

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет України «КПІ»

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

**«ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ:
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ –
REMS'15»**

Збірник тез доповідей

19-21 травня 2015 р.

м. Київ

ОРГАНІЗАТОРИ:

- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»;
- Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України.

ЗА ПІДТРИМКИ

- Міністерства освіти та науки України;
- Міністерства енергетики та вугільної промисловості України;
- Міжнародного проекту UNIDO «Впровадження стандарту систем енергетичного менеджменту в промисловість України (UKR IEE)»
- Науково-технічної спілки енергетиків та електротехніків України.

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА

Журнал «Промислова електроенергетика та електротехніка».

Робочі мови конференції: українська, російська, англійська.

Місце проведення: НТУУ «КПІ».

Адреса організаційного комітету конференції:

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту.

03056, Україна, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, корпус 22, к. 315,

тел./факс (38-044) 406-85-14;

сайт pems.kpi.ua e-mail: pems@kpi.ua

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

СПІВГОЛОВИ

ДЕНИСЮК Сергій

Директор Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»

САВЧУК Сергій

Голова Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України

Члени програмного комітету:

Басок Борис, член-кор. НАН України

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

Богдан Олександр,

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

Буткевич Олександр, проф.

Інститут електродинаміки НАН України, Україна

Випанасенко Станіслав, проф.

Національний гірничий університет, Україна

Дешко Валерій, проф.

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

Догматов Анатолій, проф.

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

Екель Петро, проф.

Католицький університет, м. Белу Орізонті, Бразилія

Жаркін Андрій, член-кор. НАН України

Інститут електродинаміки НАН України, Україна

Жуйков Валерій, проф.

Національний технічний університет України «КПІ», 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

Константинов Сергій, проф.

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

Корчміт Олексій, перший заступник

Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України

Кудря Степан, проф.

Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Україна

Лежнюк Петро, проф.

Вінницький національний технічний університет, Україна

Лі Бернт, проф.

Університетський коледж Телемарк, Норвегія

Маліновський Антон, проф.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Марченко Андрій, проф.

Національний технічний університет «ХПІ», Україна

Метельський Володимир, проф.

Запорізький національний технічний університет, Україна

Нижник Олександр, проф.

Полтавський національний політехнічний університет

ім. Ю. Кондратюка, Україна

Павлов Геннадій, проф.

Миколаївський національний університет кораблебудування, Україна

Садовий Олександр, проф.

Дніпродержинський державний технічний університет, Україна

Сиченко Віктор, проф.

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

Сінчук Олег, проф.

Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського, Україна

Терешкевич Леонід, доцент

Вінницький національний технічний університет, Україна

Танкевич Євген, проф.

Інститут електродинаміки, Україна

Фіалко Наталія, член-кор. НАН України

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

Фомічов Євгеній, проф.

Одеський національний політехнічний університет, Україна

Шмаров Валерій, проф.

Національний авіаційний університет, Україна

Шокін Вадим, проф.

Криворізький національний університет, Україна

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Бориченко Олена,

доцент кафедри електропостачання ІЕЕ

Веремійчук Юрій,

асистент кафедри електропостачання ІЕЕ

НАПРЯМИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Науково-технічні:

1. Законодавчі та нормативно-правові питання енергозбереження та енергоефективності.
2. Методологічні основи моніторингу та керування ефективністю використання палива та енергії.
3. Сучасні системи енергетичного менеджменту.
4. Інтелектуальні енергетичні системи Smart Grid та енергетичний менеджмент.
5. Розробка та впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001.
6. Інтегровані системи енергетичного менеджменту.
7. Енергетичний менеджмент у системі керування підприємством та галузями економіки.
8. Інноваційні технології підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.
9. Планування ресурсів підприємства відповідно до керування енергоефективністю.
10. Безпека енергетичних і промислових підприємств.
11. Екологічні питання енергетики і комплексний підхід до використання енергоресурсів.
12. Прикладні організаційно-технічні та економічні питання (кращі практики) систем енергоменеджменту.

Навчально-методичні:

1. Методологія формування змісту навчального процесу у сфері енергоефективних технологій та енергетичного менеджменту.
2. Розв'язання проблем якості та подальшого розвитку підготовки енергоменеджерів в контексті Болонського процесу.
3. Проблеми організації навчального процесу.
4. Проблеми створення нового покоління стандартів вищої школи.
5. Сучасне навчально-лабораторне устаткування по забезпеченню фундаментально-фахової та практичної підготовки енергоменеджерів.

Графік роботи конференції	
18–19 травня 2015 р.	Заїзд учасників
19–20 травня 2015 р.	Пленарні та секційні засідання НТУУ «КПІ», ІЕЕ
20 травня 2015 р.	Екскурсійна програма по м. Києву та НТУУ «КПІ», від'їзд учасників

Тривалість виступів – до 10 хвилин.

ЗМІСТ

Basok V. I., Novitska M. P., Belyaeva T. G., Riasnova E. V. <i>HEAT TRANSFER AND HYDRODYNAMICS OF VERTICAL GROUND PILE HELICAL HEAT EXCHANGER</i>	9
Андрєєв О.Є. <i>РЕГУЛЮВАННЯ ГРАФІКА ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ОЕС УКРАЇНИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ УСТАНОВОК У СПОЖИВАЧА</i>	10
Бабенко О.В., <i>НАБЛИЖЕНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОСВІТЛЕНОСТІ ПІД ЧАС ВИКО- НАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТ- ЛЕННЯ</i>	11
Балюта С.М., Корольов Є.О., Копилова Л.О., Йовбак В.Д. <i>ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ</i>	12
Басок Б.І. <i>НОВІ ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ. РОЗВИТОК СФЕРИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</i>	13
Басок Б.І., Давиденко Б.В., Новіков В.Г., Гончарук С.М. <i>ВПЛИВ ЗОВНІШНЬОГО ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ НА ТЕР- МОМЕХАНІЧНІ НАПРУЖЕННЯ В ОГОРОДЖУВАЛЬНІЙ КОНСТРУКЦІ БУДІВЛІ</i>	16
Бориченко О.В., Базюк Т.М., Вишняков В.А., Рибінська Я.В. <i>СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕК- ТИВНОСТІ</i>	22
Денисюк С.П., Опришко В.П. <i>ОСНОВНІ ПРОГРАМИ І МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ</i>	23
Денисюк С.П., Бориченко О.В., Пахарєв Ю.В. <i>ІНСТРУМЕНТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ</i>	24
Дерев'янюк Д.Г. <i>БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛО- КАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З РОЗОСЕРЕДЖЕНОЮ ГЕ- НЕРАЦІЄЮ</i>	27
Дешко В.І., Білоус І.Ю. <i>ФАКТОРИ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ПРИМІЩЕНЬ В ЕНЕРГЕТИЧ- НОМУ МЕНЕДЖЕНТІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ</i>	28
Бондаренко Є.А., Кутін В.М. <i>ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЩОДО АНАЛІЗУ РИЗИКУ ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ</i>	29
Бурдо О.Г., Мординський В.П., Светлічний П.І. <i>ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРОГРАМИ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ</i>	31

Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Левтринская Ю.О. <i>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ</i>	32
Василенко В.І. <i>ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗГІДНО КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID</i>	33
Васильченко О.М. <i>БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ</i>	34
Вашишак І.Р., Вашишак С.П., Яворський А.В. <i>ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ</i>	35
Горенко Д.С. <i>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕГУЛЮВАННЯ ВИСОТИ БАШТИ ВІТРОГЕНЕРАТОРА НА ПОТУЖНІСТЬ ВЕС</i>	36
Замулко А.І., Веремійчук Ю.А. <i>МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ UML МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ</i>	37
Задвернюк В.В., Гурська Ю.В. <i>АНАЛІЗ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В МІСТІ КИСВІЗ8</i>	38
Давиденко Л.В. <i>ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА</i>	39
Дмитренко Т.В. <i>ІНТЕГРАЦІЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ</i>	43
Доценко С.И. <i>ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ДИАЛОГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ</i>	44
Калінчик В.П., Кравцов В.С. <i>ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ, ЯКІ НЕ ЗНАХОДЯТЬСЯ НА МЕЖІ БАЛАНСОВОЇ НАЛЕЖНОСТІ</i>	45
Каплун В.В. <i>ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНІЙ СФЕРІ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ПОЛІТИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ</i>	46
Ковальчук А. М., Сусюк Д. В. <i>ВИПРОБУВАННЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕНЕРАТОРА ВОДНЕВО-КИСНЕВОГО ГАЗУ</i>	47
Константінов С.М. <i>КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ОТРИМАННЯ РОБОТИ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ, ЯК ШЛЯХ ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ</i>	48

Костюк В.О., Аксьонова О.С.
СПІВСТАВНІ РОЗРАХУНКИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ФОТО-ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ ДЕТЕРМІНОВАНО-
СТОХАСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ 51

Шульженко С.В., Радченко О.Л., Костюк В.О.
ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ СПОЖИВАЧІВ НА ВИМОГИ ДО НАКОПИЧУВАЧІВ
ЕНЕРГІЇ В МІКРОМЕРЕЖАХ 52

Костюк В.О., Ханицька О.О.
МОДЕЛЬ ДОБОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТА, ОСНАЩЕНОГО
ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ УСТАВОЮ З МАКСИМАЛЬНОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ
ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ 53

Шульженко С.В., Костюк В.О., Близнюк Є.В.
ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ
ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА 55

Волошко А.В., Котяй Ф.В.
НЕОБХІДНІСТЬ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ ВІД
СПОЖИВАННЯ НЕЯКІСНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГА-
ЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ 57

Прокопенко В.В., Коцарь О.В., Пятава А.В., Расько Ю.А., Павлова Ю.С.
МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ПЕРМАНЕНТНОГО ЕНЕРГЕТИЧЕСКОГО
АУДИТА 58

Притискач І.В.
БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУ-
АЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНИХ
ОЦІНОК ВАЖЛИВОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ 61

Круцяк М.О.
ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛОЖЕНЬ ЗАКОНУ «ПРО ЗАСАДИ ФУНКЦІ-
ОНУВАННЯ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ» В РАМКАХ
ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ 63

Куць М.Ф., Бунке О.С.
РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ХЛІБОПЕКАРНОЇ ПЕЧІ 64

Левицький М. А.
СУЧАСНІ ЄВРОПЕЙСЬКІ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ.
ЇХ РОЛЬ І МІСЦЕ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ 65

Літвінов В.В., Саченко Я.С.
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗА-
ХИСТУ В УМОВАХ НЕЧІТКОЇ ІНФОРМАЦІЇ 67

Метельский В.П., Заболотный А.П., Даус Ю.В.
АНАЛИЗ ВОПРОСОВ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕН-
НОЙ ГЕНЕРАЦИИ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ 68

Метельский В.П., Заболотный А.П., Федоша Д.В., Даус Ю.В.
ПОДКЛЮЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ЭНЕРГИИ К СЕЛЬСКИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ 69

Параска Г.Б., Миколок О.А., Горященко С.Л.
ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ 70

Пархоменко Р.О., Аниськов О.В.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У ШАХТНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТНОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ 71

Розен В.П., Давиденко Н.В.
ФОРМУВАННЯ СУКУПНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРІВНОМІРНОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМ КОМУНАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ 73

Сінчук О.М., Бойко С.М.
ОБґРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ В СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГРНИЧО-ВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ 76

Стрелков М.Т.
ЦІНОВА ДИСКРИМІНАЦІЯ Й ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ ТАРИФООУТВОРЕННЯ 77

Стрелков М.Т.
РЕГУЛЬОВАНА ТАРИФІКАЦІЯ Й УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ 79

Стрелкова Г.Г., Лукінов М.О.
АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ОБ'ЄКТАМИ СОЛЯНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ 80

Стрелкова Г.Г., Лукінов М.О.
АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ 81

Волошко А.В., Стрикун В.Г.
ПІДХІД ДО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ПОПЕРЕДНЬОГО ЧАСТОТНОГО РОЗДІЛЕННЯ СИГНАЛУ 83

Холковський Ю.Р.
ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ 84

Шовкалюк М.М., Войналович Н.О.
МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ НТУУ «КПІ» 85

Шовкалюк М.М., Суходуб І.О., Войналович О.О.
ПОРІВНЯННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЧЕРЕЗ ПІДЛОГУ 86

Basok B. I., Corresponding Member of the NAS of Ukraine,
Doctor of Science. Professor
Novitska M. P., Candidate of Engineering Sciences
Belyaeva T. G., Candidate of Engineering Sciences
Riasnova E. V., Postgraduate
Institute of Engineering Thermophysics, NAS of Ukraine, Ukraine

HEAT TRANSFER AND HYDRODYNAMICS OF VERTICAL GROUND PILE HELICAL HEAT EXCHANGER

Recently, low-potential natural heat sources usage for buildings heating has significantly increased. Horizontal and vertical ground heat exchangers are integrated as an additional heat source. One of the types of these technologies is called "energy piles", which is a kind of the vertical ground heat exchanger, as part of the building pile foundation for significant reduction of overall capital costs of setting up such a system. Benefits of vertically located ground heat exchanger include feasibility of using less land area for installation and reducing the weather influence on the thermal state of soil.

Thermal capacity defining is considered to be a major problem in the design of such piles systems. Heat exchanger capacity depends significantly on various factors: hydrogeological conditions of the area, pile depth, numbers of heat exchangers, their location, etc. Most of the known engineering calculation methods use approximate values of specific linear thermal power, which can vary from 20 to 70 watts per meter of pile depth. This wide range of data makes problems with heat pumps selection.

The goal of this study is to determine temperature-time dependence in vertical heat exchanger, which is coiled in the energy pile in the helicoids form by numerical simulation. The problem has been solved in a three-dimensional transient adjoin formulation. The solution was obtained for one pile positioned in soil array. Array dimension was determined by the nearby piles location. Symmetry conditions for all of the array side faces were specified. At the bottom of the boundary the ground temperature was assumed to be constant and equal the corresponding average annual soil temperature. At the initial time, temperature of soil mass was assumed to be the average annual soil temperature, as well as the temperature of the liquid in the heat exchanger inlet. The liquid temperature in the heat exchanger inlet at each subsequent time step was assumed to be an outlet temperature minus 2 °C, as close as possible to the real heat pumps operation conditions. The pile was placed in an array of clay and loam soil. As a result, the temperature in the collector outlet and temperature field of soil mass were determined.

As the simulation shows internal energy pile temperature reach 1,0 °C on the eighth day of heat exchanger operation with mass flow rate of heat transfer fluid $G = 0.095$ kg/s. Such condition is unacceptable for energy piles, in view of the fact that internal pile temperature must be higher than 0°C (higher than wet freezing point) for reasons of concrete strength. To prevent pile freezing, heat pump equipment must be occasionally stopped for reaching more uniform heat extracting from soil. Besides that, the equality of input and output heat of soil mass can be obtained via changing of pile locations.

РЕГУЛЮВАННЯ ГРАФІКА ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ОЕС УКРАЇНИ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ УСТАНОВОК У СПОЖИВАЧА

Вступ. Питання регулювання графіка електричного навантаження є одною з найактуальніших задач у сучасній енергетиці України. Це пов'язано з нерівномірністю споживання електричної енергії протягом доби і реакцією енергосистеми на це.

Становище, що склалося в галузях паливно-енергетичного комплексу, визначається як вкрай напружене, а баланс електричної потужності гостродефіцитним. Це пов'язано з аварійним ремонтом низки потужних енергоблоків теплових електростанцій, поглинення аварійним зупиненням від 20 до 25 енергоблоків через неритмічність постачання вугілля на теплові електростанції, невизначеністю питання щодо обсягів нахолодження приполюсного газу в Україні, відсутністю достатнього запасу мазуту на ТЕС, робота яких в мінімальному складі не може забезпечити покриття навантажень споживачів в умовах низьких температур.

Вирівнювання ГЕН повинно починатися зі споживача електричної енергії. Важливо зрозуміти, що споживач буде регулюватися так, як це треба енергосистемі, тільки в тому випадку, якщо таке регулювання дасть йому відчутну вигоду. Ефект від можливого вирівнювання ГЕН повинні отримувати всі учасники цього процесу: держава, енергосистема та споживачі.

Матеріали і методи. В даній роботі проведений аналіз можливості використання водневих паливних елементів для вирішення питання регулювання ГЕН ОЕС України, визначені особливості використання водневих джерел енергії. Проведена оцінка можливості використання паливних елементів у споживачів електричної енергії.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що в умовах кардинальних змін економічних відносин, формування енергоринку, енергетичний сектор потребує реформування з метою підвищення ефективності виробництва, передачі і розподілу електричної енергії, забезпечуючи надійність і якість електрозабезпечення споживачів. В умовах росту тарифів на енергоносії, нестачі генеруючих потужностей, їх зносу та низької ефективності, зацікавленість в використанні водневої енергетики зі сторони споживачів буде зростати.

Для вирішення отриманої задачі був проаналізований ГЕН при використанні водневих паливних елементів; був проаналізований алгоритм розподілу споживачів електричної енергії за групами в частині використання потужностей; на основі системного підходу прийнята схема виявлення факторів ризику «мета – прогноз – чинники ризику – результати експертного аналізу».

Результати. Результатом дослідження стало впровадження водневих паливних елементів з урахуванням факторів кількісного та якісного характеру, які відображають специфіку окремих споживачів електричної енергії: технічних, економічних, соціальних.

Висновки. Використання паливних елементів є перспективним напрямком у питанні вирівнювання ГЕН ОЕС України. Це пов'язано з великим ККД паливних елементів у порівнянні з ДВЗ, вітровими та сонячними уста-

новками; достатньо невеликою ціною палива – водню (тобто споживач буде отримувати більшу вигоду); швидким розвитком водневої енергетики. Отримані результати дозволять розглядати даний напрям в якості важливої складової розвитку енергетичної галузі з метою підвищення енергетичної безпеки України.

Список використаних джерел:

1. Праховник А.В. Управління енерговикористанням: проблеми, завдання та методи вирішення // Управління енерговикористанням: Збірник доповідей / Під загальною редакцією, д.т.н., проф. А.В. Праховника – К.: Альянс за збереження енергії 2001 – С.169-190
2. Водородная энергетика и топливные элементы. Взгляд в будущее / Европейская комиссия, – 2003
3. Воднева економіка та паливні комірки. //Громадська Рада України, – 2005.

УДК 005:620.9

Бабенко О.В., канд. техн. наук, доц.
Вінницький національний технічний університет, Україна

НАБЛИЖЕНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОСВІТЛЕНOSTІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Енергетичний аудит освітлювальних установок є важливим і все більш перспективним напрямом діяльності в народному господарстві. Серед характеристик, які часто необхідно отримати аудитору є крива сили світла світильника і значення освітленості в конкретних точках. Особливо це актуально у випадку роботи з новими світильниками, зокрема світлодіодними, які широко розробляються підприємствами України.

Постає задача розроблення методу визначення освітленості, який дозволить отримати результати з точністю, достатньою для попередньої оцінки світильника. Відомою є формула для визначення освітленості на робочій поверхні від точкового світильника, лк:

$$I_{\alpha} = E \cdot l^2 / \cos \alpha . \quad (1)$$

де I_{α} – сила світла при певному куті α , кд; l – відстань від світильника до розрахункової поверхні, м.

З огляду на [1], запропоновано розраховувати значення сили світла при різних кутах відносно центральної вісі світильника і будувати криву сили світла, на основі якої визначати освітленості в інших точках. Це є актуально для енергоаудиту за відсутності точного лабораторного обладнання (фотометрів), еталонних ламп і наявності лише люксометрів. Таким способом побудовано криву сили світла для світильника вуличного освітлення ЖКУ-11У-70-011. Також було отримано залежність $E(l)$. Вона має гіперболічний характер. Тому для отримання даних про освітленість пропонується використовувати нелінійну однофакторну регресивну модель для гіперболічної функціональної залежності [2]:

$$E(l) = b_0 + b_1/l , \quad (2)$$

де коефіцієнти $[b_0, b_1]$ визначаються з системи рівнянь $\begin{cases} ab_0 + cb_1 = d \\ cb_0 + fb_1 = g \end{cases}$, в якій a, c, d, f, g – коефіцієнти, що визначаються на основі зібраних під час вимірювань даних.

За результатами досліджень виконано математичне моделювання. Під час використання запропонованого методу отримання освітленості на основі побудованої наближеної кривої сили світла помічено, що при відстані від світильника, більшій ніж 8 м, похибка знижується із збільшенням відстані вимірювання L . При меншій відстані, ніж 8 м, навпаки – точнішим є визначення освітленості на основі даних з кривої сили світла, що побудована на основі вимірювань на невеликій відстані (2–2,5 м). Використання регресивної моделі є найбільш точним, однак потребує більшої кількості даних. Дослід показав, що дані про криву силу світла з інформаційних джерел можуть забезпечити менш точний результат. Таким чином, найбільш точне значення освітленості визначається, залежно від відстані до точки освітлення і наявних експериментальних даних.

Висновок. Запропоновано метод визначення освітленості в системі зовнішнього освітлення, в основу якого покладено побудова наближеної кривої сили світла на основі вимірювань освітленості на конкретних відстанях та використання регресивної моделі. Він є прийнятним за умови проведення енергетичного аудиту за відсутності високоточного лабораторного обладнання. Результати використання методу є достатні для формування попередніх висновків про ефективність системи освітлення.

Список використаних джерел.

1. Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Кнорринг Г. М., Фадин И. М., Сидоров В. Н. – СПб. : Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
2. Методичні вказівки та практичні завдання до виконання контрольних робіт з дисципліни "Економетрія" / Уклад. А.О. Азарова, Н.В. Сачанюк-Кавецька. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 60 с.

УДК 621.311.153

Балюта С.М., докт. техн. наук, професор, **Корольов Є.О.**, аспірант, **Копилова Л.О.**, аспірант, **Йовбак В.Д.**, докт. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розрахунок оптимальних режимів електроспоживання необхідно проводити з використанням моделей джерел електроенергії та споживачів електричної енергії. Наявність в СЕП промислового підприємства власних джерел активної та реактивної потужності обумовлює розробку алгоритму оптимального розподілу активних і реактивних потужностей між агрегатами власних електростанцій за критеріями мінімуму витрат на вироблення електроенергії і мінімуму вартості втрат активної потужності, а також дозволяє визначити оптимальне значення потужності, споживаної підприємством з мереж енергосистеми.

Управління електроспоживанням і оптимізація їх режимів потребує визначення регулюючих ефектів групових навантажень, а також виявлення впливу статичних характеристик споживачів на споживання енергії та втрати потужності і напруги в пасивних елементах СЕП. Необхідно також визначити вплив ступеню компенсації реактивної потужності в цехових мережах і рівнів напруги у вузлах системи електропостачання на споживання потужності.

Доцільним є також проведення оптимізації споживання активної потужності від джерела живлення при взаємопов'язаному визначенні рівнів напруги в системах електропостачання промислових підприємств і потужності конденсаторів в цехових мережах.

Висновок. Враховуючи нелінійну залежність активної та реактивної потужності від напруги для різних видів споживачів проведення оптимізаційних розрахунків необхідно проводити з використанням статичних характеристик навантаження центрів живлення.

Список використаних джерел

1. Праховник А.В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий/ Праховник А.В., Розен В.П., Дегтярев В.В. – М.: Недра, – 1985. – 232 с.

УДК 658.264

Басок Б.І., чл.-кор. НАН України, докт. техн. наук, проф.
Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

НОВІ ПІДХОДИ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ. РОЗВИТОК СФЕРИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

На даний час в країні розроблено проекти стратегічних документів про розвиток енергетики, а саме, проект Енергетичної стратегії України на період до 2035 року (ЕС-35), що розроблений Національним інститутом стратегічних досліджень (НІСД) з ініціативи Міністерства енергетики та захисту довкілля на замовлення Об'єднання енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (ОЕП «ГРІФРЕ») та на виконання рішення Ради національної безпеки і оборони України від 28 квітня 2014 р. «Про стан забезпечення енергетичної безпеки у зв'язку з ситуацією щодо постачання природного газу в Україну», уведеного в дію Указом Президента України від 01.05.2014 № 448/2014. Мета розроблення цього проекту передбачає актуалізацію положень Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, врахування наявних загроз енергетичній безпеці України та забезпечення виконання міжнародних зобов'язань. Інший, близький за метою проект «Нова Енергетична стратегія України до 2020 року: безпека, енергоефективність, конкуренція» (НЕС-2020*) розробили експерти Центру Разумкова спільно з Представництвом Фонду Фрідріха Науманна (Німеччина) в Україні за підтримки Комітету Верховної Ради України з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки. НЕС-2020 розроблено в контексті виконання Стратегії сталого розвитку «Україна-2020», затвердженої Указом Президента України від 12.01.2015 № 5/2015, яка передбачає реформи у сфері енергетики та енергоефективності. Окрім цього, науковцями Інституту технічної теплофізики НАН України, разом з ученими інших академічних установ запропонували проект Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України до 2030 року (Тепло-стратегія).

Розвиток ПЕК за сценарними прогнозами всіх попередніх національних енергетичних програм і стратегій – Енергетична програма України на період до 2010 року (1996), Енергетична стратегія України на період до 2030 року (2006), Оновлена Енергетична стратегія на період до 2030 року (2013) [1] – не забезпечив досягнення основних цільових індикаторів. Сьогодні розглядають уже третій варіант проекту Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, і НЕС-2020 покликана доповнити і конкретизувати його на найближчу перспек-

* Базовий варіант для обговорення громадськістю див. [http://www.uceps.org/upload/Draft%20Strategy_00%20\(7\).pdf](http://www.uceps.org/upload/Draft%20Strategy_00%20(7).pdf).

тиву. Істотно відстають від реалій і прогнози російської енергетичної стратегії ЕС-2030, відбувається їх коригування на період до 2035 р.

Довгострокові прогнози вибудовувати складно, тому що їх основні показники постійно змінюються залежно від численних непередбачуваних обставин, як у поточному, так і в прогнозованому періодах. Вибір стратегічних напрямків енергетичної безпеки не піддається строгій формалізації і вирішується експертами із залученням моделей та інших інструментів для оцінки окремих аспектів стратегії. «Сучасна наука не має засобів упевненого прогнозування розвитку соціально-економічних процесів та виробничих систем (у тому числі енергетичних) на такий тривалий період, але дозволяє будувати засобами системного аналізу логічно узгоджені (несуперечливі) сценарії, хоча й без оцінки повноти їх складу та ймовірності реалізації» [2].

Фахівці Інституту технічної теплофізики НАН України за участю спеціалістів інших академічних установ (Інституту загальної енергетики, Інституту економіки і прогнозування, Інституту газу, Інституту вугільних енерготехнологій, Ради з вивчення продуктивних сил України, Інституту демографії та соціальних досліджень), а також Державного науково-дослідного інституту будівельних конструкцій Мінрегіону України виконали науково-дослідний проект «Розробка проекту Національної стратегії теплопостачання населених пунктів України» (далі – Теплостратегія) [4–6]. Основні показники прогнозного тренду отримано також з використанням евристичних процедур за наявності «об’єктивно розмитих перспектив розвитку триади економіка–енергетика–екологія». Знання, досвід і гіпотези провідних науковців академічних інститутів різного профілю було інтегровано для отримання узгоджених узагальнень та висновків.

Уперше прогноз стратегічного розвитку теплозабезпечення населених пунктів України як окремих розділ представлено в проекті ЕС-35, опублікованому 19 січня 2015 р. на офіційному веб-сайті Мінерговугілля в рубриці «Громадське обговорення нормативно-правових актів».

Доцільно порівняти деякі прогнозовані показники індикаторів стратегічного розвитку теплопостачання населених пунктів України, наведених у трьох незалежних документах (що мають регуляторний характер) – Теплостратегія (ІТТФ НАН України), ЕС-35 (НІСД) і НЕС-2020 (ЦР). Найбільші труднощі прогнозу для теплопостачання пов’язані з паливно-енергетичним балансом. Він визначається можливими сценаріями споживання теплоти і палива населенням та бюджетною сферою, що у свою чергу залежить від очікуваних умов життя населення, питомого теплоспоживання будівель, тенденцій у містобудівній політиці, кліматичних факторів, тісних зв’язків з іншими галузями економіки. Порівняння прогнозованих значень (на 2030 р.) деяких індикаторів ЕС-35 зі значеннями індикаторів Теплостратегії щодо теплозабезпечення свідчить про те, що вони досить близькі (табл. 1).

Співставлення деяких індикаторів реалізації НЕС-2020 і ЕС-35 станом на 2020 р., наведене в табл. 2, вказує на близькість їх значень. Важливою особливістю НЕС-2020 є запланований тренд зменшення загального використання первинних паливно-енергетичних ресурсів до 2020 р., що підтверджується статистикою зменшення обсягів реальних енергетичних балансів України в 2010–2013 рр. До певних негативних моментів НЕС-2020 можна віднести таке: немає прогнозного паливно-енергетичного балансу на 2020 р.; не враховано використання альтернативних і вторинних скидних теплових енергоресурсів та енергії довкілля; акцентовано не розглянута політика зменшення техногенного впливу енергетики на довкілля.

