

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ігоря Сікорського»

Аданіков Олександр Володимирович

УДК 621.311.003.13

Оперативний контроль ефективності енерговикористання у виробничій сфері

Спеціальність 8.05070108 - Енергетичний менеджмент

Автореферат
магістерської дисертації

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі електропостачання Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент
Бориченко Олена Володимирівна,
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря
Сікорського», м. Київ, доцент кафедри
електропостачання

Рецензент: доктор технічних наук, професор
Розен Віктор Петрович,
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря
Сікорського», м. Київ, професор кафедри
автоматизації і управління електротехнічними
комплексами

Захист відбудеться «15» червня 2017 р. о 10.00 годині у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут» за адресою: 03056, м. Київ-56, проспект Перемоги, 37, корп. 22, ауд. 309.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з основних функцій енергетичного менеджменту є впровадження систем контролю енергоспоживання, що мають на меті досягнення високої енергетичної ефективності і, в той же час, раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів.

В Україні управління ефективністю використання ПЕР базується на системі нормування питомих витрат палива та енергії. Відповідні системи нормування широко використовуються на різних промислових підприємствах, організаціях та установах, однак не зважаючи на це багато фахівців відмічають недосконалість існуючих методів визначення таких показників енергоефективності. Нормування питомих витрат палива та енергії на підприємстві, як правило проводиться для конкретного обладнання, або технологічного процесу, що мають своїх стандартизовани показники.

Недоліком встановлення таких показників енергоефективності є неврахування в розроблених нормах питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів великої кількості чинників, що суттєво впливають на енергоспоживання, в тому числі і суб'єктивних, зокрема впливу працівників підприємства на роботу обладнання, нестабільність роботи підприємств та порушення режиму технологічного процесу.

На підставі таких недосконалих «еталонів» енергоефективності не можна реалізувати в повній мірі стратегію енергозбереження та підвищення ефективності енерговикористання на підприємстві, тобто за їх допомогою не може здійснюватись якісне та дієве управління використання палива та енергії.

Контроль енергоспоживання, який реалізується в досить великих проміжках часу не дозволяє проводити аналіз енергоспоживання та його подальше управління в повному обсязі, тому виникає необхідність здійснювати оперативний контроль ефективністю використання енергоресурсів.

Для вирішення завдань управління ефективністю використання енергоресурсів в зарубіжній практиці активно використовують підхід, принципово відмінний від системи нормування питомих витрат електроенергії, – побудова систем контролю і планування електроспоживання. За кордоном такі системи отримали назву Monitoring and Targeting Systems.

В основу побудови таких систем покладено принцип залежності обсягів енергоспоживання від ряду показників, що характеризують умови протікання виробничого процесу (наприклад, обсягу випущеної продукції, часу роботи основного обладнання, тиску, температури, швидкості, параметрів кліматичних умов тощо). Одним з першочергових завдань системи оперативного контролю енергоефективності є встановлення так званих «стандартів» енергоспоживання, на основі яких визначаються деякі цільові змінні, порівняння з якими фактичних показників, дозволяє визначати рівень ефективності використання палива або енергії на будь-якому виробничому об'єкті. Такі цільові змінні, зокрема, у зарубіжній практиці встановлюють на основі відповідних математичних моделей обсягу споживання того чи іншого енергоресурсу, побудованих в залежності від чинників, які суттєво впливають на його величину. Однак, при застосуванні традиційних систем контролю і планування, є ряд недоліків та спрощень. Зокрема,

це недосконалість процедури встановлення цільових змінних на основі «стандартів» енергоспоживання, а також відсутність чіткої процедури контролю виконання відповідних цільових змінних.

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

Виконані в роботі дослідження відповідають напряму «Енергетика та енергоефективність» Закону України № 2519-VI від 09.09.2010 р. «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки», стратегічним пріоритетним напрямом інноваційної діяльності в Україні на 2003-2013 роки «Новітні ресурсозберігаючі технології» Закону України № 433-IV від 16.01.2003 р. «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», Комплексній програмі НТУУ «КП» «Енергетика сталого розвитку» і направленості тематики кафедри електропостачання НТУУ «КП».

