

ПРИНЦИПИ НАЛАШТУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ СИГНАЛІЗАЦІЇ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ

Давиденко Л. В.¹, Давиденко В. А.², Коенда Н. В.¹

¹Луцький національний технічний університет,

²Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)

Запропоновано принципи налаштування алармів в системі контролю ефективності енергоспоживання, що дозволяє врахувати досягнутий рівень енергоефективності об'єкту та завдання щодо його підвищення.

Постановка проблеми. Цілеспрямована діяльність у сфері енергозбереження потребує постійного управління цим процесом на рівні підприємств, їх підрозділів, технологічних процесів тощо. Особливе місце в системі управління енергоспоживанням підприємства займає контроль ефективності енергоспоживання, який здійснює інформаційне забезпечення ухвалення рішень для оптимального використання наявних можливостей підвищення енергоефективності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Забезпечення дієвого управління та досягнення цільових завдань щодо енергоефективності потребує створення на підприємстві системи енергоменеджменту (СЕМ), яка являє собою впорядковану сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів, призначених для виконання певних функцій [1, 2, 3]. В межах цієї системи має здійснюватися стратегічне та оперативне управління енергоспоживанням. Однією з його функцій є контроль і аналіз ефективності використання енергоресурсів. Здійснення систематичного контролю за ефективністю енергоспоживання є складовою процесу підвищення рівня енергоефективності [2, 3]. Адекватна процедура контролю енергоефективності повинна давати змогу оперативно визначати моменти невідповідного підвищення чи зниження енергоефективності на об'єкті та давати обґрунтовану оцінку, з яких причин відбулись ці зміни. Контроль може бути ефективним у випадку отримання та використання достовірної та своєчасної інформації про стан керованої системи, відповідності її функціонування до намічених цілей. При цьому, важливим етапом є формування нормативів, фіксування результатів контролю та видача повідомлень про перевищення сформованих нормативів, а також їх документування [1].

Мета статті. Удосконалення побудови інформаційної системи контролю ефективності енергоспоживання на виробничих об'єктах шляхом розробки принципів налаштування нормативів та алармів, які б дозволяли врахувати постановку задачі дослідження.

Основні матеріали дослідження. У загальному випадку, контроль означає процес вимірювання досягнутих за певний період результатів, порівняння досягнутого з плановим і коректування функціонування, які в сукупності забезпечують досягнення поставлених цілей. Об'єктами системи контролю можуть бути окремі агрегати, технологічні установки, виробничі процеси, виробничі ланки тощо. Завданням оперативного контролю енергоефективності є поточне спостереження за процесом енергоспоживання об'єкта та технологічними параметрами, що впливають на ньо-

го; виявлення відхилень фактичного стану об'єкта від нормативних, планових та інших його характеристик, відповідно до яких можливе його функціонування; своєчасне попередження таких відхилень.

В організації інформаційної системи контролю енергоефективності виділяють два моменти, тісно пов'язаних між собою: це так звані "аларми" і "нормативи" [3]. Аларми, або інструменти сигналізації, - це повідомлення енергоменеджера про перевищення нормативу. Встановлення нормативів для контрольованих технологічних параметрів, показників енергоефективності, а також енергоспоживання є одним з першочергових завдань системи оперативного контролю енергоефективності. Порівняння з ними фактичних значень дозволяє визначати рівень досягнутої/ досяжної енергоефективності на будь-якому об'єкті. Нормативи енергоспоживання доцільно встановлювати на базі накопиченої статистики про споживання енергоресурсів, показники енергоефективності та технічні параметри в розрізі вибраного об'єкту дослідження. Це дозволить врахувати реальні умови функціонування об'єкту дослідження та виключити завищення або заниження нормативу.

