

Розробка моделей та методів інтегрованих систем управління ефективністю енерговикористання об'єктів галузі освіти

Разработка моделей и методов интегрированных систем управления эффективностью энергопотребления объектов области образования

Development of models and methods integrated management systems for effective energy education facilities.

1. Номер державної реєстрації теми - 0113U001575, НТУУ «КПІ»-2667-п.

2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Дешко В.І., Дешко В.І., Deshko Valeriy I.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Об'єкти галузі вищої освіти, в першу чергу, як і інші структури бюджетного фінансування, потребують системного підходу до управління та аналізу ефективності енерговикористання. Розроблено методологію системи енергоменеджменту галузі освіти, в основу якої покладено концепцію трирівневої системи управління процесами енергоспоживання та енергозбереження об'єктів галузі.

Для забезпечення верхнього рівня управління, на основі структурного аналізу суттєвих відмінностей питомих величин енергоспоживання ВНЗ, які спричинені галузевим спрямуванням, температурною зоною розміщення та іншими факторами, проведено розподіл вибірки ВНЗ на типи та кластеризацію ВНЗ за виділеними показниками, що дозволило провести подальший аналіз показників енергоспоживання та визначення енергоефективності закладів.

Для забезпечення другого рівня розроблено структуру програмно-методичного комплексу збору та зберігання даних, аналізу інформації з енерговикористання та енергозбереження об'єктами освіти, розробки пропозицій щодо енергозбереження, формування звітності. На основі запропонованих алгоритмів порівняльної оцінки та вибору енергозберігаючих заходів розроблено програмний модуль з оптимізації вибору заходів з енергозбереження в рамках програмно-методичного комплексу у системі «1С: Підприємство». Проведено енергетичний аудит навчальних корпусів №№ 12, 18, 24 НТУУ «КПІ» та учбових корпусів НАУ.

Розвиток третього рівня забезпечений розробкою моделей та проведенням досліджень: температурного стану та енергетичних балансів в приміщеннях з різним тепловим захистом з урахуванням впливу внутрішніх і зовнішніх режимних факторів, опору теплопередачі огорожувальної конструкції з елементами складної форми, процесів обтікання будівель зовнішнім повітрям, повітрообміну в приміщеннях з різними типами вентиляції, процесів тепло масообміну, теплоутилізаторів повної теплоти систем вентиляції, урахування погодних умов під час визначення ефективності енергозберігаючих заходів, а також базового рівня енергоспоживання будівель. Для розрахунку непрямих викидів CO₂ розроблено симпліфіковану модель будівлі, яка враховує життєвий цикл за такими етапами: зведення будівлі, експлуатація будівлі, демонтування будівлі та утилізація відходів після демонтування. Розроблені рекомендації щодо розвитку системи енергоменеджменту НТУУ «КПІ».

(рос.)

Объекты сферы высшего образования, в первую очередь, как и другие структуры бюджетного финансирования, требуют системного подхода к управлению и анализа эффективности энергопотреблением. Разработана методология системы энергоменеджмента сферы образования, в основу которой положена концепция трехуровневой системы управления процессами энергопотребления и энергосбережения объектов отрасли.

Для обеспечения верхнего уровня управления, на основе структурного анализа существенных различий удельных величин энергопотребления вузов, вызванные отраслевым

направлениям, температурной зоны размещения и другими факторами, проведено распределение выборки вузов на типы и кластеризацию вузов по выделенным показателям, что позволило провести дальнейший анализ показателей энергопотребления и определение энергоэффективности заведений.

Для обеспечения второго уровня разработана структура программно-методического комплекса сбора и хранения данных, анализа информации по энергопотреблению и энергосбережению объектами образования, разработки предложений по энергосбережению, формирование отчетности. На основе предложенных алгоритмов сравнительной оценки и выбора энергосберегающих мероприятий разработан программный модуль по оптимизации выбора мероприятий по энергосбережению в рамках программно-методического комплекса в системе «1С: Предприятие». Проведено энергетический аудит учебных корпусов №№ 12, 18, 24 НТУУ «КПИ» и учебных корпусов НАУ.

Развитие третьего уровня обеспечено разработкой моделей и проведением исследований: температурного состояния и энергетических балансов в помещениях с различной тепловой защитой с учетом влияния внутренних и внешних режимных факторов, сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции с элементами сложной формы, процессов обтекания зданий внешним воздухом, воздухообмена в помещениях с различными типами вентиляции, процессов тепломассообмена, теплоутилизаторов полной теплоты систем вентиляции, учета погодных условий при определении эффективности энергосберегающих мероприятий, а также базового уровня энергопотребления зданий. Для расчета косвенных выбросов CO₂ разработана симплифицированная модель здания, которая учитывает жизненный цикл из следующих этапов: возведение здания, эксплуатация здания, демонтаж здания и утилизация отходов после демонтажа. Разработаны рекомендации по развитию системы энергоменеджмента НТУУ «КПИ».

