

А.П. Полив'янчук, Ю.Л. Коваленко, М.Ф. Смирний, В.Є. Плюгін, С.В. Романенко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ SMART-ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ БУДІВЕЛЬ

Проведено комплексний аналіз енергетичної, екологічної та економічної ефективності використання в системах теплоспоживання будівель SMART-технологій керування тепловими режимами опалювальних приміщень. Для обраної будівлі-натурного об'єкту – фрагменту адміністративного корпусу ХНУМГ ім. О.М. Бекетова визначено: величину скорочення витрати теплової енергії за опалювальний період, зменшення викидів у атмосферу CO₂ та економічний ефект від використання вказаних технологій.

Ключові слова: теплоспоживання, раціональне природокористування, система опалення, натурний об'єкт, smart-технології, енергоефективність, екологічність, економічний ефект.

Вступ

Підвищення вартості енергоносіїв стимулює розвиток і вдосконалення технологій енергозбереження. В Україні існує значний потенціал для енергозбереження за рахунок скорочення теплових втрат через огорожувальні конструкції житлових і громадських будівель. Крім того, енергозбереження має екологічний ефект, пов'язаний з потенційним скороченням видобутку, транспортування і спалювання палива. На відміну від житлових будівель, де температуру необхідно підтримувати відповідно до вимог санітарних норм безперервно протягом всього опалювального періоду, в адміністративних будівлях існує можливість зниження температури в період відсутності персоналу та відвідувачів. На думку авторів цієї публікації, тимчасове зниження температури доцільно, якщо приміщення не використовується протягом 10-12 годин і більше, що має місце в адміністративних, навчальних приміщеннях в нічний час, у вихідні та святкові дні. Тимчасове зниження температури не повинно перевищувати 3 °С щоб уникнути порушення вологісного режиму появи температурних деформацій.

Мета і завдання дослідження

Метою даної роботи була розробка технічних пропозицій по оптимізації тимчасового температурного режиму адміністративної будівлі з подальшою оцінкою енергетичного і екологічного ефекту. Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання:

- 1) вибір та аналіз натурного об'єкту для проведення досліджень;
- 2) розробка методу оцінки ефективності управління споживанням тепла на натурному об'єкті;
- 3) аналіз структури і принципу дії системи дистанційного керування тепловими режимами примі-

щень з використанням при опаленні будівель технології «розумний будинок»;

- 4) дослідження еколого-енергетичного і економічного ефекту від раціонального використання теплової енергії при опаленні будівлі – натурного об'єкту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В останні роки значна кількість міст України, зокрема, Київ, Харків, Львів, Тернопіль, Чернівці та ін. приєдналися до «Угоди мерів по клімату і енергетиці» [1], в якому передбачається проведення муніципальною владою заходів щодо істотного скорочення викидів парникових газів на 30% до 2030 року. Для досягнення цього результату потрібна нова стратегія використання і розвитку муніципальної енергетичної системи, яка передбачає підвищення екологічної безпеки котельних установок і теплоцентралей за рахунок впровадження інноваційних високоефективних енергозберігаючих та екологічних технологій [2,3]. Дана стратегія повинна враховувати такі проблеми, як: застарілі технології та обладнання для виробництва теплової енергії, висока енергоємність і матеріальні витрати, що перевищують в 2-3 рази відповідні показники розвинутих країн; відсутність сучасних систем захисту навколишнього середовища, відсутність належних правових і економічних механізмів, які стимулювали б розробку екологічно безпечних технологій, техніки для захисту навколишнього середовища і т.д. [4,5]. У той же час стимулювання ефективного споживання теплової енергії населенням дозволить знизити ресурсомісткість міських теплових мереж, що дозволить знизити забруднення навколишнього середовища і скоротити викиди в атмосферу парникових газів [6].

Виклад основного матеріалу

Опис натурального об'єкта для проведення досліджень. В якості к об'єкту проведення досліджень був обраний фрагмент адміністративного корпусу Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова, в якому розміщені: лекційний зал, лабораторія, конференц-зал та офіси адміністрації університету. Це триповерхова будівля з двома зовнішніми стінами і двома внутрішніми стінами, прилеглими до опалювальних приміщень з загальною опалювальною площею 225,3 м² (рис.1).