Сучасні СЕМ містять підсистему оперативного управління ефективністю енергоспоживання – так звану Monitoring and Targeting System. В її основі є виявлення залежності енергоспоживання від істотних показників – побудова базових рівнів енергоспоживання (БРЕ), унормованих до визначальних змінних, відносно яких і контролюють енергоефективність. В якості БРЕ можливе використання не самих математичних моделей, а меж побудованих до них довірчих інтервалів, що дозволяє враховувати випадковий характер процесу електроспоживання та похибку його моделювання [2]. Зміни енергоефективності повинні вимірюватися відносно БРЕ, зафіксованого у вихідному енергетичному профілі, а також з урахуванням кращих зразків ефективного енерговикористання. Тому, побудова БРЕ повинна виконуватись [1]:

- для об'єкту дослідження з урахуванням його реальних умов функціонування для поточного контролю ефективності енергоспоживання;

- для аналогічного об'єкту, який є кращим за рівнем енергоефективності в групі однотипних, для порівняльного аналізу ефективності енергоспоживання.

Аналогічний підхід повинен використовуватись і для контролю показників енергоефективності.

Інформаційні системи енергоменеджменту інтегруються з автоматизованими системами управління технологічними процесами, SCADA-системами (сис-

темами диспетчерського управління та збору даних), що дозволяє накопичувати інформацію, створювати нові бази даних та передавати їх в інші системи [3].

"Аларми" є обов'язковим компонентом будь-якої SCADA-системи. Механізм реалізації підсистеми alarms (сигналізації) визначається призначенням системи контролю: задачами дослідження, типом об'єкту дослідження, набором його показників енергоефективності тощо. Для організації обчислювальних процедур контролю дотримання нормативів показників енергоефективності та енергоспоживання, динаміки показників енергоефективності прийнятними є ймовірно-статистичні методи, зокрема, апарат статистичного контролю якості (Statistical Quality Control – SQC) [2, 4]. Для здійснення безпосередньо процесу контролю енергоефективності необхідним є використання аналогових алармів, які базуються на аналізі виходу значень змінної за деякі межі, задані енергоменеджером або автоматично. Враховуючи ієрархічність складної виробничої системи та проблеми контролю енергоефективності аларми можуть бути задані в різних комбінаціях [5]: High і High High (верхній і вище верхнього); Low і Low Low (нижній і нижче нижнього); Deviation (відхилення від норми); Rate of Change - ROC (швидкість зміни). При цьому, необхідно виконати фільтрацію алармів (їх групування) залежно від об'єкту дослідження, типу задачі дослідження, набору та типу показників енергоефективності, пріоритету та комбінації самих алармів. Також необхідними є індивідуальні налаштування значень та пріоритетів контрольних меж: мінімальної нижньої межі ("Lo-Lo"), нижньої межі ("Lo"), верхньої межі ("Hi"), максимальної верхньої межі ("Hi-Hi") тощо; а також вказівки щодо використання кожної з цих меж.

Розбиття показників енергоефективності на стимулятори та дестимулятори накладає свій відбиток на інтерпретацію контрольних карт, а також визначення алармів та їх пріоритетів. Для дестимуляторів зона незадовільного рівня енергоефективності відповідає діапазону контрольної карти над верхньою контрольною межею, а для стимуляторів – під нижньою.

На основі даних системи моніторингу можливо визначити деякий норматив для контрольованого параметра, прив'язати до нього аларм і контролювати відхилення від нормативу [3]. Це дозволить виявити незаплановані відхилення і нераціональні витрати та визначити потенційні можливості підвищення енергоефективності. Спільний аналіз контрольних карт, побудованих для контрольованих технологічних параметрів, показників енергоефективності, БРЕ, сприятиме виявленню причин, які зумовлюють зниження рівня ефективності енергоспоживання.

Розглянемо принцип налаштування алармів на прикладі одного з показників енергоефективності – питомого електроспоживання, який є дестимулятором. Для контролю ефективності електроспоживання було виконано дослідження динаміки питомого електроспоживання, побудовано контрольні карти індивідуальних значень та визначено межі регулювання. В даному випадку нормативом виступають зони енергоефективності (рис. 1), побудовані з урахування меж контрольних карт та підходу "шість сігм" [4]. Їх інтерпретація відображає якісну оцінку рівня ефективності

