

Розробка комплексу науково-технічних рішень для створення системи енергоменеджменту закладів освіти МОН України

Разработка комплекса научно-технических решений для создания системы энергоменеджмента учебных заведений МОН Украины

Scientific and technical solutions complex development for education facilities of Ministry of Education and Science of Ukraine energy management system creation

1. Номер державної реєстрації теми - 0115U000313,

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

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Розглянуто системи енергоменеджменту у різних ВНЗ України. Розроблено методики проведення енергетичних обстежень для об'єктів соціальної сфери та визначення базового рівня енергоспоживання будівель для оцінки впровадження енергозберігаючих заходів. Розроблені математичні моделі теплового стану приміщень з урахуванням впливу сонячної радіації, власного теплового випромінювання та різного ступеню теплового захисту, на базі європейських стандартів (спрощена погодинна модель 5R1C), програмного продукту EnergyPlus, досліджено переривчасті режими роботи опалення.

Запропонована методика розрахунку надходжень та проаналізовані втрати енергії / ексергії в системі «будівля – джерело опалення» для різних джерел тепла та будівель з різним рівнем теплового захисту. Досліджено застосування методів ексергоекономічного аналізу при оптимізації системи «будівля-джерело тепла». Проведений аналіз життєвого циклу проектів з енергоефективності. Розглянуті методи визначення теплового комфорту людини для подальшого використання у аналізі енергоефективності будівель.

Розроблені математичні та числові моделі та розглянуто характер руху повітря всередині приміщень, розподіл температур по висоті і об'єму в процесі прогрівання приміщень з радіаторними приладами обігріву, системою «тепла підлога» та «теплова завіса». Створено автоматизований програмний комплекс моніторингу, контролю та короткострокового прогнозування споживання теплової енергії. Розроблені вимоги до системи підтримки прийняття рішень та вимірювальних пристроїв для управління системою енергоменеджменту МОН України, перелік показників ефективності споживання енергетичних ресурсів ВНЗ. Створена база даних та набір керуючих правил бази знань для генерування експертних рішень для системи підтримки прийняття рішень.

(рос.)

Рассмотрены системы энергоменеджмента в разных ВУЗах Украины. Разработаны методики проведения энергетических обследований для объектов социальной сферы и определения базового уровня энергопотребления зданий для оценки внедрения энергосберегающих мероприятий. Разработаны математические модели теплового состояния помещений с учетом влияния солнечной радиации, собственного теплового излучения и разной степени тепловой защиты, на базе европейских стандартов (упрощенный почасовой метод 5R1C), программного продукта EnergyPlus, исследованы прерывистые режимы работы отопления.

Предложена методика расчета поступлений и проанализированы потери энергии / эксергии в системе «здание - источник тепла» для различных источников тепла и зданий с различным уровнем тепловой защиты. Исследовано применение методов эксергоэкономического анализа при оптимизации системы «здание-источник тепла». Проведенный анализ жизненного цикла проектов по энергоэффективности. Рассмотрены методы определения теплового комфорта человека для дальнейшего использования в анализе энергоэффективности зданий.

Разработаны математические и численные модели и рассмотрены характер движения воздуха внутри помещений, распределение температур по высоте и объему в процессе прогрева помещений с радиаторными приборами отопления, системой «теплый пол» и «тепловая завеса». Создан автоматизированный программный комплекс мониторинга, контроля и краткосрочного прогнозирования потребления тепловой энергии. Разработаны требования к системе поддержки принятия решений и измерительных устройств для управления системой энергоменеджмента МОН Украины, перечень показателей эффективности потребления энергетических ресурсов ВУЗов. Созданная база данных и набор управляющих правил базы знаний для генерации экспертных решений для системы поддержки принятия решений.

(англ.)

