

УДК 697.34.001:378.162

А. Л. ПЕРЕКРЕСТ, кандидат технічних наук, доцент

С. С. РОМАНЕНКО, асистент

В. В. НАЙДА, асистент

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Рассмотрена задача повышения эффективности работы систем теплоснабжения учебных корпусов высшего учебного заведения. Проведен анализ режимов теплопотребления зданий и сооружений учебного заведения. Предложено оценивать эффективность работы тепловых пунктов зданий с помощью удельного показателя, который учитывает объем и потребляемую зданием тепловую энергию. Предложено техническое решение по повышению эффективности работы систем теплоснабжения учебных корпусов высшего учебного заведения.

Розглянуто задачу підвищення ефективності роботи системи теплопостачання навчальних корпусів вищого навчального закладу. Проведено аналіз режимів теплоспоживання будівлями та спорудами навчального закладу. Запропоновано оцінювати ефективність роботи теплових пунктів будівель за питомим показником, що враховує об'єм та споживану будівлею теплову енергію. Запропоновано технічне рішення з підвищення ефективності роботи систем теплопостачання навчальних корпусів вищого навчального закладу.

Актуальність роботи

Важливою складовою енергозбереження в Україні є впровадження ефективних рішень у комунальному секторі при споживанні теплової енергії для систем теплозабезпечення населення. На сьогодні в Україні прийнята централізована система теплопостачання, за якою тепло виробляється на теплоенергоцентралях, а його перетворення до потрібних параметрів для опалення проводиться у теплових пунктах споживачів.

Системи опалення більшості будинків, офісних будівель і навчальних корпусів вищих навчальних закладів (ВНЗ), у тому числі, підключаються до теплових мереж через змішувальні пристрої – елеваторні вузли. До переваг елеваторів відноситься низька вартість, абсолютна надійність, відсутність витрат на експлуатацію. Недоліком елеватора є неможливість оперативної зміни коефіцієнта змішання, що призводить до осінньо-весняних «перетопів» при зовнішній температурі 0–10 °С, коли температура в тепловій мережі перевищує розрахункову для систем опалення на 30–40 °С. За різними оцінками, період «перетопу» становить 30–40 % опалювального сезону і на «перетоп» іде 10–15 % річної витрати тепла на опалення.

Крім того, постійно зростаюча ціна на теплову енергію вносить значні корективи у бюджет організацій-споживачів теплової енергії. Тільки за останні декілька років вартість 1 ГКал теплової енергії зросла у 2,5 рази: з 359,5 грн. у 2009 р. до 894,7 грн у 2012 р. [1].

На теперішній час існує величезна кількість енергозберігаючих розробок, у тому числі й принципово нових [2-6], але їх можна впроваджувати лише на новоспоруджених об'єктах, обладнаних індивідуальними тепловими пунктами.

Існуючі системи опалення навчальних корпусів ВНЗ гідравлічно дуже нестійкі й вимагають постійної витрати води; при скороченні витрати теплоносії припиняє надходити в окремі стояки й опалення підключених до них споживачів просто припиняється.

В умовах підвищення цін на паливно-енергетичні ресурси зменшення плати за послуги з централізованого опалення можливе лише у випадку скорочення шляхом оптимізації обсягів їх споживання.

Тому є актуальним пошук та реалізація рішень щодо підвищення ефективності роботи

існуючих систем теплопостачання.

Метою даної роботи є проведення аналізу стану та оптимізація процесу теплоспоживання спорудами навчального закладу.

Матеріал і результати досліджень

Об'єктом дослідження (рис. 1) у роботі прийнято систему теплопостачання Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського [7] (КрНУ), що включає теплові мережі навчальних корпусів (НК), споруд та гуртожитків з установленими у кожній будівлі індивідуальними тепловими пунктами (ІТП).

Навчальні корпуси університету № 1–9, адміністративний корпус № 10, спортивний комплекс (СК) «Політехнік», гуртожитки № 1 та № 2, водний спортивний комплекс (ВСК) «Нептун» підключені до магістральних трубопроводів через елеваторні вузли. Гуртожитки № 3 та 4 отримують готовий для використання теплоносія.