Мета і завдання дослідження.

Метою магістерської дисертації є узагальнення методологічних основ моніторингу впровадження заходів з енергозбереження, створення математично обґрунтованого підходу та розробка програмних засобів до побудови та застосування систем оперативного контролю енергетичної ефективності для виробничої сфери.

Для досягнення зазначеної мети дослідження були вирішені такі завдання:

1) аналіз існуючих методів оперативного контролю енерговикористання та моніторингу результатів впровадження заходів з енергозбереження - аналіз методів визначення об'єктів, складу чинників, які необхідно враховувати при побудові математичної моделі, методи побудови математичної моделі та контролю результатів;

2) застосування та можливості удосконалення існуючих методів оперативного контролю ефективності енерговикористання на існуючому виробничому об'єкті;

3) розробка алгоритмів та програмних засобів для побудови математичної моделі при побудові систем оперативного контролю ефективності енерговикористання на виробничих об'єктах;

4) удосконалення концепції побудови універсальної процедури моніторингу та поглибленого аналізу результатів впровадження заходів з енергозбереження.

Об'єктом дослідження є системи контролю ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів у виробничій сфері.

Предметом дослідження є методи та способи контролю виконання встановлених «стандартів» енергоспоживання для оцінки рівня енергоефективності виробничих об'єктів та моніторингу результатів впровадження заходів з енергозбереження.

В дослідженні були використані такі програмні продукти як: Microsoft Word, Microsoft Excel (внутрішні програмні функції та патек «аналіз даних»), Statistica, Python PQ4.

Методи дослідження. Методичною основою дисертаційного дослідження є комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, використовуваних для:

— створення методики побудови балансів споживання електричної енергії для виробничо-господарських об'єктів в умовах невизначеності вихідної інформації – методи теорії ймовірності та математичної статистики, методи експертного опитування, методи економіко-математичного моделювання, апарат нечіпкої математики, методи оптимального програмування;

— встановлення обґрунтованих «стандартів» споживання електроенергії – методи математичної статистики, економіко-математичного моделювання та встановлення довірчих інтервалів до відповідних моделей;

— здійснення об'єктивного процесу контролю виконання встановлених «стандартів» електроспоживання – один з методів статистичного контролю якості продукції, а саме метод послідовного аналізу А. Вальда;

— визначення концепції побудови інтегрованих систем контролю ефективності використання електроенергії – методи узагальнення та логічного підходу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

1) удосконалено процедуру моніторингу результатів впровадження заходів з енергозбереження, яка дозволить проводити оперативний контроль виконання встановлених цільових змінних та аналіз рівня енергоефективності на виробничому об'єкті.

2) визначені основні напрямки та шляхи удосконалення існуючих систем оперативного контролю енергоефективності

Практичне значення роботи. Отримані в магістерській роботі результати дозволять удосконалити діючу в Україні систему контролю ефективності використання електричної енергії та забезпечити реалізацію одного з можливих напрямів її подальшого розвитку.

Апробація результатів роботи. Результати магістерської дисертації були оприлюднені:

- XVI Всеукраїнська науково-практична конференція «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті» від 29.05.2015, Інститут відновлюваної енергетики НАН України.

- Науково-технічна конференція «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REIMS'16» від 1.06.2016, Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».

- Науково-технічна конференція «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REIMS'17» від 27.04.2017, Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».

Публікації. За результатами наукових досліджень було опубліковано:

- Alexandr Adanikov. Feasibility of standart ISO 500001 in enterprises and creation of an integred energy management system / Аданіков О.В. // Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті. Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції, 2015. - (Київ, 29 травня 2015.) - С.78-80

- Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О., Луценко Н.А., Аданіков О.В., Визначення об'єктів для створення систем оперативного контролю ефективності енерговикористання / Збірник матеріалів доповідей науково-технічної конференції ««Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'16», 2016. – (Київ, 1 червня 2016.) - С.80-81

- Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О., Аданіков О.В., Федорчук І.І., Універсальна процедура контролю виконання встановлених цільових змінних як інструмент підвищення рівня енергоефективності промислових об'єктів / Збірник матеріалів доповідей науково-технічної конференції ««Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'17», 2017. – (Київ, 27 квітня 2017.) - С.105-106