Energy management systems in different universities of Ukraine were considered. Procedures for conducting energy audits for social facilities and estimation of baseline buildings energy consumption for evaluating the implementation of energy saving measures were developed. Mathematical models of building thermal condition were created, taking into account the influence of solar and thermal radiation, thermal protection, based on European standards (simplified hourly method 5R1C) and EnergyPlus software product. Intermittent operation of heating was investigated. The method of calculating energy / exergy gains and losses in the system "building - heat source" was proposed for a variety of heat sources and buildings with different levels of thermal protection. The use of exergy and economic analysis methods for optimizing the "building-heat source" system was investigated. The life cycle analysis of energy efficiency projects was conducted. Different methods of determining human thermal comfort were considered for further use in buildings energy efficiency analysis.

The mathematical and numerical models were created and air movement inside the premise, the height and volume temperature distribution were considered during the warm-up of premises with radiator heating devices, "warm floor" and "thermal curtain" systems. Automated software system for monitoring, control and short-term prediction of heat consumption was created. The requirements to the decision-making support system and measuring devices for the energy management system of Ministry of Education and Science of Ukraine were considered, efficiency indicators of energy resources use for educational facilities were proposed. Database and set of expertise base governing rules for the generation of expert solutions for decision support system were created.

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

1. Патент на корисну модель №99183 України, МПК F04D 7/04 (2006.01). Шнеко-відцентровий насос/ Мандрика А. С., Гусак О. Г., Папченко А. А., Сотник М. І., Москаленко С. В.; власник Сумський державний університет – и 2014 12265; заявл. 14.11.2014; опубл. 25.05.2015, Бюл. №10.

2. Робоче колесо відцентрового лопатевого насоса. Патент 105416 U Україна, МПК F04D 29/22 (2006.01) [Текст] / А. С. Мандрика, М. І. Сотник, О. Г. Гусак, В. А. Мандрика ; заявник та патентовласник СумДУ. – К. : Державна служба інтелектуальної власності України, 2016.

Подано заявки на отримання свідоцтв авторського права

1. Науковий твір «Моделі теплового комфорту та енергоспоживання будівлі», автори: Дешко В.І., Буяк Н.А., Суходуб І.О., номер заявки №70301 від 11.11.2016

2. Науковий твір «Економічно доцільний тепловий захист будівлі з різними джерелами теплоти», автори: Дешко В.І., Буяк Н.А., Шовкалюк М.М., номер заявки №70300 від 11.11.2016

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Рівень розробки відповідає світовому рівню та немає аналогів в Україні. Дослідження теплового стану приміщень проведені з використанням динамічних моделей на базі європейських стандартів, програми EnergyPlus, новітніх наукових технологій у програмному середовищі ANSYS CFX. Результати наукових досліджень за темою

захищені патентами України, розроблені алгоритми системи моніторингу є новітніми і також захищені патентами України.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Результати роботи є корисними для НТУУ «КПІ», НАУ, СумДУ, інших навчальних закладів та МОН України в цілому в частині розбудови системи енергоменеджменту. Обсяг щорічних заощаджень енергоресурсів, для вказаних ВНЗ, та коштів на їх оплату (на прикладі НТУУ «КПІ») може складати більше 2 млн. грн.

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

Результати роботи є корисними для МОН України та спрямовані на організацію системи управління ПЕЕ в галузі освіти; Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства при розробці стандартів з енергоефективності будівель, зокрема при співробітництві з ДП «НДІБК». Зацікавленими у використанні результатів дослідження є міські державні адміністрації, зокрема Сумська міська рада (для розвитку системи моніторингу теплоспоживання будівлями бюджетних закладів та установ соціально-культурної сфери м. Суми). Також результати роботи можуть зацікавити громадські організації, зокрема: Український фонд соціальних інвестицій, Інститут місцевого розвитку, Асоціація енергоефективних міст України тощо.

8. Стан готовності розробки.

