического менеджмента.

Методологические аспекты современной подготовки научно-педагогических кадров высших учебных заведений в ходе преобразований в учебной и научной сферах деятельности требуют глубокого и всестороннего изучения законодательных основ новых образовательных стандартов и нормативных документов. В процессе совершенствования подготовки научно-педагогических кадров на кафедрах факультета, имеющего основной целью раскрытие творческого потенциала личности обучаемого, как будущего специалиста в области экономики или образовательной сферы необходимо обозначить направления и конкретные подходы к решению следующих задач: позитивная социализация студенческого коллектива как условие формирования системы соответствующих компетенций каждого отдельного выпускника; изучение инновационных методов работы профессорско-преподавательским коллективом кафедр как основы педагогического процесса формирования мировоззренческого, профессионального и творческого потенциала выпускника – будущего коллеги-преподавателя; психолого-педагогическое сопровождение становления компетентной личности выпускника образовательной организации [1].

Стратегическое развитие вузов в научно-исследовательской сфере осуществляется на фоне недостаточной мотивации студентов к научно-исследовательской работе. Конкурентоспособность вуза определяет его кадровый потенциал, к которому в современных условиях предъявляются высокие требования: совмещение педагогического таланта со знанием динамики требований к специалисту на рынке труда, наличие собственных научно-исследовательских разработок. Однако материальное и моральное стимулирование сотрудников высшей школы находится на низком уровне, что лишает институт образования самых перспективных кадров. Преодоление сложившейся негативной ситуации в науке в целом и в процессе полноценного развития творческого потенциала одаренных студентов в частности в высшей школе возможно посредством создания систематически взаимодействующих структур как со стороны администрации вуза, так и со стороны студенческой молодежи. Расширение студенческой аудитории, занимающейся научной работой в вузе возможно при активизации деятельности студенческого самоуправления.

С целью активизации научной работы и интеллектуальной деятельности студентов целесообразно создать разветвленную структуру студенческих научных секторов всех уровней: университета, факультета, курса, группы. В каждой студенческой группе должен быть представитель научного сектора. Благодаря данной структуре появится возможность дополнительного информирования студенчества о научной жизни вуза. Решение проблемы информационного вакуума повлечет за собой увеличение количества публикаций студентов и повышения эффективности деятельности факультетских научных обществ. Мониторинг деятельности научного сектора университета (факультета) может осуществляться посредством ежегодного социологического и экономического исследования, выявляющего проблемы, с которыми сталкиваются студенты, занимающиеся научной работой. Комплексная программа интеллектуального развития студентов позволит систематизировать существующие интеллектуально-развивающие мероприятия, расширить сферу приложения творческих способностей молодежи. Научно-образовательная составляющая является одной из форм взаимодействия высшего, среднего профессионального образования и бизнеса, способной сделать региональную экономику конкурентоспособной, что обеспечит интенсификацию инновационных процессов в развитии образования, науки и производства. Все направления работы

«ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ»

осуществляются в условиях недостаточного финансирования. Отсутствует материальная мотивация научно-исследовательской работы студентов и преподавателей, что снижает заинтересованность в осуществлении названного вида деятельности.

В ходе решения поставленной цели и выполнения названных задач необходимо продолжить целенаправленно работать по всем направлениям планов учебно-воспитательной работы как факультета в целом, так и каждой отдельной студенческой группы. Не нивелируя роль куратора, следует подчеркнуть непреходящее значение и эффективность студенческого самоуправления, несомненно, повышающего заинтересованность в достижении высоких результатов в развитии личностных и профессиональных качеств будущего специалиста. Данное направление работы не является новым, но это не снижает его достоинств или востребованности.

Решение перечисленных задач выполняется в ходе проведения научно-методических семинаров кафедр; публикации статей, участия в конференциях различной научной и практической направленности и т.д. Постоянное ориентирование учебной и научной деятельности студенческого коллектива и отдельной личности на осознание своего достойного места в развивающемся социуме позволит педагогическому коллективу на высоком качественном уровне выполнить психолого-педагогическое сопровождение творческого становления личности в процессе ее профессиональной и социальной подготовки.