Рис. 1. Натурний об'єкт для дослідження ефективності споживання тепла

В результаті повномасштабного обстеження будівель були отримані конструктивні параметри огорожувальних конструкцій, необхідних для проведення теплових розрахунків. За свідченнями лічильників середня фактична вартість питомого споживання тепла для всього адміністративного будинку в опалювальному сезоні 2017 року становила $q_{\text{averag}} = 97,5$ кВт·год/м². Обрана частина будівлі має дві зовнішні стіни та віконні отвори, звернені на північ. Співвідношення сумарної площі віконних прорізів до площі зовнішніх стін істотно перевищує середній показник для всієї будівлі. Виходячи з цього можна припустити, що значення питомої витрати тепла в обраній ділянці будівлі буде перевищувати середнє значення питомої витрати тепла для всієї будівлі відповідно до показань лічильників. Середня температура всередині будівлі протягом опалювального сезону 2017 р склала $t_{\text{ex}} = +18$ °С.

Метод оцінки ефективності управління споживанням тепла на натурному об'єкті. Цей метод призначений для оцінки ефективності використання системи дистанційного керування тепловими режимами приміщень будівлі - HERZ Smart Comfort, яка автоматично знижує температуру в приміщеннях, які в даний час не використовуються, в середньому на 3 °С. Обмеження температурного графіка були прийняті

відповідно до вимог діючих нормативних актів, враховуючи, що температура повинна підтримуватись на рівні 17-23 °С під час занять в навчальних аудиторіях. Для оцінки класу енергетичної ефективності будівлі використовувалось максимально допустиме значення питомої річної потреби в теплі будівель навчальних закладів, що становить для кліматичної зони Харкова 30 кВт·год/м³. Щоб створити математичну модель для розрахунку теплових втрат досліджуваного об'єкту використовувались традиційні методи теплотехнічних розрахунків, а також стандартні значення теплотехнічних характеристик стін, стелі, вікон та інших огорожувальних конструкцій [7].

Тепловий потік (втрати тепла) Q у Вт через огорожувальні конструкції (зовнішні стіни, вікна, підлогу, стелю) визначається відповідно до виразу:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t,$$

де k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м²·К;

F – площа поверхні, м²;

Δt – різниця між зовнішньою та внутрішньою температурами, °С;

Коефіцієнт теплопередачі може бути розрахований за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{in}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{ex}}},$$

де α_{in} - коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря до стіни, Вт/м²·К;

d_1 - товщина першого шару оболонки будівлі, м;

λ_1 - коефіцієнт теплопровідності першого шару огорожувальної конструкції Вт/(м·К);

d_2, \dots, d_n - товщина другого і наступних шарів огорожувальної конструкції, м;

$\lambda_2, \dots, \lambda_n$ - коефіцієнт теплопровідності другого шару і наступних шарів огорожувальної структури Вт/(м·К);

α_{ex} - коефіцієнт теплопередачі від стінки до зовнішнього повітря, Вт/м²·К.

Згідно [7] припустимо $\alpha_{in} = 8,7$ Вт/м²·К; $\alpha_{ex} = 23$ Вт/м²·К.

Інтенсивність втрат тепла визначається як:

$$Q_{inf} = c \cdot m \cdot \Delta t$$

де c - середня теплоємність вологого повітря, визначається відповідно до [7], кДж/кг·°С;

m - нормативна повітропроникність огорожувальних конструкцій будівель, кг/м²·год;

Δt - різниця між внутрішньою і зовнішньою температурою, °С.

У Харкові в опалювальний сезон 2017 року середньомісячна температура повітря, яка використовується при розрахунку, наведена в табл. 1.

Таблиця 1
Середньомісячна температура повітря у м. Харків в опалювальний сезон 2017 р.

№	Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С	Примітки
1	Січень	- 6.07	
2	Лютий	- 3.88	
3	Березень	+ 5.6	
4	Квітень	+ 9,99	між 01.04.17 - 15.04.17
5	Жовтень	+ 6,39	між 15.10.17 - 31.10.17
6	Листопад	+1,8	
7	Грудень	+2.38	

Результати розрахунків втрат тепла з середньомісячними температурами повітря у м. Харків протягом опалювального сезону 2017 р. і кімнатною температурою +18 °С наведені в табл. 2.

Таблиця 2
Результати розрахунків теплових втрат протягом опалювального сезону 2017 р.

№	Період	Теплові втрати протягом періоду, кВт*год.
1	Січень	6127
2	Лютий	4741
3	Березень	3092
4	Квітень	1343
5	Жовтень	1547
6	Листопад	4355
7	Грудень	5563
8	Опалювальний сезон	26768

Розраховане середнє значення питомої витрати тепла на ділянці будівлі в опалювальний сезон 2017 року був отриманий в розмірі = 115 кВт*год/м², що на 17% вище середнього значення питомої витрати тепла за показниками лічильника для всієї будівлі.