Таблиця 1

Порівняння деяких прогнозних індикаторів в ЕС-35 і Теплостратегії

Індикатори станом на 2030 р.	Теплостратегія	ЕС-35
Частка біопалива у паливозабезпеченні, %	8–10	9,3
Частка власних паливно-енергетичних ресурсів для власного попиту, %	85–90	> 70
Частка вітчизняного теплоенергетичного устаткування, %	40–50	>(40–60)
Відношення резервної потужності до потужності максимального навантаження, %	13–15	16
Питома витрата палива на виробництво 1 Гкал, кг у.п.	145	150
Питомі річні витрати на опалення, кВт·год/м ² площі на рік	100–120	80
Витрати в теплових мережах, % від генерації теплоти	10–12	12
Частка відновлюваних джерел енергії у споживанні енергії, %	26,7*	18
Частка місцевих альтернативних видів палива в місцевих паливно-енергетичних балансах, % від загального споживання	23,8*	18
Використання енергії доквілля, % в балансі	13,5*	6,0**

* – для сфери теплозабезпечення

** – з урахуванням частки сфери теплозабезпечення в загальнодержавному паливно-енергетичному балансі

Подібність заходів і механізмів реалізації Теплостратегії та ЕС-35 у сфері теплозабезпечення на початкових етапах виконання відображує інформація, наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Порівняння деяких прогнозних індикаторів в НЕС-2020 і С-35

Показники станом на 2020 р., %	НЕС-2020*	ЕС-35**
Зменшення енергоємності	20	20
Зростання ВВП	15	15,3
Паливно-енергетичний баланс		
Зменшення загального постачання первинної енергії (ЗППЕ)	5,7	-5,5 (зростання)
Частка в ЗППЕ:		
– газу;	28,7	30,6
– вугілля;	34,6	30,9
– відновлюваних джерел енергії	3,5	7,1
– атомної енергії	21,7	20,8
– нафтопродуктів	11,5	12,2

* – дані порівняно з 2012 р.

** – дані порівняно з 2013 р.

Отже, наявність в ЕС-35 окремого розділу «Пріоритети розвитку систем теплопостачання та теплозабезпечення населених пунктів» є дуже важливою. Водночас вважаємо за необхідне розробити інший регуляторний документ – Національну стратегію теплозабезпечення населених пунктів України, як це передбачено Постановою КМ України від 07.05.2008 № 465 «Про утворення

Міжвідомчої робочої групи з розроблення Національної стратегії теплозабезпечення».

Порівняльний аналіз прогнозованих показників та змісту «дорожніх карт», визначених трьома незалежними експертними групами в процесі розроблення різних варіантів проектів зі стратегічного розвитку теплозабезпечення – ЕС-35, Теплостратегія і НЕС-2020, – свідчить про достатнє узгодження даних, що підсилює ступінь об'єктивності отриманих оцінок для всіх трьох стратегій. Однак бажано було б доповнити ЕС-35 підрозділом «Можливі ризики реалізації ЕС-35».

Висновок. Загалом стратегії ЕС-35 та НЕС-2020 заслуговують на прискіпливу увагу науково-технічної та енергетичної громадськості. Ці документи є внутрішньо несуперечливими і, ймовірно, потребують об'єднання в одному консолідованому проекті, який уже можна буде подавати на подальший розгляд і погодження в органах законодавчої та/або виконавчої влади.

Література

1. Оновлена Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року».

2. *Макаров А.А.* Методи і результати прогнозування розвитку енергетики Росії // Изв. РАН. Енергетика. – 2010. – № 4. – С. 26–40.

3. *Долінський А.А., Басок Б.І., Базєєв Є.Т.* Цільові орієнтири проекту Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України. Ч. 1. Вихідні умови розробки стратегії, основні пріоритети, інноваційний розвиток сфери теплозабезпечення // Промислова теплотехніка. – 2014. – Т. 36, № 2. – С. 54–69.

4. *Долінський А.А., Басок Б.І., Базєєв Є.Т.* Цільові орієнтири проекту Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України. Ч. 2. Механізми реалізації, цільові індикатори, моніторинг виконання і очікувані результати // Промислова теплотехніка. – 2014. – Т. 36, № 3. – С. 45–55.

5. *Патон Б.С., Долінський А.А., Гесць В.М. та ін.* Пріоритети Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України // Вісник НАН України. – 2014. – № 9. – С. 29–47.

УДК 699.86

Басок Б.І., чл.-кор. НАН України, докт. техн. наук, проф.

Давиденко Б.В., докт. техн. наук, с.н.с.,

Новіков В.Г., канд. техн. наук, **Гончарук С.М.**, канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

ВПЛИВ ЗОВНІШНЬОГО ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ НА ТЕРМОМЕХАНІЧНІ НАПРУЖЕННЯ В ОГОРОДЖУВАЛЬНИЙ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ

Будівельні конструкції в процесі експлуатації зазнають деформацій, наслідком яких є виникнення механічних напружень. Деформації стін та перекриттів відбуваються як під впливом власної ваги, так і внаслідок нерівномірного розподілу температури по її об'єму [1]. Температурні деформації та напруження призводять до пошкодження поверхонь огорож, які можуть бути причиною виникнення тріщин. Тріщини в огорожах не тільки погіршують зовнішній вигляд будівлі, але й знижують її конструктивну надійність. Дієвим засобом зменшення температурних деформацій стінових конструкцій і продовження терміну експлуатації будівлі є ефективна теплоізоляція, яка зменшує значення градієнтів температури всередині несучих стін.

Для з'ясування питання щодо впливу зовнішнього теплоізоляційного шару на температурні напруження в стінових конструкціях розглядається розподіл температури по об'єму зовнішньої стіни приміщення з одним вік-

ном та одним нагрівальним пристроєм (панельним радіатором). Елемент стінової конструкції (бетонна панель), що жорстко закріплена торцями з сусідніми панелями, має висоту $H=3$ м та ширину $B=3$ м. Товщина стіни $\delta_{\text{ст}}=0,25$ м. Панель має віконний проріз висотою 1,5 м та шириною 1,8 м. Радіатор розташований під вікном з правої сторони від його середини.

Для визначення температурного поля зазначеної бетонної панелі розв'язується рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0$$

з граничними умовами:

$z=0$ (внутрішня поверхня стіни за винятком ділянки біля радіатора):

$$k_6 \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha_b (T - T_b)$$

$z=0$ (внутрішня поверхня стіни на ділянці біля радіатора):

$$k_6 \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha_b (T - T_b) + c_0 \varepsilon_{\text{ю}} \left[\left(\frac{T}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_d}{100} \right)^4 \right]$$

$z = \delta_{\text{ст}}$ (зовнішня поверхня стіни):

$$-k_6 \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha_3 (T - T_3),$$

де T, K – температура; $x, y, z, \text{ м}$ – прямокутні координати; $\alpha_b, \alpha_3, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ – коефіцієнти тепловіддачі на внутрішній та зовнішній поверхнях стіни відповідно; $k, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки; $\varepsilon_{\text{пр}}$ – приведений коефіцієнт чорноти поверхонь стіни та радіатора.

На торцевих поверхнях бетонної панелі, а також на поверхнях віконного прорізу, приймаються умови теплоізоляції.

Результати розрахунку температурного поля бетонної панелі для випадку $t_b=20$ °С; $t_3=-10$ °С; $t_p=60$ °С наведені на рис. 1. Для розрахунків приймалися значення $k_6=1,0$ Вт/(м·К); $\alpha_b=8,6$ Вт/(м²К); $\alpha_3=23$ Вт/(м²К). На рис. 1а представлено розподіл температури по внутрішній поверхні стіни ($z=0$), а на рис. 1б - по зовнішній поверхні стіни ($z = \delta_{\text{ст}}=0,25$ м). Як видно з рисунків, найвища температура внутрішньої поверхні стіни спостерігається в області, біля якої розташовується радіатор. Максимальна температура в цій області становить ~ 27 °С. За межами цієї зарядіаторної ділянки температура різко спадає і становить $\sim +11,5$ °С. На зовнішній поверхні стіни максимальна температура в області зарядіаторної ділянки складає ~ -4 °С, а на іншій частині зовнішньої поверхні $\sim -5 \dots -6$ °С.

В умовах суттєвої неоднорідності температурного поля, в стіні утворюються значні позитивні та негативні температурні напруження. Позитивні напруження призводять до розтягування матеріалу бетонної панелі і сприяють виникненню тріщин. Для оцінки рівнів позитивних та негативних механічних напружень вирішується задача термонапруженого стану стіни, яка полягає у розв'язанні системи рівнянь

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right] = \frac{\partial}{\partial x} [\beta_T (3\lambda + 2\mu)(T - T_0)];$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial v}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right] = \frac{\partial}{\partial y} [\beta_T (3\lambda + 2\mu)(T - T_0)];$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial w}{\partial z} \right] = \frac{\partial}{\partial z} [\beta_T (3\lambda + 2\mu)(T - T_0)];$$

де u, v, w, m - переміщення в напрямках осей OX, OY та OZ відповідно; $\beta_T, 1/K$ - коефіцієнт лінійного теплового розширення; $\mu; \lambda, Pa$ - коефіцієнти Ламе; T_0 - температура, при якій стіна знаходиться в недеформованому стані.

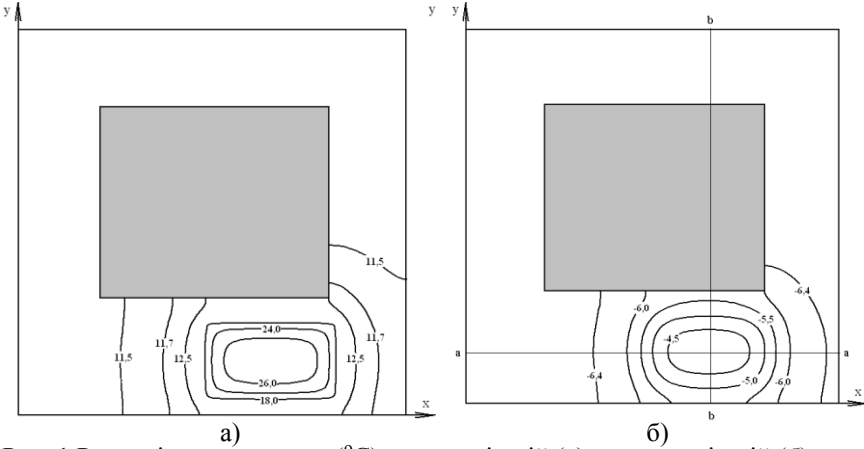


Рис. 1 Розподіл температури ($^{\circ}C$) по внутрішній (а) та по зовнішній (б) поверхнях стіни

Наведена система рівнянь розв'язується за умов, що на торцевих поверхнях бетонної панелі всі переміщення вважаються нульовими, тобто торці вважаються закріпленими. На вільних поверхнях $z=0$ та $z=\delta_{ст}$ нормальні σ_z , а також дотикові $\tau_{zx}; \tau_{zy}$ напруження дорівнюють нулю. На лівій та правій поверхнях віконного прорізу нульові значення приймають нормальні напруження σ_x , а на його верхній та нижній поверхнях нульові значення мають нормальні напруження σ_y .

З розв'язання даної системи визначаються переміщення u, v, w , а за їх значеннями - термічні напруження. Нормальні і дотикові напруження розраховуються за формулами:

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} - \beta_T (3\lambda + 2\mu)(T - T_0); \\ \sigma_{yy} &= \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial v}{\partial y} - \beta_T (3\lambda + 2\mu)(T - T_0); \\ \sigma_{zz} &= \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + 2\mu \frac{\partial w}{\partial z} - \beta_T (3\lambda + 2\mu)(T - T_0); \\ \tau_{xy} &= \mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right); \tau_{xz} = \mu \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right); \tau_{yz} = \mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right). \end{aligned}$$

Розподіли нормальних σ_x та σ_y напружень вздовж ліній a-a та b-b (рис. 1б) по зовнішній та внутрішній поверхнях стіни за умов, що температура,

при якій температурні деформації відсутні дорівнює $t_0=15^\circ\text{C}$, наведено на рис. 2. Лінія a-a паралельна осі OX і проходить через середину зарядаторної ділянки. Лінія b-b паралельна осі OY і також проходить через середину зарядаторної ділянки та перетинає віконний проріз. Як видно з рис. 2а, нормальні σ_x та σ_y напруження на внутрішній поверхні стіни вздовж лінії a-a суттєво знижуються в межах зарядаторної ділянки (до $-3,5$ МПа). На інших ділянках внутрішньої поверхні вони змінюються в межах $-1,0\dots+2,0$ МПа. На зовнішній поверхні зазначені нормальні напруження – позитивні і змінюються в межах $+6,0\dots+8,0$ МПа. Такі достатньо високі значення позитивних (розтягуючих) напружень можуть наближаються до межі міцності матеріалу стіни.

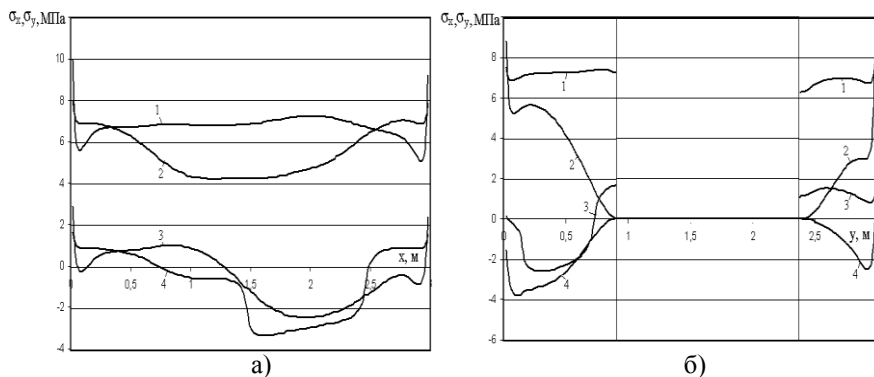


Рис. 2. Розподіли нормальних σ_x та σ_y напружень на внутрішній та зовнішній поверхнях стіни вздовж ліній a-a (а) та b-b (б): 1 – σ_x на зовнішній поверхні; 2 – σ_y на зовнішній поверхні; 3 – σ_x на внутрішній поверхні; 4 – σ_y на внутрішній поверхні.

Вздовж лінії b-b (рис. 2б) характер розподілу нормальних напружень у цілому аналогічний. Їх абсолютні значення також виявляються подібними. Лише біля нижньої та верхньої границь віконного порізу напруження σ_y спадають до нуля як на зовнішній, так і на внутрішній поверхнях стіни, що є умовою для розв'язання даної задачі на вільних торцевих поверхнях віконного прорізу.

Інша картина розподілу температури та термічних напружень буде спостерігатися при наявності утеплювача на зовнішній поверхні огорожувальної конструкції будинку. Розглянемо випадок наявності на зовнішній поверхні бетонної стіни теплоізоляційного шару з мінеральної вати, що має коефіцієнт теплопровідності $k_i=0,041$ Вт/(м·К). Товщина шару складає $\delta_i=10$ см. Зовнішні та внутрішні температурні умови такі ж самі, як у випадку, що розглядався вище. Для розв'язання задачі теплопровідності в даному випадку застосовуються умови

$$z = \delta_{\text{ст}} \text{ (зовнішня поверхня стіни):}$$

$$-k_6 \frac{\partial T}{\partial z} = -k_1 \frac{\partial T}{\partial z},$$

$$z = \delta_{\text{ст}} + \delta_i \text{ (зовнішня поверхня теплоізоляційного шару):}$$

$$-k_1 \frac{\partial T}{\partial z} = \alpha_3 (T - T_3)$$

Розподіл температури по зовнішній і внутрішній поверхнях бетонної стіни для випадку наявності теплоізоляційного шару на її зовнішній поверхні відображено на рис. 3.

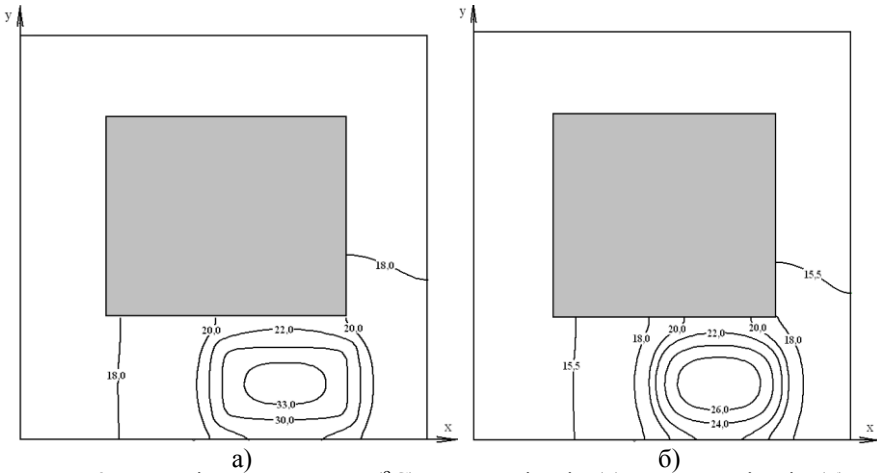


Рис. 3 Розподіл температури (°C) по внутрішній (а) та по зовнішній (б) поверхнях стіни за умов наявності теплоізоляційного шару

Як видно з рисунків, найвища температура внутрішньої поверхні стіни спостерігається в області зарядіаторної ділянки. Максимальна температура в цій області за умов наявності утеплювача на зовнішній поверхні становить 34°C. За межами цієї ділянки температура знижується до +18 °C (рис. 3а). На зовнішній поверхні стіни (перед утеплювачем) максимальна температура в області зарядіаторної ділянки лишається порівняно високою +22...+26 °C, а на іншій частині зовнішньої поверхні вона складає +15.. +18 °C (рис. 3б). Найбільш суттєво температура спадає в області утеплювача. На його зовнішній поверхні вона становить -8...-7 °C. Умови, в яких знаходиться сама бетонна стіна при наявності на її зовнішній поверхні утеплювача, характеризуються більш високими значеннями температури і більш рівномірним її розподілом по об'єму стінової конструкції в порівнянні з випадком, коли утеплювач відсутній. Суттєво зменшуються при цьому густини теплових потоків, що надходять до внутрішньої поверхні стіни від внутрішнього повітря та від радіатора. Розподіл густини теплового потоку по внутрішній та зовнішній поверхнях стіни вздовж лінії а-а за умов відсутності теплоізоляції та за умов її наявності, наведено на рис. 4.

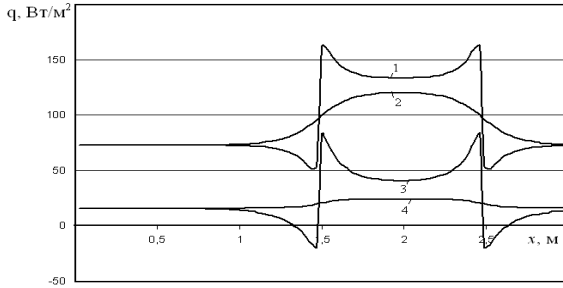


Рис. 4. Розподіли густини теплового потоку по внутрішній (1) та зовнішній (2) поверхнях стіни без теплоізоляції, та по внутрішній (3) і зовнішній (4) поверхнях стіни з теплоізоляцією

В умовах, коли температура стіни підвищується і стає на більшості її ділянок вищою за $t_0=15^\circ\text{C}$, при якій температурні деформації відсутні, а також в умовах більш рівномірного розподілу температури по об'єму, помітно змінюється її термонапружений стан. Нормальні σ_x та σ_y напруження на зовнішній та внутрішній поверхнях стіни зменшуються і на ряді ділянок змінюються з позитивних на негативні. Їх розподіли вздовж ліній а-а та б-б по внутрішній і зовнішній поверхнях стіни відображено на рис. 5.

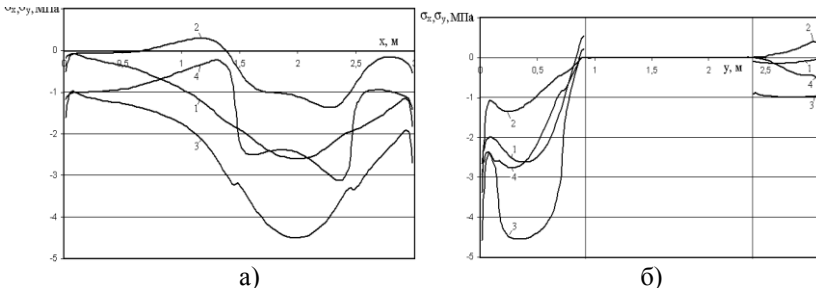


Рис. 5. Розподіли нормальних σ_x та σ_y напружень на внутрішній та зовнішній поверхнях стіни з утеплювачем вздовж ліній а-а (а) та б-б (б): 1 – σ_x на зовнішній поверхні; 2 – σ_y на зовнішній поверхні; 3 – σ_x на внутрішній поверхні; 4 – σ_y на внутрішній поверхні.

Як видно з рисунків, значення цих напружень відносно випадку, коли теплоізоляція була відсутня, знижуються і стають, головним чином, негативними (тобто стягуючими) як на внутрішній, так і на зовнішній поверхнях.

Висновок. З наведених результатів випливає, що наявність теплоізоляційного покриття на зовнішній поверхні стіни не тільки підвищує температурний рівень стіни та зменшує величини теплових потоків, але і знижує значення позитивних нормальних σ_x та σ_y напружень на її поверхнях. Це сприяє зниженню вірогідності виникнення тріщин на зовнішній поверхні стіни при її охолодженні в зимовий період та подовженню ресурсу експлуатації будівлі.

Список використаних джерел

І. Александровский С.В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия. - М.: Стройиздат, 1966.-444 с.

Бориченко О.В., канд. техн. наук, доц., **Базюк Т.М.**, асистент,
Вишняков В.А., студент, **Рибінська Я.В.**, магістрант
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

СИСТЕМА ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Насьогодні існує велика кількість показників енергоефективності, які використовують для оцінювання раціонального та ефективного використання енергетичних ресурсів, але різні міжнародні системи зіставлення таких показників та недосконалість при розробці енергозберігаючих програм роблять плутанину в правильному обранні цих показників.

Енергозбереження є прикладом підвищення енергоефективності за рахунок зменшення витрат енергії з незмінними якістю і кількістю продукції. Для досягнення необхідного ефекту використовують різні, неструктуровані показники енергоефективності, які утворюють один великий інформаційний потік, складний для розуміння, і який не дає поняття яким чином і в якій галузі використовувати ці показники.

Створення єдиної ж системи, яка б розподіляла показники енергетичної ефективності, є дуже актуальним питанням на сьогодні.

Статистичний моніторинг великої кількості показників не проводиться, тому їх оцінка фактично неможлива. Система, що пов'язувала схожі показники та за якою ці показники можна було б розділити на категорії (наприклад, за ієрархічним принципом), дала б змогу оцінювати ефективність впровадження заходів з енергозбереження. Існування такої системи значно скоротило час на виконання поставлених задач.

Наприклад, в європейських країнах використовують – Ключові показники ефективності (англ. Key Performance Indicators, KPI) – це показники діяльності підрозділу (підприємства), які допомагають організації в досягненні стратегічних і тактичних (операційних) цілей. Використання ключових показників ефективності дає організації можливість оцінити свій стан і допомогти в оцінці реалізації стратегії [1].

З метою аналізу та оцінювання ефективності використання ПЕР необхідно розподілити показники енергоефективності за п'ятьма рівнями. Для промислового сектору: регіон; промисловий вузол; підприємство; технологія; обладнання/пристрій. Процеси, що відбуваються на кожному з рівнів є різноплановими та можуть бути деталізованими з різних сторін. Для кожного із цих п'яти рівнів можна визначити ті показники енергоефективності, які найбільш повно відображають характеристики процесів, усуваючи при цьому надлишковість інформації без спотворення інформативності на рівнях. Ці показники повинні бути актуальні в часі, точними та легкодоступними, все це потрібно для економії часу та трудового потенціалу.

Розподіл кількісних показників енергоефективності за ієрархічними рівнями дасть змогу швидко обрати потрібні показники в залежності від того, на якому рівні потрібно проаналізувати впроваджені енергозберігаючі заходи. Але кількісна оцінка енергоефективності є дуже проблемною, також великим питанням є одиниця виміру використаної енергії та якості продукції. Зараз не існує універсальних типів оцінки енергоефективності.

Основним індикатором енергоефективності для підприємств України є енергоємність, але визначення самої енергоємності не є достатнім для пов-

ної оцінки енергоефективності, тому що кожне з підприємств має свої специфічні особливості.

Не існує досконалої системи показників, але можна виділити основні вимоги до такої системи:

- забезпечення ефективного управління підвищенням енергоефективності;
- відображення реального співвідношення між кінцевими результатами і витратами на їх досягнення;
- єдність показників для аналізу планування, стимулювання, контролю;
- врахування особливостей галузі (де використовуються показники);
- зручність розрахунків.

Висновки. Управління господарством в різних масштабах є складною задачею та потребує великих зусиль, але підвищення енергоефективності роботи підприємства, так щоб не нашкодити іншим показникам, є ще більш складною. Створення однієї чіткої системи показників набагато спростить їх використання, адже зараз показники використовуються відокремлено, часто дублюються та слабо враховують специфіку інфраструктури підприємства. Також створення такої системи зменшить час, який потрібен на знаходження конкретних показників.

Список використаних джерел

1. John C. Van Gorp, C.E.M., USING KEY PERFORMANCE INDICATORS TO MANAGE ENERGY COSTS 2005.

УДК 621.31

Денисюк С.П., докт. техн. наук, проф., **Опришко В.П.**, асп.
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ОСНОВНІ ПРОГРАМИ І МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ

Однією з ключових тенденцій розвитку світової енергетики є перехід до інноваційного перетворення галузі на основі концепції Smart Grid. Сучасні методи розробки систем енергетичного менеджменту, силового обладнання енергетичної системи та інформаційно-комунікаційного забезпечення, згідно даної концепції, дозволяє широко використовувати мультиагентні системи керування (МАСК). Однією з можливих складових МАСК є система заходів управління попитом, яка отримала назву Demand Side Management (DSM). DSM традиційно розглядається як засіб зниження пікового попиту на електроенергію в мережі. За рахунок зниження загального навантаження на електричну мережу, DSM дозволяє зменшити кількість аварій, шляхом зменшення кількості відключень, а також підвищити надійність системи. Основні переваги DSM включають в себе зменшення залежності від імпорту палива, зниження цін на енергоносії та зниження шкідливих викидів у навколишнє середовище. DSM відіграє важливу роль при реалізації інвестиційної та інноваційної політики, зокрема, для створення нових генеруючих потужностей, передавальних і розподільних мереж.

Механізми DSM включають два класи задач. Перший клас складають програми, що використовують принцип ціноутворення для впливу на графік споживання (непрямі методи). Другий клас містить програми, засновані на добровільній участі споживачів в контексті управління (прямі методи управління).

Програми управління, які використовують принцип ціноутворення, являють собою різні модифікації динамічних тарифів, коли споживачам пропонуються роздрібні ціни на спожиту енергію, які варіюються залежно від періоду використання і відображають той факт, що вартість електроенергії та ціни її оптових закупівель різні з плином часу. До динамічних тарифів відносять диференційовану тарифікацію за часом використання та тарифікацію в режимі реального часу.

Диференційована тарифікація за часом використання може мати сезонний характер і встановлюватися двічі на рік або аналогічно вітчизняним зонним тарифам, змінюватись протягом доби, включаючи від двох до чотирьох цінових періодів на день. Іноді до структури диференційованої тарифікації включають вартість електроенергії пікових періодів споживання електроенергії, коли окремі години відображають реальну вартість пікової електроенергії.

Тарифікація в режимі реального часу полягає в розрахунку оплати спожитої електроенергії на основі реальних оптових цін на ринку. Тариф на спожиту електроенергію встановлюються і повідомляються споживачам за день чи за годину до використання, що дозволяє їм перенести споживання на інтервали часу з більш вигідними цінами. До програм з добровільної участі можна віднести: безпосереднє управління навантаженням, пропозиція ціни, диспетчеризація аварійної генерації, переривання навантаження, захист споживачів від відключень, упереджене зниження потужності, добровільне зниження навантаження, програми аварійного зниження потужності та інші.

УДК 621.311

Денисюк С.П., докт. техн. наук, проф.,
Бориченко О.В., канд. техн. наук, доц., **Пахарєв Ю.В.**,
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ІНСТРУМЕНТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В УКРАЇНІ

Досягнення реального підвищення енергетичної та екологічної ефективності підприємств повинно ґрунтуватися не тільки на технічних рішеннях, але й на більш досконалому і сучасному керуванні процесами енерговикористання.

В українській промисловості важливо створити і впровадити ефективну систему зіставлення параметрів енергоефективності («бенчмаркінгу») для підприємств різних галузей промисловості, які виробляють подібну продукцію. Використовуючи такі системи підприємства зможуть порівняти свої питомі витрати з середніми по галузі та з «ідеальними» питомими витратами для кращих світових технологій, які працюють у відповідних умовах. Система може працювати в двох режимах: обов'язковому і знеособленому, де даються дані за питомими витратами енергії на виробництво промислової продукції для підприємств, але самі підприємства не вказуються, добровільному із зазначенням назви компанії. Бенчмаркінг є загальноповизнаним і широко вживаним інструментом управління. До 80% компаній по всьому світу використовують його у своїй практиці.

Перспективними інструментами для реалізації політики енергоефективності є:

1) GAP-аналіз – являє собою аналіз стратегічного розриву, який дозволить визначити розбіжність між бажаним і реальним у діяльності підприємства з точки зору ефективного споживання паливно-енергетичних ресурсів. Мета GAP-аналізу – визначити, чи існує розрив між цілями підприємства та його можливостями і, якщо так, встановити, яким чином «заповнити» його. Оцінка є одним з найважливіших етапів управління конкурентоспроможністю підприємства. Саме від якості інформації, яку отримують в результаті проведення оцінки залежить ефективність всіх подальших управлінських рішень.

2) STEP-аналіз – (STEP – аббревіатура початкових букв англійських термінів) являє собою методику аналізу ключових елементів макросередовища підприємства. Сюди включаються такі чинники: демографічні, економічні, природні, науково-технічні, культурні, політичні.