Конференции различного уровня являются одной из самых доступных и эффективных площадок общения и обмена мнениями и опытом педагогов, ученых, предпринимателей и студентов. Научные конференции, которые проводятся в кризисный период, вызывают еще больший интерес, как со стороны ученых-исследователей, так и практиков, которые стремятся совместными усилиями решить жизненно важные проблемы производственного, экономического, социального, экологического и политического характера. Научная конференция позволяет талантливой молодежи, которая увлечена научной деятельностью, опубликовать результаты своих научных исследований, представить их на суд научной общественности и защитить их во время выступления на заседаниях секций конференции. Опыт проведения конференций подтверждает неиссякаемый интерес молодежи к научным исследованиям, потребность глубоко и всесторонне анализировать современное состояние промышленности, решать актуальные проблемы экономики и социальной сферы. Работа секций способствует консолидации и интенсификации усилий участников по совершенствованию методов научно-исследовательской работы, что позволяет им повысить свой научный и профессиональный уровень и интегрировать усилия для поиска альтернативных и оптимальных путей решения сложных социально-экономических проблем. Научная конференция позволяет успешно решить поставленную перед высшими учебными заведениями задачу – совершенствование учебного процесса в соответствии с мировыми стандартами, подготовки высококвалифицированного и профессионально адаптированного трудового потенциала крупного промышленного региона в период инновационного развития бизнеса.

Таким образом, любая форма государственности (развитая и цивилизованная в рыночном отношении или нет) должна обязательно предполагать наличие полной, доступной и понятной совокупности достоверных статистических данных не просто о сумме расходов на образование в стране или отдельно взятом высшем (или любом другом) учебном заведении, а хотя бы наличие сведений о себестоимости и стоимости образовательной услуги на единицу обучающегося, что, несомненно, повысит эффективность выбора нужного учебного заведения, соответствующего качественным требованиям потребителя или нуждающегося во внимании управленца высшего звена.

Список использованных источников:

1. Зорина М.С. Трансформация и адаптация информационных технологий в ходе реформирования финансовой стратегии и коммерциализации образовательного процесса / М.С. Зорина, И.В. Димеденко // I Международная научно-практическая конференция, посвященная 45-летию кафедры товароведения и экспертизы Уральского государственного экономического университета: Уральский государственный экономический университет. – 2012. - С. 336-338.

Федорчук С.О., аспірант,
Немировський І.А., к.т.н. с.н.с.,
Івахнов А.В., магістр,
Лазуренко О.П., к.т.н., професор,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

На сьогоднішній день екологічні аспекти використання невідновлювальних джерел енергії та їх ресурсна база, що постійно зменшується, призвели до росту попиту на відновлювальні джерела енергії. Згідно Проекту Енергетичної стратегії до 2035 року [1] Україна також приймає участь у загальносвітовій тенденції, що втілюється у плані по збільшенню частки генерації з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) до 20% станом на 2035 рік. Однак одночасне використання традиційних та відновлювальних джерел енергії потребує розробку раціональних проектних рішень, а також створення теоретичної та практичної бази.

Залежність генерації електростанцій на ВДЕ від таких некерованих та непостійних факторів, як рівень сонячної радіації, швидкість вітра, температура оточуючого середовища, призводить до необхідності проведення більш глибоких досліджень процесів у електричних мережах [2]. Для аналізу балансу потужностей розподіленої електричної мережі з генерацією на базі ВДЕ було створено модель у середовищі Simulink пакету Matlab, яка відображена на рисунку 1. Параметри навантаження та погодні умови відповідають місту Старобільськ у грудні місяці. Моделі основних вузлів взято з базового пакету matlab та simpowersystem.