ІТП навчальних корпусів № 1–3, 7, 8 мають автоматичні системи регулювання, які включають: електронний контролер типу Danfoss ECL Comfort 200 з погодною компенсацією температури теплоносія; циркуляційний насос, установлений замість струминного елеватора; клапан з електроприводом, сенсори температури теплоносія, зовнішньої та внутрішньої температури повітря. ІТП корпусу № 3 для потреб комбінату студентського харчування додатково оснащений теплообмінником з механічним регулятором температури. Для контролю витрати теплоносія у кожному ІТП встановлено тепловий лічильник.



Рис.1. Схема розташування будівель та споруд КрНУ

Ці системи забезпечують зміну температури теплоносія шляхом регулювання його кількості залежно від температури зовнішнього повітря за певними фіксованими настройками (уставками) [5, 6]. При зміні температури зовнішнього повітря, наприклад, при її зниженні уночі чи підвищенні вдень, або в різні періоди опалювального сезону, необхідно змінювати числові значення уставок. Зазвичай, це реалізується шляхом ручної зміни параметрів, що потребує необхідних знань та вмій обслуговуючого персоналу.

Аналіз теплоспоживання різними будівлями КрНУ (рис. 2) показав, що розподіл величин споживання теплової енергії за різні роки приблизно однаковий: навчальними корпусами споживається близько 58 %, гуртожитками 22 % і спорудами 20 % від річного споживання. При цьому, річне споживання збільшується: вже в 2011 році спожито на 313 ГКал більше, ніж у 2009, що складає близько 280 тис. грн.

При цьому найбільш енергоємними є навчальні корпуси № 1, 2, 5, ВСК «Нептун», гуртожиток № 1 та СК «Політехнік» (табл. 1, рис. 3).

Ефективність роботи кожного з ІТП досліджуваних споруд визначено за допомогою питомого коефіцієнта k , що показує відношення споживаної спорудою теплової енергії за певний період часу до загального її об'єму, ГКал/м³:

$$k = E_c / V \tag{1}$$

При цьому як допущення прийнято, що для споруд з однаковим призначенням меншому об'єму відповідають менші значення споживаної потужності; мінімальне значення коефіцієнта k відповідає найбільш ефективному ІТП; як періоду часу прийнято один опалювальний сезон.

З урахуванням специфіки будівель та споруд КрНУ, як і любого ВНЗ, можливо виділити три категорії споруд із певними вимогами до їх систем тепlopостачання:

- денне споживання теплової енергії на систему опалення споруди (навчальні та адміністративні корпуси);
- денне споживання теплової енергії на систему опалення споруди та гаряче водопостачання (спортивні комплекси, господарчі споруди);
- добуве споживання теплової енергії на опалення споруди та регламентоване гаряче водопостачання (гуртожитки).