Ключові слова: *контроль енергоефективності, паливно-енергетичні ресурси, енергозбереження, моніторинг, система контролю і планування, оперативний контроль енергоспоживання, електроенергія.*

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний обсяг роботи складає 196 сторінок, у тому числі 140 сторінок основного тексту, 12 рисунків та 7 таблиць, списку використаних джерел зі 146 найменувань та 5 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність вибраної теми дисертації, вказано зв'язок роботи з науковими програмами, темами та планами, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет досліджень, наведено методи виконання досліджень, показано наукову новизну та практичне значення отриманих в дисертації результатів, наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію та публікації.

У **першому розділі** проаналізовано показники ефективності використання електроенергії, існуючі методи і підходи до ефективності електровикористання.

Методологічною основою оцінки та контролю ефективності використання електроенергії в Україні традиційно залишається система нормування її питомих витрат на виробництво продукції, виконання робіт чи надання послуг. Результати аналізу діючих методик нормування питомих витрат електроенергії свідчать, що переважна їх більшість мають суттєві недоліки. Попередній досвід нормування питомих витрат електроенергії, а також результати, отримані протягом останніх років дозволяють стверджувати, що існуюча в Україні система нормування

питомих витрат електричної енергії є недосконалою, потребує якнайшвидшого удосконалення, зокрема, шляхом розвитку методів побудови балансів електроспоживання виробничих об'єктів.

У **другому розділі** проаналізовано методику впровадження оперативного контролю ефективності енерговикористання на технологічних об'єктах у період після впровадження заходів з енергозбереження. Запропонована об'єднана процедура контролю виконання встановлених цільових змінних має на меті об'єднати такі методи оперативного контролю ефективності енерговикористання:

- побудова графіка кумулятивних сум, на якому відображаються значення кумулятивної суми відхилень фактичного енергоспоживання від значень, отриманих на основі відповідного стандарту. Такий графік вигідно використовувати для визначення малих постійних зрушень процесу, що можуть лишитись непомітними при використанні контрольних карт Шухарта;

- встановлення меж довірчих інтервалів для індивідуальних значень споживання електроенергії, визначених за рівнянням математичної моделі. Вихід фактичних значень вище верхньої межі довірчого інтервалу свідчить про зниження рівня енергоефективності, нижче нижньої – про підвищення;

- послідовний аналіз Вальда, що дозволяє визначити моменти невідповідного невиконання цільових змінних та своєчасно вжити необхідні заходи для оптимізації споживання енергетичних ресурсів ;

- встановлення цільових змінних за допомогою контрольних карт Шухарта, за допомогою яких проводиться аналіз змін параметрів в технологічних процесах, що викликані «випадковими» та «особливими» причинами, тобто впливом певних чинників. Використання контрольних карт Шухарта дозволяє визначити певні критичні точки, відносно яких можна зробити висновок про ефективне, чи неефективне використання енергії;