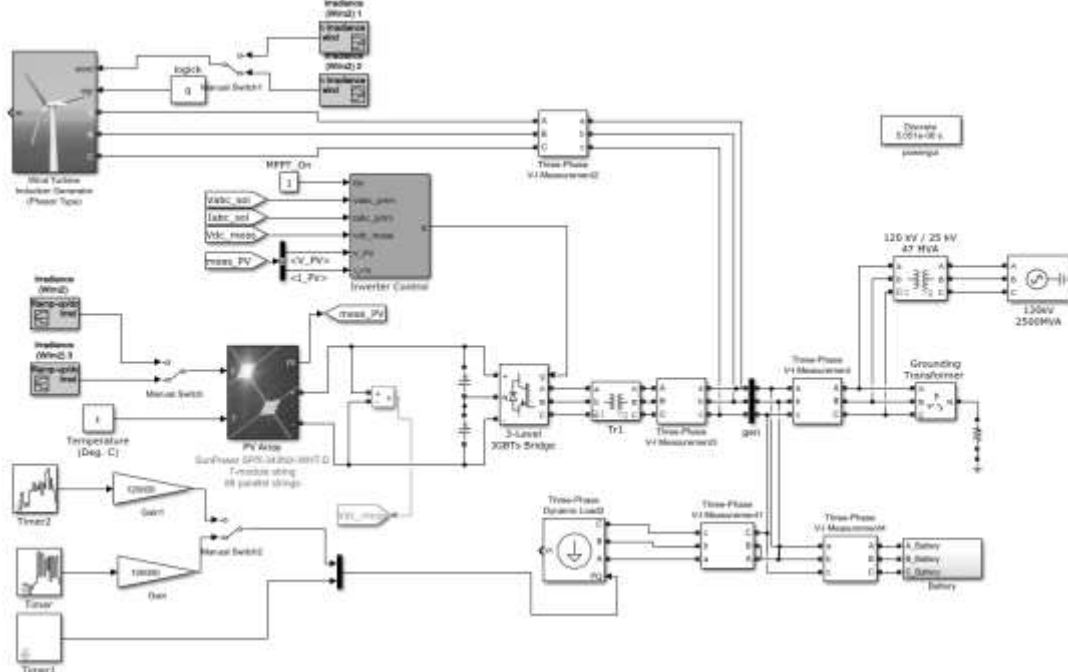


Рис.1

Розроблена модель складається з:

- 1) Фотоелектричної системи. В якості базової моделі використано приклад сонячної панелі з інвертором та МРРТ контролером з базового пакету simulink [3]. В якості вхідних сигналів до системи були задані погодинний сонячний та температурний режим.
- 2) Вітрогенератор. Вхідний сигнал – погодинна швидкість вітру.
- 3) Навантаження. Використано блок трифазного динамічного навантаження з керуючим сигналом, графік якого відповідає дійсним умовам регіону.

«ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ»

4) Система акумуляції, що складається з літій-іонної батареї, інвертора, випрямляча та блоку керування системою. Ця система може керуватися в ручному та автоматичному режимі. Другий варіант базується на різності потужностей генерації та навантаження. Більш докладно модель наведена на рисунку 2.

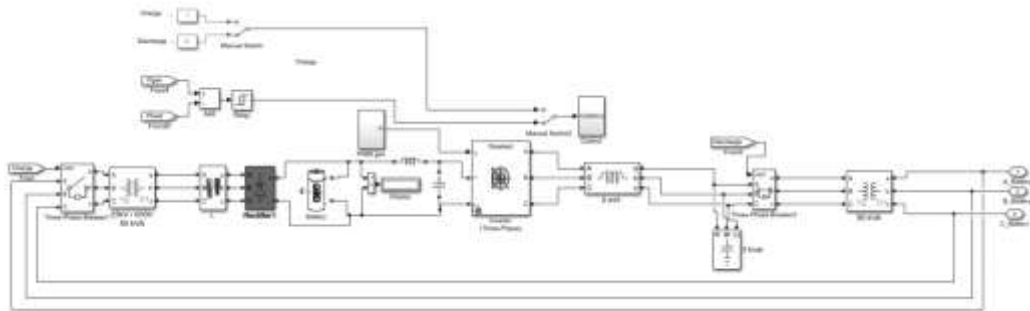


Рис. 2

5) Система нескінченної потужності. Цей блок виступає в якості балансуєчого, що дозволяє визначити надлишок та нестачу енергії у кожний момент часу.