(англ.)

Entities of the higher education branch similar to other budgetary financing structures primarily require the systems approach in efficiency of energy consumption management and analysis. Methodology of the energy management system in education branch was developed. It is based on the energy consumption and energy saving three-level processes control system of the branch entities.

To ensure the higher management level the sample of higher education institutions was divided into types and classified using clustering by such indicators as sectoral direction, temperature zone and other factors which are the reasons of essential distinctions between the specific energy consumption values of the higher education institutions. This made it possible to carry out further analysis of energy consumption indicators and to define energy efficiency of the institutions.

To ensure the second management level the software-methodological complex structure of data collection and storage, analysis of energy consumption and energy saving information, report making was developed. On basis of the introduced procedure of comparative assessment and energy saving measures selection software module in “1С:Enterprise” for optimization of energy saving measures selection was developed. Energy audit of the educational buildings of NTUU “KPI” and NAU.

The development of the third level is supported by carrying out investigations of:

- temperature condition and energy balances in the rooms with different thermal protection in consideration of internal and external influences;
- thermal resistance of building envelope with complex elements of construction;
- building outdoor airflow processes;
- air exchange in the rooms with different types of ventilation;
- heat-mass exchange processes;
- energy recovery in ventilation systems;
- taking into account weather conditions for energy saving measures efficiency assessment;
- base level of energy consumption of the buildings.

Simplified building model is developed for the indirect CO2 emissions calculation, which takes into account the life cycle of the following stages: construction of buildings, building maintenance, dismantling and recycling building after dismantling

Guide for the energy management system of the NTUU "KPI" development was created.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Науковий твір «Методика оцінювання енергоефективності вищих навчальних закладів» (свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №55957 від 06.08.2014р.), автори Шевченко О.М., Дешко В.І.
- Науковий твір «Положення про систему мотивації ощадливого енерговикористання підрозділами вищого навчального закладу» (свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №55959 від 06.08.2014р.), автор Шевченко О.М.
- Науковий твір «Методика визначення планових витрат енергоносіїв підрозділами Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №55958 від 06.08.2014р.), автори Шевченко О.М., Дешко В.І.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню. Реалізація системи енергоменеджменту в галузі освіти на базі міжнародного стандарту ISO 50001:2011 та відсутність аналогів подібних систем в Україні в поєднанні з системним підходом до питань управління енерговикористанням галузі, розвитком методів енергосертифікації та методів поглибленого енергоаудиту об'єктів, а також оцінювання енергетичних показників будівель на базі впровадження європейських стандартів забезпечує виконання роботи на світовому рівні.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Застосування розроблених методів та підходів до організації системи енергоменеджменту в галузі освіти дозволяє підвищити ефективність енерговикористання не менше ніж на 20%, що підтверджено впровадженням в НТУУ «КПІ».

Підготовлені методики та моделі розрахунків, можуть бути використані при проведенні енергоаудиту систем вентиляції, умов повітрообміну та уточнення визначення тепловтрат через елементи огорожувальних конструкцій складних форм та в процесі організації системи енергоменеджменту.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Отримані результати рекомендуються для практичного використання МОН України та вищими навчальними закладами, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, Регіональними центрами енергозбереження та енергоменеджменту, а також галузевими і регіональними організаціями, що займаються розробкою методик нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів та відповідними розрахунками, обласними (міськими) державними адміністраціями, які погоджують і затверджують показники ефективності енерговикористання.

8. Стан готовності розробки.

Розроблена концепція побудови системи енергоменеджменту в галузі освіти з урахуванням вимог стандарту ISO 50001, підготовлений пакет методичних та методологічних документів для організації системи на рівні навчального закладу, розроблено блоки автоматизований програмний комплекс збору та аналізу інформації з енерговикористання об'єктів МОН: «Інформаційна база з енергозбереження», «Оптимізація вибору заходів з енергозбереження».

9. Існуючі результати впровадження.

Результати впроваджено у дворівневу систему енергоменеджменту НТУУ «КПІ», методичні матеріали по створенню та розвитку системи енергоменеджменту передано Київському національному університету технологій та дизайну, Одеському національному

політехнічному університету, Дніпропетровському національному університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Розроблено розділ «Енергоефективність навчального закладу» дисципліни «Вступ до спеціальності», розділи курсу «Modeling and Simulation of Sustainable Energy Systems», цикли лабораторних робіт: «Статистичний аналіз даних з енергоспоживання будівель», «Розробка енергетичного сертифікату будівель». За результатами роботи захищено дві кандидатських дисертації за темами: «Енергетичні процеси перехресноплинного рекуперативного тепло утилізатора систем вентиляції», «Оцінювання енергоефективності об'єктів галузі освіти», видано один навчальний посібник та один практичний посібник, одну монографію, три ДСТУ з енергетичної ефективності будівель, отримано 3 свідоцтва авторського права на наукові твори.