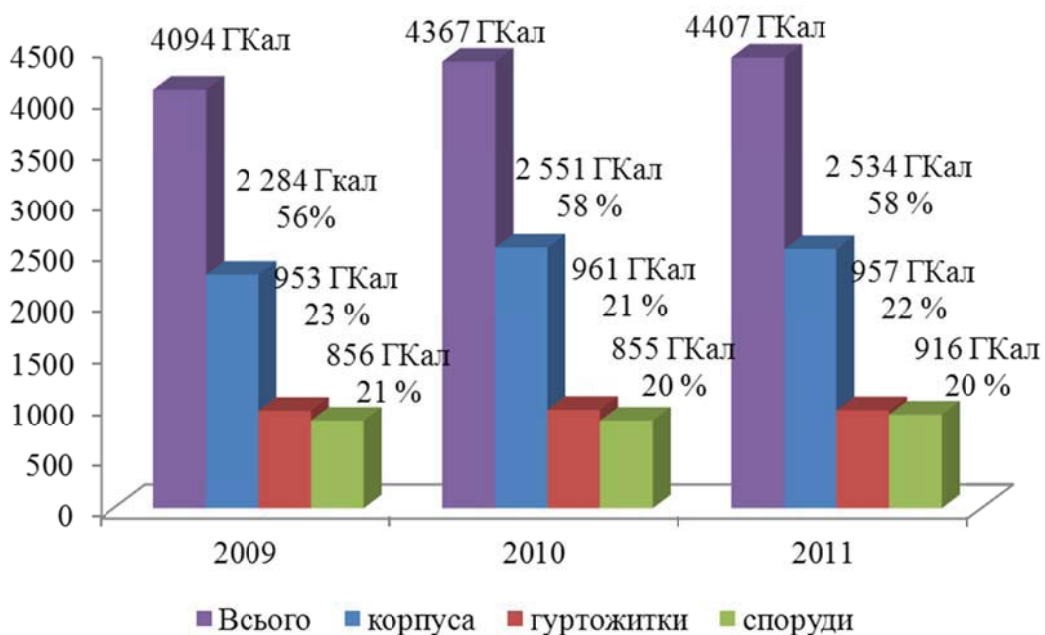


Рис. 2. Діаграма теплоспоживання корпусами, гуртожитками та спорудами КрНУ

Аналіз отриманих даних (табл. 1) показує, що у споруд однакового призначення з різним об'ємом питомий коефіцієнт знаходиться в однакових межах: для регульованих ІТП НК № 1 і № 2 та нерегульованого ІТП НК № 5. Вказане, з одного боку, – при порівнянні нерегульованого

ІТП НК № 5 та регульованого ІТП НК № 1 – свідчить про ефективність як такого використання автоматизованих засобів регулювання температури теплоносія у системі опалення споруди. Але з іншого боку, порівняння показників регульованих ІТП корпусів № 1 та № 2 вказує на значне перевищення споживання теплової енергії системою опалення другого НК.

Таблиця 1

Показники найбільш енергоємних будівель КрНУ

| Назва споруди | Споживання за сезон Ес, ГКал/% | Об'єм V, м ³ | Питомий показник к, ГКал/м ³ |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|---|
| Корпус №1 | 780/17,7 | 38169 | 0,02 |
| Корпус №2 | 456/10,34 | 21961 | 0,02 |
| Корпус №5 | 424/9,6 | 23423 | 0,018 |
| Гуртожиток №1 | 448/10,2 | 7274 | 0,06 |
| ВСК «Нептун» | 469/10,65 | 6486 | 0,07 |
| СК «Політехнік» | 378/8,6 | 35520 | 0,01 |

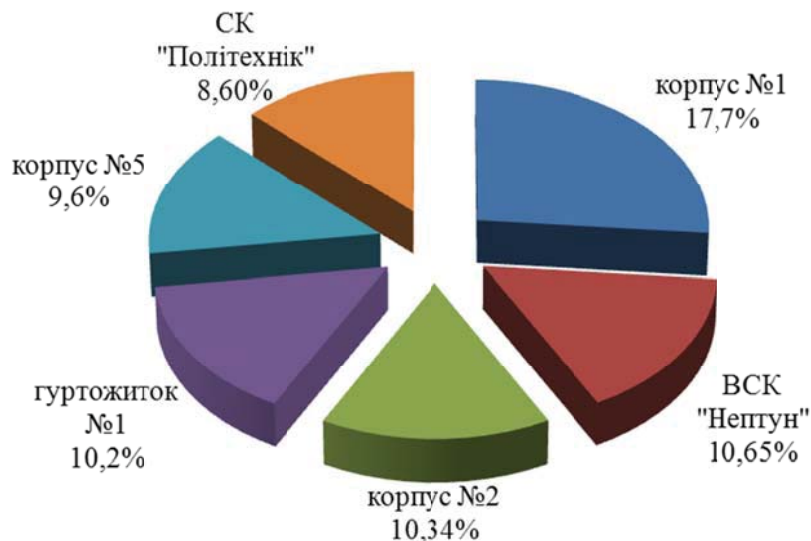


Рис. 3. Діаграма найбільш енергоємних будівель КрНУ

Вказане підтверджується даними середньодобового споживання другого навчального корпусу (рис. 4). Так, при відсутності автоматичного регулювання (рис. 4, період I з 1 по 21.11 2011 р.) середньодобове теплоспоживання складало 2,5-3 ГКал. Після встановлення електронного регулятора (період II з 21.11. по 27.11.2011 р.) середньодобове значення теплоспоживання зменшилось на 0,3-0,5 ГКал у порівнянні з періодом I, проте у зв'язку з тим, що електронний контролер був розбалансований, працював за календарем 2003 року та із завищеними вставками на температури теплоносія у прямому та зворотному трубопроводах не відбувалось автоматичного зниження теплоспоживання спорудою у вихідні дні (збільшене теплоспоживання у вихідні – кінець періоду II). Зміна уставок на температури теплоносія у прямому та зворотному трубопроводах відповідно до температурного графіку забезпечили добову економію на рівні 1-1,3 ГКал (періоди III, V, VII) при незмінній температурі повітря у приміщенні, мінімальне теплоспоживання на періоді V під час канікул та відпрацювання підвищених температур теплоносія при зниженні температури зовнішнього повітря на періоді VI.