На основі проведення моделювання були отримані значення споживання та генерації активної потужності для кожної з систем, їх графіки зображені на рисунку 3.

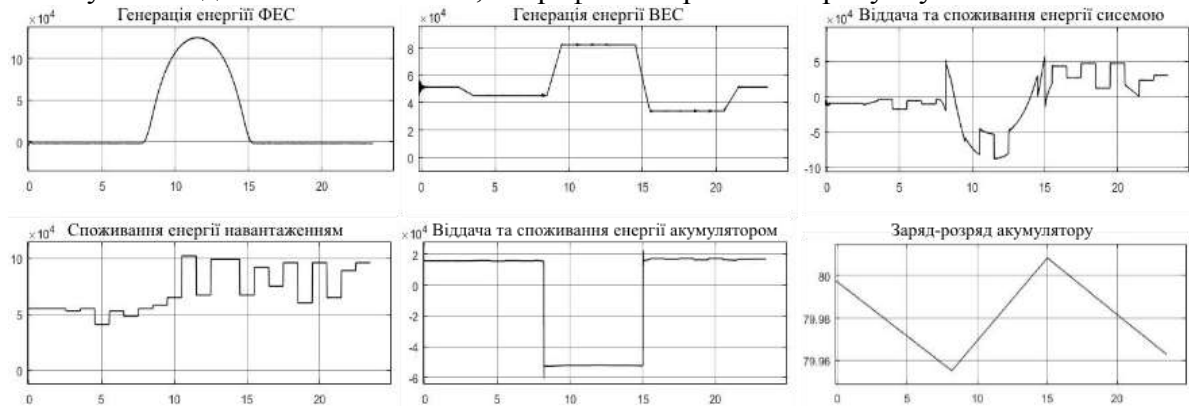


Рис. 3

Моделювання проходило у спрощеному форматі, але навіть, попри це, можливо отримати уяву про баланс потужностей у створеній системі. За 24 годинний цикл забезпечення споживача енергією потребує активного залучення системи нескінченної потужності, так як генерація з відновлювальних джерел носить непостійний характер та її піки та мінімуми не співпадають з піками та мінімумами споживання. Акумуляція зменшує перетоки енергії з системою нескінченної потужності, але її недостатньо для повного їх усунення.

Висновок. Розроблено та запропоновано модель розподіленої генерації з використанням ВДЕ, що дозволяє оцінити баланс потужностей базуючись на реальних вхідних даних. При реалізації методами програмного забезпечення вибору оптимальних параметрів генеруючого та акумулюючого обладнання дана модель може використовуватися для оцінки проектів розподілених електричних мереж.

Список використаних джерел:

1. Проект Енергетичної стратегії України до 2035 року [Електронний ресурс] // Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://mre.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245165790>.
2. Гашимов А. М. Гибридные системы распределенной генерации с возобновляемыми источниками / А. М. Гашимов // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений. Энергетика. – 2013. – №2. – С. 20–30.
3. 250-kW Grid-Connected PV Array [Електронний ресурс] // Mathworks. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: https://www.mathworks.com/help/physmod/sps/examples/250-kw-grid-connected-pv-array.html?s_tid=srchtitle.

Черниш І.В., д.е.н., Глєбова А.О., к.е.н,
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ПОТЕНЦІАЛ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЯК ЗАПОРУКА СТАЛОГО СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