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, кафедра теплотехніки та енергозбереження, 406-82-50, tc@kpi.ua

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. В.І. Дешко, В.О. Виноградов-Салтиков, В.Г. Федоров. Гідрогазодинаміка // Навчальний посібник, – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 416 с.: 50 пр.
2. Е.В. Бориченко, О.В. Горбунов, С.П. Денисюк, В.І. Дешко и др. Разработка и внедрение системы энергоменеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001 на предприятиях ДТЭК ЭНЕРГО // Монографія. – К.: «Наш формат», 2014. – 504 с.
3. Дешко В.І., Шовкалюк М.М., Шевченко О.М. Практичні питання енергоефективності. // Практичний посібник. – Київ, 2014. – 44 с.
4. V.I. Deshko, O.M. Shevchenko. University campuses energy performance estimation in Ukraine based on measurable approach // Energy and Buildings, Volume 66, November 2013, Pages 582-590.
5. Bilous I., Shovkaluyk M., Shevchenko E. Study level energy efficiency for public sector agencies // PROCEEDINGS of 8-th INTERNATIONAL GREEN ENERGY CONFERENCE (IGEC-8) . – Kyiv, June 17-19, 2013. – p.230-231.
6. Шовкалюк М.М., Войналович Н.О., Войналович О.О. Аналіз розрахункових параметрів зовнішнього повітря для теплопостачання // Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. збірник наукових праць (будівництво) – К.: ДП «ДНДІБК» Мінрегіонбудута ЖКГ. – 2013. - Вип. 77. – с. 157-161.
7. В.І. Дешко, О.М. Шевченко, А.С. Копець, А. Скірру-Новіцька, О.Р. Гарасевич. Побудова методик сертифікації енергоекологічних параметрів будівель в Україні на основі практики застосування інструменту DISPLAY // Науковий журнал «Енергетика, економіка, технології, екологія», 2013. – № 3. – с.27-37.
8. Дешко В.І., Шовкалюк М.М., Іншеков Є.М. Підвищення якості підготовки фахівців з енергоменеджменту // Вісник національного університету технологій і дизайну – К. 2013, № 6 (74), с. 107-111.
9. Дешко В.І., Шевченко О.М. Концептуальна модель управління процесами енергоспоживання та енергозбереження об'єктів галузі освіти // Вісник національного університету технологій і дизайну – К. 2013, № 6 (74), с. 201-205.
10. Дешко В.І., Суходуб І.О. Локальні характеристики теплообміну при ламінарній течії в щільних неізотермічних каналах // «Промышленная теплотехника» № 7 (том 35), 2013. – с. 62-66.
11. Котенко М.Р., Дешко В.І., Аналіз теплообміну вентильованих фасадів // Науковий журнал «Енергетика, економіка, технології, екологія», 2014. – № 1. – с. 59-64.