3) SWOT-аналіз – (аббревіатура SWOT походить від чотирьох англійських слів: сила – strength, слабкість – weakness, можливість – opportunity і загрози – threat). SWOT-аналіз включає в себе аналіз ситуації всередині підприємства, а також аналіз зовнішніх факторів і ситуацію на ринку.

Проведення SWOT-аналізу має важливе значення для здійснення стратегічного планування, оскільки його методика – ефективний та доступний спосіб оцінки стану проблемної та управлінської ситуації на підприємстві. Він дозволяє систематизувати проблемні ситуації; краще розуміти структуру ресурсів, на які слід опиратися в удосконаленні діяльності та розвитку підприємства на перспективу; відстежувати загальний стан зовнішнього бізнес-середовища; виділяти і використовувати нові потенційні можливості швидше, ніж конкуренти; вибрати оптимальну дорогу розвитку і уникнути небезпек; приймати зважені рішення, що стосуються розвитку бізнесу. Правильно і вчасно прийняті стратегічні рішення грають сьогодні ключову роль в успішній діяльності підприємства. Саме вони роблять вирішальний вплив на конкурентоспроможність продукції і підприємства в цілому.

Визначення ключових показників ефективності (англ. Key Performance Indicators, KPI) – система оцінки, яка допомагає підприємству визначити досягнення стратегічних і тактичних (операційних) цілей. Використання ключових показників ефективності дає організації можливість оцінити свій стан і допомогти в оцінці реалізації стратегії. KPI дозволяють виробляти механізми контролю ділової активності співробітників і компанії в цілому в реальному часі. Види KPI: процесні (або поточні) – система оцінки, яка допомагає організації визначити виконання поточних завдань кожного учасника одного постійно діючого бізнес-процесу. Проектні – система оцінки, яка допомагає організації визначити своєчасне і якісне досягнення завдань проекту. Системні (або стратегічні) – система оцінки, яка допомагає організації визначити досягнення стратегічних і тактичних (операційних) цілей.

Ключові показники ефективності мають стати частиною системи збалансованих показників (Balanced Scorecard), в якій встановлюються причинно-наслідкові зв'язки між цілями та показниками для того, щоб бачити закономірності та взаємні фактори впливу в бізнесі (залежності одних показників (результатів діяльності) від інших).

Передовий досвід показує, що важливо здійснювати керування по цілях, тобто задіяти метод управлінської діяльності, який передбачає: передбачення можливих результатів діяльності; планування шляхів їх досягнення. У першу чергу, необхідно формулювати SMART-цілі (визначення: (S) Specific / Конкретність; (M) Measurable / Вимірність; (A) Achievable / Досяж-

ність; (R) Relevant / Релевантність (такі, на які може впливати); (T) Time bound / Часові терміни).

Можлива архітектура системи енергоефективності являє собою об'єднання окремих підсистем порівняння енергоефективності: в державних і муніципальних установах, у сфері надання послуг і в житловому фонді; в паливно-енергетичному комплексі; в промисловості, у сільському господарстві; на транспорті, у сфері зв'язку та телекомунікацій. В якості критеріїв енергоефективності доцільно використовувати цільові показники у сфері енергоефективності та енергозбереження, задані експертами для кожної підсистеми окремо. Примірний перелік цільових показників для підсистеми промисловості:

- частка витрат у собівартості продукції підприємства на електроенергію, теплову енергію, водопостачання, природний газ;
- частка в загальному балансі споживання електроенергії, теплової енергії, води, природного газу, що визначається за приладами обліку;
- частка енергетичного устаткування з терміном служби вище нормативного;
- втрати в мережі підприємства в поточному звітному періоді по відношенню до попереднього: електроенергії, теплової енергії, води, природного газу;
- витрати на власні і технологічні потреби в поточному звітному періоді по відношенню до попереднього: електроенергії, теплової енергії, води, природного газу;
- частка коштів, що спрямовуються на стимулювання персоналу, в загальному обсязі коштів, одержуваних в результаті економії.

Доцільні показники для муніципалітетів: зниження інтегрального споживання палива і енергії міста в порівнянні з базовим роком; зниження викидів парникових газів в міських житлових, комунальних господарствах і в бюджетній сфері; заміщення споживання викопного палива відновлюваними джерелами. Для наших міст можуть знайти використання ще трьох показників енергетичної ефективності: показник заміщення природного газу місцевими джерелами палива та енергії; показник питомого споживання теплової енергії житловими і бюджетними будівлями за рік; показник інвестиційної привабливості (кількість грошових коштів, фактично спрямованих на підвищення енергетичної ефективності). Основою для інтегральної оцінки енергетичної ефективності повинен стати зведений ПЕБ з охопленням всіх секторів економіки країни. Кожний регіон та місто України на основі зведеного ПЕБ мають отримати своєрідний енергетичний паспорт за показниками базового року, проводити щорічний моніторинг цих показників і підтримувати відповідну статистичну звітність на добровільній основі з внесенням змін показників на щорічній основі.

Висновки. Використання визначених інструментів дозволить не тільки усвідомлено і поетапно рухатися до досягнення мети, отримуючи при цьому конкретний результат після реалізації кожного етапу, а й дасть можливість здійснювати контроль всього процесу у сфері енергозбереження та підвищення енергоефективності в Україні.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З РОЗОСЕРЕДЖЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

Одним із пріоритетних напрямків впровадження в Україні принципів побудови енергетики сталого розвитку є модернізація енергетичних систем на основі Smart Grid технологій [5,6]. Мікроенергосистеми (Microgrid) були запропоновані в якості мережевої архітектури розподільних мереж в рамках концепції Smart Grid [5]. Одним з різновидів систем Microgrid є локальні електротехнічні системи – ЛЕС, з розосередженими джерелами енергії та децентралізованою архітектурою, які виявляють більшу гнучкість в керуванні, вони дозволяють децентралізовано керувати та розподіляти керуючі впливи між багатьма зворотними зв'язками, не покладаючись на централізовану ієрархію.

Для аналізу процесів у виділених системах необхідна якісна оцінка, що на практиці не може бути обмежена лише оцінкою якості електроенергії як основного продукту генерації та кінцевого споживання в ЛЕС. Адекватна оцінка процесів в ЛЕС можлива при врахуванні факторів, що відображають процеси різні за своєю природою і фізичною сутністю, тобто якість функціонування системи. Під функціонуванням ЛЕС слід розуміти сукупність її властивостей, що включають, крім економічності ще й надійність (живучість, безвідмовність і стійкість) та якість електроенергії.

Визначення якості електропостачання в ЛЕС [1-4], у першу чергу, повинно дозволити визначити рівність рівня якості електроенергії різних конфігурацій однієї структури (комбінацій працюючих елементів) процесу електропостачання в ЛЕС. Інтегральний критерій якості електропостачання для ЛЕС повинен включати показники надійності, які враховують узгоджене зі споживачем число короткочасних відключень $n_{\text{від}}$, тривалість відключень не більше $t_{\text{від}}$ годин на рік, стійкість функціонування ЛЕС, а також вірогідність попадання рівня напруги в ЛЕС на затискачах найбільш віддаленого споживача, в нормований інтервал (як інтегральний показник якості електроенергії в ЛЕС).

В якості критеріїв економічності доцільно прийняти технологічні витрати електроенергії на її передачу в розрахунковий період; чисту приведену вартість (NPI), як показник приведених витрат, пов'язаних з реалізацією технічного рішення (побудови ЛЕС).

Як приклад розглянемо задачу оптимізації параметрів ЛЕС для підвищення якості електропостачання, за 2-ма критеріями:

$$f(V, U) \rightarrow \text{opt},$$

де V – приведені витрати пов'язані з реалізацією технічного рішення ЛЕС; U – значення напруги на затискачах найбільш віддаленого споживача, що повинні відповідати заданому рівню, згідно стандартів якості електроенергії. Кожен з критеріїв оптимізації може мати різну направленість оптимізації:

$$f(V) \rightarrow \text{min}; \quad f(U) \rightarrow \text{max}.$$

Як видно, окремі критерії відносно величин V , U можуть мати різне спрямування оптимізації, різну фізичну суть та можливість бути рівнозначними (без пріоритетів) та нерівнозначними. Також слід враховувати, що основною інформацією для розрахунку окремих критеріїв служать результати розрахунку усталеного режиму розподільної електричної мережі в ЛЕС і техніко-економічного розрахунку.

Таким чином, складність протікаючих електромагнітних процесів обумовлена структурою генерації (з використанням джерел РГ на базі НВДЕ) та електроспоживання (різноманітність електротехнічних установок) в ЛЕС визначає необхідність більш якісної та багатоаспектної оцінки процесів. Якість електропостачання в ЛЕС доцільно оцінювати інтегральним показником з урахуванням стійкості, надійності функціонування, а також якості електричної енергії.

Список використаних джерел

1. Денисюк С.П. Оцінка ефективності сумісної роботи розосереджених джерел генерації електроенергії, включаючи відновлювальні, в електроенергетичних системах / Денисюк С.П., Базюк Т.М., Дерев'яно Д.Г., – Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2013. – №3(80). – С.54–59.
2. Дерев'яно Д.Г., Аналіз особливостей забезпечення стійкості та надійності систем з інтеграцією джерел розосередженої генерації / Дерев'яно Д.Г., Суменко К.Ю., Процько В.Г. // Матеріали конференції «Енергетика. Екологія. Людина». – 2013. – С. 432–439.
3. Дерев'яно Д.Г., Аналіз особливостей підключення розосередженої генерації при побудові систем Microgrid / Дерев'яно Д.Г., Попик М.Ю. // Матеріали конференції «Енергетика. Екологія. Людина» – 2013. – С. 348–357.
4. Томилов В.В. Управление качеством продукции энергосистем. / Томилов В.В., Голубкова Р.Р., Еловенко В.Г. – СПб.: Изд.-во СПбГУЭФ, 2000. С.30 – 31.
5. CIGRE, International Council on Large Electricity Systems, <http://www.cigre.org>.
6. European standard EN 50160 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems, CENELEC TC 8X, 2006.

УДК 620.91:697.1

Дешко В.І., докт. техн. наук, проф., **Білоус І.Ю.**,
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ФАКТОРИ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ПРИМІЩЕНЬ В ЕНЕРГЕТИЧНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Одним із завдань енергетичного менеджменту будівлі є підтримання відповідного рівня комфортних умов і забезпечення ефективного енерговикористання. Сукупність комфортних умов у приміщенні підтримується за допомогою систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Процеси, які формують тепловий режим приміщень, необхідно розглядати в нерозривному зв'язку між собою, оскільки їх взаємний вплив один на одного виявляється досить суттєвим. Особлива увага приділяється побудові теоретичних моделей енергетично споживання будівель [1, 2]. За складності фіксування вплив різних факторів на зміну внутрішньої температури в приміщеннях вивчається мало.

В якості об'єкту дослідження обрано навчальний корпус НТУУ «КПІ» збудований в 1974р., загальна площа 16030 м. Водяне опалення в приміщенні забезпечується за рахунок централізованого тепlopостачання через ТТП. За умов виключно центрального регулювання та недостатнього рівня опалення в приміщеннях будівлі крім зниження рівня має місце відчутний нерівномірний розподіл температур, що дозволяє розглядати вплив сукупно-

сті різних експлуатаційних факторів на просторово-часові зміни температур приміщень.

Дослідження проводилися в двох напрямках: на основі температурних карт (періодичні виміри на протязі з 2003-2014 рр.) та на основі часових коливань температури в приміщеннях виміряні термохронними датчиками. Температурні датчики встановлювалися у контрольних приміщеннях та фіксували температуру до початку опалення та з опаленням.

Як показав аналіз, середня температура в навчальному корпусі в робочі години 15-17°C. Розподіл температур в навчальному корпусі є досить нерівномірний та має значні коливання температури в часі. Тому для детальнішого вивчення теплових режимів будівлі було розділено приміщення за групами призначення: навчальні аудиторії, адміністративні приміщення, науково-дослідницькі лабораторії та комп'ютерні класи. Розподіл внутрішньої температури по групах приміщень має наступний вигляд: адміністративні приміщення – 17-22°C; навчальні класи – 15-18 °С; лабораторно-дослідницькі аудиторії – 13-16 °С ; комп'ютерні класи – 14-16 °С. З пониженням поверху середня температура розташованих на них приміщень знижується на 0,5°C.

В навчальних аудиторіях як і в адміністративних приміщеннях в години сонячної активності схожа поведінка протяжність піку в робочі години у вихідні дні пікова температура триває лише кілька годин, тому пік більш гострий.

Висновки

Дані підходи дозволили визначити основні фактори впливу на поведінку внутрішньої температури приміщення: сонячна радіація – 2...4°C; опалення – 2...3°C; режим роботи (теплонадходження від людей) – 1,5...2°C; додаткові обігрівачі – 2...3°C.

Отриманні фактичні данні розподілу значень середніх температур приміщень будівлі можуть слугувати при розробці та тестуванні математичних моделей теплового стану будівель.

Список використаних джерел

1. Дешко В.И. Моделирование теплового состояния помещений при измерении режимов параметров отопления / В.И. Дешко, М.М. Шовкалюк, А.В. Ленкин // Промышленная теплотехника. Т.31 - 2009. - №6. - С. 75-80.
2. Дешко В.И. Числовые моделирования как метод исследования тепловых режимов помещения / В.И. Дешко, М.М. Шовкалюк, Ю.В. Лохманець, Ю.Р. Куран // Нова тема. - №4. - 2008. - С. 26-30.

УДК 621.31

Бондаренко Є.А., к.т.н., доц., **Кутін В.М.**, д.т.н., проф.,
Вінницький національний технічний університет, Україна

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЩОДО АНАЛІЗУ РИЗИКУ ЕЛЕКТРОТРАВМАТИЗМУ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Рівень електротравматизму в Україні багаторазово перевищує рівень в технологічно розвинених країнах. Вирішення зазначеної проблеми повністю відповідає вимогам світової спільноти, оскільки сьогодні в більшості високорозвинених країнах світу існує загальноприйняте і всім зрозуміле правило – вкладення коштів в заходи для збереження життя і здоров'я людини економічно вигідне – це чудовий вид інвестування.

Для створення ефективної системи електробезпеки на підприємствах паливо-енергетичного комплексу України проводиться робота по впровадженню міжнародних стандартів OHSAS 18001:2007 «Системи менеджменту професійного здоров'я і безпеки – Вимоги», ISO 50001:2011 «Система енергетичного менеджменту – вимоги та керівництво щодо застосування». Указані стандарти передбачають оцінювання професійного ризику здоров'ю. На даний час поняття професійного ризику для електротехнічного персоналу, що обслуговує електротехнічні установки має різне тлумачення і сенс, а показники, що використовуються, не піддаються зіставленню і порівняльній кількісній оцінці.

На основі використання методу пробіт-аналізу ризику автором статті пропонується пробіт-функція ризику електротравматизму [1]. Для загального випадку пробіт-функція є математичною залежністю, яка пов'язує специфічні особливості негативної дії загрози на деякий об'єкт з розміром можливої шкоди. На практиці для більшості випадків загроз безпеки використовується вираз для пробіт-функції, який має вигляд:

$$Pr = a + b \cdot \ln D, \quad (1)$$

де a , b – коефіцієнти, які характеризують ступінь ураження об'єкта захисту від конкретної загрози; D – «оцінка негативної дії».

У випадку електротравмування, як параметр D , приймається величина комплексного критерію небезпеки ураження електричною енергією, який показує в скільки разів електрична енергія, що поглинається тілом людини, перевищує допустиме значення (величина D повинна бути не нижче 0,1), тобто:

$$D = W_h / W_{h, don}. \quad (2)$$

Згідно із гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002, небезпечні умови праці від дії електричного поля промислової частоти починаються при перевищенні допустимих норм в 40 разів, тому за величину D приймається значення 41. При заданій величині D , відповідно до таблиці для визначення значень пробіт-функції за [1], коефіцієнт a приймається рівним 2,5, а значення $b=0,7$. Таким чином, вираз для ризику електротравматизму, з урахуванням (1), приймає вигляд:

$$R = 2,5 + 0,7 \cdot \ln(W_h / W_{h, don}). \quad (3)$$

В залежності від ступеня ризику має бути передбачена черговість та час проведення заходів з електробезпеки для мінімізації ризику від дії електричної енергії.

Висновок. Відповідно до методу обліку особливостей пари «чинник–наслідки» побудована функція ризику електротравматизму, використання якої дає можливість підвищити рівень електробезпеки від ураження людини електричною енергією.

Список використаних джерел

1. Бондаренко Є. А. Пробіт-аналіз ризику електротравматизму / Є. А. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 6. – С. 97–100.

Бурдо О.Г., докт. техн. наук, проф.,
Мординський В.П., канд. техн. наук,
Светлічний П.І., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, Україна

ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРОГРАМИ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Енергетична стратегія вищого навчального закладу повинна базуватися на наступних положеннях.

1. Економіка України характеризується глибокою енергетичною кризою, а питомі енергетичні витрати в Україні в декілька разів вищі, ніж в індустріально розвинутих країнах. При цьому, культура споживання енергії в Україні відсутня.

2. Рівень теплового захисту будівель в європейських країнах в 1,5...1,8 разів (а в країнах Скандинавії в 2...2,5 разів) вищі, ніж в Україні. Більш за те, низька енергетична ефективність архітектурно – конструкторських рішень (в основі яких закладена низька вартість палива) усугубляється невмінням експлуатувати будівлі.

3. Енергетична складова у бюджеті ВНЗ стала суттєвою, що потребує пошук резервів скорочення витрат енергії в будівлях. При цьому, досвід енергоефективної експлуатації будівель в Україні практично відсутній.

4. Сучасні програми підготовки фахівців у ВНЗ не передбачають навчання з основ енергетичної ефективності серед обов'язкових. Відсутня достатня лабораторно – практична база та підручники для підготовки фахівців з енергетичного менеджменту.

Входячи з цих положень в ОНАХ розроблено «Енергетичну програму», яка визначила головні задачі ВНЗ в напрямку вирішення енергетичних проблем. По – перше, це розвиток навчальної бази для підготовки фахівців з енергетичного менеджменту. По – друге, це скорочення споживання енергетичних ресурсів в будівлях ВНЗ. Це два напрямки, що мають самостійні цілі, задачі та підходи. По першому напрямку в ОНАХТ створено сучасну лабораторія з енергетичного менеджменту. В лабораторії реалізується унікальний проект, сутність якого в тому, що вперше в Україні елементи будівлі та інженерних систем забезпечення виконують не тільки свої штатні функції, а і використовуються для проведення досліджень. Прибори опалення, освітлення, вікна, стіни обв'язані вимірювальними приладами і слухачі на них вчать визначати реальні технічні та економічні показники елементів будівлі. При навчанні використовуються комплекси віртуальних лабораторних робіт та сучасного мультимедійного супроводження курсів, сучасна методична документація, яка враховує особливості енергетичної кризи в Україні. До оснащення лабораторії залучаються кращі фірми Одеси, які займаються енергоефективними технологіям.

По другому напрямку проведено енергетичний аудит всіх аудиторій, гуртожитків, на основі якого обгрунтовано проекти, що дозволять поетапно зменшити втрати теплоти у довкілля. Пріоритет віддається проектам, що дають ефект при незначних матеріальних витратах. Ефект від реалізації проектів першого етапу використовується для інвестування затратних проектів другого та третього етапів. Так реалізується механізм часткового «самофінансування» проектів.

В доповіді наведено результати впровадження Програми.

Бурдо О.Г., докт. техн. наук, проф.
Терзиев С.Г., канд. техн. наук, **Левтринская Ю.О.**, асп.
Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ УКРАИНЫ

Проведен анализ энергетической ситуации в мире, в странах постсоветского пространства, в Украине. В мире стремительно растёт дефицит энергии, и все регионы планеты столкнулись с проблемами обеспечения энергией промышленных отраслей и муниципальных предприятий. Новые экономические принципы, капитализация промышленного производства ярко высветили серьезные противоречия между чрезвычайно низкой культурой использования энергии и быстро растущими ценами на энергоносители.

Показан парадоксальный характер энергетических проблем, который состоит в том, что жители страны плохо понимают, что энергия – это товар, эффективное использование которого при производстве товаров и услуг даст прибыль, а расточительное сделает банкротом. Системному подходу к исследованию энерготехнологических проблем не обучают при подготовке молодых специалистов. При этом отсутствует опыт поколений в решении задач эффективного использования энергии.

Качество жизни человека напрямую связано с уровнем потребления энергии. Без энергии нельзя сохранить нашу цивилизацию, однако существующие методы производства энергии и высокие темпы роста ее потребления приводят к разрушению окружающей среды. Население Земли стремительно растет, но только 15% из них будет проживать в изобильных странах. Проведен анализ распределения энергетических ресурсов в мире. Прогнозируется агрессивная политика Китая и Индии за пересмотр рынка энергоносителей.

Сравниваются модели энергетической политики и стратегии государства. Украина является энергодефицитной и энергорасточительной страной, однако до сих пор не сформирована энергетическая стратегия государства, основанная на корректном исследовании энергетической ситуации в стране. Не решаются вопросы формирования новой философии природопользования у населения и у руководителей.

Показана высокая рентабельность централизованного управления энергообеспечением на муниципальном уровне. Показана актуальность вопроса рыночного подхода к выбору источников энергии в условиях слияния энергобизнеса и власти. Обсуждаются проблемы соответствия энергетической политики Украины с обязательствами по газовому договору с Россией. Рассматривается роль энергии в технологической цепочке агропромышленного комплекса.

Выводы. Первый этап программ повышения энергетической эффективности производств должен базироваться на методах энергетического менеджмента. Однако второй – требует поиска нетрадиционных решений и подходов, которые носили бы революционный характер и дали бы возможность радикально снизить потребление энергии. Именно такой путь открывает нанотехнологии.

Нанотехнологии способны решить серьезное противоречие современности – обеспечить энергией стремительно растущее население планеты при повышении продолжительности и качества жизни человека, при уменьше-

нии нагрузки на среду обитания и при заметном снижении запасов ископаемого топлива.

УДК 621.3

Василенко В.І., асистент
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗГІДНО КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID

Проблема енергоефективності є вкрай актуальною для України: попит на енергоресурси зростає, тоді як запаси традиційних видів палива щороку зменшуються. У сфері забезпечення енергоносіями Україна змушена передусім покладатися на їхній імпорт. Одна з основних проблем української енергетики – низка ефективність використання ресурсів.

Одним із способів підвищення енергоефективності є енергозбереження. Підвищення енергоефективності – загальносвітова тенденція розвитку енергетичного сектору економіки, що дозволяє країнам долати тиск, який на них чинить залежність від енергоресурсів, вирішувати питання ненадійності енергопостачання, нерівності, високих цін і рахунків за енергоресурси, а також екологічної шкоди і збитків здоров'ю. Енергоефективність є лише одним аспектом енергозбереження, яке істотно залежить від технологічної витрати електроенергії на її передачу і постачання в розподільних мережах, порушення надійності та якості електропостачання споживачів.

Технологія Smart Grid – являє собою систему, яка оптимізує енерговитрати, що дозволяє перерозподіляти електроенергію. Інтелектуальні мережі – це комплекс технічних засобів, що дозволяє оперативно змінювати характеристики електричної мережі. Для формування та реалізації інтелектуальних мереж на базі концепції Smart Grid необхідно використовувати системний підхід, що є складним об'єктом управління штучними технічними системами, функціонально пов'язаним з усіма сферами. Системний підхід – це напрям методології, в основі якого лежить розгляд об'єкта як цілісної безлічі елементів в сукупності відносин і зв'язків між ними. При цьому системний підхід є не стільки методом вирішення завдань, скільки методом постановки задач.

При оптимізації енергетичної системи враховується система обмежень у формі відповідних рівнянь і нерівностей, які задають можливий діапазон зміни параметрів системи. В якості критеріїв оптимальності, які ми будемо використовувати при розробці та оптимізації математичної моделі енергетичної системи приймемо критерії оптимальності економічного, екологічного, технічного характеру. При вирішенні задачі енергетичної ефективності критерії можуть переходити в обмеження, та навпаки, обмеження можуть ставати критеріями. Загальну математичну модель енергетичної системи можна представити у вигляді системи рівнянь, які пов'язують показники виробничого процесу, вхідні та вихідні параметри з іншими параметрами та обмеженнями:

1. Рівняння зв'язку:

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

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

2. Рівняння обмежень:

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

3. Рівняння ефективності (цільова функція):

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

де b_i – вартість палива.

Розроблена математична модель є основою для багатоваріантного аналізу, дослідження, моделювання та оптимізації.

УДК 621

Васильченко О.М., студент
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

БІОТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Метою даної роботи є ефективне використання наявних енергоресурсів з найменшими наслідками для навколишнього середовища. Інструментом, що дає змогу досягти одразу обидві цілі є відновлювальні джерела енергії. Оскільки за мету ставимо одразу дві цілі, то слід об'єднати течії науки, що займаються цим – енергетику та біотехнології.

Енергетика є однією з основних сфер впливу людини, що має прямий зв'язок із оточуючим середовищем, проблемою є поступове зменшення запасів викопного палива. Майбутнє можливе лише за рахунок тісної взаємодії людини та оточуючого середовища. Лише повне розуміння цього питання зможе дозволити знайти вірне рішення. Такий вихід є у біоенергетиці в цілому та в біоелектростанціях зокрема. Ситуація в країні склалася таким чином, що найбільш зацікавленими в енергозбереженні є споживачі, а постачальники електроенергії (державні монополії та і загалом уряд) навпаки зацікавлені у збільшенні споживання всіх видів енергії.

Матеріали і методи. В даній роботі розглянуті можливості використання біоелектростанцій в агросекторі для згладжування графіка навантаження. Зроблена оцінка можливості використання таких технологій у споживачів електричної енергії

Актуальності цій роботі надають умови кардинальних змін економічної ситуації, рухів на енергоринку та потреба негайних реформ у енергетичному секторі для підвищення конкурентоздатності електроенергії та товарів, що виробляються з її застосуванням. В ситуації, де в країні постійно зростають тарифи на енергоносії та одночасному зношенні низькоефективних генеруючих систем, необхідність у біоенергетиці лише зростає.

Висновок. Сучасні політичні віяння гостро вказали на необхідність максимізації енергонезалежності країни. За біотехнологіями майбутнє. В них є той потенціал, що може дозволити зробити суттєві кроки у цьому напрямку.

Список використаних джерел:

1. Про альтернативні види палива: Закон України, 14 січня 2000 року//Голос України, -2000.-15 лютого, №28.

2. Про внесення змін до Закону України Про електроенергетику щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії Закон України 20 листопада 2012 року// Голос України, -2012, - 22 листопада, №221

3. Кузьміна Н.А. Біотехнологія: введення, промислові аспекти / Кузьміна Н.А. – К.: Омськ 2010. – 88с.

УДК 620.98

Вашишак І.Р., к.т.н., **Вашишак С.П.**, к.т.н., доц.,
Яворський А.В., к.т.н., доц.,
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Питання підвищення енергоефективності будівель стає особливо актуальним в опалювальний період, коли виникає гостра потреба забезпечення комфортних умов проживання та праці людей при мінімальних витратах енергоспожив. Шляхами підвищення рівня енергоефективності приміщень є застосування сучасних технологій і матеріалів при проектуванні їх системи опалення. Найбільш ефективною з існуючих систем стінного опалення є система опалення тепловими трубками, оскільки для передачі тепла в них використовується енергія водяної пари, яка виникає всередині вакуумної трубки [1]. Недоліками системи опалення тепловими трубками є необхідність у створенні циркуляції теплоносія та постійному його нагріванні, а також необхідність забезпечення строго вертикального розміщення випарних трубок, в яких зона конденсації повинна бути над зоною випаровування.

Отже, щоб система опалення тепловими трубками була більш енергоефективною, доцільним є створення теплових трубок, які б нормально працювали в горизонтальному положенні, нагрівались без застосування теплоносія і мали ефективний радіатор.

Для того, щоб рідина у теплової трубки повністю поверталась з зони конденсації у зону випаровування при горизонтальному положенні трубки, було створено фітиль з двох рядів мілководної сітки, намотаної на металевий каркас у виді серповидного кільцевого каналу. Для розігріву трубки в зоні її випаровування застосовувався напівпровідниковий імпульсний нагрівний елемент з можливістю плавної зміни потужності за допомогою широтно-імпульсної модуляції. Це дало змогу отримати зміну ККД трубки при її розміщенні у горизонтальному і вертикальному положеннях не більше 10% та економію електроенергії до 20%.

Щоб підвищити тепловіддачу трубок випромінюванням їх частини в зоні конденсації зафарбовувались чорною фарбою різних типів. Для досліджень використовувались 4 теплові трубки довжиною 65 см і діаметром 22 мм та тепловізор Fluke TI-25. Термограми знімались через кожну хвилину роботи трубок. Наприклад, через 3 хв. розігріву найвища температура (71,3°C) спостерігалась у зоні трубки, пофарбованої чорною нітроемалевою фарбою. Зона трубки, пофарбованої у чорний колір фарбою на спиртовій основі, мала нижчу температуру – 46,8°C. Незафарбовані поверхні трубок мали практично однакову температуру – 39,9°C.

З двох трубок був виготовлений елемент опалення з розмірами радіатора 62×40 см. По довжині радіатора поміщалося 15 ребер П-подібного профілю. На кожну трубку подавалась потужність 200 Вт. Термограми знімались через кожну хвилину роботи радіатора. Сталого режиму радіатор

досягав на 21 хв. роботи, після чого температура його поверхні практично не змінювалась. При цьому температура повітря на висоті 5 см над радіатором становила 43 °С. Для підняття температури з 18 до 20 °С у приміщенні площею 5,2 м² знадобилося 7 год. роботи радіатора, що ефективніше за електричну систему опалення аналогічного розміру на 20%.