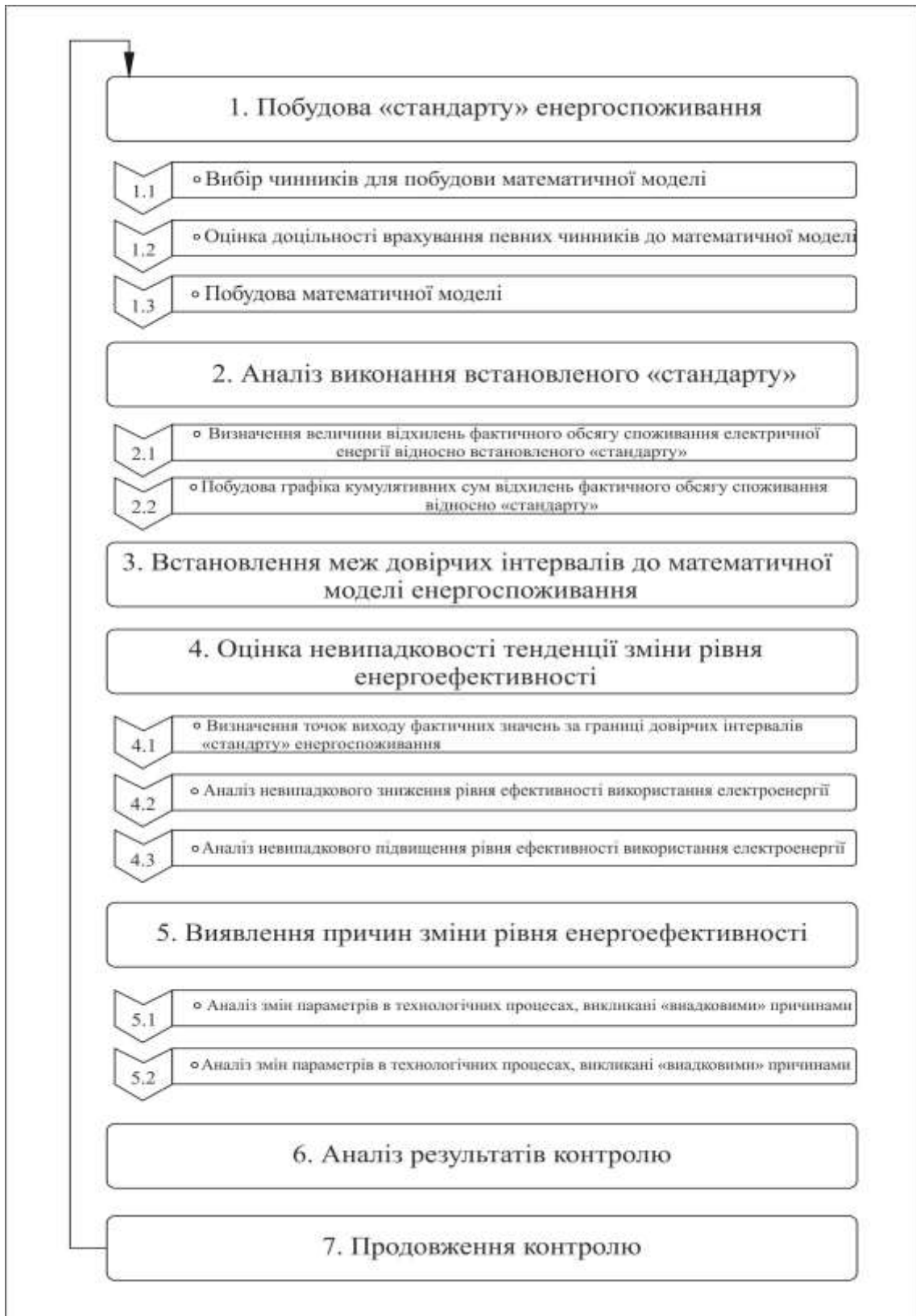


Рисунок 1 – Алгоритм об'єднаної процедури оперативного контролю рівня енергоефективності

У **третьому розділі** проведено аналіз виконання встановлених цільових змінних на підприємстві електричної станції. Також проаналізовано загальна можливість використання методики впровадження систем оперативного контролю ефективності використання на електрогенеруючих підприємствах. Проведено аналіз виконання встановлених цільових змінних на підприємстві електричної станції. Побудовано «стандарт» споживання електричної енергії групою споживачів підприємства, математична модель побудована програмою Statistica. За допомогою CUSUM-карт визначено значення постійних зрушень технологічних процесів підприємства. Так як графік кумулятивних сум не виходив за межі V-маски, процес енергоспоживання можна вважати статично керованим. В період з 7 по 19 січня спостерігається перевитрата фактичного обсягу електричної енергії у порівнянні з розрахованими величинами. У період з 20 січня по 11 лютого на підприємстві наявна тенденція до зростання ефективності енергоспоживання. Всі інші періоди характеризуються незначними зрушеннями тенденції використання електричної енергії. На основі виконаного послідовного аналізу виходу фактичних значень за контрольні границі енергоспоживання визначено, що у період з 2 по 3 лютого відбулось невідповідне значення рівня енергоефективності, спричинене певними факторами. Такий аналіз дозволяє на основі статистично-ймовірнісної методики визначати момент, коли найдоцільніше вжити заходи для оптимізації споживання енергетичних ресурсів.