електроспоживання. Зелена зона – це добрий рівень енергоефективності; червона зона - задовільний рівень енергоефективності. Незадовільний рівень енергоефективності має місце, якщо значення питомого електроспоживання знаходиться над червоною зоною. Априорі це є неприпустимим. Для поточного контролювання рівня ефективності електроспоживання зони енергоефективності залежно від їх розміщення (над чи під центральною лінією) додатково розбиті на підзони [4]. В загальному випадку рівень енергоефективності повинен відповідати зеленій зоні. Налаштування аларму має бути таким, щоб повідомляти енергоменеджера про появу значень питомого електроспоживання в червоній зоні. Враховуючи особливості побудови контрольних карт, значення параметру енергоефективності коливаються навколо середньої лінії. Тобто, завжди матиме місце її перевищення. Завданням контролю енергоефективності є виявлення та попередження значних коливань показника енергоефективності в бік значень вищих за середню лінію.

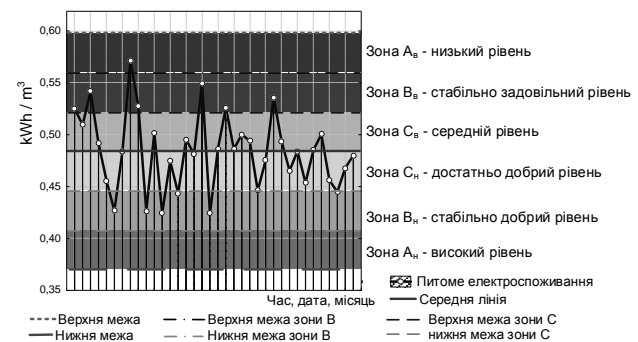


Рисунок 1 – Графік питомого електроспоживання та зони енергоефективності

Для контролю відхилень питомого електроспоживання використовується аларм типу High і High High. Його налаштування здійснюється на основі меж побудованих підзон енергоефективності. Запропоновано два варіанти налаштування сигналізації про негативні тенденції в динаміці питомого електроспоживання під час контролю (табл.1). Другий варіант є менш жорстким.

Таблиця 1 – Опис інструменту сигналізації

Спосіб налаштування	Межа аларму	Значення аларму	Тип сигналу
I спосіб	"Hi"	Середня лінія	Попередження
	"Hi-Hi"	Верхня межа зони C _{Hi}	Сигналізація
II спосіб	"Hi"	Верхня межа зони C _{Hi}	Попередження
	"Hi-Hi"	Верхня межа зони B _{Hi}	Сигналізація

Постійне удосконалення об'єкту дослідження та режимів його роботи буде забезпечувати звуження діапазонів енергоефективності. Налаштування алармів залежатиме від досягнутого рівня енергоефективності та поставлених завдань щодо його підвищення.

Використання бенчмаркінгу дає можливість проаналізувати ефективність електроспоживання відносно кращого об'єкту. Для цього його зони енергоефективності накладено на графік питомого електроспоживання контрольованого об'єкту (рис.2).

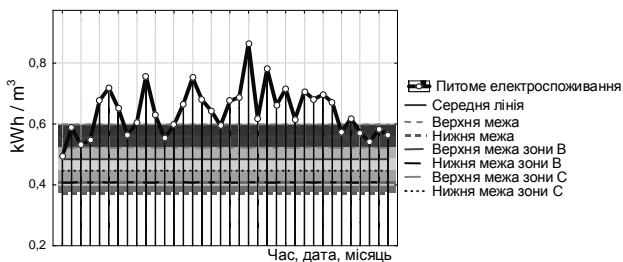


Рисунок 2 – Графік питомого електроспоживання та зони енергоефективності кращого об'єкту

З урахуванням результатів порівняльного аналізу налаштування алармів змінюється (табл. 2). Оскільки результати бенчмаркінгу засвідчили вихід контрольованого параметру за допустимі межі та незадовільний рівень енергоефективності у порівнянні з кращим зразком, то спочатку необхідним є фіксування моментів досягнення вищого рівня енергоефективності.