Висновок. Дослідження роботи елементів системи опалення з тепловими трубками показали високу ефективність і доцільність їх застосування для підтримання температури у житлових та промислових приміщеннях.

Список використаних джерел

1. Вашишак І.Р. Шляхи підвищення енергоефективності будівель об'єктів нафтогазового комплексу / І.Р. Вашишак, О.П. Вашишак, А.В. Яворський // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2014. – №1/36. – С. 176-184.

УДК 621.3

Горенко Д.С., пошукач
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕГУЛЮВАННЯ ВИСОТИ БАШТИ ВІТРОГЕНЕРАТОРА НА ПОТУЖНІСТЬ ВЕС

Використання нетрадиційних джерел енергії являється одним з перспективних напрямків енергоресурсозбереження в сферах електро-, тепло- та водопостачання, а також сприяє вирішенню екологічних проблем [1]. Використання вихідного палива, може бути значно скорочено, проте залишається питання гарантії ресурсопостачання в майбутньому, що викликає необхідність підвищення ефективності використання енергії.

На території України є регіони та зони з середньорічною швидкістю вітру більше 5 м/с, до них можна віднести: Карпатський, Причорноморський, Приазовський, Донбаський регіони та Харківська і Полтавська зони [2]. Тому розвиток вітрової енергетики є одним з найперспективніших серед нетрадиційних джерел енергії.

Вченими доведено, на різній висоті, в одній і тій самій місцевості, в один і той самий момент часу швидкість вітрового потоку відрізняється. А саме, чим вище точка заміру, тим більша лінійна швидкість потоку [3]. Система автоматичного регулювання висоти підйому/опускання осі ротора дозволить регулювати вихідну потужність вітрогенератора.

Метою даного дослідження є удосконалення існуючих методів регулювання вихідних параметрів ВЕУ для полегшення роботи ВЕС паралельно з мережею [4].

Запропоновано новий спосіб регулювання навантаження вітроенергетичної установки в залежності від висоти розташування ротора вітрогенератора, що дозволяє збільшувати об'єм виробленої електроенергії та підвищує енергоефективність установки.

За результатами розрахунків, на даному етапі дослідження, можна зробити висновок, що в залежності від місцевості (гірська місцевість, мало-заселені райони або поля) регулюванням висоти башти вітряка в діапазоні з 20 до 30 метрів можна досягти підвищення вихідної потужності вітрогенератора до 1,51 разів, проте ефективність такого впровадження при низьких швидкостях вітру невисока і не ефективне при швидкості вітру меншій 7 м/с.

Проведені розрахунки не враховують велику кількість факторів, що діють на систему як зовнішніх, та і внутрішніх. Враховуються витрати енер-

гії, на підйом башти вітряка, але не враховується перетворення потенціальної енергії в кінетичну при опусканні гондоли під дією сили тяжіння.

Необхідно обрати елементи конструкції (трос, блоки і т.п.), перевірити на механічну стійкість систему, обрати елементи контролю та регулювання, включити їх у вже існуючу систему, перевірити на стійкість автоматику, і це ще не всі питання, що виникають при роботі над даним дослідженням перед його впровадженням та реальним застосуванням.

В результаті повного аналізу, та проведення експериментального дослідження може виявитись недоцільність та неекономічність такого впровадження. Проте на даному етапі результати є доволі оптимістичними.

Список використаних джерел

1. Славута Е. И. Перспективы и проблемы развития альтернативной энергетики в Украине. [Електронний ресурс] / Е. И. Славута, В. В. Звягина – Режим доступу до ресурсу: <http://eprints.kname.edu.ua/31240/1/144.pdf>.

2. Величко С. А. Ветроэнергетика: состояние и перспективы [Електронний ресурс] / С. А. Величко, А. С. Болтенков // Интернет-журнал «Наше будущее» – Режим доступу до ресурсу: <http://unewworld.ucoz.com/102.pdf>.

3. Голубенко Н. С. О зависимости скорости ветра от высоты с учетом рельефа местности [Електронний ресурс] / Н. С. Голубенко, С. И. Ловгалюк, А. М. Фельдман, В. Б. Хвлик – Режим доступу до ресурсу: <http://www.vuzovs.ru/uchetom-relefa-mestnosti-doc>.

4. Манусов В. З. Особенности параллельной работы ветроэлектростанций и электроэнергетических систем. [Електронний ресурс] / В. З. Манусов, Э. Г. Ядагаев – Режим доступу до ресурсу: <http://pandia.ru/text/78/121/30189.php>.

УДК 621.311

Замулко А.І., к.т.н., доц., Веремійчук Ю.А., асистент,
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ UML МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ

При створенні складних систем оцінювання прийнято використовувати прийоми моделювання, які можуть застосовуватись на всіх етапах життєвого циклу аналізу бізнес-систем і розробки прикладних програм. Загальноприйнятим інженерним засобом, що використовується під час розроблення моделей, є мова UML. Різні види діаграм які підтримуються UML, і найбагатший набір можливостей представлення певних аспектів системи робить UML універсальним засобом опису як програмних, так і ділових систем.

Діаграми підвищують супроводжуваність проекту і полегшують розробку документації необхідній:

-керівникам проектів, які керують розподілом завдань і контролем за проектом;

-проектувальникам інформаційних систем які розробляють технічні завдання для програмістів;

-бізнес-аналітикам, які досліджують реальну систему і здійснюють інжиніринг і реінжиніринг бізнесу компанії;

-програмістам які реалізують модулі інформаційної системи.

Тому враховуючи тенденції впровадження сучасних інформаційних технологій щодо розробки програмного забезпечення в енергетиці, слід використати існуючі підходи різного інструментарію UML для удосконалення

системи управління на різних організаційних рівнях електроенергетичної галузі.

Враховуючи значну кількість реалізованих прикладних задач щодо управління електроспоживанням, де об'єктами дослідження були групи споживачів, електропередавальні організації, окремі підприємства та інші суб'єкти електроенергетичної галузі. Запропоновано проведення структурованого та системного підходу для поєднання існуючих напрацювань управління електроспоживанням в загальну систему, з використанням уніфікованих підходів проведення моделювання, наприкладі UML - діаграм.

Особливу цінність набувають, системи оцінювання, реалізовані за допомогою UML при інтеграції в процес управління електроспоживанням з врахуванням взаємодії суб'єктів електроенергетики на різних організаційних рівнях управління.

Конструктивне використання мови UML ґрунтується на розумінні загальних принципів моделювання складних систем та особливостей процесу об'єктно-орієнтованого аналізу і проектування зокрема. Вибір засобів для побудови моделей складних систем зумовлює ті завдання, які можуть бути вирішені з використанням даних моделей. При цьому одним з основних принципів побудови моделей складних систем є принцип абстрагування, який наказує включати в модель тільки ті аспекти проєктованої системи, які мають безпосереднє відношення до виконання системою своїх функцій або свого цільового призначення. При цьому всі другорядні деталі опускаються, щоб надмірно не ускладнювати процес аналізу та дослідження отриманої моделі.

Відповідно до зазначено напрямку досліджень UML дозволяє описати всі існуючі рішення, які стосуються аналізу, оцінювання і реалізації, в процесі управління електроспоживанням. Що в подальшому дозволить покращити розуміння принципів при побудові програмного продукту для системи оцінювання методів управління електроспоживанням.

Задвернюк В.В., ст. викладач, **Гурська Ю.В.** студентка
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

АНАЛІЗ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В МІСТІ КИЄВІ

Одним з найактуальніших питань в українських містах є проблема збільшення кількості побутових відходів, що негативно впливає на санітарно-епідеміологічні умови навколишнього середовища та їх утилізація. Тому досить важливим є знайти шляхи ефективної, комплексної ліквідації всіх видів відходів з мінімальним негативним впливом на природу. Дослідимо сучасний стан утилізації ТПВ на прикладі міста Києва та виявлення перешкод на шляху до ефективності цього процесу.

У світовій практиці найбільш поширеним є термічний метод знешкодження твердих побутових відходів з виробленням в подальшому електричної та теплової енергії.

Запровадження термічної технології утилізації сміття в Україні започатковане в 1984 році після введення в експлуатацію сміттєспалювальних заводів, де використовувалось технологічне обладнання чеського виробництва. Основним їх недоліком вважалось непродуманість використання

отриманої теплової енергії та шлакових відходів. Станом на сьогодні працює тільки 2 заводи – в місті Києві та Дніпропетровську.

Основне підприємство для спалювання ТВП в Києві – філіал «Завод «Енергія» Київенерго.

Процес спалювання відходів супроводжується утворенням не тільки теплової енергії у вигляді пари, яку можна корисно використовувати для інших технологічних процесів, наприклад опалення та для власних потреб заводу, але й золи, шлаку та димових газів.

Відходи сміттєспалювання після видалення в них металобрухту вивозяться на полігон для захоронення. Спресований металобрухт реалізується на підприємствах чорної металургії.

Теплота горіння ТПВ за своїми величинами наближається до відповідних величин торфу і деяких сортів бурого вугілля, що засвідчує доцільність його спалювання як палива.

Нажаль, у Києві досі немає системи стимулювання підприємств, які здійснюють вивезення відходів відповідно до заданого рішення Київради. Водночас сміттєспалювальний завод «Енергія» працює лише на 40-50% від проектних потужностей, в той час, як кошти місцевого бюджету витрачаються на очищення засмічених територій.

За кордоном, сортування сміття дає до 91% ефективності термічної утилізації ТПВ.

Для комплексного вирішення проблеми ліквідації сміття потрібно не лише модернізувати процес утилізації термічним шляхом, але й розвивати свідомість населення про важливість участі в цьому процесі за рахунок сортування сміття. Діючі закони України є проблемою для реалізації першого в Україні проекту з побудови сучасного підприємства з переробки відходів, та реконструкції існуючих заводів.

Список використаних джерел

1. «Управление отходами и обращение с ними» / Н.В. Нечипорук, В.Н. Кобрин, С.А. Вамболь, Е.А. Полищук, В.Ю. Колосков, 2008.
2. «Особенности образования твердых бытовых отходов в Украине» / Михайленко В. П., Алексеев И. Л., Денафас Г., 2012.
3. «Інформація за ІV квартал 2012 р. про об'єкти, які є найбільшими забруднювачами в м. Києві» [Електронний ресурс] / Сайт Київської міської ради – Режим доступу: <http://kmr.gov.ua/divinfo.asp?id=3284>.
4. «Утворення та утилізація відходів за категоріями матеріалів» [Електронний ресурс] / Сайт Державної служби статистики України – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/ns_rik/ns_u/utvut_u2013.html.

УДК 504.064.36:658.26

Давиденко Л.В., канд. техн. наук, доцент,
Луцький національний технічний університет, Україна

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНОГО ГОСПОДАРСТВА

Однією з важливих складових процесу управління енергозбереженням та підвищення енергоефективності є здійснення контролю за рівнем ефективності використання палива та енергії. Рациональне управління вимагає впровадження системи моніторингу показників, що відображають відношення витрат енергоресурсів до корисного ефекту від їх використання щодо окремих установок, технологічного процесу та підприємства в цілому. Моні-

торинг енергоефективності будь-якої виробничої системи повинен забезпечити визначення її стану та ефективності організації технологічного процесу, створити передумови для підвищення якості функціонування системи та її складових, стати основою для планування ефективного режиму роботи. Моніторинг - елемент системи управління енергоспоживанням. Особливості (цілі, завдання, об'єкти) системи управління зумовлюють свої вимоги до способу виконання моніторингу та системи показників енергоефективності.

Проблему енергоефективності підприємства водопровідно-каналізаційного господарства (ПВКГ) слід розглядати як таку, що складається з підпроблем різних рангів: енергоефективності окремих виробництв; технологічних процесів; структурних елементів; ефективності управління та організації технологічного процесу. Для кожного рівня існують свої цілі і завдання, структура підпроблем та деяка множина показників енергоефективності.

Не залежно від рівня ієрархії проблеми реалізація моніторингу енергоефективності для ПВКГ потребує виконання певних дій згідно з запропонованим нижче алгоритмом (рис. 1). Основним принципом функціонування системи моніторингу енергоефективності повинна бути безперервність організації пооб'єктного контролю та урахування отриманої інформації для удосконалення виробничого процесу та планування енергоефективних режимів.

Реалізація кожної з функцій енергетичного моніторингу – це є окрема задача, яка потребує формування сукупності показників енергоефективності, побудови математичних моделей та розробки алгоритмів контролю енергоспоживання залежно від постановки задачі та об'єкту дослідження. Варто сформулювати загальні принципи реалізації цих функцій.

1. Спостереження та збір даних. Відповідно до ієрархічної структури підприємства повинні бути визначені межі моніторингу: агрегат, структурний елемент, технологічний процес, ієрархічний рівень, виробництво, підприємство. Формування сукупності показників енергоефективності для кожного рівня ієрархії ПВКГ з урахуванням вибраної постановки задачі дослідження забезпечує можливість швидкого отримання необхідної інформації. Сукупність показників повинна відображати зміну рівня енергоефективності в результаті впровадження заходів з підвищення енергоефективності.

2. Оцінювання рівня ефективності енерговикористання. Енергоефективність - комплексна категорія. Її аналіз без узагальнення показників енергоефективності, а лише на підставі виявлених їх еталонних значень, є можливим за умови використання процедур бенчмаркінгу енергоефективності. Бенчмаркінг забезпечує деталізоване і впорядковане управління, яке передбачає порівняльний аналіз показників компанії та її конкурентів, виявлення сильних і слабких сторін [1]. Бенчмаркінг передбачає оцінювання та порівняння, яке повинне виконуватись для об'єктів одного ієрархічного рівня всередині підприємства (внутрішній бенчмаркінг); для аналогічних об'єктів інших підприємств (зовнішній бенчмаркінг). Оцінювання рівня енергоефективності слід виконувати з урахуванням кращих власних показників, кращих показників інших об'єктів, середніх показників в галузі тощо.

Визначення мети, сфер та підсфер дослідження, показників енергоефективності для кожної сфери утворюють систему бенчмаркінгу, яка передбачає побудову зв'язків між складовими проблеми енергоефективності залежно від її постановки та ієрархічного рівня об'єкта дослідження, відображення зв'язків між цілями та показниками енергоефективності.

Система бенчмаркінгу повинна забезпечувати:

- порівняльний аналіз показників енергоефективності та тенденцій їх зміни;

- визначення рівня ефективності енерговикористання об'єктів;
- виявлення причин неефективного енерговикористання та способів їх усунення;
- аналіз динаміки рівня енергоефективності як відображення результативності управлінських дій щодо підвищення ефективності енерговикористання.

Результати бенчмаркінгу сприяють виявленню прогалини в ефективності у порівнянні з іншими, а отримана інформація є основою для планування ефективного енерговикористання.

3. Контроль та планування. Системи енергетичного менеджменту зарубіжних підприємств містять підсистеми оперативного управління ефективністю енерговикористання - Monitoring and Targeting Systems (системи контролю і планування енергоспоживання (КІП)). В їх основі є виявлення залежності енергоспоживання від істотних показників - «стандартів» енергоспоживання, відносно яких визначають: ефективне енерговикористання чи ні [2].

Побудова математичних моделей «стандартів» повинна виконуватись:

- для об'єкту дослідження з урахуванням його реальних умов функціонування з метою поточного контролю ефективності енерговикористання;
- для аналогічного об'єкту, який є кращим за рівнем енергоефективності в групі однотипних, з метою порівняльного аналізу ефективності енерговикористання.

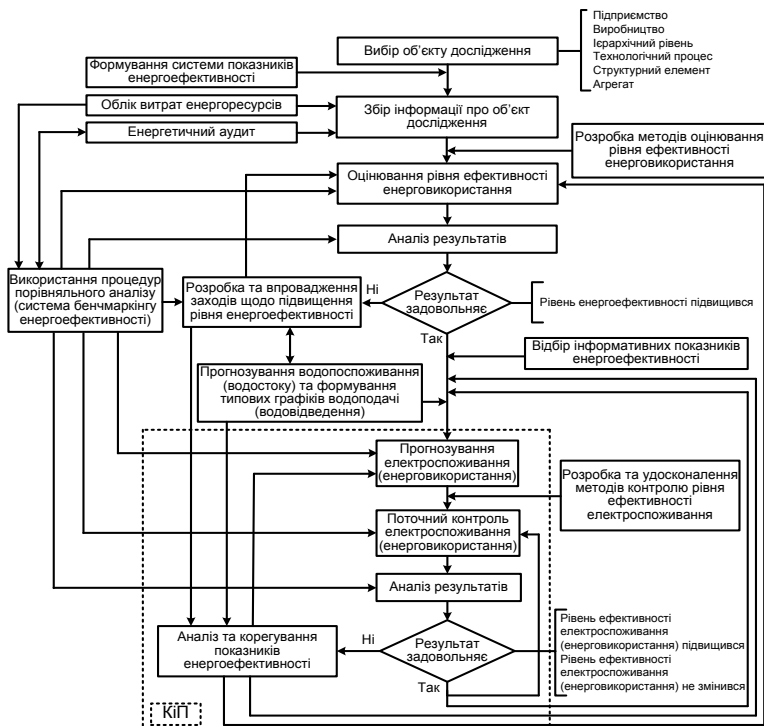


Рисунок 1 – Алгоритм моніторингу енергоефективності ПВКГ

3.1. Прогнозування електроспоживання. Електроспоживання визначається об'ємами води, яка проходить через елементи системи водопостачання та технологічними факторами, вплив яких можна коректувати шляхом оптимізації режиму роботи. Водоспоживання – випадковий процес, а домінуючі фактори - час доби та соціальні чинники. Прогнозування водоспоживання та водоподачі є першим етапом у вирішенні задачі управління режимом роботи та контролю електроспоживання. Для якісного прогнозу необхідно забезпечити врахування домінуючих факторів. Це дозволить здійснювати контроль протікання процесу та виявляти вплив факторів, що зумовлюють нерациональні витрати енергоресурсів.

Аналогічно, електроспоживання в системі водовідведення визначається водопритоком, який також є випадковим процесом і залежить від характеру водоспоживання та кліматичних умов (водопритік від ливневої каналізації), що також мають випадковий характер.

Таким чином, реалізація функції прогнозування під час побудови системи моніторингу енергоефективності для ПВКГ повинна передбачати два етапи:

- формування сімейства типових графіків водоподачі (водопритоку);
- побудову моделей електроспоживання з урахуванням типових графіків водоподачі (водопритоку), технічних та технологічних чинників, що впливають на електроспоживання.

3.2. Контроль ефективності енерговикористання. Система контролю повинна забезпечувати фіксування енергоспоживання та його коливання, які потрібно локалізувати, та виявлення процесів, які повинні бути покращені. Система контролю ефективності енерговикористання на об'єктах водопостачання-водовідведення повинна містити:

- підсистему оперативного контролю ефективності енерговикористання, яка забезпечує:

- поточний контроль динаміки водоподачі (водопритоку) як домінуючого чинника, який визначає побудову режиму ефективного електроспоживання;

- поточний контроль динаміки показників енергоефективності з позицій їх відповідності певним діапазнам за рівнем енергоефективності;

- контроль дотримання базового енергоспоживання («стандарту»);

- підсистему бенчмаркінгу енергоефективності, яка містить процедури:

- порівняння динаміки показників енергоефективності з аналогічними показниками кращих за рівнем енергоефективності об'єктів з групи однотипних;

- порівняльного аналізу відповідності дійсного режиму електроспоживання «стандарту» кращих за рівнем енергоефективності об'єктів з групи однотипних.

Висновки. Використання запропонованого алгоритму моніторингу енергоефективності як безперервного циклічного процесу, який забезпечує інтеграцію функцій енергетичного моніторингу, бенчмаркінгових процедур, сучасних тенденцій побудови систем контролю та планування енергоспоживання, а також урахування описаних принципів реалізації функцій моніторингу та їх складових, які враховують особливості організації режиму ефективного енерговикористання в системі водопостачання-водовідведення, дозволяє побудувати систему моніторингу енергоефективності ПВКГ не лише як технічної системи обліку та контролю енергоспоживання, але й як такої, що забезпечує управлінський аспект процесу підвищення енергоефективності.

Список використаних джерел

1. Розен В.П. Методология бенчмаркинга для повышения уровня энергоэффективности промышленных предприятий Украины [Текст] / В.П. Розен, Б.Л. Тышевич, Е.Н. Иншеков, П.В. Розен // Problemele energeticii regionale. - 2012. - 2(19). - С. 73-84.
2. Находов В.Ф. Контроль ефективності енергови-користання в системі енергетичного менеджменту [Текст] / В.Ф.Находов, О.В. Бориченко, Д.О. Іванько // Вісник КНУТД. – 2013. - № 6. – С. 67-77.

УДК 621.577.2

Дмитренко Т.В., магістрант
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ІНТЕГРАЦІЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Існує два основних шляхи якими теплові насоси можуть бути інтегровані в процес виробництва тепла або холоду: вище і нижче точки pinch. Впровадження теплового насоса вище точки pinch показано на рисунку 1а.

Цей механізм дає можливість передавати потужність W і економити W гарячих трубопроводів. Іншими словами, система перетворює енергію в тепло, але це зазвичай економічно недоцільно. Інший шлях впровадження ТН нижче точки pinch показано на рисунку 1б. Результат гірший з економічної точки зору. Енергія перетворюється в тепло, яке втрачається в навколишнє середовище.

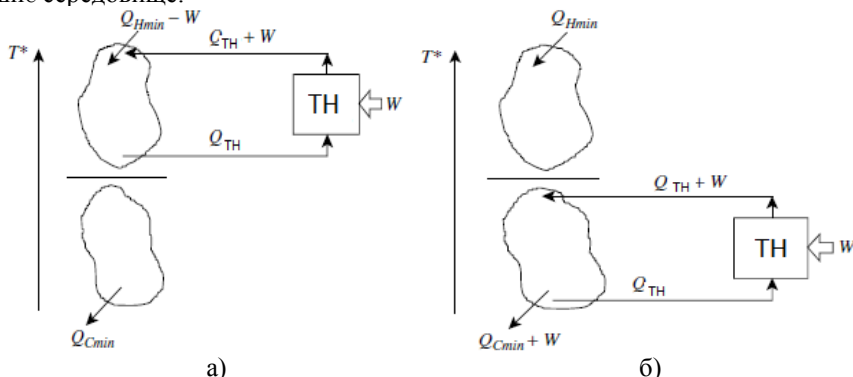


Рис.1 – а) впровадження теплових насосів вище точки pinch;
б) впровадження теплових насосів нижче точки pinch

Інтеграція ТН через точку pinch показана на рисунку 2а. Даний механізм приносить справжню економію. Він також має сенс, тому що в даному випадку тепло передається з частини процесу, яка в загальному є джерелом теплоти до частини, яка в загальному являється радіатором. Рисунок 2б показує

тепловой насос, який належним чином впроваджений в процес.

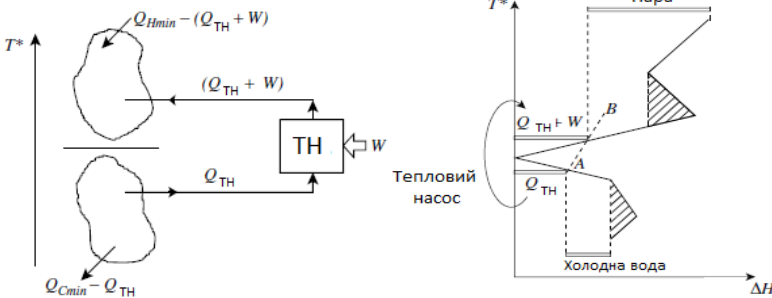


Рис. 2 – а) впровадження теплових насосів через точку pinch;
б) належне впровадження теплового насоса

Висновки. Використовуючи криву, показану на рисунку 2, навантаження і температури системи опалення та охолодження, можна легко оцінити ефективність комплексного впровадження теплових насосів. Таким чином, можна стверджувати, що найефективнішим є розміщення теплового насоса по обидві сторони точки pinch. Варто зауважити, що даний принцип вимагає ретельної інтерпретації у випадку існування декількох точок pinch.

Список літератури:

1. Богданов А.В. Тепловой насос и теплофикация. <http://www.c-o-k.com.ua>.
2. <http://saee.gov.ua/teplovni-nasosi>.

УДК 001.51: 620.91:658.26

Доценко С.И., канд. техн. наук, доц.
Харьковский национальный университет
сельского хозяйства имени Петра Василенка, Украина

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ДИАЛОГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Согласно модели системы энергоменеджмента (СЭМ), предложенной в [1] деятельность по формированию политики энергосбережения, программы энергосбережения и программы энергоменеджмента исключена из состава процессов реализуемых в организационно-функциональной части СЭМ. На организационно-функциональную часть СЭМ возлагаются задачи реализации цикла менеджмента. В тоже время, деятельность по формированию политики энергосбережения, программы энергосбережения и программы энергоменеджмента *предопределяет* метод формирования задач для организационно-функциональной части СЭМ. Согласно ISO 50001:2001 эти формы деятельности также должны быть включены в состав форм деятельности, реализуемых в СЭМ. Поскольку СЭМ может быть сформирована как автоматизированная система управления с участием лица принимающего решения (энергоменеджера) возникает вопрос, к какому классу диалоговых систем управления следует отнести рассматриваемую СЭМ? В настоящее время выделяют следующие типы систем диалогового управления (систем поддержки принятия решения): Model-driven DSS; Data-driven DSS; Communications-driven DSS; Document-driven DSS; Knowledge-driven DSS.

Нами пропонується систему енергетического менеджмента формувати як систему підтримки прийняття рішення управляемую моделью (Model-driven DSS). Показано, що архітектура моделі СЭМ може бути сформована на основі архітектури моделі розв'язуючої системи для діалогового управління виробництвом. Нами запропонована архітектура моделі функціонального представлення діяльності СЭМ, в якій в явній формі введена модель проекту майбутнього результату. В запропонованій архітектурі моделі виділено три функціональних блоку діяльності СЭМ, а саме:

- блоку формування моделі проекту майбутнього результату для визначення вимог до показателям енергетическої ефективності (T),
- блоку моніторингу показателів поточної енергетическої ефективності (X),
- блоку аналізу і корекції.

Перед СЭМ ставиться завдання *забезпечення відповідності* поточних показателів енергоефективності (X) вимогам до цих показателям (T). При цьому модель проекту майбутнього результату, реалізується в формі факторного представлення діяльності СЭМ, яка враховує всі основні виробничі і організаційні фактори в координатах:

- процесних факторів технологіческої і організаційної діяльності;
- ресурсних факторів технологіческої і організаційної діяльності;
- факторів часу.

Висновки. Існуючий метод формування СЭМ на основі стандарту ISO 50001:2011 не дозволяє сформувати її як автоматизовану систему управління. Тому виникла необхідність визначити тип системи діалогового управління для формовуваної СЭМ. Запропоновано формувати СЭМ як систему підтримки прийняття рішення управляемую моделью (Model-driven DSS).

Список використаних джерел

1. Розен, В. П. Введення системи енергетического менеджмента на промислових підприємствах України [Текст] / В. П. Розен, А. І. Соловей, Е. Н. Іншеков, А. В. Чернявський // Вісник ХНТУСГ. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – 2004. – Вип. 27, Т. 1. – С. 189–199.

УДК 620

Калінчик В.П., к.т.н., доц., **Кравцов В.С.**, магістрант
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ, ЯКІ НЕ ЗНАХОДЯТЬСЯ НА МЕЖІ БАЛАНСОВОЇ НАЛЕЖНОСТІ

При складанні балансів електричної енергії і комерційних розрахунків у разі, якщо точка обліку електричної енергії не збігається з межею балансової належності елементів електричної мережі, виникає велика кількість проблем, оскільки не існує затвердженої методології розрахунку втрат електричної енергії для даного випадку. У випадку доцільного та правильного розрахунку втрат електричної енергії в подібних умовах, постає питання можливості використання отриманих даних через те, що з точки зору норма-

тивно-правової бази, в якій відсутні алгоритми подібних розрахунків, неможливо розраховувати втрати та робити відповідні висновки.

Для трансформаторної підстанції, яка не знаходиться на межі балансової належності, то необхідно розраховувати втрати на самій підстанції (в таких елементах як трансформатори, токообмежувальні реактори та ін.) у відповідності для кожного споживача, з урахуванням тарифів кожного споживача. Втрати мають розраховуватись на ділянці електричної мережі підстанції між лічильниками на стороні високої напруги та лічильником відповідного споживача на стороні низької напруги, з використанням даних, отриманих лише з лічильника на стороні низької напруги та паспортних даних обладнання підстанції. Також потрібно враховувати, що існує велика кількість втрат електричної енергії, якими необхідно буде знехтувати, через їх мале значення.

Також необхідно зазначити існуючу проблему з питання окремих розрахунків втрат для активної та реактивної енергії: розробка алгоритму розрахунку втрат реактивної енергії для даних умов являє собою набагато складнішу задачу ніж для активної енергії. Це пов'язано з тим, що реактивна енергія передається у двох потоках, що значно ускладнює процес визначення кількості втраченої енергії на одному напрямку. Тобто, необхідно розробити окремі алгоритми для розрахунку втрат для активної та реактивної енергії, та приділити велику увагу точності та технічній правильності даних алгоритмів.