Розроблено методику проведення енергетичних обстежень об'єктів соціальної сфери, методику визначення базового рівня енергоспоживання для оцінки енергозберігаючих заходів, різні типи моделей теплового стану приміщень. Створено автоматизований програмний комплекс моніторингу, контролю та короткострокового прогнозування споживання теплової енергії. Розроблена база даних та набір керуючих правил бази знань для генерування експертних рішень для системи підтримки прийняття рішень.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи використані при розробці державного стандарту ДСТУ – Н.Б.А.22-13:2015; при впровадженні проектів Українського фонду соціальних інвестицій, Департаментом інфраструктури міста Сумської міської ради; ТОВ "Локнянське-БСР"; ПАТ "Сумський завод "Насосенергомаш"; КП «Теплогарант»; при проведенні енергетичних обстежень. Результати роботи впроваджено в навчальний процес: створені нові курси «Методи енергомоніторингу та енергоаудиту» та «Математичне моделювання енергетичних процесів в антропогенному середовищі». Продано 2 ліцензії на наукові твори: «Методика визначення планових витрат енергоносіїв підрозділами Національного технічного університету "Київський політехнічний інститут»; «Методика оцінювання енергоефективності вищих навчальних закладів».

10. Форма участі інвестора *(яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проекті %, частка від прибутку %, інше)*

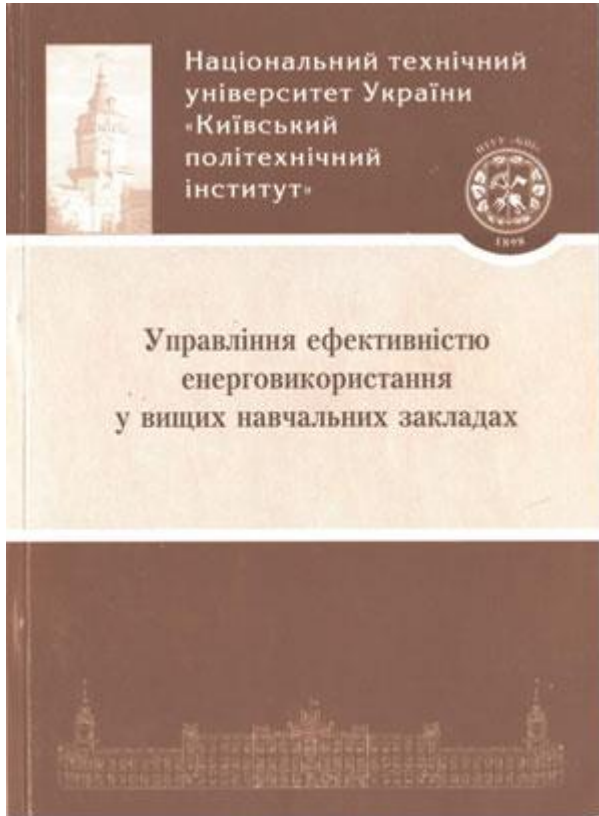
11. Обсяг інвестицій *(необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США).*

12. Мета інвестицій *(розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше).*

13. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, кафедра теплотехніки та енергозбереження,
(044) 204-82-50, te@kpi.ua

14. Фото розробки



Монографія

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
СПД-ФО Свтухов В.Я.

Свтухов В.Я.