Порівняльний аналіз середньомісячних температур повітря в м. Харків в опалювальний сезон 2017 р. показав, що він не відображає середні температури опалювального сезону, взяті протягом тривалого періоду часу [9], представлені в табл. 3.

Наприклад, середня температура зовнішнього повітря в грудні 2017 року відрізнялася від середньої температури повітря в грудні протягом тридцяти п'яти років більш ніж на 5 °С.

Розрахунок теплових втрат проводився при цілодобовій температурі в приміщеннях +18 °С для середньомісячних зовнішніх температур повітря в м. Харків у опалювальні сезони 1981-2016 років. Отримані при цьому результати представлені в табл. 4.

Таблиця 3
Середня температура повітря в м. Харків у опалювальні сезони 1981-2016 рр.

№	Місяць	Середня температура повітря, °С	Примітки
1	Січень	- 4,6	
2	Лютий	- 4,5	
3	Березень	+ 0,7	
4	Квітень	+ 7,4	між 01.04. - 15.04.
5	Жовтень	+ 5,6	між 15.10. - 31.10.
6	Листопад	+0,9	
7	Грудень	- 3,5	

Таблиця 4
Результати розрахунків втрат тепла при цілодобовій температурі в приміщенні +18 °С і середньомісячних температурах повітря в м. Харків у опалювальні сезони 1981-2016 рр.

№	Період	Теплові втрати протягом періоду, кВт*год.
1	Січень	5800
2	Лютий	5217
3	Березень	4531
4	Квітень	1337
5	Жовтень	1569
6	Листопад	4338
7	Грудень	5542
8	Опалювальний сезон	28334

Потреба в теплопостачанні приміщень була встановлена в результаті експериментальних досліджень:

- перший поверх використовується в середньому 30 годин на тиждень: 6 днів протягом 5 годин;
- другий поверх використовується в середньому 2 години на тиждень: 2 дня протягом 1 години;
- третій поверх використовується в середньому 45 годин на тиждень: 5 днів протягом 9 годин.

Пропонується застосовувати дистанційну систему регулювання температури приміщень з елементами системи HERZ Smart Comfort, яка забезпечує автоматичне зниження температури в приміщеннях, які не використовуються, в середньому на 3 °С.

Система дистанційного керування тепловим режимом приміщень з використанням технології «розумний будинок» - HERZ Smart Comfort. HERZ

Smart Comfort - це комплект компонентів для управління тепловим режимом за допомогою смартфона. Даний комплект включає в себе (рис.2):

- електронні регулятори тепла ETKF +;
- датчик відкриття вікна;
- кімнатний термостат;
- комутаційний модуль Cube +;
- перемикач теплових режимів Eco SWITCH +.



Рис. 2. Основні елементи автоматизованої системи HERZ Smart Comfort

Всі радіатори в будівлі оснащуються електронними регуляторами тепла ETKF +. У кожному приміщенні встановлюється кімнатний програмований термостат, який вимірює температуру в приміщенні і дає команди тепловим регуляторам для їх відкриття або закриття. Можна безпосередньо управляти електронним тепловим регулятором відповідно до температури повітря в приміщенні, однак, ефективність його роботи при цьому зменшується, оскільки регулятор встановлюється безпосередньо на радіаторі і на його роботу можуть впливати штори, пряме сонячне світло, ін. фактори. Кімнатний термостат може бути встановлений на оптимальній висоті, де зовнішні фактори не будуть на нього впливати. В кожному вікні повинен бути встановлений датчик відкриття вікна. Для управління термостатами за допомогою смартфона система повинна бути оснащена модулем Cube +, який розташовується поруч з роутером і забезпечує підключення до мережі Інтернет. Перемикач теплових режимів Eco SWITCH + використовується один для натурального об'єкту, він встановлюється в коридорі і включається, коли останній співробітник залишає будівлю.