Висновки: була запропонована концепція розрахунку втрат електричної енергії на трансформаторних підстанціях, які не знаходяться на межі балансової належності. Також були зазначені проблеми нормативно-правової бази, специфіка розрахунку втрат електричної енергії для даного конкретного випадку та проблеми розробки алгоритмів з даного питання .

Список використаних джерел:

1. Смирнов А.Д. Справочная книжка энергетика. – 1978.
2. Справочник по проектированию электроэнергетических систем, под ред. Рокотяна С.С., Шапиро И.М. – 1997.

УДК 621.3

Каплун В.В., докт. техн. наук, проф.
Київський національний університет
технологій та дизайну, Україна

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНІЙ СФЕРІ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ПОЛІТИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Питання зростання вартості енергетичних ресурсів та їх неощадливо-го використання з кожним роком набувають все більшої ваги. Світова спільнота вживає активних дій щодо зменшення негативного впливу людини на довкілля, підвищення ефективності використання існуючих ресурсів та пошуку нових, ефективніших джерел енергії.

Україна має дуже високу енергоемність ВВП. Житлово-комунальна галузь (ЖКГ) України має найвищий потенціал підвищення енергоефективності, оскільки на її частку припадає понад 40% кінцевого споживання енергії, при цьому створюється емісія близько 35% всіх парникових газів, що є загрозливим впливом на оточуюче середовище [1,2]. У системах комунальної енергетики існують величезні втрати, які становлять 22% при виробниц-

тві, 25% при транспортуванні та 30% при споживанні тепла [1]. Високе споживання енергії у будівлях складає в Україні у середньому близько 300 кВт×год/м² на рік приведеної опалюваної площі. Зменшення споживання енергії пов'язане з використанням інноваційних техніко-технологічних рішень у будівництві та системах енергозабезпечення.

Стратегічні цілі сталого розвитку України у контексті положень Конвенції Ріо повинні включати концептуальні засади використання природно-ресурсного потенціалу за умов гарантування техногенної та екологічної безпеки. Енергоефективність та енергоощадність як головні чинники розробки національної еколого-економічної політики мають стати важливою складовою національної парадигми сталого розвитку України [3,4,5]. Ідея сталого розвитку відображає й одночасно спонукає до трансформації взаємозв'язку між економічною діяльністю людей і природою як замкненою екосистемою. Аналіз проєктів показує, що інвестиції у енергоефективність приблизно у три рази ефективніші ніж вкладання коштів у нарощування виробництва енергоресурсів. Однак, реформування у ЖКГ пов'язане з, так званими, непопулярними кроками, зокрема, зміною тарифоутворення та створенням більш ефективних енергоринків.

Висновок. Для реалізації потенціалу енергоефективності в Україні необхідна цілеспрямована державна політика, яка має поєднувати тактичні і стратегічні цілі. Реальний стан ЖКГ та впровадження механізмів енергоефективності вимагає: приведення у відповідність законодавства у сфері енергоефективності України до чинного в ЄС; розробка стандартів енергоефективності; перегляд і уточнення положень існуючих державних програм і стратегій у частині енергоефективності з урахуванням міжнародного досвіду; сприяння комерційному виробництву енергії з відновлюваних та альтернативних джерел енергії, співпраці з міжнародними фінансовими донорами в галузі енергоефективності; запровадження ефективної системи економічних санкцій за неефективне використання енергоресурсів.

Список використаних джерел

1. Стратегія енергозбереження в Україні : аналітично-довідкові матеріали / за ред. В. А. Жовтянського, М. М. Кулика, Б. С. Стогнія. — К. : Академперіодика, 2006. — Т. 1. — 510 с.
2. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: Довідник / "НДПроектреконструкція", Deutsche Energie-Agentur GmbH(dena), Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), 2006. – 144ст.
3. План заходів щодо виконання зобов'язань в рамках Договору про заснування Енергетичного Співтовариства (затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 3 серпня 2011 р. № 733-р):
4. Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища України на 2011-2015 роки (затверджений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 року №577-р).
5. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року - Закон України від 21 грудня 2010 року №2818-VI.

УДК 629

Ковальчук А. М., к.т.н., доц., **Сусюк Д. В.**, магістант
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ВИПРОБУВАННЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕНЕРАТОРА ВОДНЕВО-КИСНЕВОГО ГАЗУ

Сьогодні у світі продовжують розвиватись явища, що порушують цивілізований плин життя: висчерпуються традиційні джерела енергії, зростає

вартість їх видобування, інтенсивно забруднюється довкілля, руйнується біосфера, утворюється надмірна кількість органічних відходів промислового, сільськогосподарського та побутового походження. Для забезпечення економіки України ПЕР важливого значення набуває виробництво та споживання альтернативних видів рідкого та газового палива на основі залучення нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини. До нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини належить сировина рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, нафтові, газові, газоконденсатні родовища, природні бігуми тощо, виробництво і переробка яких потребує застосування принципово нових технологій, однією з яких є газифікація твердого палива.

Як відомо найкращим паливом для транспортування і спалювання являється газоподібне паливо. Для роботи двигунів внутрішнього згорання в основному використовується рідке моторне паливо. Тому задача заключається у відновленні виробництва зазначених палив із вітчизняної сировинної бази та відновлюваних джерел енергії. В Україні до кінця 1950-х років широко використовували технології газифікації вугілля, торфу, деревини в промисловості, транспорті, сільському господарстві, а у Лисичанську навіть діяла станція підземної газифікації вугілля. Проте, після початку масового видобування природного газу всі установки були зупинені, як неконкурентноздатні у порівнянні з дешевим природним газом. Але часи змінилися, власного видобутку газу України недостатньо, тому альтернативою природному газу може бути генераторний (синтетичний) газ, вироблений із власної сировини. Тому за прикладом провідних країн світу Україна має налагодити технології газифікації твердого палива і виробництва рідкого моторного палива, але уже на сучасному технологічному рівні.

Висновки: було визначено характеристики енергоефективності генератора воднево-кисневого газу, а також проведено порівняльний аналіз енергоефективності твердопаливних енергетичних установок в однозначних умовах з застосуванням ГВК та без нього.

Список використаних джерел:

1. Альтшулер В.С. Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива.// Химическая технология. – 1985.
2. Федосеев С.Д., Чернышов А.Б. Полукоксование и газификация твердого топлива. – М.: Госстептехиздат, 1960.

УДК 621.1.016.4 (075.8)

Константинов С.М., канд. техн. наук, проф.
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ОТРИМАННЯ РОБОТИ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ, ЯК ШЛЯХ ДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Механізмом отримання роботи називається сукупність перетворень складових енергії робочого тіла під час виконання ним роботи. Термін «Механізм отримання роботи» введений в термодинаміку автором цієї роботи. Для виявлення механізму отримання роботи необхідно побудувати діаграму структури енергії робочого тіла, на який би були нанесені всі складові цієї енергії (рис.1).[1, 2, 3, 4].

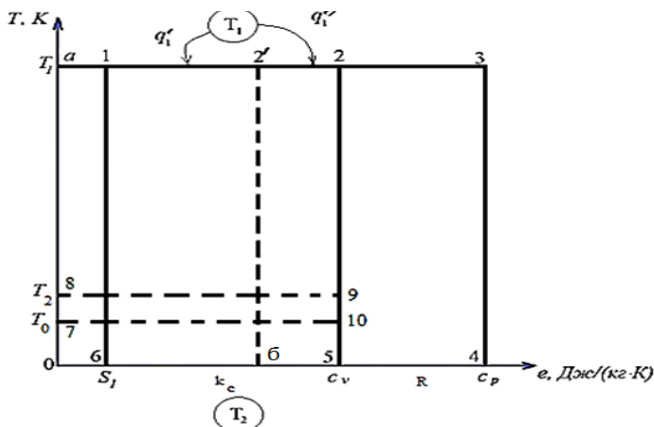


Рис. 1. Механізм отримання роботи в діаграмі Константінова

Точка 1 на діаграмі характеризує початковий стан робочого тіла (ідеальний газ). Від гарячого джерела T_1 до робочого тіла підводиться теплота q'_1 , проходить ізотермічний процес 1-2'. Внутрішня енергія і ентальпія залишаються постійними, площі 0-a-2-5 і 0-a-3-4. Під час проходження ізотермічного процесу 1-2', робоче тіло виконує роботу l' , яка дорівнює $\int_1^2 p dv$, хоча для ізотермічного процесу $pv = \text{const}$ і $d(pv) = 0$.

Що ж змінюється? У чому ж полягає механізм отримання роботи?

З діаграми (рис. 1) видно, що змінюється структура внутрішньої енергії робочого тіла: зменшується вільна енергія з еквіваленту площі 1-2-5-6 до площі 2'-2-5-6, тобто на величину площі 1-2'-6-6. На цю величину зростає зв'язана енергія до площі 0-a-2'-6. Відповідно зростає ентропія на величину еквівалентну відрізьку 6-б за рахунок зменшення на цю величину коефіцієнта повноти протікання термодинамічного процесу k_c (відрізок 6-б)

Звідси випливає, що спорідненими величинами є: вільна енергія f – зв'язана енергія Ts ; ентропія s – коефіцієнт k_c .

Спорідненими називаються величини, зміна яких проходить у різних напрямках: збільшується одна – зменшується друга і навпаки.

Кількість підведеної теплоти відповідає кількості зменшення вільної енергії:

$$q' = -\Delta f = \Delta Ts.$$

Розглянемо як змінюється потенційна енергія тиску робочого тіла

$$d(pV) = p dV + V dp = 0,$$

тоді

$$p dV = -V dp.$$

Тобто

$$l = l_n,$$

де l – робота зміни об'єму, l_n – наявна робота.

Таким чином, на цьому етапі енергія робочого тіла u і h залишаються кількісно незмінними, а робота виконується за рахунок зміни якості енергії робочого тіла. Тому помилково склалась впевненість, що теплота виконує роботу.

З рис. 1 видно, що теплота не діє безпосередньо на ентропію.

Вираз Клаузіуса (1822-1888), введений ним у 1865 році:

$$dS = \frac{\delta Q}{T},$$

де S - ентропія, Q - теплота, записаний Клаузіусом інтуїтивно, є тільки кількісним виразом. Тому 150 років не можуть сформулювати фізичний зміст ентропії.[5,6,7,8].

Під якістю енергії розуміють роботу, яка може бути виконана робочим тілом під час підведення до нього теплоти.

Розглянемо стан робочого тіла в точці 2'. У цьому стані робоче тіло має внутрішню енергію, еквівалентну площі 0-а-2-5, u'_2 , яка складається з двох частин: вільної енергії – площа 2'-2-5-б (f'_2) і зв'язаної енергії – площа 0-а-2'-б (Ts'_2).

$$u'_2 = f'_2 + Ts'_2.$$

Ентальпія робочого тіла складається з трьох частин: f'_2, Ts'_2 і потенційної енергії тиску – площа 2-3-4-5, яка кількісно залишилась незмінною, порівняно з станом 1, а якісно змінилась, так як частина наявної роботи – vdp перейшла в зовнішню роботу pdv .

Розглянемо стан робочого тіла в точці 2 (Рис. 1).

Діаграма Константінова дозволяє визначити всі структурні складові енергії робочого тіла в будь-якому стані, а також напрям і характер термодинамічного процесу, який може виконувати робоче тіло з даного стану.

Зокрема, у випадку стану 2', рис.1., діє принцип мінімуму термодинамічного потенціалу, для даного випадку, вільної енергії, згідно з яким термодинамічний процес під час постійної температури і підведення теплоти має проходити в бік зменшення вільної енергії. Завершується цей процес під час досягнення мінімального значення вільної енергії

$$f_{min} = 0.$$

Таким чином, з стану 2' робоче тіло, під час підведення теплоти q_1 ', продовжує виконувати ізотермічний процес 2'-2. У стані 2 вся вільна енергія перейшла в зв'язану, $f_2 = 0$, і ізотермічний процес завершується.

У ізотермічному процесі 1-2 внутрішня енергія робочого тіла кількісно залишалась постійною, $\Delta U = 0$. Робота у цьому процесі виконувалась за рахунок зміни якості внутрішньої енергії. Це перший етап механізму виконання роботи робочим тілом. У стані 2 завершується підведення теплоти до робочого тіла. Із стану 2 робоче тіло може продовжувати процес виконання роботи. Але в якому напрямку? Принцип залишається той же – у бік зменшення значення відповідного термодинамічного потенціалу. Так як вільна енергія $f_2 = 0$, то наступним потенціалом розглядається внутрішня енергія « u », мінімальним значенням якого є $u_{min} = u_0$, де u_0 – внутрішня енергія робочого тіла під час температури навколишнього середовища. Це положення збігається з другим законом термодинаміки, який говорить, що у мимовільному процесі робоче тіло не може бути охолоджено нижче температури самого холодного тіла у навколишньому просторі.

Таким чином, приходимо до висновку, що робоче тіло з стану 2 виконує процес без теплообміну з навколишнім середовищем, тобто адиабатний процес. Цей факт ще раз підтверджує положення, що не теплота виконує роботу, а робоче тіло, тобто речовина згідно парадигми.

Висновки. Робота в енергетичних установках виконується за рахунок енергії робочого тіла у два етапи: у першому етапі за рахунок зміни якості енергії робочого тіла, у другому етапі – за рахунок зміни кількості цієї енергії.

Рушійною силою в термодинамічних процесах під час виконання роботи є термодинамічні потенціали.

Моніторинг та керування ефективністю процесів виконання роботи в енергетичних установках дає можливість підвищити рівень ефективності використання палива та енергії.

Список літератури.

1. Константинов С.М. Система координат Константинова для побудови термодинамічних діаграм процесів перетворення енергії. \ С.М. Константинов. Свідчення про рестрацію авторського права на твір №58775, 20.02. 2015р. Держслужба інтелектуальної власності України.
2. Константинов С.М. Технічна термодинаміка: Підручник. / С.М. Константинов, – К. : «Політехніка» при НТУУ «КПІ», 2001.– 368с.
3. Гейзенберг В. Развитие понятий в физике XX столетия \В.Гейзенберг. – М.: Вопросы философии, 1973, №1, с.79-88.
4. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. \ В. Гейзенберг. Перев. с немец. А.В. Ахутин. М.: Наука, 1989-400с.
5. Кошманов В.В. Карно, Клапейрон, Клаузиус.\В.В. Кошманов. – М.: Просвещение.1985.- 95 с.
6. Больцман Л. Избранные труды. \ Л.Больцман. – М.:Наука, 1984.- 590 с.
7. Больцман Л. Статьи и речи. \ Л. Больцман. – М.: Наука, 1970.- 406 с.
8. Осипов А.И. Энтропия и её роль в науке. \ А.И. Осипов, А.В. Уваров. Сетевой образовательный журнал. – 2004 - Т.8. - №1 –с. 70-79.

УДК 620.92+621.31:519.2

Костюк В.О., канд. техн. наук,
Інститут загальної енергетики НАН України, Україна
Аксьонова О.С.,
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

СПІВСТАВНІ РОЗРАХУНКИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ФОТО-ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ ДЕТЕРМІНОВАНО-СТОХАСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Метою цієї роботи продемонструвати можливості вживаних ймовірнісних методів [1], придатних для обчислення уточнених оцінок обсягів, собівартості електрогенерування й цін на вироблену електроенергію за умов застосування шкали «зелених тарифів», встановлених в Україні для сонячних фотоелектричних устав та електричних станцій середньої потужності зокрема.

Імітаційне моделювання техніко-економічних показників СФЕС методами Монте-Карло (MCSim) і точкового оцінювання (PEsM). Вірогідні інтервали числових значень деяких мінливих параметрів детерміновано-стохастичних моделей (ДСМ) СФЕС, обрані для отримання співставних результатів моделювання ймовірнісними методами, подано у табл. 1.

Розв'язки моделі за методом точкового оцінювання *PEsM* отримано для експериментальних наборів даних, для чого вхідні параметри у серіях співставних розрахунків були розподілені: а) рівномірно і б) за нормальним законом $N = [\mu_{x_\zeta}, \sigma_{x_\zeta}]$, $\zeta = \overline{1, n}$. Несиметричні властивості розподілів статистичних і прогнозних значень чотирьох «керованих» мінливих параметрів з «трикутною» *PDF*-формою розподілу, включно номінальної ставки дисконтування, визначено за схемою описаною в [2].

Таблиця 1

Для СФЕУ, змонтованих на даху та СФЕС відкритого типу	Одиниця виміру	Значення, діапазон	
		Мін.	Макс.
Встановлена пікова потужність СФЕУ та/або СФЕС	МВт _{пик}	1,1	2,0
Питомі капіталовкладення	kEUR/ МВт _{пик}	1,30	1,60
Термін експлуатації (тривалість «життєвого циклу»)	рік	15	20
Деградація СФЕМ (щорічне зменшення виробництва СФЕУ)	%	0,1	0,21
Коефіцієнт корисної дії сонячних модулів (ККД СФЕМ)	%	13	19
Питомі умовно-постійні експлуатаційні витрати	EUR/кВт	8,0	16,0
Дисконт номінальний	%	10,0	18,0
Інфляція (цінова ескалація)	%	7,0	10,0

Результати розрахункових експериментів демонструють можливості застосованих у дослідженні ймовірнісних методів щодо точності розрахункових даних, отриманих за допомогою досліджуваних економіко-математичних ДСМ для дисперсного й кореляційного аналізу. Схемою досліджень передбачено виконання серії експериментальних розрахунків за моделлю СФЕС із варіацією 23-х параметрів ($n = 23$), випадкові значення яких змінюються незалежно. Співставні результати обчислень за методом Монте-Карло *MCSim* наведено для випадку 10 тис. ітерацій стохастичного процесу. Проміжний розрахунок за детермінованою моделлю СФЕС виконано для набору даних з «центральною» значеннями мінливих параметрів моделі СФЕС у межах обраних інтервалів варіації мінливих параметрів ДСМ: ці є основою для співставлення розрахункових оцінок стохастичних змінних відносно обраної «центральної» точки у першому наближенні. Результати імітаційного моделювання подано у графічній і табличній формах.

Список літератури:

1. Крамер Г. Математические методы статистики. – М.: Мир, 1975. – 648с.
2. Костюк В.О. Детерміновано-стохастичні моделі з керованим розподілом випадкових значень параметрів енергоустановок на основі ВДЕ / Костюк В.О., Ханицька О.О., Лукінов М.О. // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Сталій енергетичний розвиток: сучасні тенденції технології та рішення – 2014». К.: НТУУ КПІ, 2014. – с.35.

УДК 620.92+621.31

Шульженко С.В., канд. техн. наук,
Радченко О.Л., канд.техн. наук, **Костюк В.О.**, канд. техн. наук
 Інститут загальної енергетики НАН України, Україна

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ СПОЖИВАЧІВ НА ВИМОГИ ДО НАКОПИЧУВАЧІВ ЕНЕРГІЇ В МІКРОМЕРЕЖАХ

Стала тенденція до збільшення вартості викопних паливно-енергетичних ресурсів, необхідність модернізації енергосистеми України –

зокрема розподільних електричних мереж середньої та низької напруги та енергетичних блоків з використанням нових генерувальних технологій – обумовлюють перспективу підвищення тарифів на електроенергію. В таких умовах одним з шляхів енергозабезпечення за прийнятної ціною, насамперед для населення, є застосування відновлюваних джерел електроенергії (ВДЕ), які живлять обмежену кількість споживачів [1]. В першу чергу, це стосується таких технологічних приймачів електроенергії, роботу яких не можна обмежувати по потужності або припиняти, наприклад, медичного устаткування, холодильників тощо.

Через недостатню передбачуваність потужності електрогенерувальних об'єктів на основі ВДЕ в залежності від часу, постають задачі застосування накопичувачів енергії (НЕ), які виключають або послаблюють коливання напруги в мікромережі. Для визначення параметрів НЕ необхідно знати режими енергоспоживання, які характеризують графіки навантаження (ГН), зумовлені специфікою технологічних навантажень.

Для отримання ГН необхідні довгострокові вимірювання. Тому ГН були модельовані з метою оцінки застосування різних типів НЕ в мікромережах, зокрема електромеханічного та електрохімічного типів. Визначено сумарні ГН для різної кількості споживачів з одиночною потужністю 300 Вт за умови врахування 7-кратних пускових струмів. Для модельованих ГН визначено параметри лінійної регресії між кількістю навантажень та максимальним значенням сумарного навантаження, максимальною різницею між попереднім та наступним значеннями сумарного навантаження. Параметри акумуляторної батареї (АБ) та електромеханічного накопичувача (маховика – М [2,3]) визначено для пікових значень сумарного навантаження. На підставі співставлення показників АБ та М зроблено висновки щодо перспективності застосування М у складі пристроїв НЕ.

Список літератури:

1. Перспективы и пути развития распределенной генерации в Украине/ А.В. Праховник, В.А. Попов, Е.С. Ярмолюк, М.Т. Кокорина // Энергетика: экономика, технология, экология. – 2012. – №2. – С. 7-14.
2. IEA Energy Storage Technology Roadmap [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.iea.org/media/freepublications/technologyroadmaps/AnnexA_TechnologyAnnexforweb.pdf.
3. Flywheels For Short Duration/High Power Energy Storage Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energystoragenews.com/Flywheels%20For%20Short%20Duration%20High%20Power%20Energy%20Storage%20Applications.htm>.

УДК 620.92+621.31

Костюк В.О., канд. техн. наук,
Інститут загальної енергетики НАН України, Україна
Ханицька О.О.,
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

МОДЕЛЬ ДОБОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБ'ЄКТА, ОСНАЩЕНОГО ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ УСТАВОЮ З МАКСИМАЛЬНОЮ УТИЛІЗАЦІЄЮ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ

Проблему максимальної утилізації енергії, виробленої фотоелектричною уставою (СФЕУ) в автономних системах енергопостачання, традиційно вирішують за допомогою накопичувачів електроенергії [1]. Дані щодо рівнів сонячної радіації є підставою для визначення погодинних рівнів електроге-

нерації СФЕУ. Знаючи обсяги енергії, виробленої з використанням технологій на основі відновлюваних джерел E_{RES} , задачу можна звести до аналізу рівняння (1), позначивши у ньому розрахункове значення небалансу величиною Δ_b – воно залежить від проектних та експлуатаційних параметрів проектної СФЕУ та зумовлене прогнозним попитом споживання, що характеризується певною невизначеністю:

$$\sum_{t=t_1}^{t_2} [E_{RES}(t) - (E_{load}^{DC}(t) + E_{load}^{AC}(t) / \eta_{inv})] - \Delta_b = 0 \quad (1)$$

В роботі досліджено особливості параметричної моделі, яка дозволяє визначити значення погодинної сумарної сонячної інсоляції I_t на підставі даних про рівень денного глобального випромінювання G_t . Ефективність моделі проаналізовано графічно [2], для чого на рис. 1 побудовано криві залежностей коефіцієнта $r_t = I_t / G_t$ від кута заходу Сонця ω_s та/або тривалості світлового дня [2]:

$$r_t = \frac{\pi}{24} \left(\frac{\cos \omega_1 - \cos \omega_s}{\sin \omega_s - \pi \frac{\omega_s}{180} \cos \omega_s} \right) \cdot (a_2 + b_2 \cdot \cos \omega_1) \quad (2)$$

Параметричну модель (2) легко пристосувати до визначення погодинних обсягів виробництва електроенергії сонячною батареєю (рис. 2), скориставшись інструментами розрахунку денних обсягів електрогенерації для СФЕУ потужністю 1,0 МВт_{пик} [3].

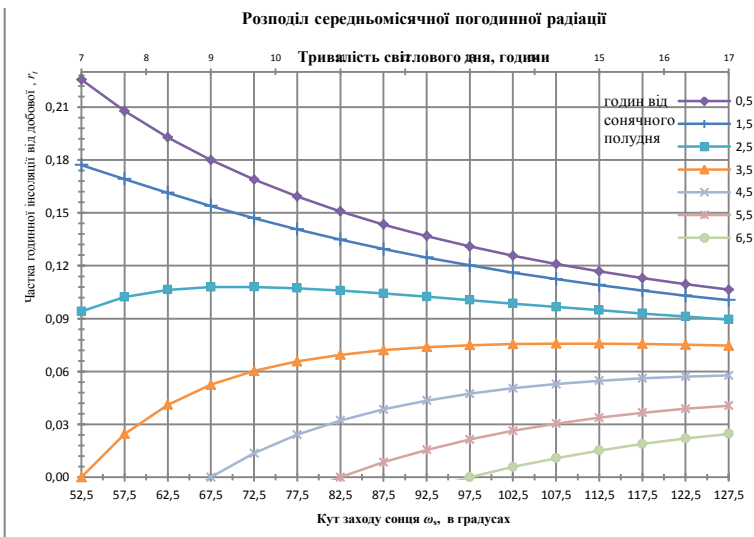


Рис. 1

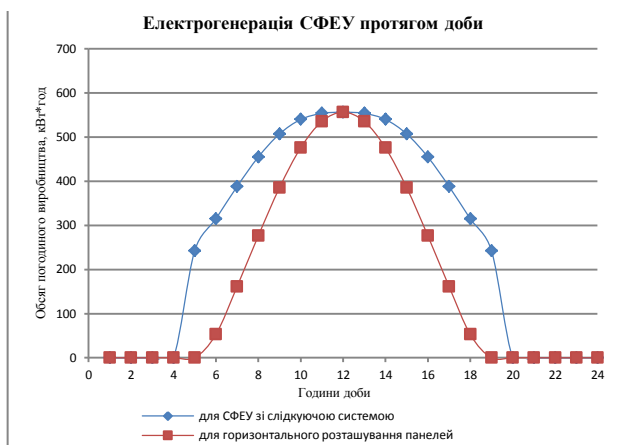


Рис. 2

Виконано розрахунки обсягу генерації СФЕУ для випадку її оснащення автоматичною системою відстеження положення Сонця, що дозволяє утилізувати додатково до 50% енергії.

Список літератури:

1. Костюк В.О., Ханицька О.О. Поєднання вимог щодо керування й надійності в задачах вибору раціональної конфігурації гібридної електропостачальної системи з використанням ВДЕ // Збірник тез доповідей XII Міжнародної конференції «Контроль і управління в складних системах (КУСС-2014)» – Вінниця, ВНТУ. – 2014. – С.145.
2. Iqbal M. An introduction to solar radiation. Toronto: Academic press, 1983.
3. Onyx Solar. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.onyx solar.com/photovoltaic-estimation-tool.html>

УДК 620.93+621.352

Шульженко С.В., канд. техн. наук, **Костюк В.О.**, канд. техн. наук
 Інститут загальної енергетики НАН України, Україна
Близнюк Є.В.,
 Національний технічний університет України «КПІ», Україна

**ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ
 ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ
 ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА**

Згідно з матеріалами останніх аналітичних досліджень ринку застосовують паливних елементів (ПЕ), галузь промислового виробництва цих нетрадиційних джерел енергопостачання знаходиться у початковій стадії формування. Розробники фокусують зусилля на вдосконалення технологій *PEM* (ПЕ з твердopolімерним електролітом) та *MCFC* (карбонатно-розплавний ПЕ) [1]. Попри певний спад обсягів ринку в 2014 р., лідерами щодо успішного впровадження ПЕ у якості стаціонарних мікро-когенераційних блоків (*micro-CHP*) є Японія та Корея; традиційно перспективними є застосування у безпековій та оборонній сферах [2].

В роботі [3] здійснено розрахунки вартісних показників *MCFC*-устави на основі моделі життєвого циклу. Метою цього дослідження є уточнення розрахункових оцінок відповідно до поточних умов господарювання в Україні, що характеризуються погіршенням економічного становища на тлі певної стабілізації ринку природного газу (ПГ). З цією метою для обчислень показників *CHP*-устави потужністю 1,4 МВт за схемою нормованої собівартості (*LCOE*) прийнято прогнозні значення: ціни ПГ, що постачається операторами розподільних газових мереж на рівні 0,25 долл.США/м³, середнього показника інфляції (температура ескалації цін) 5%, дисконту 16%; тарифів на централізоване опалення, встановлених для м. Києва енергокомпанією ПАТ «КІІВЕНЕРГО» та цінового діапазону роздрібних та пільгових «зелених» тарифів в Україні. Ефективність електричну і теплову *CHP*-устави прийнято на рівні 47% і 27%; КВВП = 0,9 (середнє значення). Результати розрахунків подано на рисунках.

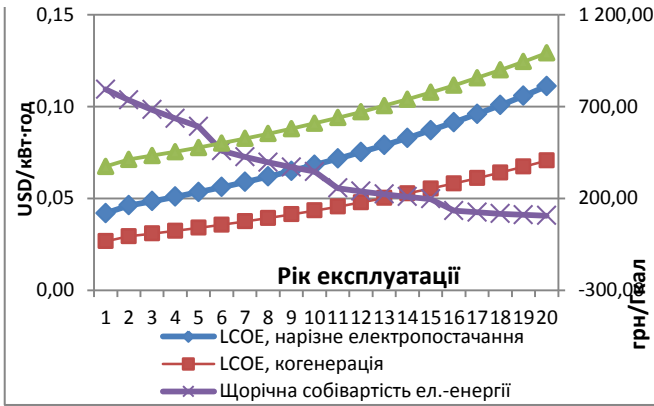


Рис. 1

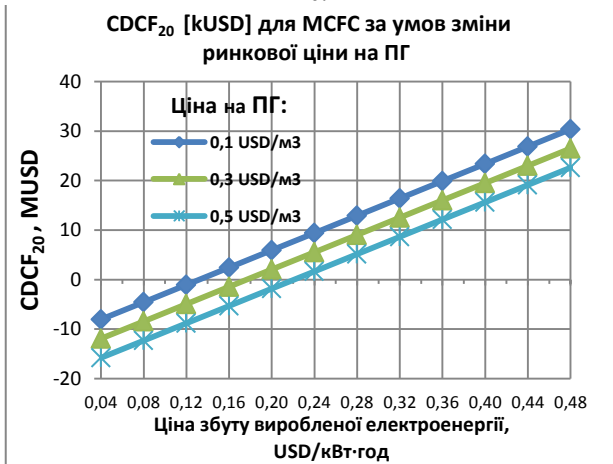


Рис. 2

На рисунках 1 і 2 позначено: $LCOE$ і $LCOH$ – нормована собівартість електричної і теплової енергії, в долл. США/кВт·год та у грн/Гкал, відповідно; $CDCF_{20}$ – кумулятивний дисконтований грошовий потік, мільйонів долл. США (MUSD). Шляхом аналізу параметричної чутливості грошових потоків, утворених від збуту енергії за актуальними ринковими цінами, визначено умови незбиткового функціонування *CHP*-устави на ПЕ.