УФСІ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

МЕТОДИКА

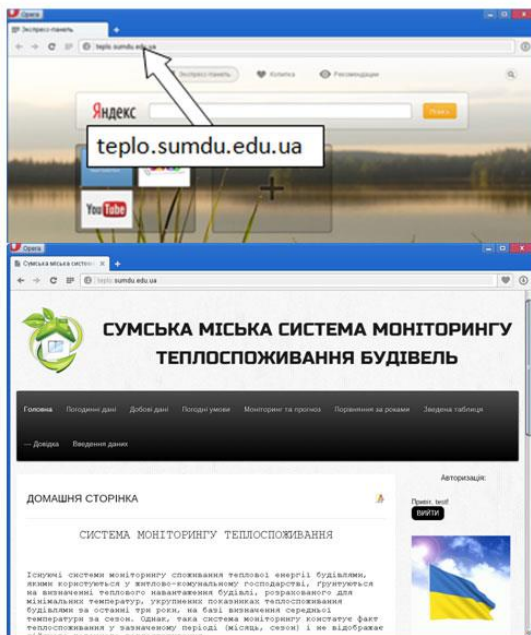
ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ
ДО ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ МІКРОПРОЄКТІВ
в рамках виконання Проєкту «Сприяння розвитку соціальної інфраструктури» (2013-2016рр.), що впроваджується Українським фондом соціальних інвестицій у Вінницькій та Кіровоградській областях за фінансової підтримки Уряду Німеччини через KfW

Автори:

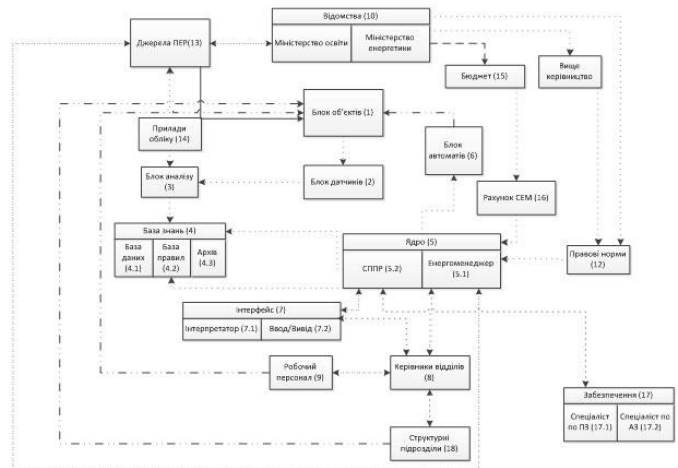
ПІБ, посада за основним місцем роботи	Підпис
Демко В.І., д.т.н., проф., зав. каф. теплотехніки та енергозбереження ІЕЕ НТУУ «КПІ»	
Шевченко О.М., к.т.н., головний енергоменеджер НТУУ «КПІ»	
Свтухов В.Я., науковий співробітник Інституту вугільних енерготехнологій НАН України	
Шовкалок М.М., к.т.н., доцент зав. каф. теплотехніки та енергозбереження ІЕЕ НТУУ «КПІ»	
Льський О.В., к.т.н., доцент зав. каф. Теплотехніки та енергозбереження ІЕЕ НТУУ «КПІ»	
Білоус І.Ю., аспірант каф. теплотехніки та енергозбереження ІЕЕ НТУУ «КПІ»	