За порівняльними розрахунками теплоспоживання навчальних корпусів №№ 1, 2 та 7, у яких проводились роботи, знизилось на 13, 30 та 5 % відповідно, що склало 278 ГКал та 247 тисяч гривень чистої економії за опалювальний сезон 2011-2012 років у порівнянні з опалювальним сезоном 2010-2011 років (табл. 2 та 3).

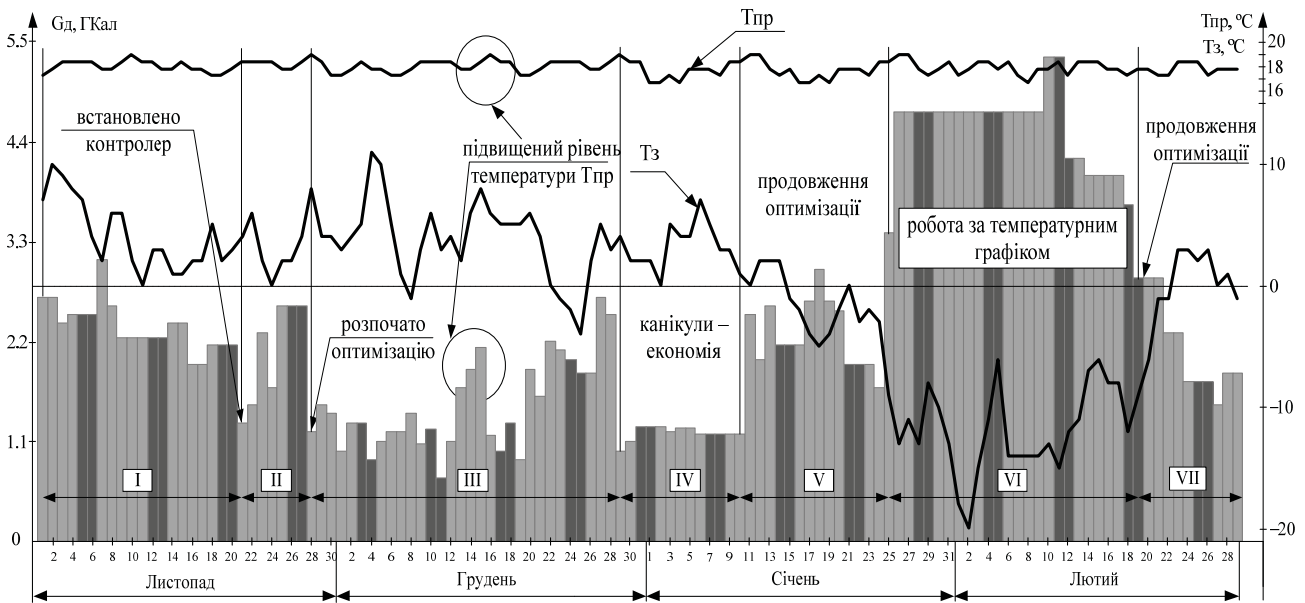


Рис.4. Дані добового споживання теплової енергії НК № 2 у 2011-2012 опалювальному сезоні: Гд – споживання теплової енергії, ГКал; Тпр, Тз – середньодобові температури повітря у приміщенні і зовнішнього повітря відповідно, °С; ■ – робочі дні; ■ – вихідні дні

Таблиця 2

Сезонне теплоспоживання спорудами КрНУ

| Опалювальний сезон | Теплоспоживання, ГКал |
|--------------------|-----------------------|
| 2008-2009 | 4087,627 |
| 2009-2010 | 4169,758 |
| 2010-2011 | 4560,569 |
| 2011-2012 | 4280,824 |
| Економія*, ГКал | 279,745 |
| % | 6 |

Таблиця 3

Сезонне теплоспоживання корпусами №№ 1, 2, 7

| Опалювальний сезон | Теплоспоживання навчальних корпусів, ГКал | | |
|--------------------|---|--------------|-------------|
| | № 1 | № 2 | № 7 |
| 2008-2009 | 746,2 | 325,5 | 250,8 |
| 2009-2010 | 941,5 | 260,1 | 278,5 |
| 2010-2011 | 914,4 | 495,2 | 287,3 |
| 2011-2012 | 798 | 347,6 | 272,1 |
| Економія*, ГКал | 116,4 | 147,6 | 15,2 |
| % | 13 | 30 | 5 |

* – у порівнянні з опалювальним сезоном 2010–2011 р.р.