У **четвертому розділі** магістерського дослідження проведений маркетинговий аналіз стартап проекту «MONITORING AND TARGETING DESKTOP SYSTEM» задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації його впровадження. Був проведений технологічний аудит ідеї проекту, аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту, розроблена ринкова стратегія впровадження проекту та ринкова (маркетингова) програма проекту.

У **висновках** сформульовано основні теоретичні та практичні результати проведених досліджень.

У **додатках** наведено матеріали, що не ввійшли до основного тексту, зокрема, приклади застосування розроблених у дисертаційній роботі підходів та методик, акти впровадження основних результатів роботи.

ВИСНОВКИ

1. Однією з необхідних умов досягнення помітних практичних результатів енергозбереження є об'єктивне, обґрунтоване вирішення задачі кількісної оцінки, контролю та аналізу ефективності використання енергоресурсів для різних технологічних об'єктів.

2. Одним з методів та підходів для контролю ефективності енерговикористання є створення систем оперативного контролю енергоспоживання для локальних технологічних об'єктів на підприємстві. Для вибору об'єктів, на яких потрібно створювати системи оперативного контролю необхідно групувати відповідні технологічні об'єкти за обсягами їх енергоспоживання. Крім того необхідно додатково проаналізувати попередньо встановлені групи обладнання з точки зору доцільності створення для них систем оперативного контролю енерговикористання, а саме: визначення складу чинників, які впливають на обсяги споживання енергії кожною з попередньо визначених груп обладнання; визначення додаткових приладів обліку споживання енергії та технологічних параметрів; оцінка грошових витрат на побудову і функціонування таких систем контролю; оцінка потенціалу енергозбереження, що матиме місце завдяки створенню систем оперативного контролю ефективності енерговикористання для кожної з груп обладнання; фінансовий аналіз доцільності створення локальних систем контролю енергоефективності для попередньо визначених груп обладнання. Для встановлення обґрунтованих математичних моделей споживання енергії слід використовувати методи побудови багатofакторних залежностей та врахування ймовірнісного характеру результатів моделювання.

3. Об'єднана процедура контролю виконання встановлених цільових змінних має на меті об'єднати такі методи оперативного контролю ефективності енерговикористання:

- побудова графіка кумулятивних сум, на якому відображаються значення кумулятивної суми відхилень фактичного енергоспоживання від значень, отриманих на основі відповідного стандарту. Такий графік вигідно використовувати для визначення малих постійних зрушень процесу, що можуть лишитись непомітними при використанні контрольних карт Шухарта;

- встановлення меж довірчих інтервалів для індивідуальних значень споживання електроенергії, визначених за рівнянням математичної моделі. Вихід фактичних значень вище верхньої межі довірчого інтервалу свідчить про зниження рівня енергоефективності, нижче нижньої – про підвищення;

- послідовний аналіз Вальда, що дозволяє визначити моменти невиконання цільових змінних та своєчасно вжити необхідні заходи для оптимізації споживання енергетичних ресурсів [25];

- встановлення цільових змінних за допомогою контрольних карт Шухарта, за допомогою яких проводиться аналіз змін параметрів в технологічних процесах, що викликані «випадковими» та «особливими» причинами, тобто впливом певних чинників [26]. Використання контрольних карт Шухарта дозволяє визначити певні критичні точки, відносно яких можна зробити висновок про ефективне, чи неефективне використання енергії;

4. Перелічені методи мають ряд недоліків і не дозволяють об'єктивно визначити моменти невиконання цільових змінних. Зокрема, графік кумулятивних сум дозволяє лише визначити певну тенденцію зміни енергоспоживання. При побудові контрольних границь з'являється можливість визначення не випадковості виконання цільових змін, проте процедура побудови таких границь та визначення деяких її параметрів не завжди дає достовірний результат [15]. Метод послідовного аналізу не придатний для аналізу причин невиконання цільових змінних. Універсальна процедура, створена на основі використання комплексу з зазначених методів дозволить усунути недоліки кожного методу окрема та отримати

обґрунтовані висновки щодо рівня енергоефективності на об'єкті енерговикористання.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

За результатами наукових досліджень було опубліковано:

- 2. Alexandr Adanikov. Feasibility of standart ISO 500001 in enterprises and creation of an integred energy management system / Аданіков О.В. // Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті. Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції, 2015. - (Київ, 29 травня 2015.) - С.78-80
- Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О., Луценко Н.А., Аданіков О.В., Визначення об'єктів для створення систем оперативного контролю ефективності енерговикористання / Збірник матеріалів доповідей науково-технічної конференції ««Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'16», 2016. – (Київ, 1 червня 2016.) - С.80-81
- Находов В.Ф., Бориченко О.В., Іванько Д.О., Аданіков О.В., Федорчук І.І., Універсальна процедура контролю виконання встановлених цільових змінних як інструмент підвищення рівня енергоефективності промислових об'єктів / Збірник матеріалів доповідей науково-технічної конференції ««Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'17», 2017. – (Київ, 27 квітня 2017.) - С.105-106

АНОТАЦІЯ

АДАНІКОВ О.В. Оперативний контроль ефективності енерговикористання у виробничій сфері. – Рукопис.

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 8.05070108 – енергетичний менеджмент. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ, 2016.

Магістерська дисертаційна робота присвячена створенню методичних основ побудови систем оперативного контролю ефективності енерговикористання на

промислових підприємствах. Також в роботі досліджено можливість впровадження процедури моніторингу рівня енергоефективності на електрогенеруючих підприємствах

Проаналізовано існуючі методи побудови систем оперативного контролю на технологічних об'єктах.

Розроблено алгоритм застосування удосконаленого підходу до побудови систем оперативного контролю енергоспоживання.

Ключові слова: *«стандарт» енергоспоживання, системи оперативного контролю енергоефективності, чинники, що впливають на величину енергоспоживання, математична модель, контроль результатів.*

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Приступа М.М. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація [Текст] / М.М. Приступа, М.В. Бохонко. – Рівне: видавець О.Зень, 2011. – 56 с.
2. Ковалко М.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України [Текст] / М.П.Ковалко, С.П. Денисюк. – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.
3. Праховник А.В.Энергетический менеджмент [Текст] / А.В. Праховник, А.И. Соловей В.В.Прокопенко. – К.: Киевская нотная фабрика, 2001. – 472 с.
4. Гофман И.В. Нормирование потребления энергии и энергетические балансы промышленных предприятий [Текст] / И.В. Гофман - М.:Энергия, 1966. – 310 с.
5. Находов В.Ф. Аналіз діючих в Україні методик нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів [Текст] / В. Ф. Находов, О. В. Бориченко, К.К. Кочетова // «Промислова електроенергетика та електротехніка» Промелектро: інформ. зб. – 2007. - №2. – С. 42-48.
6. Jones Phil. Getting started with Monitoring & Targeting (M&T) // Fundamental Series. – 2004. – №7. – P. 29-32.
7. Находов В.Ф. Контроль та аналіз виконання встановлених «стандартів» в системах статистичного контролю ефективності використання електричної енергії [Текст] / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко // Промислова електроенергетика та електротехніка. Промелектро: інформ. зб. – 2011. - №2. – С. 16-23.
8. Находов В.Ф. Энергосбережение и проблема контроля эффективности энергоиспользования [Текст] / В.Ф. Находов // Промислова електроенергетика та електротехніка. Промелектро: інформ. зб. – 2007. - №1. – С. 34-42.
9. Похабов В.И. Энергетический менеджмент на промышленных предприятиях [Текст] / В.И. Похабов, В.И. Клевзович, В.В. Ворфоломеев // Изд. Технопринт, 2002. – 176 с.