Останні десятиліття у світі спостерігається стійка тенденція до розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та поступового заміщення ними традиційної генерації. У 2015 році світові інвестиції у ВДЕ склали рекордні 349 млрд.дол. Частка відновлюваної енергетики у нововстановлених потужностях у світі вперше склала понад 50%. У ЄС аналогічний показник за підсумками 2016 року склав 87%. Факт надходження рекордних інвестицій та стрімкий розвиток ВДЕ відбуваються попри найнижчі за 13 років ціни на нафту та газ, що підтверджує незворотність тренду переходу до відновлюваних джерел енергії у світі [2]. Зокрема, у світі питаннями альтернативної енергетики приділяється увага як на рівні домогосподарств та компаній, так і держав. Найбільшими Виробниками «зеленої» електроенергії є 7 країн, сумарні потужності яких складають 71,5% світових (470 ГВт, без врахування гідроенергії): Китай, США, Німеччина, Італія, Іспанія, Японія, Індія [1]. Компанії та уряди країн намагаються забезпечити енергетичну безпеку своїх країн саме шляхом розвитку альтернативної енергетики. Більшість проектів, які розроблені та розробляються на сучасному етапі у європейських країнах ставлять за мету – досягнення максимальної енергетичної незалежності (табл.1).

Табл.1.Проекти по розвитку альтернативної енергетики у різних країнах та містах світу [узагальнено на основі даних 1]

Країна	Мета
Данія	електрика та тепло 100% з відновлюваних джерел з 2035 року та 100% в усіх секторах з 2050 року.
Ісландія	вже досягнуто 99% електроенергії та 70% кінцевого споживання всієї енергії з ВДЕ
Шотландія	100% електрики з ВДЕ до 2020 року та 30% загальної потреби в енергії
Мальдіви	100% енергії з ВДЕ до 2020 року. Міста На сьогоднішній день в США вже існує три міста, які повністю перейшли на відновлювану енергетику (Аспен, Бурлінгтон, Вермонт)
Місто	
Ванкувер Канада)	у 2015 року були прийняті зобов'язання щодо переходу міста на 100% з ВДЕ.
Франкфурт (Німеччина)	декарбонізація міста за рахунок ВДЕ та альтернативного автомобільного палива до 2050 року.
Копенгаген Данія)	100% електроенергії та тепла з ВДЕ до 2030 року та 100% в усіх секторах до 2050 року.
Мюнхен (Німеччина)	100% електроенергії з ВДЕ для домовласників до 2015 року та для всіх споживачів до 2025 року.
Мальмо (Швеція)	100% відновлюваної електроенергії до 2020 року.
Сідней Австралія)	100% електроенергії, теплоти та холоду з ВДЕ до 2030 року

Зокрема, відносно сонячної енергетики найбільш успішними стартапами нині є низка наступних (табл.2).

Вже сьогодні становлення альтернативної енергетики як самостійної галузі сприяє створенню десятків тисяч нових робочих місць. Так, наприклад, лише у Німеччині в 2010 році у «зеленій» енергетиці було зайнято 366 тис. чоловік і щорічний ріст зайнятості у цій сфері становить 8-10%. Загалом, за оцінками Європейської комісії, до 2020 року в країнах ЄС в індустрії відновлюваної енергетики буде створено 2,8 мільйонів робочих місць і вона забезпечить створення 1,5 % ВВП Євросоюзу [4]. Таким чином, ми вважаємо, що потенціал сонячної енергетики на сьогодні має потенційні можливості для розвитку низки нагальних енергетичних проблем для суб'єктів господарювання національної економіки. Освоєння сонячної енергетики дозволить поступово знизити енергоємність процесу господарювання сучасних суб'єктів господарювання та забезпечити сталий розвиток економіки.

**IV Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція
«Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'17»**
«ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ»