Проте, схема існуючих ІТП навчальних корпусів не в повну міру задовольняє вимогам навчального процесу. У зв'язку з тим, що фактично ІТП кожного з корпусів знаходиться у з одного боку споруди, то протилежні крайні гілки та вузли теплової системи споруди не отримують у необхідній кількості теплоносії, що призводить до значно нижчих значень температури в аудиторіях крайніх гілок.

Для вирішення вказаних вище проблем запропоновано схему (рис. 5) з додатковим насосом Н1 у зворотному трубопроводі. При цьому, насос Н2 виконує функції змішувального

пристрою, а насос Н1 використовується для поліпшення гідравлічних та теплових режимів у крайніх гілках теплової системи споруди, що обслуговується. Як і в стандартних схемах, клапан з електроприводом, сенсори температури та електронний регулятор забезпечують регулювання температури теплоносія залежно від погодних умов. При використанні насосів Н1 та Н2 з мокрим ротором зі змінними частотами обертання можливо забезпечити підстройку схеми під параметри певної споруди.

Крім того, для забезпечення можливості віддаленого контролю та керування ІТП до складу системи керування додатково включено пристрій збору даних з інтерфейсом зв'язку з диспетчерським пунктом. Усі будівлі та споруди КрНУ знаходяться у межах міста з розвинуеною мережею GSM, тому як пристрій збору даних можливо використання стандартного GSM-модема [8], що позбавить від необхідності прокладання додаткових інформаційних ліній. При цьому при розташуванні диспетчерського пункту у другому навчальному корпусі максимальна відстань до найбільш віддаленої споруди складає п'ять кілометрів.