10. Енергоаудит у системі енергоменеджменту підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vuzlib.com.ua/articles/book/27043-Energoaudit_u_sistem%D1%96_energom/1.html (15.03.2015).
11. Праховник А.В. Энергетический менеджмент: Учебное пособие [Текст] / А.В. Праховник, В.П. Розен, О.Б. Разумовский. - К.: Нот.ф-ка, 1999. – 184 с.
12. Праховник А.В. Энергетический менеджмент [Текст] / А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко. – К.: Киевская нотная фабрика, 2001. – 472 с.
13. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energetyka.com.ua/normatyvna-baza/385-energetichna-strategiya-ukrajini-na-period-do-2030-roku-vi-strategiya-rozvitku-naftogazovoji-promislovosti> (22.04.2015).
14. Бараннік В.О. Ефективність енергоспоживання в державі як індикатор конкурентоспроможності. Міждержавні співставлення [Текст] / В.О. Бараннік // Научно-технический сборник. – 2008. – №88. – С.14-18.
15. Пособие по курсу «Основы целевого энергетического мониторинга». – М.: ЭНИЗАН, АСЭМ, 1997. – 38с.
16. Праховник А.В. Контроль і нормалізація енергоспоживання [Текст] / А.В. Праховник, В.Ф. Находов, О.В. Бориченко // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2009. – №8(66). – С. 41-54.
17. Сальников А.Х. Нормирование потребления и экономия топливно-энергетических ресурсов [Текст] / А.Х. Сальников, Л.А. Шевченко. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.
18. Чазова Т.Ю. Управление энергопотреблением [Текст] / Т.Ю. Чазова, А.В. Чазов. – Екатеринбург: УГТУ, 2005. – 205 с.
19. Находов В.Ф. Застосування методів самоорганізації математичних моделей енергоспоживання для встановлення «стандартів» в системах оперативного контролю енергоефективності [Текст] / В.Ф. Находов, І.В. Стеценко, Я.С. Бедерак // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – № 5(99). – С. 23-33.
20. Находов В.Ф. Вибір оптимального набору критеріїв з метою комплексної оцінки адекватності побудови «стандарту» енергоспоживання в системах оперативного контролю енергоефективності [Текст] / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко, Д.О. Іванько // Энергетика. Екологія. Людина. – 2013. – № 3(34). – С.68-78.
21. Находов В.Ф. Контроль ефективності енерговикористання в системі енергетичного менеджменту [Текст] / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко, Д.О. Іванько // ISSN1813-6796 ВІСНИК КНУТД. – 2013. - №6. – С. 67-77.
22. Вознесенський В. А. Прийняття рішень по статистичним моделям [Текст] / В.А. Вознесенський, А.М. Ковальчук. – М: Статистика, 1978. – 192 с.
23. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учеб. пособие [Текст] / В.Н. Клячкин. – М.: Финансы и статистика. ИНФА, 2009. – 304 с.

24. Царев Ю.В. Статистические методы контроля и управления качеством. Контрольные карты: Учебно-методическое пособие [Текст] / Ю.В. Царев, А.Н. Тростин. – Иваново: ГОУ ВПО, 2006. – 250 с.
25. Клячкин В.Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии: учеб. пособие [Текст] / В.Н. Клячкин. – М.: Финансы и статистика. ИНФА, 2009. – 304 с.
26. Боровиков В.Н. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов [Текст] / В.Н. Боровик. – СПб.: Питер, 2001. – 356 с.
27. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных [Текст]: [Перевод с англ. под редакцией канд. техн. наук Э.К. Лецкого] / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М.: Издательство «Мир», 1980. – 610 с.
28. Літнарівч Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник [Текст] / Р.М. Літнарівч. – Рівне: МЕРУ, 2011. – 140 с.
29. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Статистичні методи управління якістю продукції» для студентів спеціальності 7.000001 «Якість, стандартизація і сертифікація» денної і заочної форм навчання / Укл.: О.В. Томашевський – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 40 с.
30. ДСТУ ISO 8258 – 2001. Контрольні карти Шухарта.
31. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів [Текст] / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя: КПУ, 2011. – 268 с.
32. Вальд А. Последовательный анализ [Текст]: [Перевод с англ. Под редакцией Б.А. Севастьянова] / А.Вальд. – М: Государственное издательство физико-математической литературы, 1960. – 327 с.
33. Ивахненко А.И. Научные основы комплексной автоматизации и моделирования характеристик технологических процессов в системе контроля качества продукции промышленного производства [Текст]: / Ивахненко А.И. – М: Московский автомобильно-дорожный институт, 2008. – 289 с.
34. Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей «Розроблення стартар-проекту»/ Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2016 р.
35. Павлов А. Н. Принятие решений в условиях нечеткой информации: учеб. пособие / А. Н. Павлов, Б. В. Соколов; ГУАП – СПб., 2006 – 72 с.
36. Находов В.Ф. Вибір чинників для побудови математичних моделей електроспоживання виробничих об'єктів [Електронний ресурс] / В.Ф. Находов, І.О. Єгорова, О.П. Тітарчук // Збірник наукових праць Енергетика. Екологія. Людина : VII міжнар. наук.-техн. конф. молодих дослідників, аспірантів та студентів, 27–29 травня 2015 р. – К., 2015.
37. Дубров А.М. Многомерные статистические методы / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. – М., Финансы и статистика, 2003. Статистика / под редакцией Мхитаряна/, учебник для вузов, М., Экономист, 2006.
38. Вознесенский В.А Принятие решений по статистическим моделям / В. Вознесенский, А. Ковальчук. - Москва: Статистика, 1978. 193с.