Список літератури:

1. The Fuel Cell Industry Review 2014. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.FuelCellIndustryReview.com.
2. Gross T. et al. Beyond demonstration: The role of Fuel Cells in DoD's Energy Strategy. The report sponsored by DLA R&D, US. – LMI, 2011. – 54 p.
3. Шульженко С.В., Денисов В.А. Конкуреноспроможність паливних елементів відносно традиційних технологій виробництва електричної та теплової енергії// Проблеми загальної енергетики. – 2014. – №3(38). – С.29-35.

УДК 621.31

Волошко А.В., докт. техн. наук, доц.
Котяй Ф.В., магістрант
Національний технічний університет України «КПІ, Україна

НЕОБХІДНІСТЬ ДИФЕРЕНЦІАЦІ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ ВІД СПОЖИВАННЯ НЕЯКІСНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ

Відшкодування 25% вартості від спожитої неякісної електроенергії кожному, хто доведе факт використання електроенергії низької якості, не відповілає дійсності, так як втрати споживача – напямв залежать від багатьох факторів, таких як: специфіка підприємства, технологічний цикл, види електроприймального обладнання, масштаби виробництва та ін.

Починаючи з 2000 р. для вирішення окремих елементів діяльності людини в економіці України почала діяти класифікація видів економічної діяльності (КВЕД). Згідно з нею усі види діяльності поділяються на певні групи, частина яких розмежовує окремі складові промислових видів діяльності, частина – агропромислових, частина – соціальних. Так, відповідно до КВЕД в Україні функціонують такі види економічної діяльності у промисловості [1]: добувна; обробна; виробництво і розподілення електроенергії, газу та води.

Для кожної з галузей має існувати окремий вілсоток компенсації втрат, який необхідно вирахуввати відносно вишезазначених факторів.

Всі галузі вілрізняються між собою тим, що на підприємства кожної з них використання неякісної електроенергії впливає по різномв, це означає, що відхилення від норм різних показників якості електроенергії призводить до різних втрат. Але, в ході досліджень, було виявлено, що деякі види підприємств зазнають збитків від проблем з якістю електроенергії оlnаково (або полібно). Наприклад: вугільна і пвкрова промисловості повністю збігаються по показникам найбільш впливових типів спотворень і частково збігаються з харчовою промисловістю. Це означає, що виникає необхідність диференціювати галузі промисловості по вилам втрат від використання неякісної електроенергії і визначити в пропентномв співвідношенні пей вплив.

Висновок. Сучасна законодавча база не в повній мірі охоплює проблематику енергозбереження і енергоефективності. Всі споживачі, які ловодять, що користуються неякісною електроенергією отримують знижку у

позміні 25%. Ланий вілсоток не вілповілає лійсності в повній міні. так як реальный вілсоток має встановлюватися на основі низки факторів (технологічний цикл підприємства його потужності, кількісні та якісні характеристики встановленого на ньому обладнання, а вілповідно і різні типи спотворень, які в різних аспектах впливають на роботу цього обладнання). Зміна в законодавстві, яка буде враховувати диференціювання галузей промисловості по видам втрат від використання неякісної електроенергії та встановлення величини цих втрат – призведе до підвищення демократичності системи пільг та зекономить великі кошти для компаній які втрачають більше отримуваної знижки, або електропостачальним організаціям, які зобов'язані виплачувати збитки не відповідно до «реальних» розрахованих величин, а відповідності до встановленого законодавством штампю.

Список використаних джерел

1. Ішук С.І., Глалкий О.В. Географія промислових комплексів [Електронний ресурс]// Методичні засади галузевого і регіонального аналізу промислових комплексів – Режим доступу: http://nidruchniki.com/1590101438453/ms/metodichni_zasadi_galuzevogo_regionalnogo_analizu_pro_mislovih_kompleksiv_analizu_promislovih_kompleksiv

УДК 658.26

Прокопенко В.В., к.т.н., доц., **Коцарь О.В.**, к.т.н., доц.,
Пятава А.В., к.соц.н., **Расько Ю.А.**, аспірант,
Павлова Ю.С., аспірант

Национальный технический университет Украины «КПИ», Украина

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРМАНЕНТНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АУДИТА

Проведение традиционного энергетического аудита состоит в выполнении пяти последовательных этапов:

- 1) определение объема потребления энергии и ее стоимости;
- 2) исследование топливно-энергетических потоков на объекте;
- 3) анализ эффективности использования энергии и энергоносителей;
- 4) разработка рекомендаций по эффективному использованию энерго-ресурсов;
- 5) экономическое обоснование предлагаемых рекомендаций.

Методы проведения энергоаудита и его эффективность в этом случае во многом зависят от квалификации, мастерства и опыта энергоаудитора.

"Подход ведущего продукта" – это простой технический прием для начинающих энергоаудиторов. Подготовив несколько первых отчетов по результатам анализа энергоиспользования, начинающий энергоаудитор осознает актуальность и важность рекомендаций по энергосбережению, таких, например, как использование светильников с низким потреблением энергии, усиленный тепловой контроль и изоляция и т.п. После этого энергоаудитор может обследовать аналогичные объекты и определить возможности применения ранее использованных технологий энергосбережения. Этот технический прием активно используют для поиска рынков сбыта компании, которые продают энергосберегающее оборудование. Кроме того, этот прием могут использовать "внутренние" энергоменеджеры энергопотребляющих компаний, ряд объектов которых имеют аналогичные энергетические характеристики. Например, энергоменеджер компании, имеющей несколько цехов, мог бы определить перечень энергосберегающих мероприятий, которые целесообразно внедрять во всех цехах параллельно.

"Подход ведущей проверки" – это метод, рекомендованный для профессиональных энергоаудиторов. Метод основан на определении количества использованной энергии и сравнении этой величины с промышленными нормативами или теоретически обоснованным объемом энергопотребления. Метод позволяет выявить потенциальную экономию энергии. В первую очередь определяют количество энергии, которая потребляется основными группами потребителей, и сравнивают ее с общим потреблением энергии на предприятии. Выполнив такое сравнение, аудитор намечает пути экономии энергии, которые состоят, во-первых, в модернизации оборудования, во-вторых, в новом режиме обслуживания и эксплуатации и, в-третьих, в реструктуризации потребления энергии на объекте.

"Смешанный подход" – это частичное объединение описанных выше методов, рекомендуемое, вместо поиска широкого круга возможностей сбережения энергии, сосредоточиться на ограниченном количестве путей энергосбережения. По этой причине данный метод удобен для применения, например, на объектах когенерации. Качество энергоаудита, в этом случае, связано с человеческим фактором, прежде всего с квалификацией энергоаудитора. Поэтому аудитор должен обладать достаточными знаниями и умениями как в части технических, так и экономических аспектов энергосбережения. Кроме того, необходимость обработки больших объемов данных предполагает использование специализированного программного обеспечения и аппаратуры, к которым аудитор должен иметь доступ и уметь работать с ними. Аудитор также должен знать принцип действия и рабочие характеристики основного оборудования объекта энергоаудита.

На кафедре электроснабжения Института энергосбережения и энергоменеджмента Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» на протяжении многих лет проводятся активные исследования с целью внедрения передовых методологий проведения энергетического аудита, а также оценки технико-экономических последствий их применения для различных регионов страны, промышленных предприятий, муниципальных и территориальных образований и др. Исследуются принципы реализации энергосберегающих мероприятий на основе традиционных и возобновляемых источников энергии с дальнейшим анализом и улучшением [5].

Результаты этих исследований положены в основу построения учебного модуля «Энергетический аудит», который вошел в список модулей европейского проекта CENEAST программы TEMPUS № 530603-TEMPUS-I-2012-1-LT-TEMPUS-JPCR. Проектом CENEAST предусмотрена разработка учебных модулей, учебных пособий и методических материалов с целью способствования скорейшему внедрению дисциплин по различной тематике в учебные процессы университетов – участников проекта и стран ЕС. Разработка вышеуказанных направлений, прежде всего в сфере высшего образования, является неотъемлемым условием вывода энергетики Украины на путь устойчивого развития.

В учебном модуле «Энергетический аудит» изучают методы и средства проведения энергетических обследований у субъектов хозяйственной деятельности с целью выявления и оценки резервов и формирования информационного обеспечения для разработки и внедрения системы энергетического менеджмента с целью повышения эффективности использования энергетических ресурсов и сокращения вредных выбросов. Большое внимание в разработанном учебном модуле уделено совершенствованию методологии энергетического аудита на базе прогрессивных измерительных и информа-

ционных технологий с целью реализации перманентного энергетического аудита.

Информационную базу энергетического аудита формируют данные учета энергоносителей на объекте аудита за отчетный период. На основе данных учета энергопотребления, результатов совместных измерений ряда влияющих физических величин на репрезентативном интервале и параметров объекта энергоаудита расчетным путем определяют показатели энергетической эффективности этого объекта с последующим проведением их сравнительного анализа относительно установленных норм и наилучших показателей аналогичных объектов [1]. При этом, результаты кратковременных измерений на репрезентативном интервале распространяют на весь отчетный период, зачастую достаточно продолжительный, что справедливо лишь с некоторой доверительной вероятностью.

В [2] уже отмечалось, что такой подход в современных условиях является малоэффективным и характеризуется достаточно высокой неопределенностью результатов, что в свою очередь приводит к снижению эффективности планируемых и внедряемых на основании этих результатов энергосберегающих мероприятий. Там же был предложен полнофункциональный инструментарий для реализации перманентного энергетического аудита на базе автоматизированных систем контроля, учета и управления энергоиспользованием (АСКУЭ) [3].

Полномасштабные распределенные АСКУЭ, базирующиеся на современных информационных технологиях, способны обеспечить непрерывный учет энергоресурсов и выполнять совместные измерения влияющих величин с целью выявления взаимосвязей и тенденций. Обработка результатов измерений производится в реальном времени, что дает возможность осуществлять оперативный анализ текущих режимов энергопотребления, своевременно выявлять отклонения от стандартов и формировать информационное обеспечение задач управления энергоиспользованием в рамках «цикла неуклонного улучшения». При этом можно говорить об интеллектуализации инструментария и изменении требований к квалификации специалистов-энергоаудиторов: главная роль энергоаудитора в этом случае заключается в творческом осмыслении результатов и инновации передовых технических решений. И хотя базовые подходы не изменяются [2], применение АСКУЭ требует некоторого изменения методологии проведения энергетического аудита.

Формирование базы данных учета энергоносителей и измерений влияющих величин осуществляется в АСКУЭ автоматически в рамках совместного решения целого комплекса задач, в т.ч. обеспечение коммерческого и технического (технологического) учета энергоносителей, обмен информацией с поставщиками и операторами энергетических рынков при согласовании режимов энергопотребления и проведении расчетов за потребленные энергоносители, взаимодействие с диспетчерскими службами при вводе ограничений и управлении режимами энергоиспользования, оптимизация режимов энергопотребления при использовании дифференцированных тарифов и т.д. Основное внимание энергоаудитора на этом этапе должно быть уделено разработке регламента функционирования АСКУЭ, наладке системы (при необходимости), формированию базы справочных и нормативных данных и синхронизации измерений.

Обработка результатов измерений в АСКУЭ осуществляется в соответствии с загружаемыми алгоритмами. Вычисление базового энергопотребления, определение текущих и интегральных параметров режимов энергопотребления и характеристик энергоэффективности реализуется АСКУЭ в

реальном времени [4]. На основании вычисленных величин определяются показатели эффективности энергосберегающих мероприятий, отклонения от стандартов энергопотребления, формируется информационное обеспечение задач управления режимами энергопотребления. На этом этапе важное значение приобретает способность энергоаудитора осуществлять оперативный анализ полученных результатов, в т.ч. в части принятия управляющих решений.

Анализ результатов и принятие решений в условиях проведения перманентного энергетического аудита представляет непрерывный процесс. АСКУЭ обеспечивают формирование, упорядочивание, ранжирование, сравнение (бенчмаркинг), определение отклонений, селекцию, отображение и документирование информации в автоматическом режиме. Задачей энергоаудита в этих условиях является контроль отклонений от плановых показателей или тенденций и выработка управляющих воздействий с целью направления процессов в расчетные границы. В зависимости от объекта энергоаудита такой контроль может осуществляться непрерывно или периодически. При этом АСКУЭ способны выполнять статистическую обработку информации, а также прогнозировать варианты развития событий и возможные отклонения от стандартов.

Работа выполнялась в рамках выполнения европейского проекта CENEAST программы TEMPUS № 530603-TEMPUS- I -2012-1-LT-TEMPUS-JPCR по вопросам реформирования высшего образования в сфере застроенной среды.

Список литературы:

1. Энергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник / В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний. – Київ.: Освіта України, 2009. – 438с.
2. Полнофункциональный инструментарий для реализации перманентного энергетического аудита / В.В. Прокопенко, О.В. Коцарь, Ю.О. Расько, Ю.С. Павлова // Энергетика: экономика, технологии, экология. 2014. – №2 – С.84 – 91.
3. Коцарь О.В. Базовые технические решения при построении распределенных АСКУЭ // Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні. 5-а Науково-практична конференція – Матеріали, Київ, 2005. – С.126-133.
4. Коцарь О.В. Оценка и контроль текущих параметров режимов электропотребления промышленных предприятий // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика / Тематический выпуск Вестника национального технического университета «ХПИ» – Харьков, 2003. – №10 – С.301 – 305.
5. А.В. Праховник, В.А. Попов, Е.С. Ярмолюк, М.Т. Кокорина. Перспективы и пути развития распределенной генерации в Украине // Энергетика, экономика, технологии, экология 2012 - №2 – С.8-14.

УДК 621.311

Притискач І.В., асистент
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК ВАЖЛИВОСТІ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

У рамках розв'язання задачі оцінювання стану об'єктів інтелектуальних електроенергетичних систем необхідна розробка методики агрегування наявної інформації щодо діагностичних параметрів для отримання інтегральної кількісної оцінки стану. Для цього пропонується експертна система багатокритеріальної оцінки діагностичних параметрів. Експертна система формується шляхом агрегування всіх критеріїв у глобальний критерій за-

гального стану трансформатора S_I , який назвемо «індексом стану» [Ошибка! Источник ссылки не найден.]

Для врахування нерівнозначності критеріїв та відповідних їм діагностичних параметрів використано коефіцієнти відносної важливості (ранги) критеріїв, що визначаються методом аналізу ієрархій Т. Саати [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Суть методу полягає в попарному зіставленні факторів за спеціальною шкалою. Наприклад, факторами задачі визначення індексу стану трансформатора S_I можна вибрати узагальнені діагностичні параметри: $a_1 = V_{i,\Sigma,\theta}$ – для температури масла; $a_2 = V_{i,\Sigma,M}$ – для вологовмісту масла; $a_3 = V_{i,\Sigma,\delta}$ – для тангенса кута діелектричних втрат високовольтних вводитів.

Для визначення важливості кожного діагностичного параметра експертами заповнюється матриця парних порівнянь. Для усереднення коефіцієнтів важливості z_1, z_2, \dots, z_k кожного фактора, що знайдені в результаті обробки індивідуальних експертних суджень, скористаємося середнім геометричним відстаней між факторами [Ошибка! Источник ссылки не найден.]:

$$\hat{z}_i = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m z_{i,k}}, \quad (1)$$

де $z_{i,k}$ – коефіцієнт важливості i -го фактора для k -го експерта; m – кількість експертів.

У результаті експертного оцінювання отримуємо два вектори коефіцієнтів важливості: $[z_\mu \quad z_\alpha \quad z_\delta]$ – для задач узагальнення критеріїв за первинними діагностичними параметрами та $[z_\theta \quad z_M \quad z_{\delta\delta}]$ – для визначення індексу стану трансформатора S_I . Згортку діагностичних параметрів за первинними діагностичними параметрами виконаємо за такою формулою:

$$V_{i,\Sigma} = z_\mu V_{i,\mu} + z_\alpha V_{i,\alpha} + z_\delta V_{i,\delta}. \quad (2)$$

Для згортки узагальнених діагностичних параметрів в індекс стану використаємо таку формулу:

$$S_{I,i} = 1 - \prod_{k=1}^n (1 - v_{i,\Sigma,k})^{z_k}, \quad (3)$$

Такий варіант згортки забезпечує відсутність компенсації вагомих значень одного з діагностичних параметрів за рахунок невеликих значень інших параметрів, що доцільно для оцінювання стану такого обладнання електроенергетичних систем, як силові трансформатори.

Висновок. На прикладі силового трансформатора, розроблена методика багатокритеріального оцінювання стану об'єктів інтелектуальних електроенергетичних систем, яка дає змогу приймати рішення про необхідність відключення обладнання та проведення його комплексного обстеження.

Список використаних джерел

1. Денисюк С.П. Розробка системи онлайн моніторингу стану силових трансформаторів / С.П. Денисюк, М.Ф. Сопель, Ю.В. Пилипенко, І.В. Притискач // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2014. – № 24. – С.92–103.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
3. Коробов В.Б. Сравнительный анализ методов определения весовых коэффициентов «влияющих факторов» / В.Б. Коробов // Социология. – 2005. – № 20. – С. 54–72.

Круцяк М.О., головний інженер
Науково-виробниче приватне підприємство
«ДАК-Електропром», Україна

ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛОЖЕНЬ ЗАКОНУ «ПРО ЗАСАДИ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ» В РАМКАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

Нова модель ринку електроенергії була представлена ще в 2001 році, та лише 24.10.2013р. Верховна Рада України, прийнявши Закон № 663-VII «Про засади функціонування ринку електричної енергії в Україні» (далі – Закон), запровадила її в Україні, й дістала вона назву ринку двосторонніх договорів і балансуючого ринку (ДДБР). Такий значний розрив у часі між схваленням концепції та її законодавчим закріпленням є цілком природними, оскільки вирішення даного питання вимагало достатнього часу й значних фінансових ресурсів (витрати з державного бюджету, гранти та кредити міжнародних організацій). Це зумовлено фундаментальними протиріччями між фізико-технічними особливостями функціонування об'єднаних енергосистем (ОЕС), ринковими підходами регулювання роботи таких систем і конкуренцією між окремими суб'єктами господарювання (СГ) ринку електроенергії, що якраз і має послужити рушійною силою ефективного розвитку та функціонування енергоринку країни.

Аналіз положень Закону показав, що серед проблем, зумовлених запровадженням нової моделі, у першу чергу доцільно виділити ті, що пов'язані зі значно більш складною системою регулювання, організації та функціонування ринку електроенергії, який відповідно до Закону фактично складається з п'яти ринків — ринку двосторонніх договорів, ринку «на добу вперед», балансуючого ринку, ринку допоміжних послуг і роздрібного ринку електричної енергії. При цьому сам Закон за своєю суттю має описовий характер, оскільки ціла низка питань регулюються підзаконними нормативними актами, які ще не всі розроблені й затверджені. Це й Кодекс електричних мереж та Кодекс комерційного обліку, правила роботи конкретних СГ, 16 типових договорів між суб'єктами ринку і багато інших. При цьому, всі нормативні документи не мають протирічати одне одному й вже діючому законодавству, а також враховувати інтереси виробників, споживачів, постачальників, операторів тощо, що досить таки часто по-різному можуть трактуватися окремими учасниками ринку. А виходячи з українського досвіду за рахунок таких підзаконних документів можна змінити власне саму суть закону.

Щоб забезпечити нормальне функціонування нової моделі ринку слід ще створити ряд нових організацій для кожного нового підринку. Це можуть бути адміністратори комерційного обліку електроенергії й розрахунків, оператор ринку «на добу вперед», фонд врегулювання вартісного дисбалансу, власне сама інфраструктура для забезпечення їх діяльності і узгодженості дій. А все це веде до збільшення витрат, і, разом з прийнятою Енергетичною стратегією України на період до 2030 року, призведе до ще більшого зниження рівня конкурентоспроможності національної економіки.

Висновок. Запропоновано переглянути основні положення Закону та спростити нововведену ринкову модель ринку, оскільки на їх основі добитися вільної конкуренції між його суб'єктами практично неможливо. Окрім того нова модель ринку не має жодних переваг перед вже існуючою. Таким

чином впровадження нової моделі ринку електроенергії викличе значне необґрунтоване зростання вартості електроенергії та принесе значні збитки економіці України, що, у свою чергу, ще більше знизить рівень життя населення.

Список використаних джерел

1. Звіт про НДР «Розроблення структури та організації діяльності національного ринку електроенергії з урахуванням об'єднання енергосистем України та Європейських країн» // Держ. реєстр №0110U004312. – Київ, Інститут загальної енергетики НАН України. — 2012. — 171 с.

2. Теоретичні засади аналізу ефективності моделей регулювання діяльності в електроенергетиці та оцінка наслідків впровадження ринкових моделей в Україні. / Б. А. Костюковський, І. Ч. Лещенко, А. І. Спітковський, Н. І. Іваненко // Проблеми загальної енергетики. — 2012. — С. 21-28.

УДК 681.5.004

Куць М.Ф., студент, **Бунке О.С.**, канд. техн. наук
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

РЕГУЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ХЛІБОПЕКАРНОЇ ПЕЧІ

Вступ. В харчовій промисловості використовуються надто складні і трудомісткі технології, які потребують розробки автоматизації спеціального призначення підприємств. Потреба впровадження прогресивних технологій, з кроком розвитку сучасних технологій – росте, механізація і автоматизація окремих виробничих процесів має забезпечувати високу якість виробів, підвищення продуктивності праці на хлібозаводах, економію сировини та матеріалів.

Система регулювання процесом хлібопекарної печі сформульована на основі спостережень, провєлення типових енерготехнологічних вимірювань та перевірок, аналізів ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та впровадження енергозберігаючих заходів, що спрямовано на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, яка базується на отриманні енерготехнологічної інформації шляхом обліку.

Матеріали і методи. Проаналізувавши величезний потенціал енергозбереження, і стало зрозумілим, що інвестиції в енергоефективність приведуть в майбутньому до скорочення щорічних витрат і збільшення економії, завдяки поліпшеній і більш надійній інфраструктурі. Після проведення повної перевірки даних за існуючим енергоспоживанням та аналізу схеми використання енергії, було визначено низку заходів для підвищення енергоефективності та їх потенціал. Структура споживання енергії складається з аналізу абсолютного енергоспоживання і докладної сегментації використання енергії з метою визначення сфер, де необхідно поліпшення. Визначені основні споживачі енергії та їх розміри. Ними є електричні печі, а також процеси нагріву води, охолодження та освітлення. В результаті використання сучасних систем автоматизації споживання енергії на 30% зменшиться. А оцінивши енергоспоживання, запропоновано до реалізації ряд заходів з підвищення енергоефективності.

Сучасні системи автоматичного регулювання мають змогу впливати на зміну технологічних параметрів, наприклад, на температуру в камерах печі і відповідно керувати роботою пальника. Без АСР в печі не вдалося би

стабільно підтримувати на заданому рівні температуру в камерах, що в свою чергу призводить до виробництва продукції з непотрібним якісним показником. Метою роботи є проектування автоматичної системи регулювання температури в печі промислового призначення. Детально проробленим питанням було застосування засобів автоматизації серії Phoenix Contact Inline. Виконані аналіз технологічного процесу та підбір засобів автоматизації, розрахунки та математичне моделювання обраного контуру керування й супутні проектні роботи. Розроблена автоматична система регулювання технологічних процесів випікання хліба та вирішені питання монтажу обладнання, та провів економічний розрахунок доцільності використання автоматизації технологічних процесів

Результати. Розрахунок параметрів регулятора здійснили такими методиками як, РАФХ і експрес методами - Gallier and Otto. Отримали перехідний процес при оптимальних параметрах налаштування регулятора відповідає вимогам. Для правильного вибору виконавчого механізму, проведені розрахунки виконавчих каналів АТК, вимірювальних каналів та надійності функціонування АТК, які також показали відповідність спроектованої системи поставленим вимогам. За основу для програмно-технічного комплексу засобів автоматизації було взято контролер PLC 151 ETH фірми Phoenix Contact.

Висновки. Для реалізації супервізорного рівня використали програмне забезпечення фірми Wonderware та створили SCADA-систему. Також провели полігонні випробування за допомогою програмних продуктів Matlab, CoDeSys та InTouch. Оскільки не мали можливості перевірити працездатність системи на реальному об'єкті, тому використали SIL-моделювання. Роль об'єкта управління виконувала програма в Matlab Simulink, а контролер програмно реалізувався в CoDeSys.

Розроблена АСР відповідає всім поставленим вимогам та має перспективи до її успішного впровадження.

Левицький М. А., канд. екон. наук
ТОВ «Технічні та управлінські послуги», Україна

СУЧАСНІ ЄВРОПЕЙСЬКІ СИСТЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ. ІХ РОЛЬ І МІСЦЕ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ

Сьогодні проблема енергетичної ефективності та енергозбереження є, безумовно, однією з найважливіших тем і цілей стратегії країни. Але, на жаль, більшість проектів в цьому напрямку носять відокремлений характер та спрямовані тільки на обмежені сфери діяльності. Чому так відбувається та що потрібно зробити, щоб Держава стала справді енергетично незалежною і є ключовою темою цієї доповіді.

Перш за все, на сьогоднішній день, більшість людей чуло, а деякі навіть працювали в цьому напрямку, про Системи енергетичного менеджменту. Однак далеко не всі розуміють роль та місце цих Систем в структурі менеджменту Компанії в цілому та їх призначення в загальній структурі енергетичної ефективності. З чого складається Система енергетичної ефективності в Європі? Головним документом в цій Системі є Директива про енергетичну ефективність 2012/27 від 25 жовтня 2012 року. Це, як би то головна парасоль цієї Системи, спрямована на то, щоб усі Країни-члени знизили до 2020 року на 20% загальний обсяг використання енергетичних

ресурсів. Це загальна ціль. Однак треба розуміти, що відбуватися це повинно не за рахунок зниження обсягів продукції, а за рахунок систематичних кроків, спрямованих на заощадження використання енергетичних ресурсів.

Далі Директива пояснює, в яких напрямках це повинно відбуватися – в рамках закупівлі енергетичного обладнання, в рамках енергетичних компаній-постачальників та дистриб'юторів енергоносіїв, в рамках модернізації споруд та будівель в державному секторі, в рамках довгострокової стратегії по реконструкції будівель, за допомогою проведення енергетичного аудиту, в рамках використання високоефективної когенерації тощо. Також в цьому документі звертається велика увага на такий вид діяльності, як енергетичний аудит та звертається увага на підставові документи, на підставі яких цей аудит має відбуватися. Також звертається увага на необхідні кваліфікації щодо персоналу, якій має цей аудит виконувати.

Але на початку цієї доповіді зверталася увага на відокремлений характер більшості заходів в сфері енергетичної ефективності. Який інструмент може допомогти уникнути цього. Я переконаний, що найкращим для цього повинна стати впроваджена Система енергетичного менеджменту відповідно до міжнародного стандарту ISO 50001-2011. Та низка стандартів, пов'язаних з цим стандартом, які пояснюють що це таке енергетичний аудит, енергетична база лінія, показники енергетичної ефективності, пояснюють правила та принципи розробки, впровадження та підтримки на підприємстві Системи енергетичного менеджменту. Завдяки впровадженню цих стандартів ми зможемо розподілити відповідальність, визначити місця нашої спеціальної уваги щодо місць з найбільшим використанням енергоносіїв, розробити та моніторити Програми з енергозбереження, урахувати комплекс факторів, які мають вплив на рівень використання енергоносіїв.

Що далі? А далі існує ще низка документів, які допомагають не забути деякі сфери діяльності, на які варто звернути увагу для досягнення загальної цілі – зменшення споживання енергії на 20%. Перед усім, це Директива 2009/28 про використання відновлювальних джерел енергії. І підставова теза цієї Директиви – що в загальному обсязі спожитої енергії має бути 20% з відновлювальних джерел, а цьому обсязі – 10% повинно використовуватись в транспорті. Україна, чомусь, звернула підставову увагу тільки на цю Директиву і, навіть взяла на себе зобов'язання до 2020 року використовувати в загальному обсязі спожитих енергоносіїв 11% з відновлювальних джерел. І це також є прикладом обмеженого підходу до енергетичної ефективності в цілому. Тому що ця Директива є тільки часткою в загальній Системі енергетичної ефективності. Але, безумовно, ця сфера є дуже перспективною і повинна бути розглянута, як можливість зниження споживання енергії.

І останній нормативний документ, на якій я хотів би звернути увагу читачів – це Директива 2010/31 – Енергетична ефективність будівель. Це наступний великий споживач енергії і якому сьогодні необхідно приділяти максимальну увагу. Тут також, перед усім, встановити цілі. Я ця ціль – до 2020 року всі нові будівлі мають бути з нульовим споживанням енергії.