Система HERZ Smart Comfort працює наступним чином. Кімнатний термостат вимірює температуру в приміщенні і через регулятори тепла змінює кількість теплоносія, що проходить через радіатор. Коли в приміщенні відкривається вікно, спрацьовує датчик відкриття вікна і температура в приміщенні автоматично підтримується на рівні 17 °С (заводська настройка) або на іншому рівні, встановленому користувачем. За допомогою настінного кімнатного термостата в залежності від режимів теплоспоживання налаштовується погодинна зміна температури. Наприклад, вдень з 8-00 до 17-00 в разі, якщо ніхто не знаходиться в приміщенні, може бути встановлена температура - 16 °С, яка повертається до 22 °С після 17-00. В цілому протягом дня можна встановити 6 налаштованих теплових режимів в приміщеннях. При цьому управління даними

режимами може здійснюватися за допомогою смартфона, на якому встановлено спеціальне програмне забезпечення.

Переваги HERZ Smart Comfort. Основним фактором, що забезпечує ефективність даної системи опалення в раціональному використанні теплової енергії є динамічність управління. Температура в кожному приміщенні підтримується саме такою, яка необхідна в поточний момент, що і забезпечує HERZ Smart Comfort.

Особливості HERZ Smart Comfort:

- здійснюється управління і контроль температури в кожному приміщенні;
- можливе управління опаленням за допомогою смартфона або ноутбука через мережу Інтернет;
- передбачено автоматичну зміну температури в приміщенні відповідно до заданих періодів (до 6 періодів за добу);
- надається можливість дистанційного регулювання температури в приміщеннях при зміні попередньо встановлених налаштувань;
- забезпечена мінімізація втрат тепла при провітрюванні приміщень.

За словами виробника управління опаленням будівлі за допомогою системи HERZ Smart Comfort дозволяє економити до 60% теплової енергії.

Результати досліджень та їх аналіз

Результати розрахунків втрат тепла при використанні дистанційної системи керування тепловими режимами приміщень представлені в табл. 5. При цьому в якості зовнішніх температур приймалися усереднені за 35-річний період - 1981-2016 рр. середньомісячні температури атмосферного повітря в м. Харків.

Таблиця 5

Результати розрахунків теплових втрат при використанні дистанційної системи контролю температури HERZ Smart Comfort

№	Період	Теплові втрати протягом періоду, кВт*год.
1	Січень	5159
2	Лютий	4638
3	Березень	3390
4	Квітень	1009
5	Жовтень	1238
6	Листопад	3317
7	Грудень	4874
8	Опалювальний сезон	23625

Аналіз результатів розрахунків показує, що використання дистанційної системи керування тепловими режимами приміщень дозволяє досягти економії 4709 кВт*год теплової енергії за опалювальний сезон і знизити вартість витрат на опалення будівлі - натурального об'єкту на 16,6%. В результаті переходу на оптимальний графік тепlopостачання екологічна ефективність

була оцінена шляхом визначення потенційної економії палива, необхідного для отримання зекономленої теплової енергії (з урахуванням усереднених втрат, немінучих на кожному етапі технологічного ланцюга при передачі енергії), а також відповідного впливу на навколишнє середовище в результаті вилучення палива, його транспортування і спалювання.

Для проведення точної оцінки впливу на навколишнє середовище необхідно розглянути різні способи виробництва, транспортування, спалювання, передачі і використання теплової енергії палива. Важливим критерієм оцінки екологічного ефекту в даному випадку є скорочення викидів парникових газів, перш за все CO₂ [9], в результаті спалювання природного газу. З огляду на те, що в Україні немає встановлених національних коефіцієнтів викидів вуглецю для спалювання природного газу, потенційне скорочення викидів CO₂ оцінювалося на основі рекомендацій Міжнародної експертної групи.

В результаті скорочення споживання теплової енергії скорочення викидів парникових газів (CO₂), що утворюються в результаті спалювання палива, становить:

$$M_{CO_2} = K_{CO_2} \cdot \Delta Q,$$

де $K_{CO_2} = 0,202$ т/МВт·год - коефіцієнт викидів CO₂ при виробництві теплової енергії;

ΔQ - кількість зекономленого тепла за опалювальний сезон.

Результат обчислень показав, що потенційне скорочення викидів діоксиду вуглецю становить 0,95 т/рік.

Виходячи з поточних тарифів для бюджетних установ комунальної компанії «Харківські теплові мережі» [10], економія теплової енергії в опалювальний сезон в результаті використання системи дистанційного контролю теплових режимів приміщень HERZ Smart Comfort в обраній секції адміністративної будівлі становить 6430 грн.

Висновки

1. Досліджено ефективність застосування автоматизованих систем управління тепловими режимами приміщень з використанням технології «розумний будинок» в системах опалення адміністративних будівель. Було обрано та досліджено натурний об'єкт для впровадження енергозберігаючих технологій - 3-поверховий фрагмент адміністративного корпусу Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова із загальною площею опалювальних приміщень 225,3 м²; досліджено: структуру, основні елементи, принцип дії, ефективність застосування автоматизованої системи керування тепловими режимами приміщень - HERZ Smart Comfort.