Київ-2015

Методика проведення енергетичних обстежень об'єктів соціальної сфери



Система моніторингу
теплоспоживання



Програмно-орієнтована концептуальна модель
системи енергоменеджменту

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Управління ефективністю енерговикористання у вищих навчальних закладах / Білоус І.Ю., Дешко В.І., Сплавська В.О., Суходуб І.О., Шевченко О.М., Шовкалюк М.М.; під заг. ред. В.І. Дешка / Монографія. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 188 с.
2. Сафіуліна К.Р. Збірник додаткових матеріалів для проведення занять та інших заходів навчально-виховного процесу з питань енергозбереження / К.Р. Сафіуліна, А.Г. Колієнко, О.М. Шевченко, О.В. Шеліманова. – Київ: «Полиграф плюс», 2015. – 136 с.
3. Дешко В.І. Практичні питання енергоефективності. Практичний посібник // Дешко В.І., Шовкалюк М.М., Шевченко О.М. – К.: «Майстерня реклами «План Б» – 48 с.
4. Deshko V.I., Karvatskii A. Ya., Sukhodub I. O. Heat and mass transfer in cross-flow air-to-air membrane heat exchanger in heating mode // Applied Thermal Engineering – 2016. – Vol. 100 – p. 133-145
5. Deshko V. A model of human thermal comfort for analyzing the energy performance of buildings. / V. I. Deshko, N. A. Buyak // Eastern European journal of enterprise technologies. – 2016. – V. 4/8 (82). – P. 42–47.
6. Deshko V.I. Determination of shortcuts in ventilation units with energy recovery / V.I. Deshko, I.O. Sukhodub, Nguen Van Phuc // Energy, energy saving and rational nature use – 2016. – Vol. 1 (6) – p. 83-91
7. Дешко В.І., Білоус І.Ю. Моніторинг температурного стану навчального корпусу // «Енергетика: економіка, технології, екологія». – Вип. №2. Київ 2015. с. 24-32.
8. Дешко В.І., Буяк Н.А. Вплив теплового захисту будівлі на показники теплового комфорту // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту – К.: УДУЗТ, 2015. – Вип. №153. – с.121-128.
9. Дешко В.І. Моделювання сумісного впливу сонячної та теплової радіації на внутрішню температуру огорожень будівлі / В.І. Дешко, І.Ю. Білоус, І.О. Суходуб // Журнал "Вісник КНТУТД". – 2015. - Випуск №5. – С. 24-31.
10. Дешко В.І. Вибір теплового захисту та джерела тепла із врахуванням комфортних умов у будівлі / В.І. Дешко, Н.А. Буяк, І.Ю. Білоус // Журнал "Вісник КНТУТД". – 2015. - Випуск №5. – С. 71-80.
11. Шовкалюк М.М., Войналович Н.О. Аналіз ефективності енергоспоживання та оцінка впливу експлуатаційних факторів навчальних корпусів // Енергетика: економіка, технології, екологія, №4/2015. – С. 100-105.
12. Дешко В.І. Моделювання сумісного впливу сонячної та теплової радіації на рівень опалення приміщення / В.І. Дешко, І.Ю. Білоус, М.І. Жижа // Кераміка: наука и жизнь. – 2015. – Випуск №4. – С 34–40.
13. Дешко В.І. Досвід впровадження міжнародного інвестиційного проекту з підвищення енергоефективності об'єктів соціальної сфери / В.І. Дешко, М.М. Шовкалюк, В.Я. Євтухов, І.Ю. Білоус, О.П. Красовський // Науковий вісник "Економіка і регіон". Випуск №6(55) Полтава 2015. С 59–63.
14. Шовкалюк М.М. Аналіз теплових потоків через підлогу залежно від архітектурних особливостей будівель / М.М. Шовкалюк, І.О. Суходуб, О.О. Войналович // Енергетика: економіка, технології, екологія – 2016. - №1. – С. 62-67
15. Дешко В.І. Досвід створення та функціонування системи енергоменеджменту у ВНЗ / В.І. Дешко, О.М. Шевченко, М.М. Шовкалюк, І.О. Суходуб, М.І. Сотник, Н.П. Соколова // Енергетика: економіка, технології, екологія – 2016. – №2. – С. 34-45
16. Дешко В.І., Шевченко О.М., Красовський О.П., Білоус І.Ю. Енергетична сертифікація будівель закладів соціальної сфери" // Журнал "Наука та будівництво" – 2016. – Вип. № 2. – С. 14–20.
17. Дешко В.І., Буяк Н.А., Комфортні умови у приміщенні з урахуванням впливу сонячної радіації // Збірник наукових праць: галузеве машинобудування, будівництво. – 2016. – №1. – С. 197 – 204.
18. Білоус І.Ю. Моделювання режимів опалення приміщень / В.І. Дешко, І.Ю. Білоус // Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія». – 2016. – №3. (прийнята до редакції)