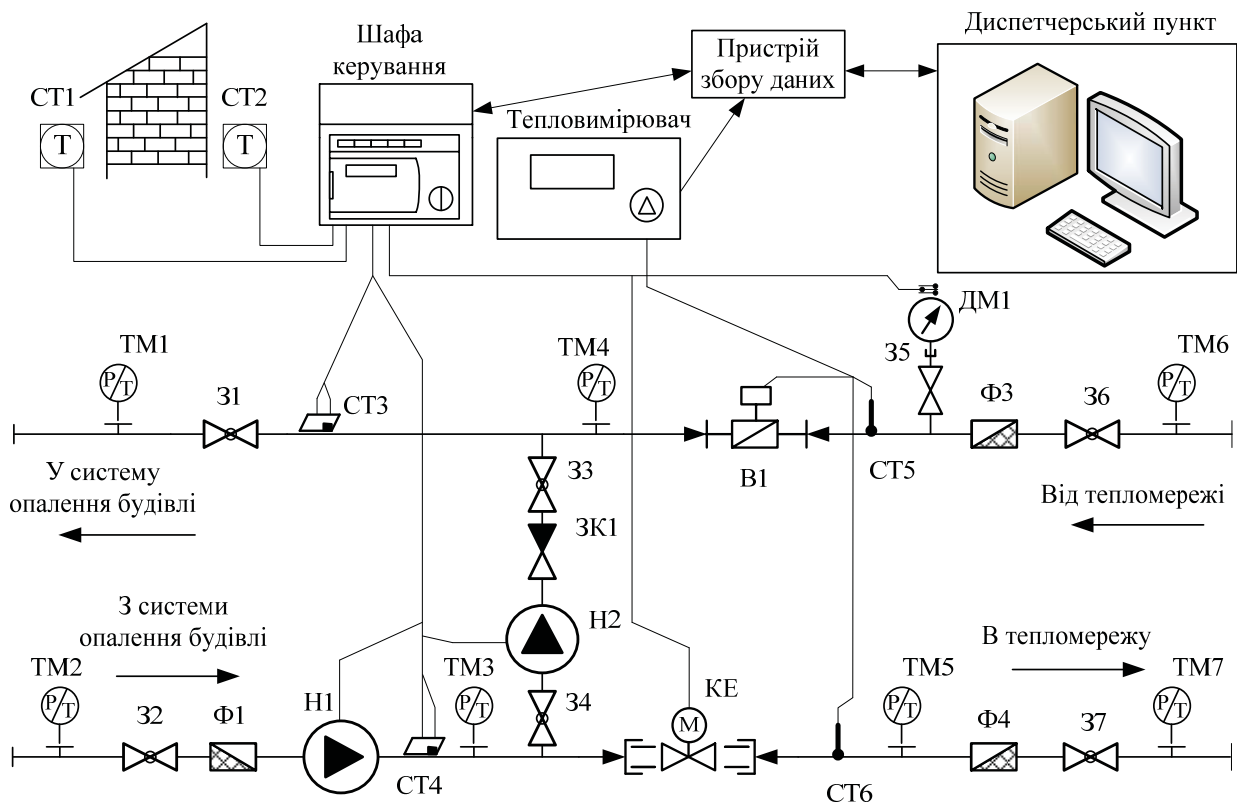


Рис. 5.Схема автоматизованого теплового пункту:

СТ1-СТ6 – сенсори температури; ТМ1-ТМ7 – термоманометри; 31-37 – засувки;
 Ф1-Ф4 – фільтри; Н1, Н2 – насоси; ЗК1 – зворотний клапан; В1 – витратомір;
 КЕ – клапан з електроприводом

Висновки

1. Проведено аналіз роботи системи теплопостачання навчальних корпусів, будівель та споруд навчального закладу. Встановлено найбільш енергоємні споруди та визначено, що річне споживання теплової енергії кожного року збільшується.
2. Запропоновано оцінювати ефективність роботи системи теплопостачання будівель за питомим показником, що показує відношення споживаної будівлею теплової енергії до загального її об'єму. Встановлено за цим показником, що використання автоматизованих систем регулювання температури теплоносія є ефективним засобом зменшення теплоспоживання за умови своєчасної зміни уставок та належного технічного обслуговування.
3. Запропоновано технічне рішення для регулювання режимів роботи системи опалення

будівель, що відрізняється від існуючих додатковим використанням насосу у зворотному трубопроводі для покращення гідравлічних та теплових режимів роботи системи опалення. Крім того, використання пристрою збору даних у схемах ІТП дозволить створити автоматизований диспетчерський пункт з оперативного контролю та керування системою теплопостачання навчального закладу.

4. Проведена дослідна експлуатація ІТП навчального корпусу показала ефективність ручної зміни уставок на температури теплоносія. У подальшому необхідно автоматизувати процес отримання та завдання раціональних уставок електронних регуляторів температури теплоносія для зменшення теплоспоживання окремими будівлями.

Список литературы

1. Украина – энергозависимое государство – 11 фактов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mhrp.org.ua/files/books/info/Ukraine-Energy_RUS.pdf.
2. Сафіуліна К. Р., Колієнко А. Г., Тормосов Р. Ю. Енергозбереження в університетських містечках: посібник для студ. вищих закл. освіти. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2010. – 328 с.
3. Реформа міського теплозабезпечення в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mhrp.org.ua>.
4. Пырков В. В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: ЦДП «Такі справи», 2007. – 252 с.
5. Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий / Пособие. – М.: ТОВ «Данфосс», 2009. – 74 с.
6. Комплекс обладнання для автоматизації теплових пунктів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.techprilad.com/upload/File/Catalog/Catalog_Automatica.pdf.
7. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kdu.edu.ua>.
8. Промышленные терминалы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://shop-gsm.net/catalog/gsm-modems>.

OPTIMIZATION OF PROCESS OF THERMAL CONSUMPTION OF EDUCATIONAL ESTABLISHMENT

A.L. PEREKREST, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof.

S.S. ROMANENKO, assistant

V.V. NAIDA, assistant

The problem of improving the efficiency of heating systems of educational buildings of the university is considered. The analysis of the modes of heat buildings academic institution is conducted. It is suggested to estimate efficiency of work of thermal points of building by means of specific index that takes into account a volume and consumable building thermal energy. Technical solution is offered on the increase of efficiency of work of the systems of heating systems of education corps universities.

Поступила в редакцию 20.10 2012 г.