2. Оцінено ефективність застосування системи HERZ Smart Comfort за наступними критеріями: від-

носні і абсолютні значення зменшення теплової енергії потрібної для опалення будівлі - натурального об'єкту, скорочення викидів в атмосферу вуглекислого газу - CO₂, економічний ефект від економії теплової енергії. Розрахунок втрат тепла проводився при цілодобовій температурі в приміщеннях +18 °С для середньомісячних зовнішніх температур повітря в м. Харків в опалювальні сезони 1981-2016 років. Встановлено, що використання технології «розумний будинок» дозволяє знизити витрати на опалення натурального об'єкту в опалювальний сезон на 16,6%, що становить 4709 кВт·год і призводить до скорочення викидів CO₂ при виробництві теплової енергії в розмірі 0,95 т/рік; Економічний ефект при цьому складає 6430 грн.

Література

1. The Covenant of Mayors for Climate and Energy Reporting Guidelines. Covenant of Mayors & Mayors for climate and energy (2016). Adapt Offices and the Joint Research Centre of the European Commission, 78.
2. Ковалко, М.П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України. [Текст] / М.П. Ковалко, С.П. Денисюк – Київ: Українські енциклопедичні знання, 1998. – 512 с.
3. Alibekova, A., Shaimerdenova, G., Agilbaeva, M. (2013). Ecological problems of thermal power plants. *Journal of Industrial Technology and Engineering*, № 4(09), 40-44.
4. Варламов, Г.Б. Основні особливості реалізації принципу екологічної рівноваги на екологічному об'єкті [Текст] / Г.Б. Варламов, І.С. Дідик // Молодий вчений: наук. журнал. – Херсон, 2016. – № 1, Ч. 3. – С. 104-107.
5. Бараннік, В.О. Енергозбереження – пріоритетний напрям енергетичної політики та підвищення енергетичної безпеки України [Текст] / В.О. Бараннік, М.Г. Земляний // 36. наук. праць Міжнар. наук.-практ. конф. «Енергоефективність – 2004». – О., 2004. – С. 97-108.
6. Малярєнко, В.А. Аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів України та їх раціонального використання [Текст] / В.А. Малярєнко, І.С. Щербак // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування, 2013. – № 14(988). – С. 118-126.
7. Исаченко, В.П. Теплопередача [Текст]: учебник для вузов. / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел – М: Энергия, 1975. – 488 с.
8. Кириллини, В.А. Техническая термодинамика [Текст]: монография / В.А. Кириллини, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин – М.: Наука, 1979. – 512 с.
9. Иншєков, Є.М. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту. [Текст] / Є.М. Иншєков, Є.С. Нікітін, М.В. Тарновський, А.В. Чернявський – К.: Поліграф плюс, 2014. –238 с.
10. Тарифи на теплову енергію для бюджетних установ, інших споживачів (крім населення) і релігійних організацій. КП «Харківські теплові мережі» [Електронний ресурс] / режим доступу: http://www.hts.kharkov.ua/KPHTS_v2_public_info_tarify.php.

References

1. The Covenant of Mayors for Climate and Energy Reporting Guidelines. Covenant of Mayors & Mayors for climate and

energy (2016). Adapt Offices and the Joint Research Centre of the European Commission, 78. [in English].

2. Kovalko, M., Denisjuk, S. (1998). Enerhozberezhennya – pryorytetnyj napryamok derzhavnoyi polityky Ukrainy. [Mathematical modeling of heat transfer in the system of ecological diagnostics of diesel locomotive - diluting tunnel]. Energy saving is a priority right of the sovereign policy of Ukraine. Ukrainian encyclopedic knowledge, 512 [in Ukrainian].

3. Alibekova, A., Shaimerdenova, G., Agilbaeva, M. (2013). Ecological problems of thermal power plants. *Journal of Industrial Technology and Engineering*, 4(09), 40-44. [in English].

4. Varlamov, G., Didik, I. (2016). The main features of the implementation of the principle of environmental equilibrium on the ecological object. [Osnovni osoblyvosti realizaciyi pryncypu ekolohichnoyi rivno-vahy na ekolohichnomu ob'yekti]. *Young scientist: scientific journal*, 1, 3, 104-107. [in Ukrainian].