19. Дешко В.І., Карпенко Д.С. Побудова ефективної моделі ринку теплової енергії в реаліях України // Енергетика та електрифікація. – 2016. - №2. – с. 18-23
20. Сотник М. І. Підвищення енергоефективності об'єктів бюджетної сфери як складова сталого розвитку регіону // Монографія «Сталий місцевий розвиток за участі громад».
21. Економіка енергетики : підручник / за ред. Л. Г. Мельника, І. М. Сотник. – Суми : Університетська книга, 2015. – 378 с.
22. Сотник М. І. Моделювання теплового стану приміщення з системою обігріву «тепла підлога» / М. І. Сотник, Хованський С. О., Гречка І. П., Панченко В. О., Максимова М. О. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.- 2015. - №6 (5)/ 78. – с. 22-27.
23. Milykh V. Analysis of the impact of impeller outlet width on the steepness of pressure characteristic/ V. Milykh, M. Sotnyk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.-2016.-#3/7(81).-С.15-20.
24. Сотник М.І. Енергоефективність функціонування електромеханічних систем у складі мереж водопостачання / М.І. Сотник, В.С. Бойко, С.О. Хованський // Журнал інженерних наук. – 2014. – Том 1. - № 4. – D1-D18.
25. Сотник М.І. Енергетичний процес у електромеханічній системі мережі водопостачання та її енергетична модель / М.І. Сотник, В.С. Бойко // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – 2015. – Вип. 4(32). – с. 48-54.
26. Мілтих, В.С. Вплив ширини каналу робочого колеса на крутизну напірної характеристики при проектуванні змінних коліс насосів типу Д [Текст] / В. С. Мілтих, М. І. Сотник, С. О. Лугова // Журнал інженерних наук. – 2016. – Т.2, №1. – С. В1-В8.
27. Лещинський О.Л. Теоретичні аспекти побудови моделі експерта як нечіткого регулятора системи управління обсягом споживання електричної енергії аеропортами [Текст] / О.Л. Лещинський, Д.О. Бугайко, Н.П. Соколова // Проблеми інформатизації та управління. № 1(49), К., 2015. – С. 51-57.
28. Захарченко Ю.А., Соколова Н.П., Городничий Я.І., Смолярчук Д.С., Вітер В.В. Архітектура автоматизованої системи контролю і обліку енергоресурсів об'єктами сфери освіти. // Проблеми інформатизації та управління. № 3(51), К., 2015. – С. 56-60.
29. Управління ефективністю енерговикористання об'єктів галузі освіти / Білоус І.Ю., Дешко В.І., Сплавська В.О., Суходуб І.О., Шевченко О.М., Шовкалюк М.М.; під заг. ред. В.І. Дешка / Монографія. – [Електронний ресурс] – К.: ІЕЕ НТУУ «КПІ», 2015. – 157 с.
30. Дешко, В. І. Ефективність утилізації теплоти в системах вентиляції [Електронний ресурс] / В. І. Дешко, І. О. Суходуб; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 12,0 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 154 с. – Назва з екрана. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/17462>
31. Енергетичні процеси в електромеханічних системах мереж водопостачання [Текст] автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.09.03 / Сотник Микола Іванович; НАН України, Ін-т електродинаміки. – Київ, 2015.- 35с.
32. Мілтих, В. С. Підвищення енергоефективності насосної станції з насосами типу д впливом геометричних параметрів їх робочих коліс на форму напірної характеристики [Текст]: автореферат канд. техн. наук, спец.: 05.05.17 - гідравлічні машини та гідропневмоагрегати / Мілтих В. С. – Суми : СумДУ, 2016. – 20 с.
33. Соколова, Н. П. Підвищення енергоефективності електротехнічних комплексів аеропортів [Текст]: автореферат канд. техн. наук, спец.: 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи / Соколова Н. П. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 20 с.

16. Надати ключові слова до розробки:

Система енергетичного менеджменту, система моніторингу, теплоспоживання, моделювання, тепломасообмін, система обігріву, енергоефективність будівель, автоматизована система управління енергоефективністю, система підтримки прийняття рішень