Таблиця 2 – Опис інструменту сигналізації з урахуванням результатів бенчмаркінгу

Етап	Межа	Значення аларму	Тип сигналу
I етап	"Lo"	Верхня межа зони A_{Hi}	Повідомлення про досягнення вищого рівня
II етап	"Lo"	Верхня межа зони B_{Hi}	Повідомлення про досягнення вищого рівня
	"Hi"	Верхня межа зони A_{Hi}	Сигналізація
III етап	"Lo"	Верхня межа зони C_{Hi}	Повідомлення про досягнення вищого рівня
	"Hi"	Верхня межа зони B_{Hi}	Попередження
	"Hi-Hi"	Верхня межа зони A_{Hi}	Сигналізація
IV етап	"Lo"	Середня лінія	Повідомлення про досягнення вищого рівня
	"Hi"	Верхня межа зони C_{Hi}	Попередження
	"Hi-Hi"	Верхня межа зони B_{Hi}	Сигналізація

Після появи стійкої тенденції підвищення рівня енергоефективності можливе налаштування сигналізації перевищення допустимих меж. Поступове удосконалення ефективності функціонування об'єкту дозволяє встановлювати більш жорсткі налаштування.

Висновки. Система контролю ефективності енергоспоживання є важливим елементом інформаційного забезпечення ухвалення рішень щодо підвищення енергоефективності в СЕМ підприємства. Це вимагає постійного аналізу відхилень фактичних значень параметрів об'єкту контролю від запланованих та сигналізації перевищення встановлених нормативів. Визначення нормативів показників енергоефективності та енергоспоживання для вибраного об'єкту дослідження повинне виконуватись на основі статистики, накопиченої в базі даних системи моніторингу, враховувати реальні умови його функціонування, а також кращі зразки ефективного енерговикористання. Для сигналізації перевищення запланованих нормативів доцільним є використання аналогових алармів різних типів. Їх вибір, групування, налаштування та встановлення пріоритетів визначається типом об'єкту контролю, типом та характером контрольованих параметрів, досягнутим рівнем енергоефективності, а також постановкою задачі контролю та завдань щодо підвищення рівня енергоефективності.

Список використаних джерел

1. Розен В. П. Структура системи комплексного контролю ефективності енергоспоживання об'єктів комунального водопостачання / В. П. Розен, Л. В. Давиденко, Н. В. Давиденко // *Енергетика: економіка, технології, екологія*. – 2016. – № 4 (45). – С. 110-116.

2. Находов В. Ф. Процес контролю виконання встановлених "стандартів" в системах оперативного контролю ефективності енерговикористання / В. Ф. Находов, О. В. Бориченко // *Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво"*. – 2014. – Випуск 24. – С. 111-119.

3. Агеев М. К. Энергоменеджмент и контроль выполнения энергосберегающих программ – гарантия успеха [Электронный ресурс] // ЭСКО. Энергетика и промышленность. – 2014. – № 2. – Режим доступа: http://journal.esco.co.ua/industry/2014_2/art294.html

4. Давиденко В. А. Интерпретация контрольных карт Шухарта для назначения уровня эффективности электропотребления на объектах водопостачания / В. А. Давиденко, Л. В. Давиденко, В. П. Розен // *Вісник Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського*. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип.4 (75). – С. 23-28.

5. Руководство по алармам и событиям в InTouch® HMI [Электронный ресурс] // Wonderware Russia (ZAO Klinkmann Spb). – 512 с. Режим доступа: http://old.intouch.ru/support/pub/ITAlarmsAndEvents_ru_10_300408.pdf

Аннотация

ПРИНЦИПЫ НАСТРОЙКИ ИНСТРУМЕНТОВ СИГНАЛИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Давыденко Л. В., Давыденко В. А, Коменда Н. В.

Предложены принципы настройки алармов в системе контроля эффективности энергопотребления, позволяющие учесть достигнутый уровень энергоэффективности объекта и задачи его повышения.

Abstract

THE PRINCIPLES OF SIGNALING TOOLS SETTINGS IN THE CONTROL SYSTEM OF ENERGY EFFICIENCY OF PRODUCTION FACILITIES

L. Davydenko, V. Davydenko, N. Komenda

The principles of alarms settings in the energy consumption performance control system have been proposed. These allow taking into consideration the achieved energy performance of the facility and the issues of its improvement.