5. Barannik, V., Zemliany, M. (2004). Energy saving is a priority direction of energy policy and enhancement of Ukraine's energy security. [Enerhozberezhennya – pryorytetnyj napryam enerhetychnoyi polityky ta pidvyshhennya enerhetychnoyi bezpeky Ukrainy]. *Collection. scientific works of the International Scientific and Practical Conference «Energy Efficiency – 2004»*, 97-108. [in Ukrainian].

6. Maiarenko, V., Sherbak, I. (2013). Analysis of consumption of fuel and energy resources of Ukraine and their rational use. [Analiz spozhyvannya palyvno-enerhetychnykh resursiv Ukrainy ta yix racional'noho vykorystannya]. *Bulletin of the NTU "KhPI". Series: Power and heat engineering processes and equipment*, 14(988), 118-126. [in Ukrainian].

7. Isachenko, V., Osipova, V., Sukomel, A. (1975). Heat transfer: textbook for universities. [Teploperedacha: uchebnyy dl'ya vuzov]. *Energy*, 488 [in Russian].

8. Kirillini, V., Sychev, V., Sheindlin, A. (1979). Technical thermodynamics: monograph. [Tehnicheskaja termodinamika: monografija]. *Science*, 512. [in Russian].

9. Nikitin, E., Tarnovskiy, M., Cherniavskiy, A. (2014). Manual on Municipal Energy Management. [Po-sibnyk z munitsypal'noho enerhetychnoho menezhmentu]. *Polygraph plus*, 238. [in Ukrainian].

10. Tariffs for heat energy for budget institutions, other consumers (except for population) and religious organizations. Communal Enterprise "Kharkiv heat networks" [electronic resource] (2018). [Taryfy na teplovu enerhiyu dlya byudzhethnykh ustanov, inshykh spozhyvachiv (krim naselelnyya) i relihiynykh orhanizacij. KP «Харківські теплові мережі» [elektronnyy resurs]]. http://www.hts.kharkov.ua/KPHTS_v2_public_info_tarif_y.php. [in Ukrainian].

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Парсаданов, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Автор: ПОЛИВ'ЯНЧУК Андрій Павлович
д.т.н., проф.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - ar@mail@meta.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9966-1938>

Автор: КОВАЛЕНКО Юрій Леонідоич
к.т.н., с.н.с.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - ar@mail@meta.ua

Автор: СМІРНІЙ Михайло Федорович
д.т.н., проф.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - ar@mail@meta.ua

Автор: ПЛЮГІН Владислав Євгенович
д.т.н., проф.
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - ar@mail@meta.ua

Автор: РОМАНЕНКО Сергій Вікторович
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - ar@mail@meta.ua

RESEARCH OF ECOLOGO-ENERGY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USING SMART-TECHNOLOGIES IN THE SYSTEM OF THERMAL CONSUMPTION OF BUILDINGS

A.P. Polivyanchuk, Y.L. Kovalenko, M.F. Smirny, V.E. Pliugin, S.V. Romanenko

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

A comprehensive analysis of the energy, environmental and economic efficiency of use in the systems of heat consumption of buildings of SMART-technologies for managing thermal conditions of heated premises was carried out. A natural object was selected and investigated for the introduction of energy-saving technologies - a 3-storey fragment of the administrative building of O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv with a total area of heated premises of 225.3 m²; investigated: structure, basic elements, principle of operation, efficiency of application of an automated system for controlling thermal conditions of rooms. The effectiveness of the application of such a system was evaluated according to the following criteria: relative and absolute values of reducing thermal energy for heating a building - a natural object, reducing carbon dioxide emissions - CO₂ as the main greenhouse gas, and the economic effect of saving thermal energy. The method of evaluating the efficiency of heat management on the natural object is broken down. The calculation of heat losses was carried out at round-the-clock temperature in rooms of +18 ° C for monthly average outdoor air temperatures in the city of Kharkiv during the heating seasons of 1981–2016. Analysis of the results of calculations shows that the use of a remote control system for thermal conditions of the premises allows to achieve savings of 4709 kW • h of thermal energy during the heating season and reduce the cost of heating the building - a natural object by 16.6%. As a result of reducing the consumption of thermal energy, the reduction of greenhouse gas (CO₂) emissions resulting from fuel combustion is 0.95 tons/year; The economic effect of reducing the cost of using thermal energy ha heating season is 6430 UAH.

Keywords: heat consumption, rational nature management, heating system, natural object, smart-technology, energy efficiency, environmental friendliness, economic effect.