Висновок. Ця доповідь має на цілі необхідність звернення уваги на комплексний підхід до енергетичної ефективності і встановлення відокремлення і пояснення різниці між **Енергетичною ефективністю та Енергозбереженням**, що дуже часто сьогодні розглядається як то саме. Для цього потрібно використовувати існуючу Європейську нормативну базу і імплементувати її до наших умов.

Список використаних джерел

1. Директива 2012/27 про Енергоефективність.
2. Директива 2009/28 про використання відновлювальних джерел енергії.

3. План заходів з імplementації Директиви 2009/28. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 3 вересня 2014 року.
4. Директива 2010/31 – енергоефективність в будівлях.
5. Серія стандартів ISO 50000.

УДК 621.311

Літвінов В.В., канд. техн. наук, доц.
Саченко Я.С., магістрант
Запорізька державна інженерна академія, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПРИСТРОЇВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ НЕЧІТКОЇ ІНФОРМАЦІЇ

На сьогоднішній день обладнання електроенергетичних систем (ЕЕС) працює в дуже важких умовах експлуатації, які є наслідком відпрацювання обладнанням свого ресурсу і слабких тенденцій до його заміни через значні фінансові витрати. На теперішній час 60-70% пристроїв релейного захисту (РЗ) в електричних мережах України експлуатуються понад 25 років, що є граничним терміном для РЗ на електромеханічній базі. Ринкові відносини в енергетиці вимагають від ЕЕС високої надійності. Для її підвищення в умовах старіння обладнання та для прийняття обґрунтованих рішень щодо управління ЕЕС, сучасні світові тенденції рекомендують використовувати методи ризик-менеджменту [1] та переходити до реалізації концепції інтелектуальних мереж “smart grid”. Для реалізації стратегії ризик-орієнтованого управління ЕЕС необхідно мати інформацію про технічний стан (ТС) її елементів. Оцінювання ТС електрообладнання відбувається в умовах обмеженості вхідних даних, які його описують, а також за відсутності аналітичних зв’язків між окремими діагностичними ознаками. В таких умовах для достовірного кількісного оцінювання стану об’єктів енергетики умісно застосувати нечіткі методи та моделі [2]. На теперішній час розроблено нечіткі моделі силового та комутаційного обладнання [3], але нечіткі моделі стану пристроїв РЗ залишаються недостатньо розглянутими. Особливістю нечіткого моделювання стану пристроїв РЗ є наявність двох категорій вхідних характеристик стану:

- характеристики стану, отримані за результатами періодичних перевірок пристроїв РЗ;
- характеристики стану, виміряні без виведення пристрою РЗ в ремонт.

Характеристики стану першої категорії більш повно описують ТС пристрою РЗ, але з плином часу їхня достовірність знижується. Характеристики стану другої категорії дозволяють лише частково описати процеси зміни ТС об’єкта, але є більш достовірними, оскільки визначені в режимі «on-line». В таких умовах для достовірної оцінки ТС пристрою РЗ доцільно використати ієрархічну нечітку модель типу Мамдані [2].

Вхідними характеристиками стану, які визначаються під час періодичних перевірок, є: ΔSet – «Відхилення уставок РЗ від номінальних значень»; $R_{ізол}$ – «Опір ізоляції кіл РЗ». Вхідними характеристиками стану, які можна визначити в режимі “on-line”, є: U – «Напруга живлення»; ΔU – «Перекик напруги живлення»; β – «Пульсація напруги живлення». Бази правил прийня-

яття рішення обох рівнів нечіткої моделі формуються експертом. Різна достовірність вхідних характеристик стану двох категорій враховується при побудові бази правил другого рівня. Побудова функцій приналежності вхідних величин моделі виконується за оцінками одного експерта, які обробляються за методом Сааті [2].

Вихідною величиною розробленої нечіткої моделі є кількісна оцінка ТС пристрою РЗА S , яка знаходиться в межах інтервалу $[0;1]$. Функції приналежності вихідної величини нечіткої моделі визначаються на інтервалах шкали Харрінгтона.

Висновок. Розроблена нечітка модель дозволяє оцінювати ТС пристроїв РЗ в умовах різномірності вхідної інформації та може бути використана в задачах ризик-орієнтованого управління ЕЕС та при створенні інтелектуальних мереж "smart grid".

Список літератури

1. Ciapessoni E. A probabilistic approach for operational risk assessment of power systems / E. Ciapessoni, D. Cirio, E. Gagleoti // CIGRE. – 2008. – Pap. C4–114.
2. Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами MatLab / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
3. Костерев М.В. Питання побудови нечітких моделей оцінки технічного стану об'єктів електричних систем / М.В. Костерев, Є.І. Бардик. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 131 с.

УДК 621.3

Метельский В.П., канд. техн. наук., проф.,
Заболотный А.П., канд. техн. наук, доц. **Даус Ю.В.**, аспирант
Запорожский национальный технический университет, Украина

АНАЛИЗ ВОПРОСОВ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ

В современных условиях роста тарифов и цен на энергоносители агропромышленные комплексы нуждаются в новых источниках электрической энергии. Это связано с тем, что сельские электрические сети, как известно, отличаются большой протяженностью, разветвленностью при сравнительно малой передаваемой мощности, а также использованием низких классов напряжения. В связи с этим наиболее широкое внедрение получают ветроэлектростанции, гелиоустановки, малые гидроэлектростанции и т.д.

Однако агропромышленные комплексы при использовании электроустановок на основе альтернативных источников энергии сталкиваются с рядом проблем. Так, если вопросы оценки потенциала солнечной, ветровой энергии и энергии рек достаточно подробно решены, то при подключении электростанции к существующей сети возникает задача поиска места ее подключения. Чаще всего такие источники генерации к сельским электрическим сетям подключаются несогласованно, что приводит к сложности управления и прогнозирования режимов работы сетей, росту составляющей потерь активной электрической энергии, так как структура их перестает быть оптимальной с точки зрения минимума годовых приведенных затрат. Поэтому необходимо оптимизировать электрическую сеть, содержащую распределенные источники энергии

Кроме того, в виду непостоянства прихода первичного энергоносителя (ветра, солнца), возникновения дополнительных потерь электрической

энергии существует риск того, что использование таких источников генерации будет экономически нецелесообразно. То есть необходимо дополнительно учитывать экономические способы стимулирования развития возобновляемой энергетики. Анализ существующего законодательства позволяет на этапе проектирования учитывать имеющиеся рычаги повышения экономической привлекательности использования источников распределенной генерации для развития методов оптимизирования сетей, содержащих последние.

Формализация алгоритмов, учитывающих вышеуказанные факторы, позволяет автоматизировать процесс проектирования электрических сетей, а также исключить фактор субъективизма проектировщика.

Вывод. На основе анализа существующих подходов к поиску места подключения альтернативных источников электрической энергии к электрическим сетям, существующего законодательства в области возобновляемой энергетики, а также экономических стимулов для ее развития предложен формализованный метод проектирования сельских электрических сетей, содержащих источники распределенной генерации.

Список использованных источников

1. Правила присоединения электроустановок до электрических сетей [Электронный ресурс] - Затверджено Постановою НКРЕ України № 32 від 17.01.2013р. - Режим доступу до закону: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0236-13>.

2. Закон України «Об электроэнергетике» [Электронный ресурс] - Схвалено указом Верховной Ради № 575/97 від 16.10.1997. - Режим доступу до закону: <http://forca.ru/knigi/pravila/zakon-ukrainy-ob-elektroenergetike.html>

3. Сеть патентной информации Европейского патентного ведомства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.espacenet.com>.

УДК 621.316.11

Метельский В.П., к.т.н., проф., **Заболотный А.П.**, к.т.н., доц.,
Федоса Д.В., ст. преподаватель, **Даус Ю.В.**, аспирант,
Запорожский национальный технический университет, Украина

ПОДКЛЮЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ К СЕЛЬСКИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ

В современных условиях роста тарифов и цен на энергоносители агропромышленные комплексы нуждаются в новых источниках электрической энергии (ЭЭ). Это связано с тем, что сельские электрические сети (СЭС), как известно, отличаются большой протяженностью, разветвленностью при сравнительно малой передаваемой мощности, а также использованием низких классов напряжения. В связи с этим наиболее широкое внедрение получают альтернативные источники ЭЭ (АИЭ), такие как: ветро, гелио и малые гидроэлектростанции. Это обусловлено доступностью первичного энергоносителя (солнце, ветер, гидроресурс малых рек), достаточно высоким уровнем и доступностью технологий по преобразованию последнего в ЭЭ, а также имеющимися экономическими предпосылками для их внедрения.

Однако, агропромышленные комплексы при использовании электроустановок на основе АИЭ сталкиваются с рядом проблем. Так, если вопросы оценки потенциала солнечной, ветровой энергии и энергии рек достаточно подробно решены, то при подключении АИЭ к существующей сети возника-

ет задача поиска оптимальных мест их подключения. Чаще всего такие источники генерации подключаются к СЭС несогласованно, что приводит к сложности управления и прогнозирования режимов работы сетей, росту номинальной составляющей потерь ЭЭ.

Для оценки эффективности СЭС по обеспечению потребителей ЭЭ применяется балансовый метод, при этом необходимо учесть величины генерируемой ЭЭ и потерь на ее передачу:

$$W_{СЭС} = W_{ПЭ} + \Delta W_T + \Delta W_K - W_{АИЭ} + \Delta W_{АИЭ} \rightarrow \min,$$

где: $W_{СЭС}$ – ЭЭ, которая поступила в СЭС; $W_{ПЭ}$ – ЭЭ потребленная потребителями; ΔW_T – технические потери ЭЭ; ΔW_K – коммерческие потери ЭЭ; $W_{АИЭ}$ – ЭЭ генерируемая АИЭ; $\Delta W_{АИЭ}$ – потери обусловленные передачей ЭЭ генерируемой АИЭ.

Оптимизационная задача поиска минимума данного выражения баланса имеет неопределенность, в виду непостоянства прихода первичного энергоносителя, величины $W_{АИЭ}$ и $\Delta W_{АИЭ}$ в выражении недетерминированные.

Вывод. Показано, что для поиска оптимальных мест подключения АИЭ к СЭС необходимо осуществлять оценку энергоэффективности структуры СЭС, в процессе которой решается сложная недетерминированная оптимизационная задача, требующая новых подходов к ее решению.

Список использованных источников

1. Правила присоединения электроустановок до электрических сетей [Электронный ресурс] - Затверджено Постановою НКРЕ України № 32 від 17.01.2013р. - Режим доступу до закону: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0236-13>.

2. Закон України «Об электроэнергетике» [Электронный ресурс] - Схвалено указом Верховной Ради № 575/97 від 16.10.1997. - Режим доступу до закону: <http://forca.ru/knigi/pravila/zakon-ukrainy-ob-elektroenergetike.html>

3. Перспективы и пути развития распределенной генерации в Украине [Текст] / А. В. Праховник, В. А. Попов, Е. С. Ярмолюк, М. Т. Кокорина // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2012. – № 2. – С. 7-14. – ISSN 1813-542.

УДК 697.1

Параска Г.Б., докт. техн. наук, проф.
Миколюк О.А., канд. екон. наук, доц.
Горященко С.Л., канд. техн. наук, доц.
Хмельницький національний університет, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ

Аналіз сучасного розвитку енергетичних систем України свідчить про наявну кризу енергозабезпечення та відсутність чіткої стратегії розвитку, збалансованості енергопостачання. Однією з найважливіших задач на сьогодні є вирішення проблем теплопостачання з одночасним вирішенням проблем енергоресурсощадження. Системи опалення, які широко використовуються на цей час, знаходяться у стані глибокої кризи, а більша частина теплових мереж потребують реконструкції. Дослідження показують, що потенціал споживання електроенергії надзвичайно великий, адже на електроопалення поки що припадає лише 1 % спожитої електроенергії [1]. У таких умовах найбільш раціональним вирішенням даної проблеми є активне

використання електричного опалення, що передбачає вибір оптимального обладнання відповідної системи опалення.

Аргументом на користь електрокотелень замість ТЕЦ є їх повна гармонія з навколишнім середовищем. Адже вони як промислові об'єкти більш екологічні за газові ТЕЦ і на порядок кращі за ТЕЦ на вугіллі. Отже, ці об'єкти ідеально підходять для розміщення поблизу і в населених пунктах. Будівництво електрокотелень на базі існуючих ТЕЦ заощадить час, необхідний для відведення земельного майданчика та будівництво теплових комунікацій для передачі тепла споживачам і т.ін. Як правило, спрощується робота з приєднання нових об'єктів до електричних мереж [2].

Слід зауважити ефективність теплоакumuлюючої котельні із використанням нічного тарифу. Є кілька аргументів на користь саме такого шляху використання електроенергії для опалення житлових і господарських приміщень. По-перше, це наявність вільних генеруючих потужностей, резерв яких і на АЕС, і особливо на ТЕС величезний. Оскільки в нічний час навантаження енергосистеми скорочується на 25–30% проти пікових вечірніх годин, це створює нічний резерв потужності розподільчих мереж, що дає можливість приєднувати електрокотельні без додаткових витрат часу і коштів на їх модернізацію [3]. По-друге, це принцип побудови електрокотельні модульної, оскільки існує можливість вибору одиначної потужності базових агрегатів та їх кількості на об'єкті. Це дає змогу збільшувати потужність котельні у 2 - 3 і більше разів без значного збільшення часу на її будівництво.

Висновок. Отже, доцільність широкомасштабного застосування електричного опалювання в Україні обумовлена наступними чинниками: економічне газове і центральне опалення; можливість накопичення тепла вночі при використанні пільгового тарифу; незалежність від постійного дорощання газу; простота і швидкість монтажу; прогріває приміщення швидко і рівномірно; більш високий комфорт при меншій температурі повітря. Таким чином, сучасна реальність доводить необхідність змінювати відношення до проблем енергозбереження, але для цього необхідно об'єднати зусилля для активізації руху на шляху енергоефективності, інноваційних пропозицій, впровадження сучасних енергозберігаючих технологій.

Список використаних джерел

1. Ткаченко А.М., Мусатова М.В. Економічні аспекти використання інфрачервоного опалення на промисловому підприємстві // Вісник економічної науки України, 2011, № 1, С. 151-153.
2. Шацков А. О., Монач С. І., 2013 // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури, випуск 2013_3(101) с.141-145.
3. Сравнение различных способов отопления зданий [Электронный ресурс] / отредактировано автором // ЭСКО : Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2013. – № 9. – Режим доступа : http://esco_ecosys.narod.ru/2006_9/art_157.htm.

УДК 621.315.052.7 – 621.395.14

Пархоменко Р.О., ст. викл., **Аніськов О.В.**, ст. викл.
Державний вищий навчальний заклад
«Криворізький національний університет», Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У ШАХТНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ОДИН ІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Вступ. Проблема енергозабезпечення нашої країни переростає в проблему національної безпеки як в політичному, економічному, так і в екологічному аспекті. Одним із дієвих резервів підвищення ефективності електропостачання шахт і в кінцевому підсумку зростання продуктивності виймово-навантажувального обладнання є поліпшення режимних показників якості електроенергії. Особливістю ведення технологічного процесу видобутку залізної руди підземним способом є відсутність жорстких технологічних зв'язків при роботі електроприводів шахтного устаткування: гірські машини працюють відокремлено і незалежно один від одного, що обумовлює створення специфічних умов, які впливають на режими електроспоживання.

Мета та завдання. Метою роботи є визначення режимів електроспоживання електроприводів шахтного устаткування на основі експериментальних досліджень відокремлено працюючих електроприймачів та визначення їх впливу на режими електроспоживання інших споживачів електричної енергії шахтних мереж.

Матеріал і результати досліджень. Найбільш прийнятним і технічно можливим напрямом підвищення якісних показників в системах електропостачання шахт є переведення підземних дільничних мереж на підвищені напруги. Це дозволить не тільки знизити втрати електроенергії і витрати кольорових металів в мережах низької напруги, а й у ряді випадків збільшити радіус дії дільничних підстанцій та одиничну потужність трансформаторів або забезпечити найбільш повне їх завантаження. Це значно спростує схему електропостачання підприємства, скорочує необхідну кількість електрообладнання напругою вище 1000 В, капітальні вкладення і втрати електроенергії.

Економічність напруги 660 В визначається тим, що вартість трифазних електродвигунів 660/380 В практично однакова з вартістю електродвигунів - 380/220 В. Якщо ж вартість окремих нових типів електродвигунів у зв'язку з поліпшенням ізоляції та показників надійності дещо збільшується, то це подорожчання можна не враховувати. Вартість трансформаторів з вторинною напругою 0,4 і 0,69 кВ однакова. У порівнянні з напругою 380 В пропускна здатність мережі при напрузі 660 В зростає в 3 рази, а втрати електроенергії зменшуються, в 3 рази при однаковій витраті кольорових металів і приблизно в 2 - 1,8 рази, якщо перетину струмопровідних жил, обрані при напрузі 380 В, знизити на одну-дві сходинки.

Висновок. Використання напруги 660/380 В забезпечує незаперечні економічні переваги в порівнянні з напругою 380/220 В при можливості глобального переведення всіх трифазних навантажень на напругу 660 В. При цьому забезпечується зниження втрат потужності і витрат на пропуску здатність мережі. У середньому економічний ефект по залежній частині наведених витрат складе 73%. Не менш істотні і технічні переваги, що даються напругою 660В. Вони полягають у забезпеченні економії кольорового металу, зниженні втрат і режимів напруги, зниженні номінальних потоків навантаження, можливості укрупнення одиниць трансформаторної потужності і потужності струмоприймачів, а також можливості повного виключення напруги 6 кВ і заміни його напругою 10 кВ.

Список використаних джерел.

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Интермет Инжиниринг, 2006. – 672 с., ил.

Розен В.П., докт. техн. наук, проф.
Національний технічний університет України «КПІ», Україна
Давиденко Н.В.
Луцький національний технічний університет, Україна

ФОРМУВАННЯ СУКУПНОСТІ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРІВНОМІРНОСТІ ВОДОСПОЖИВАННЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМ КОМУНАЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Питання підвищення енергоефективності функціонування систем комунального водопостачання (СКВ) є одним із пріоритетних напрямків досліджень з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. Система комунального водопостачання (СКВ) – це складний комплекс споруд, що забезпечують безперерйну подачу води в місто. В процесі експлуатації система водопостачання піддається впливу багатьох факторів. Головним з них є водоспоживання міст, яке визначає режим роботи водопровідних споруд і є змінною величиною. Важливим фактором енергозбереження є своєчасна реконструкція об'єктів водопостачання на тлі змінених умов водоспоживання, а також прогнозування змін, які можуть виникнути в найближчому майбутньому. Актуальним напрямком в реконструкції об'єктів підприємств комунального водопостачання є підвищення ефективності роботи міських СКВ на основі розвитку інформаційних систем моніторингу та управління водопостачанням міст [1]. Існує значна кількість технічних рішень, що базуються на застосуванні інформаційно-керуючих систем, логічних частотно-керованих приводів, систем моніторингу та управління процесами водопостачання міста. Новітні методи та технології управління енергоефективністю СКВ передбачають: впровадження альтернативних методів регулювання технологічних параметрів НС, розробку систем оптимального управління та гідродинамічного захисту в аварійних режимах функціонування, автоматизація процесів оперативного управління режимами водопостачання, а також використання сучасних математичних методів моделювання у задачах прогнозування енергоспоживання, добового і погодинного водоспоживання та планування обсягів подачі води [2].

Важливим елементом управління водопостачанням є встановлення оптимальних експлуатаційних режимів по об'єктах СКВ. Цільовою функцією оптимізації технологічних режимів насосної станції є мінімізація її енергетичних витрат при забезпеченні безперерйної подачі води споживачу та дотриманні заданого напору в контрольних точках водопровідної мережі відповідно до реального водоспоживання. Підготовка детального погодинного плану подачі води визначає оптимальні гідравлічні параметри роботи системи: тиск на колекторах насосних станцій другого і третього підйому, тиск в розподільній мережі, рівні в резервуарах питної води [3]. Режим подачі води в місто безпосередньо визначається поточною потребою у величині водорозбору. Від точності прогнозу добового і погодинного споживання води залежатиме ефективність режиму роботи насосних станцій і регулюючих вузлів, гідравлічні параметри розподільчої мережі міста [3]. Визначення ефективної витрати електроенергії в системі водопостачання міста, повинне бути виконане з урахуванням прогнозного значення водоспоживання міста,

яке є основою для планування подачі води в мережу водопостачання та відіграє важливу роль в процесі управління ефективністю електроспоживання.

Для систем міського водопостачання, де домінуючу роль відіграє господарсько-питне водоспоживання, поняття «нормальної» подачі встановити не так просто. На характер водоспоживання впливає низка факторів - сезони, температура зовнішнього повітря, державні та релігійні свята тощо [3]. В реальних умовах водоспоживання населених пунктів по сезонах і місяцях відхиляється від середнього. Сезонні коливання не перевищують 15 ... 20%. У той же час добові коливання значні, так як більше 70% води споживається вдень [3].

Впровадження системи моніторингу забезпечує можливість створення великих баз даних, що містять інформацію про режими роботи об'єктів СКВ, використання методів інтелектуального аналізу даних для вивчення постійно зростаючих обсягів інформації та виявлення прихованих закономірностей, що визначають формування технологічних режимів СКВ. Залежності з невеликою кількістю вхідних і вихідних змінних отримують шляхом обробки великих обсягів даних моніторингу режимів роботи систем водопостачання [1].

Основним режимним показником процесу водопостачання є графік водоспоживання (ГВС). Один із можливих підходів до формування графіка характерних режимів для багаторежимної оптимізації режиму роботи об'єктів СКВ є попереднє створення бази даних добового водоспоживання в межах системи моніторингу режимів системи водопостачання. На основі створеної бази даних можливе здійснення аналізу добового ГВС, тобто дослідження основних параметрів графіка для пошуку спільних рис у водоспоживанні та побудови сімейства характерних графіків водоспоживання. Останні мають стати основою побудови сімейства графіків характерних режимів водоподачі. Сімейство типових ГВС повинне бути диференційованим відповідно до сезонів року і відображати специфіку водоспоживання в робочий, передвихідний, вихідний, передсвятковий та святковий дні. Системи автоматизованого управління та системи моніторингу дозволяють накопичити достатній об'єм адекватного статистичного матеріалу для виконання такого розбиття.

Для опису ГВС слід враховувати основні параметри: середнє водоспоживання; дисперсія та середньоквадратичне відхилення; значення максимального та мінімального об'ємів добового водоспоживання; час, який відповідає максимальному та мінімальному водоспоживанню; а також додаткові параметри: коефіцієнт форми, коефіцієнт максимуму, коефіцієнт заповнення та коефіцієнт нерівномірності графіка навантаження.

Добовий ГВС повністю відображає процес водоспоживання в часі і всі інші показники є похідними від нього. Природа ГЕН дозволяє представити його у вигляді кругової часової діаграми – діаграми радарного типу (ДРТ) - фігура графіка утворює замкнений багатокутник. Відстань від центру координат (x_0, y_0) до точки діаграми відповідає значенню об'єму води, що споживається в даний момент часу. Морфометрія є відомим інструментом аналізу фігур різної форми. Використання морфометричного опису дозволяє отримати різнобічну детальну оцінку ГВС та його нерівномірності [4]. Виділяють дві групи морфометричних параметрів: базові (X, Y координати; периметр; площа; координати центра ваги; округлість; компактність; видовження; випуклість) та похідні (радіус вписаного, описаного кіл; довжина, ширина; головна вісь видовження; додаткова вісь видовження; периметр випуклості; площа випуклості; компактність випуклості; кут осей видовження).

Зміщення координат центра ваги x_c, y_c відносно центру координат x_0, y_0 зростає з ростом нерівномірності ДРТ, тобто є характеристикою, що реагує на будь-які піки чи провали ГВС. Округлість характеризує добову нерівномірність ГВС через відношення між значеннями найбільшого та найменшого водоспоживання протягом. Компактність дозволяє врахувати проміжні значення ГВС, здійснюючи їх лінійну апроксимацію, та детально охарактеризувати загальну добову нерівномірність як відношення всіх піків та провалів ДРТ – більш стрімкі перепади значень призводять до росту величини профілю графіка. Видовження дозволяє оцінити співвідношення між об'ємами водоспоживання у нічний період та пікового водоспоживання. Випуклість є інтегральною характеристикою, що враховує не одне максимальне значення, а їх множину визначену випуклою фігурою та зумовлену нерівномірністю ГВС. Значення випуклості відображає характеристику нерівномірності, що має певну аналогію з коефіцієнтом максимуму та коефіцієнт заповнення графіка, але охоплює множину максимумів ГВС, тому більш точно описує характер нерівномірності. Морфопараметри округлість, компактність, видовження та випуклість використовують для аналізу нерівномірності ГВС [4]. Якщо вони прямують до нуля, то нерівномірність ГВС є значною. З наближенням їх значень до одиниці графік є рівномірним.

Для врахування сезонних особливостей водоспоживання дослідження добових ГВС необхідно здійснювати з урахування пори року: зима, літо та осінь-весна.

Дослідження [3] підтверджують вплив аномальних температур зовнішнього повітря на подачу води в місто. Для виявлення змін у добовому водоспоживанні, пов'язаних із зміною кліматичних умов (особливо для літнього періоду), доцільно враховувати параметри, що характеризують зовнішнє середовище, зокрема: максимальне (мінімальне) значення добової температури, середньодобову температуру повітря, а також кількість опадів.

Виявлення характерних особливостей добового споживання води з метою формування сімейства типових графіків водоспоживання доцільно здійснювати з використанням об'єктно-орієнтованої формалізації процедури комплексного аналізу ГВС з урахуванням основних, додаткових та морфометричних параметрів графіка, а також кліматичних факторів та сезонності. При цьому об'єкти середовища моделюються за допомогою класів – моделей з об'єднаними характеристиками, властивостями і правилами існування. Архітектуру комплексної оцінки ГВС наведено на рис. 1.

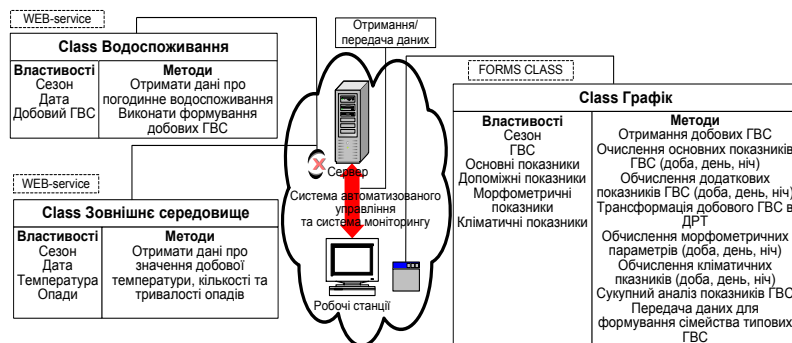


Рис. 1 Архітектура комплексного аналізу показників

добового графіка водоспоживання

Аналіз графіків добового водоспоживання дозволяє стверджувати, що добовий цикл містить чітко виражені періоди основного водоспоживання (денний час доби), періоди фонового водоспоживання (нічний час) та перехідні періоди, причому відмінність у ГВС проявляється зазвичай у денні години доби. Тому для підвищення достовірності виявлення характерних особливостей добових ГВС аналіз його параметрів доцільно здійснювати також окремо для нічного та денного періоду доби.

Висновки. Комплексний аналіз параметрів добових ГВС з урахуванням пори року та періодів добового циклу створює передумови для виявлення прихованих спільних рис у водоспоживанні та формування сімейства типових графіків, які відображатимуть специфіку водоспоживання в передвхідний, вихідний, передсвятковий, святковий та робочий дні, а кліматичні показники дозволяють врахувати вплив зовнішнього середовища.

Список використаних джерел

1. Романчук С.М. Мониторинг и анализ данных в процессе управления водоснабжением города Донецка [Текст] / С.М. Романчук // Системний аналіз у науках про природу та суспільство. - 2011. - Вип. 1. - С. 133-143.
2. Романенко С.С. Інноваційні підходи в задачах підвищення ефективності гідротранспортних комплексів [Текст] / С.С. Романенко, Т.В. Коренькова // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика. – 2011. - № 1/2011 (1). – С. 108-109.
3. Шушкевич Е. В. Эффективное управление системой подачи и распределения воды Московского мегаполиса [Текст] / Е.В. Шушкевич // Водоснабжение и санитарная техника. - 2011. - № 1. – С. 24-30.
4. Коменда Т.І. Морфометричні методи і моделі оцінки та зменшення нерівномірності навантажень систем електропостачання: монографія [Текст] / Т.І. Коменда, Н.В.Коменда. – Луцьк, ЛНТУ, 2012. – 112 с.

УДК 621.311.4.031

Сінчук О.М., докт. техн. наук, проф.,
ДВНЗ «Криворізький національний університет», Україна
Бойко С.М., канд. техн. наук, асист.,
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ В СИСТЕМУ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-ВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ

Вступ. Підприємства гірничо-металургійної галузі, є найбільшими споживачами паливно-енергетичних ресурсів України, у зв'язку з високою енергоємністю продукції, постійним збільшенням цін на енергоносії. Тому, все актуальнішим стає збільшення обсягів отримання енергії за рахунок використання поновлювальних джерел, особливо енергії вітру, силами самих вищезгаданих підприємств [1].

Мета роботи: обґрунтування доцільності використання вітроенергетичних комплексів з метою виробництва електроенергії для власних потреб підприємств гірничо-видобувного комплексу.