12. Суходуб І.О., Дешко В.І., Попков А.В. Енергетичний баланс систем вентиляції з утилізацією // Міжвідомчий наук.-техн. збірник наукових праць ДП НДІБК, Вип. 80. – К.: ДП НДІБК, 2014. стор. 73-78.
13. Білоус І.Ю., Дешко В.І. Математичні моделі будівель для оцінки енергоспоживання // Міжвідомчий наук.-техн. збірник наукових праць ДП НДІБК, Вип. 80. – К.: ДП НДІБК, 2014. стор. 68-73.
14. Кордюков М.І., Дешко В.І., Суходуб І.О. Особенности процессов тепломассообмена рекуперативного мембранного теплообменника «воздух-воздух» в летний период // Холодильная техника и технология. – 2014. – №1 (147). – С. 24 – 31.
15. Суходуб І.О., Дешко В.І. Эксергетический анализ систем вентиляции с утилизацией полной теплоты // Инженерно-строительный журнал. – 2014. – №2 (46). – С. 36 – 46.
16. Самков О.В., Захарченко Ю.А., Соколова Н.П. Алгоритмічний підхід до вибору заходів з енергозбереження для об'єктів галузі освіти. Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. збірник наукових праць (будівництво) – К.: ДП «ДНДІБК» Мінрегіонбудута ЖКГ. – 2013. - Вип. 77. 2013 стор. 279-282.
17. Соловей О.І., Білоус І.Ю., Шевченко О.М. Оцінка рівня ефективності електроспоживання об'єктів житлового комплексу. Будівельні конструкції: Міжвідомчий наук.-техн. збірник наукових праць (будівництво) – К.: ДП «ДНДІБК» Мінрегіонбудута ЖКГ. – 2013. - Вип. 77., 2013 стор. 293-297.
18. Визначення витрат енергії на опалення будівель: методичні вказівки до виконання ДКР з дисципліни "Енергозбереження будівель і споруд" для студ. напряму підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" спец. "Енергетичний менеджмент" // Уклад. М.М.Шовкалюк, Ю.І. Федорчук, А.С.Ігнатова. – К.: НТУУ "КПІ", 2014. – 30 с.
19. Методичні вказівки до виконання РГР з дисципліни "Енергозбереження будівель і споруд" для студентів напряму підготовки 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" спец. "Енергетичний менеджмент" // Уклад. М.М.Шовкалюк, Ю.І. Федорчук, А.С. Ігнатова. – К.: НТУУ "КПІ", 2014. – 35 с.
20. Енергозбереження будівель і споруд. Розробка енергетичного сертифікату будівлі / Метод. вказівки до виконання комплексного практикуму для студ. напрямів підготовки 6.050601 «Теплоенергетика», 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» // Уклад.: В.І.Дешко, М.М. Шовкалюк, О.М. Шевченко, І.Ю.Білоус. К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 40 с.
21. Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні (EN ISO 13790:2008, IDT) ДСТУ Б EN ISO 13790:2011, Київ, Мінрегіон-буд України, 2012.
22. Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2008, IDT) ДСТУ Б EN 15603:2013, Київ, Мінрегіонбуд України, 2013.
23. Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN 15217:2007, IDT) ДСТУ Б EN 15217:2013, Київ, Мінрегіонбуд України, 2014.

12. Фото або слайди (декілька з фото) презентації розробки в електронному вигляді (рекламного характеру). Якщо фото надається окремим файлом, бажано використовувати JPEG формат.



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»



СИСТЕМА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ – ВІД ЗАСАД ДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИЗНАЧЕННЯ

Підвищення рівня ефективності енерговикористання об'єктами галузі освіти України шляхом удосконалення існуючих і розробки нових наукових й управлінських методів оцінювання енергоефективності та впровадження системи енергетичного менеджменту на базі енергетичного рейтингу.

ПЕРЕВАГИ

Робота включає:

- створення системи енергоменеджменту вищого навчального закладу;
- створення та підтримка інформаційної бази для аналізу ефективності енергоспоживання об'єктів та комплекс прикладних програм, що є основою інтегрованої системи енергоменеджменту навчального закладу (аналіз інформації, розробка та адаптація методичних та супровідних документів);
- проведення енергетичного аудиту об'єктів навчальних закладів;
- розробку методик планування витрат енергоносіїв;
- розробку системи мотивації ощадливого енерговикористання;
- розробку Програми підвищення енергоефективності навчального закладу;
- моделювання теплового стану приміщень з урахуванням впливу температурно-погодних факторів, характеристик огорожувальних конструкцій та умов теплообміну під час проектування, експлуатації та модернізації будівель та їх інженерних мереж;
- проведення оцінки енергетичної ефективності навчальних закладів та їх будівель шляхом проведення їх енергетичної сертифікації;
- розробка програми та проведення підвищення кваліфікації працівників навчального закладу з питань енергозбереження;
- інше.

Впровадження: Дворівнева система енергоменеджменту НТУУ «КПІ»



Отриманий економічний ефект від впровадження в НТУУ «КПІ» (2012р.)



ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Інженерно-технічні заходи:

Назва заходу	Очікуване скорочення енергоспоживання
1. Термомодернізація будівель	близько 35% (теплова енергія)
2. Впровадження автоматизованої системи обліку та аналізу енергоспоживання	до 10% (електрична енергія)
3. Регулювання витрати теплоносія	до 15% (теплова енергія)
4. Модернізація системи енергозабезпечення з використанням поновлюваних джерел	до 20%
5. Модернізація системи освітлення	до 50% (електрична енергія на освітлення)

Організаційні заходи:

Назва заходу	Очікуване скорочення енергоспоживання
1. Призначення відповідальних за ефективне енерговикористання в будівлях	до 15% (теплова енергія, електрична енергія, холодна вода, природний газ)
2. Енергетичні обстеження	
3. Система мотивації ощадливого енерговикористання та популяризація енергозбереження	
4. Реалізація ефективної системи взаємодії підрозділів, відповідальних за експлуатацію будівель	

Відділ з питань інтелектуальної власності та комерціалізації наукових розробок НТУУ «КПІ»

Служба енергоменеджменту НТУУ «КПІ»



Проспект Перемоги 37, Київ, Україна
e-mail: patent@kpi.ua
te@kpi.ua
http://www.kpi.ua
тел./факс: +38(044)2364056