39. Jolliffe I.T. *Principal Component Analysis*, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed., Springer, NY, 2002, XXIX, 487 p. 28 illus.
40. Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. Y. (Eds.), *Principal Manifolds for Data Visualisation and Dimension Reduction*, Series: Lecture Notes in Computational Science and Engineering 58, Springer, Berlin — Heidelberg — New York, 2007, XXIV, 340 p. 82 illus.
41. Боровиков В. *STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов.* - СПб.: Питер, 2001.
42. Находов В.Ф., Вибір математичної моделі для встановлення «стандартів» енергоспоживання виробничих об'єктів на основі багатокритеріального підходу / Бориченко О.В., Іванько Д.О. // Наукові вісті НТУУ "КПІ Енергетика та нові енергогенеруючі технології" 2014— 1.
43. Находов В.Ф., Вибір методів математичного моделювання процесів енергоспоживання в системах оперативного контролю енергоефективності / Іванько Д.О., Головка А.В. // Енергетика: економіка, технології, екологія. — 2013. — Спецвип. Матеріали аспірантських читань пам'яті А.В. Праховника. — С. 20—27.
44. Бурков В. Н. Прикладные задачи теории графов / В. Н. Бурков, И. А. Горгидзе, С. Е. Ловецкий. — М., 1974. — 232 с.
45. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Экспертные системы в медицине»/ Сост: Синекон Ю.С., Продеус А.Н., Вунтесмери Ю.В., Имад Исса Джамиль Ирейфидж, Киселев Е.Н. - К.: НТУУ «КПИ», 2011-73с.
46. Методы обработки экспертной информации: учебно метод. пособие/ А. Н. Павлов, Б. В. Соколов; ГУАП. СПб., 2005. 42 с.: ил.
47. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
48. Комплексний підхід до визначення складу чинників, які необхідно враховувати при побудові систем оперативного контролю ефективності енерговикористання [Електронний ресурс] / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко, Д.О. Іванько, І.О. Єгорова // Збірник наукових праць Енергетика. Екологія. Людина : VI міжнар. наук.-техн. конф. молодих дослідників, аспірантів та студентів, 21–23 травня 2014 р. – К., 2014.
49. Комплексний підхід до визначення складу чинників, що впливають на величину енергоспоживання при впровадженні систем оперативного контролю ефективності [Електронний ресурс] / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко, Д.О. Іванько, І.О. Єгорова // Науковий журнал Енергетика: економіка, технології, екологія №2(36)-2014 : міжнар. наук.-техн. конф. молодих дослідників, аспірантів та магістрантів, 27–29 травня 2014 р. – К., 2014.
50. Бешелев С.Д. Экспертные оценки / С. Бешелев, Ф. Гурвич.- М.: Наука, 1973. 246с.
51. Бешелев С.Д. Экспертные оценки в принятии плановых решений / С. Бешелев, Ф. Гурвич.- М.: Экономика, 1976. 287с.
52. Jones Phil. *Getting started with Monitoring & Targeting (M&T)* // *Fundamental Series.* – 2004. – №7. – P.29–32.

53. J. Pooley. (2005). Quick Start Guide to Energy Monitoring & Targeting (M&T)[Online]. Available: <http://www.oursouthwest.com/SusBus/susbus9/m&tguide.pdf>.