Матеріал і результати досліджень. Для досягнення вищевикладеної мети була проаналізована можливість, потенціал та специфіка роботи вітро-

енергетичного комплексу (ВЕК) в умовах діючих підприємств гірничо-видобувного комплексу (ГВК).

Як відомо [1], електропостачання гірничих робіт обумовлено рядом специфічних факторів, основними з яких є: прийнята технологія ведення робіт та гірничо-геологічні умови залягання корисних копалин [1]. При цьому система електропостачання гірничих робіт повинна відповідати ряду вимог щодо її надійності.

В даній роботі розглядається можливість використання енергій потоків атмосферного повітря на відвалах кар'єрів, між відвалами кар'єрів та в умовах підземних виробок залізородних шахт (ЗРШ).

За результатами аналізу атмосферних повітряних потоків в підземних гірничих виробках ЗРШ, вентиляційного потоку достатньо для генерування вітроенергетичним комплексом (ВЕК) 3...4 кВт електричної енергії вітроустановкою та забезпечення нею освітлювальної мережі горизонту [1]. В результаті дослідження було зроблено висновок про те, що використання ВЕК, що використовуються як автономно так і в складі системи електропостачання ЗРШ, є доцільним і достатньо рентабельним.

Дослідження аеродинамічних характеристик кар'єрів ГВК склали наступну картину. Швидкості потоку повітря на поверхні відвалів достатньо для генерування певного обсягу електричної енергії вітроустановкою [2].

Беручи до уваги наведені вище результати дослідження, та потужності ВЕК, можна зробити висновок про можливість використання вітрогенераторів на відвалах кар'єрів ГВК для освітлення території кар'єру та для передачі залишкової згенерованої потужності в мережу [2].

Висновок. Розробка і реалізація в практику роботи підприємств ГВК ВЕК, як додаткових джерел живлення у складі системи електропостачання, є актуальним для забезпечення умови безперервності та надійності електропостачання електроприймачів, що в свою чергу дозволить використовувати згенеровану електричну енергію для власних потреб підприємств ГВК та зменшити собівартість видобутку корисних копалин.

Список використаних джерел

1. Сінчук О.М., Бойко С.М. Електромеханічний комплекс вітроенергетичної установки для використання в підземних виробках залізородних шахт // Восточно-європейський журнал передових технологій – Харків, 2013. – № 1/8 (67). – С. 13-21.

2. Можливості використання вітрогенераторів для виробництва електричної енергії на відвалах кар'єрів / С.М. Бойко, Є.П. Карлик, А.А. Петриненко, С.В. Рибинський // Електротехнічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук КрНУ, 2012. – Вип. 2/2012 (18) – С. 101-103.

УДК 620.9+338.2

Стрелков М.Т., канд. техн. наук, с.н.с.,
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ЦІНОВА ДИСКРИМІНАЦІЯ Й ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ ТАРИФООУТВОРЕННЯ

Ціноутворення, як засіб досягнення цілей цінової політики на рівні держави, галузі або компанії, може бути вільним і регульованим, дискримінаційним і диференційованим, лінійним і нелінійним. Метою застосування цінової дискримінації є збільшення прибутку виробників за рахунок перерозподілу на їх користь надлишку споживачів. Реалізація цінової дискримінації вимагає виконання певних умов, основними серед яких є на-

явність у виробника монопольної влади та неможливість перепродажу продукту ринку. Останнє притаманне регульованому сектору електроенергетики на певних стадіях технологічного процесу електропостачання, тільки ціни є регульованими, а прибуток не може перевищувати дозволений. Дискримінаційне ціноутворення за вільних або регульованих цін завжди є диференційованим. Диференційоване ціноутворення слід розглядати як більш широке по суті поняття, оскільки воно може бути як дискримінаційним, так і не дискримінаційним, як лінійним, так і нелінійним, підтвердженням чого може бути тарифікація електроенергії.

Тарифікація електроенергії вимагає диференційованого ціноутворення, оскільки безпосередньо пов'язана з реалізацією цінової стратегії як обґрунтованого вибору ціни або переліку цін з декількох можливих варіантів. Регульована енергопостачальна компанія реалізує вибрану цінову стратегію через призначення відповідних тарифних ставок, які одночасно забезпечують потрібний виторг. Часом мова іде не про оптимальні (економічно ефективні) ціни, що дорівнюють граничним витратам, а про ціни, достатні для покриття витрат виробництва, включаючи податок на прибуток, плюс дозволений прибуток. Це робиться з використанням перехресної, поглибленої диференціації системи тарифних ставок через відповідні тарифні сітку, шкалу і компоненти за наведеними далі ознаками, які враховують особливості процесів електропостачання й електроспоживання.

Пряма тарифікація є лінійною та передбачає одну тарифну ставку для оплати кожної одиниці спожитої електроенергії. Тарифи за диференціацією використання враховують мету споживання електроенергії, відповідно до якої її продають по різним цінам неоднорідним за ціною або доходною еластичністю попиту групам споживачів (дискримінація цін третього ступеня). Тарифи за кількісною диференціацією враховують обсяг спожитої електроенергії, задаючи відповідні лінійну тарифну шкалу або нелінійну тарифну сітку, які можуть бути регресивними, прогресивними і змішаними (дискримінація цін другого ступеня). Прямі тарифи і тарифи, диференційовані за метою й обсягом електроспоживання, є складовими тарифів за витратною і між часовою диференціацією. Тарифи за витратною диференціацією завжди є нелінійними та поглиблюють розподіл витрат виробництва технологічного процесу електропостачання на постійні складові (основні ставки тарифу для покриття капітальних витрат) і змінні складові (додаткові ставки тарифу для покриття операційних витрат). Тарифи за між часовою диференціацією можуть бути лінійними і нелінійними та враховують варіювання (відмінність) обсягів електроспоживання у часі, передумовою чого є, по-перше, висхідний характер короткострокових граничних витрат енергосистеми, по-друге, коливання протягом року вартості палива й температури зовнішнього повітря, по-третє, нерівномірність споживання електроенергії і дефіцит електричної потужності енергосистеми у часі.

Перехресна диференціація системи тарифних ставок розширює коло вибору різних за ефективністю цінових стратегій, спрямованих на досягнення цілей цінової політики, які за масштабом охоплення можуть бути загальнодержавними (наприклад, стимулювання енергозбереження), галузевими (наприклад, вирівнювання режимів електроспоживання) або стосуватися окремо взятої компанії (наприклад, отримання дозволеного прибутку).

РЕГУЛЬОВАНА ТАРИФІКАЦІЯ Й УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ

Теоретичним підґрунтям тарифікації електроенергії є розділ теорії природної монополії, в якому розробляються й аналізуються методи і механізми регульованого ціноутворення. Особливість побудови системи тарифних ставок на електроенергію полягає у тому, що застосовувані тарифи повинні бути дієвими інструментами управління процесом енерговикористання, тобто враховувати як ринкові, так і технологічні особливості утворюючих його та пов'язаних між собою одночасних процесів електропостачання й електроспоживання. Саме з цієї точки зору існуючі методи регульованого ціноутворення класифіковано й розбито за формальними ознаками на три групи прямих (ідеальних), непрямих (витратних) і змішаних (стимулюючих) методів.

До прямих (ідеальних) методів регульованого ціноутворення віднесено методи, в основу яких покладено механізм безпосереднього розрахунку регульованих цін як результат взаємодії функції ринкового попиту та функції економічних витрат виробництва енергопостачальної компанії. За таким механізмом встановлювані ціни будуть розв'язком оптимізаційної задачі з цільовою функцією суспільного добробуту ринку електроенергії та з обмеженням (активним або неактивним) як умови безбитковості (отримання нульового економічного прибутку) діяльності енергопостачальної компанії. Прикладами прямих методів є перше і друге найкраще рішення цінового регулювання, ціноутворення за Рамсеєм. Оскільки природна монополія немає функції ринкової пропозиції, то замість неї у прямих методах використовують тільки одну із функцій економічних витрат виробництва – повних, середніх або граничних витрат. У той же час, всі прямі методи потребують використання оберненої функції ринкового попиту, тобто за своїм механізмом їх слід вважати більш орієнтованими на процес споживання електроенергії ніж на процес її постачання.

До непрямих (витратних) методів регульованого ціноутворення віднесено методи, в основу яких покладено механізм опосередкованого розрахунку регульованих цін, рівень яких, за умови задоволення попиту, буде забезпечувати енергопостачальній компанії виторг, достатній для отримання дозволеного бухгалтерського прибутку. Механізм непрямих методів формалізується рівнянням дозволеного прибутку як частки бази для його нарахування, за яким енергопостачальна компанія може вільно вибирати для задоволення попиту рівні затрат факторів виробництва та встановлювати ціни до такого рівня, поки отримуваний прибуток не перевищить дозволений. Прикладами непрямих методів є регулювання норми прибутку за обсягом випуску, за обсягом продажу, за витратами виробництва та на інвестований капітал. За своїм механізмом непрямі методи слід вважати більш орієнтованими на процес постачання електроенергії ніж на процес її споживання, оскільки вони не потребують знання функції ринкового попиту, але потребують знань обсягу і бухгалтерських витрат виробництва, включаючи затрати самих факторів виробництва.

До змішаних (стимулюючих) методів регульованого ціноутворення віднесено методи, в основу яких покладено механізм прогностичного розрахунку дозволених змін верхньої межі цінового показника відносно його базово-

го рівня, значення якого можуть бути розраховані за допомогою як прямих (орієнтованих на споживання), так і непрямих (орієнтованих на постачання) методів. Прикладами змішаних методів є методи верхньої межі ціни, виторгу та індексу цін. Оскільки дозволені зміни верхньої межі цінового показника залежать від індексу інфляції в економіці (стосується споживання) і дефлятора зростання цін, встановленого для енергопостачальної компанії (стосується постачання), змішані методи слід вважати однаково орієнтованими як на процес постачання, так і на процес споживання електроенергії.

УДК 620.91+ 621.31

Стрелкова Г.Г., канд.ф.-м.наук, доц.
Лукінов М.О., магістрант,
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ОБ'ЄКТАМИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Впровадження технологій сонячної енергетики є шляхом до підвищення енергетичної та екологічної безпеки. Збільшення частки сонячної енергетики в паливно-енергетичному балансі України є важливим напрямом реалізації державної політики у сфері альтернативних джерел енергії. Відповідно до Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 р., збільшення обсягів виробництва електроенергії можливо завдяки вдосконаленню технології та введенню в експлуатацію нових об'єктів сонячної енергетики, загальна потужність яких у 2020 р. має сягнути 2300 МВт при обсягах виробництва електроенергії на рівні 2420 ГВт*год.

Для визначення сучасного стану виробництва електроенергії об'єктами сонячної енергетики було проведено аналіз енергетичної статистики, наданої Державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України. Визначення обсягів виробництва електричної енергії об'єктами сонячної енергетики України у 2014 р. було проведено на підставі даних, наданих НКРЕ, обласними та Київською міською держадміністраціями. Огляд характеристик впроваджених об'єктів показав, що вони мають різноманітний спектр з використаних технологій сонячної енергетики (від сонячних електростанцій (СЕС), систем освітлення на сонячних батареях до геліоколекторів для гарячого водопостачання) та суттєво розрізняються за масштабом та потужністю. Аналіз енергетичної статистики показав, що впродовж 2010-2014 рр. спостерігалась стійка тенденція нарощування встановленої потужності у сегменті сонячної енергетики України. За цей час було встановлено та введено в експлуатацію 160 об'єктів. Переважна більшість, а саме 140 об'єктів, призначена для виробництва електроенергії і лише 20 об'єктів - для виробництва теплової енергії.

У порівнянні з 2010 р. за показником встановленої фактичної потужності у 2014 р. Україна мала значний прогрес. Цей показник зріс з 2,5 МВт до 842,538 МВт з розподілом потужності між електричною та тепловою складовими 841,735 МВт та 0,803 МВт відповідно. Загальний обсяг виробленої у 2014 р. електроенергії об'єктами сонячної енергетики сягнув 486,108 млн. кВт*год, а теплової - 869,445 Гкал.

Україна має сприятливі природно-кліматичні умови для розвитку сонячної енергетики. Для проведення порівняльного аналізу щодо розподілу СЕС за регіонами країни з іншими впровадженими об'єктами відновлюваних джерел енергії, а також оцінки сумарної потужності та візуалізації стану впровадження було застосовано технологію веб-картографування. За допомогою картографічного веб-сервісу Google Maps з розміщення та управління тематичними даними було створено інтерактивну карту об'єктів альтернативної енергетики України, які виробляють електричну енергію.

Висновки. За результатами проведеного аналізу визначено, що на початок 2015 р. в Україні було введено в експлуатацію 99 СЕС. При цьому частка сонячної енергетики у встановленій фактичній електричній потужності всіх об'єктів альтернативної енергетики України складала 39 %, а частка виробництва електроенергії об'єктами сонячної енергетики - лише 13 %. Для використання існуючого потенціалу сонячної енергії та нарощування обсягів виробництва електроенергії необхідно поширити впровадження СЕС. Для цього необхідно зниження собівартості СЕС, що можливо за рахунок розвитку вітчизняного виробництва фотоелектричних перетворювачів енергії на основі монокристалічного кремнію.

УДК 620.91+ 621.31

Стрелкова Г.Г., канд. ф.-м.наук, доц.

Лукінов М.О., магістр,

Національний технічний університет України «КПІ», Україна

АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ ДЛЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

Кремнієві фотоелектричні перетворювачі енергії (ФЕП) визначаються як один з домінуючих сегментів на сучасному світовому ринку енергоефективних технологій. Для промислових сонячних електростанцій (СЕС) використовують ФЕП на основі полікристалічного і монокристалічного кремнію (Si_m). ФЕП на основі Si_m у порівнянні з іншими відрізняються кращим ККД, надійністю роботи, стабільністю параметрів при тривалому часі експлуатації, але мають більшу вартість.

На думку експертів, Україна має потенціал для створення замкнутого циклу виробництва фотоелектричних модулів і СЕС завдяки наявності про-

мислової бази і кварцових пісків як сировинного ресурсу. Прикладом реалізації цього потенціалу є ЗАТ "Пролог Семікор", на якому виготовляються злитки Si_m . Також підприємством спільно з партнерами з Німеччини та Австрії розпочато виробництво та поставку в Україну сонячних елементів і фотоелектричних модулів. Продукція підприємства сертифікована відповідно до вимог стандарту ISO 9001. Потенційний ресурс з випуску Si_m може сягати 240 т/рік. Однак, стримуючим фактором є обмежений попит внаслідок високої вартості кремнієвих злитків. Це пов'язано із значними витратами електроенергії на основний технологічний процес, в якому для вирощування кристалів Si_m застосовують метод Чохральського.

Для визначення аспектів енергозбереження був проведений аналіз електробалансів технологічного циклу, який показав, що при вирощуванні кристалів найбільші витрати електроенергії відбуваються в основному технологічному процесі, де використовують 27 електропечей опору «Редмет 30 АМ» та «Ізотерм 65-ПС». Основні енерговитрати в печах пов'язані з процесами плавлення кремнію, його кристалізацією тривалістю від 24 до 72 годин та підтриманням відповідного градієнту температури для досягнення необхідної якості злитку. Аналіз показників технологічного циклу виявив, що основними чинниками, що впливають на тривалість вирощування кристалів і, як наслідок, на обсяги витрат електроенергії, є якість сировини, параметри злитку і рівень завантаженості циклу.

Огляд світових технологій свідчить, що питомі витрати електроенергії (Е) на виготовлення 1 кг злитку Si_m за методом Чохральського знаходяться у межах 60-90 кВт*год в залежності від ступеня модернізації виробництва. Для ЗАТ "Пролог Семікор" за умови базового завантаження технологічного циклу розрахункове значення Е склало ~ 90 кВт*год/кг. Але фактичні значення Е, визначені за даними річного споживання електроенергії та обсягів виробленої продукції впродовж 2010-2014 рр., інколи перевищували розрахунковий показник на 20-26 %. За результатами кореляційного аналізу було виявлено прямий сильний зв'язок між обсягами виробництва і фактичними питомими витратами електроенергії. Збільшення електроспоживання за неповної завантаженості технологічного циклу пояснюється специфікою самого методу Чохральського. Для даного випадку було запропоновано низку заходів з підвищення якості контролю параметрів процесів, які дозволять скоротити витрати електроенергії на декілька відсотків.

Висновки. За результатами дослідження визначено основні аспекти, що впливають на енергоспоживання виробництва Si_m на ЗАТ "Пролог Семікор", потенціал енергозбереження та запропоновано заходи для зменшення енергетичної складової у собівартості злитків Si_m .

Волошко А.В., докт. техн. наук, доц.
Стрикун В.Г., магістр
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ПІДХІД ДО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ПОПЕРЕДНЬОГО ЧАСТОТНОГО РОЗЛІДЕННЯ СИГНАЛУ

Однією із важливих проблем при визначенні якості електричної енергії (ЯЕЕ) є оцінка зміни форми інформаційного сигналу (напруги або струму електричної мережі), яка включає спектральний та гармонічний аналіз. Схе- на оцінки форми сигналу містить гармоніки, інтергармоніки, фазні кути гармонік, гармонічні симетричні компоненти та ін.

На даний момент THD є найбільш поширеним показником якості на- пруги і визначається за допомогою швидкого перетворення Фур'є. Основним недоліком визначення THD є можливість його застосування тільки для пері- одичних сигналів. Іншим істотним недоліком даного коефіцієнту є те, що при його визначенні не враховується індивідуальний вплив на електричну мережу і устаткування різних гармонік, а також відсутність інформації щодо фазових кутів гармонік. Це призводить до похибки визначення THD за наяв- ності у сигналі різних гармонічних компонент у перебігу декількох періодів у межах десятків відсотків.

Зважаючи на частотно-просторові властивості вейвлет-аналізу [1], за- пропоновано новий підхід до визначення коефіцієнту спотворення форми хвилі сигнал.

Як відомо, вейвлет-перетворення за допомогою фільтрів низької та високої частоти лілти вхільний сигнал на частотні діапазони.

В режимі моніторингу достатньо контролювати величину спотворен- ня в частотному діапазоні, а в випадку перевищення його порогового зна- чення (визначається для кожного частотного діапазону відповідно нормати- вних документів) проводити вимірювання окремих гармонік (гармонічних груп). Ланий метод являється луже корисним для визначення вишлх гармо- нік в випадку контролю якості електричної енергії. У разі його застосування відсутній недолік методу Фур'є – необхідність достовірної інформації щодо перехільних процесів, а також недолік дискретного вейвлет-перетворення – відсутність ланих відносно кожної окремої гармоніки.

Висновок. Запропоновано проволити визначення наявності спотвор- нення форми сигналу в два етапи. На першому етапі інформаційний сигнал ортогональним перетворенням розбивається на частотні діапазони, визнача- ються діючі значення коефіцієнтів ортогонального перетворення і порівню- ються із визначеними пороговими значеннями (якщо таке значення $< 0.1\%$ основної частоти – воно ігнорується) і в разі його перевищення, на лругом етапі проволиться детальне визначення коефіцієнтів спотворення в ланому частотному діапазоні. Це дозволяє проволити моніторинг наявності спотво- рення форми сигналу у реальному часі.

Список використаних джерел

1. Wang J. Time-varying transient harmonic measurement based on wavelet transform / J. Wang, R. Ooiwen, F. Wang, et al. // Proceedings International Conference on Power System Technology. – 1998. – Vol. 2. – P. 1556 – 1559

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЕНЕРГОСИСТЕМИ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ

Екологічне 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 екологічних програм і екологічного планування при проектуванні та експлуатації енергосистеми. Найважливішим чинником прогнозування є моделювання майбутнього прогнозованого стану згідно з очікуваними змінами. При цьому, як правило, здійснюється побудова певних нормативних і пошукових (імітаційних) моделей з урахуванням ймовірних змін прогнозованого явища на прогнозований період за наявними прямими або непрямыми даними. Нормативні моделі, як правило, мають параметри, задані попередньо, і на які треба орієнтуватися у майбутньому. Імітаційне моделювання передбачає вироблення декількох імовірних варіантів розвитку стану системи та надання певної якісної та кількісної оцінки прогнозованому стану системи.

У моделюванні прогнозованих станів використовується багато видів математичних моделей, у тому числі оптимізаційних. Створення статичних і динамічних моделей найпоширеніше у моделюванні кліматичних, гідрологічних, геоморфологічних, геологічних, екологічних та інших процесів. Однак більшість цих методів мають суттєвий недолік: часто структурні елементи складних систем розглядаються окремо й незалежно. Також слід відзначити, що 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 екологічного стану складної багато параметричної 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, 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 підходу щодо моделювання складних багатопараметричних систем, та створенні відповідної дискретно-інтерполяційної екологічної матриці, надалі екоматриці. 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 екоматриць. 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. Однопараметричні множини, отримані на основі даного підходу, є дискретними математич-

ними моделями екологічних процесів та систем. Елементом таких множин є деяка дискретна функція – екоматриця, як певна сукупність різноякісних параметрів.

Висновки. На основі запропонованого дискретно-інтерполяційного підходу ми отримуємо можливість будувати дискретні математичні моделі екосистем, пов'язаних з певними енергосистемами, що характеризуються великою кількістю параметрів та властивостей.

УДК 697.1

Шовкалюк М.М., к.т.н., доц., **Войналович Н.О.**, магістр
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

МОНІТОРИНГ ТА АНАЛІЗ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ КОРПУСІВ НТУУ «КПІ»

Об'єктами дослідження є навчальні корпуси НТУУ «КПІ». Була зібрана та уточнена [1] вихідна інформація по навчальним корпусам КПІ за 2009-2013 роки, зокрема наступні дані: споживання енергії, площа, об'єм приміщень, кількість людей, площа огорожень (стін, вікон по фасадам), коефіцієнт скління, теплофізичні характеристики огорожень, термічний опір вікон, погодні умови, а саме градусо-добі опалювального періоду, тощо.

Для побудови регресійних залежностей за допомогою пакету програм Statistica 6 [2] застосовувалось декілька підходів аналізу вихідної інформації: дослідження теплоспоживання всіх корпусів за річними даними, дослідження всіх корпусів за даними помісячного теплоспоживання, дослідження помісячного теплоспоживання, для всіх корпусів за конкретний місяць для всіх років, дослідження помісячного теплоспоживання кожного окремого корпусу помісячно для всіх років. Оскільки відхилення прогнозованого теплоспоживання від фактичного за усіма побудованими моделями у вищезазначених випадках було досить значним (до 40%), було прийнято рішення розподілити корпуси за певними ознаками і в межах кожної групи провести регресійний аналіз, а у якості цільової функції обрати не повну, а питому величину теплоспоживання. Для цієї мети доцільно застосувати кластерний аналіз для класифікації корпусів зі схожими даними. Кластерний аналіз здійснювався за трьома факторами: споживання теплової енергії, споживання електричної енергії та об'єм приміщень. Таким чином всі корпуси КПІ були поділені на 5 кластерів. В ході проведеного дослідження для кожного кластеру були побудовані регресійні моделі, які дозволяють прогнозувати енергоспоживання об'єкту в залежності від зміни погодних умов з урахуванням конструктивних особливостей будівлі.

На першому етапі дослідження в межах кожного кластеру було отримано загальну модель для опалювального періоду. Середнє відхилення основної прогнозного та фактичного теплоспоживання знаходиться в межах 15%, проте для окремих об'єктів є досить значним, зважаючи на те, що у базі даних відсутня точна інформація відносно фактичної кількості діб опалювального періоду за кожен місяць і фактичних температурних умов ($t_{вн}$) у кожній будівлі. Ці дані у майбутньому потрібно моніторити і збирати для можливості уточнення результатів розрахунків за подібними моделями. На другому етапі дослідження було вирішено поділити місяці опалювального

періоду на дві групи: зимовий та весняно-осінній період. Для зимових місяців розраховане за побудованими регресійними залежностями теплоспоживання досить точно співпадало з фактичним. Кількість градусо-днів в перехідні місяці коливається в межах від 117 до 622, відповідно теплоспоживання також знаходиться в широкому діапазоні, тому вивести загальне рівняння для перехідного опалювального періоду не вдалося ($R^2 \approx 0,5$, а також відхилення прогнозного теплоспоживання від фактичного досить значне). Для отримання більш точних результатів доцільно розглядати кожен корпус окремо, не об'єднуючи в кластери, що і було здійснено на третьому етапі, хоча цей підхід досить трудомісткий.

Висновки: Розроблено та запропоновано підходи для прогнозування теплоспоживання навчальних корпусів в помісячному та річному розрізі на базі множинного регресійного аналізу.

Список використаних джерел:

1. Програма з енергоефективності НТУУ «КП» на 2012-2015 р. – К., 2012. - 108 с.
2. А.А. Халафян. Statistica 6. Статистический анализ данных. 3-е изд. Учебник. – М.: ООО «Бином-пресс», 2007. – 512 с., іл.

УДК 697.1

Шовкалюк М.М., к.т.н., доц., **Суходуб І.О.**, к.т.н., асистент,
Войналович О.О., магістр
Національний технічний університет України «КПІ», Україна

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЧЕРЕЗ ПІДЛОГУ

Дане дослідження було зосереджено на аналізі теплових втрат через огорожувальні конструкції, а саме підлогу. В основу дослідження було покладено розгляд двох методичних підходів до розрахунку тепловтрат через підлогу: теплотехнічний розрахунок [1] і європейська методика [2], та виконано порівняння результатів.

Головною відмінністю зазначених вище методик є те, що європейська методика EN є більш деталізованою, оскільки в ній враховується велика кількість факторів, що впливають на тепловтрати через огорожувальні конструкції. Цей підхід передбачає класифікацію підлог на три типи: підлога на ґрунті, підлога цокольного поверху, підлога над технічним підпіллям.

Детальне вивчення та порівняння тепловтрат огорожувальних конструкцій за методикою EN показало, що для розрахунку кожного з трьох вищезазначених типів підлог (рис. 1), необхідно враховувати різні фактори для кожного окремого випадку (заглиблення стін, що контактують з ґрунтом, тепловий опір стін, що контактують з ґрунтом, тепловий внутрішній та зовнішній поверхневий опір, інші деталізовані геометричні показники, тощо).

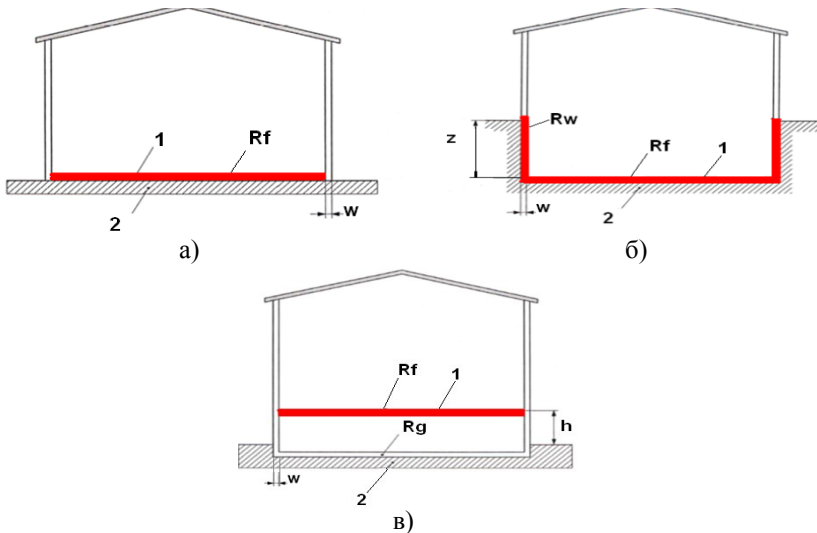


Рис. 1 – а) підлога на ґрунті; б) підлога цокольного поверху; в) підлога над тех.підпіллям

1 – шар підлоги; 2 – ґрунт; w – товщина зовнішніх стін; R_f – термічний опір підлоги; R_w – термічний опір стін, що контактують з ґрунтом; R_g – термічний опір підлоги по ґрунту; z – висота стін, що контактують з ґрунтом; h – висота від відмітки ґрунту до верхньої відмітки перекриття над технічним підпіллям.

За методикою [2] авторами розроблено три математичні моделі для різних типів підлоги в програмному середовищі MathCad, виконано аналіз достовірності моделі. За допомогою розроблених моделей виконано серію розрахунків. Побудовано узагальнюючі залежності тепловтрат через підлогу від різних теплотехнічних і геометричних параметрів будівель.

В програмному продукті Fluent 6.3.26 було створено математичну модель для підлоги над технічним підпіллям, що враховує зміну температури на поверхні огороження, що сполучається з ґрунтом, в залежності від заглиблення, умов теплообміну на внутрішніх і зовнішніх огороженнях, температурні умови та здійснено аналіз теплових втрат. Проведено серію розрахунків та оцінено вплив геометричних особливостей будівлі, умов мікроклімату в приміщеннях та місце розташування будівель на значення теплового потоку через поверхню підлоги.

Висновки: Проаналізовано різні підходи до розрахунку теплових втрат через підлогу, побудовано математичні моделі для розрахунку в програмному середовищі Fluent та MathCad, виконано серію розрахунків та проаналізовано залежності питомих тепловтрат від геометричних та теплотехнічних особливостей будівель.

Список використаних джерел:

1. Справочник по теплоснабженню и вентиляции / Р.В.Щекин, С.М. Корневский, Г.Е. Бем и др. – К.: «Будівельник», 1976. – 416 с.
2. Энергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні/ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X [Національний стандарт України]– К.: Мінрегіон України, 201X, – 196 с.