Таблиця 2. Успішні стартапи «сонячної енергетики» в Україні та світі

Назва проекту	Його характеристика
«Сонячний острів»	Компанія Ілона Маска оголосила про переведення острова в Американському Самоа на сонячні батареї. На території США в південній частині Тихого океану тепер встановили новітні енергонакопичувачі. «Острів в Американському Самоа переведений майже на 100%-е забезпечення сонячною енергією завдяки більш ніж 5,3 тисячам сонячних панелей і 60 акумуляторів Tesla. Таку систему будували протягом цілого року. Населення острова Тау складає лише 600 осіб. Використання сонячної енергії дозволить острову економити 109,5 тис. галонів (близько 414 тисяч літрів) дизельного палива щорічно.
Сонячна дорога» ("Solar Roadways Incorporated")	Scott, Julie Brusaw розробили проект, який би дозволив замінити асфальтне полотно на пішохідних доріжках, шосе і парках сонячними панелями. Ідея полягає в тому, що «сонячні дороги», виконані з фотогальванічних елементів, покритих надміцним склом, здатні виробляти електроенергію, розтоплювати сніг, підсвічувати дорожню розмітку і виконувати безліч інших корисних функцій. Для збільшення його міцності вони створили спеціальне фактура скло, яке може одночасно пропускати достатньо світла і забезпечувати хороше зчеплення з шинами. За заявами авторів, ділянка «сонячної» дороги розміром 3,6 на 3,6 м здатний виробляти 7,6 кВт * год електроенергії в день (з чотирма сонячними годинами) і витримувати вагу 40-тонної вантажівки.
«Сонячні жалюзі» (SolarGaps)	Устаткування жалюзі звичайного вікна в квартирі, за його оцінками, буде обходитися в \$ 300. Для бізнес-центрів - \$ 150 за квадратний метр. Система розрахована на роботу протягом 10-ти років. Контролер, що йде в комплекті з жалюзі, може забезпечити трансформацію отриманої енергії під стандартну напругу - W 220. "Жалюзі просто можна включити в домашню розетку. І вони будуть забезпечувати квартирну мережу електрикою". Наприклад, двокімнатна квартира з трьома вікнами, що виходять на південну сторону, здатні дати 600 ват електрики на годину. Це близько 4-5 Квт на добу, тобто 150 Квт в місяць, що становить середнє споживання двокімнатної квартири в місяць. Таким чином, сім'я зможе самостійно забезпечувати енергією, а надлишок продавати за «зеленим» тарифом.
«Сонячна підзарядка для автомобіля»	Ціна домашньої української настінної станції стартує від 24 000 грн. Станції стовпчики стоять 30 000-60 000 грн, в залежності від швидкості зарядки, тобто чим потужніший станція - тим вона дорожча. Компанія пропонує два варіанти сонячних зарядних станцій: на 3 і 5 кВт. Молодша версія призначена для однієї машини і має розмір 3 * 5 м, а старша розрахована на два електрокара і відповідно трохи більше - 5 * 5 м. Також в Rentechno готові збирати комерційні комплектації. Для порівняння: в Сан-Франциско подібні станції анонсували за ціною \$ 45 000. Для використання таких станцій не потрібно спеціальних дозволів і погоджень. Електромобіль можна залишати на підзарядці на ніч, і він буде заряджатися накопиченої батареєю за день енергії. При правильній експлуатації термін служби таких станцій складає від 5 до 20-25 років. Офіційна гарантія на інвертор і сонячні панелі складають 5 і 10 років. Збираються станції повністю в Україні на власних виробничих потужностях, однак тільки частково - з вітчизняних комплектуючих. Частина деталей поставляється іноземними партнерами Rentechno. Складання станцій планують здійснювати в індивідуальному порядку вже після оформлення замовлення. Для цього у Rentechno є власний інтернет-магазин Smart-Eco.

Список використаних джерел:

1. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлювальних джерел енергії [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.uabio.org/img/files/docs/uabio-position-paper-13-ua.pdf>
2. Пояснювальна записка до проекту Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» (щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії) [Електронний ресурс] – Режим доступу: w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc34?id=&pf3511=42682&pf35401...
3. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлювальних джерел енергії [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://energefficiency.in.ua/stati/vozobnovlyaemaya-energiya/83-analiz-energetichnikh-strategij-krajin-es-ta-svitu-i-rol-i-v-nikh-vidnovlyuvanikh-dzherel-energiji-chastina-1.html>

ПРО ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту (ІЕЕ) КПІ ім. Ігоря Сікорського 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(1946–1963р.), факультету автоматики та приладобудування (1963–1967 р.), факультету гірничої електромеханіки та автоматики (1967–1989 р.), гірничо-технічного факультету (1989–1998р.). 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.

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.