

**КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБКИ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ НА ПРИКЛАДІ КПІ
ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО**

О. М. Шевченко, кандидат технічних наук, головний енергоменеджер

М. М. Шовкалюк, кандидат технічних наук, доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

E-mail: madam.mari@gmail.com

Анотація. У роботі представлено пропозиціїно розробці програм підвищення енергоефективності закладів освіти на прикладі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Управління енергоспоживанням університету планується здійснювати за рахунок віддаленого моніторингу і створення автоматизованого робочого місця енергоменеджера з інтеграцією в освітній процес.

Метою роботи є удосконалення інноваційних управлінських методів енергоменеджменту з урахуванням взаємозв'язку джерел енергії, теплового захисту огорожень будівель, параметрів мікроклімату приміщень.

Об'єкти, які знаходяться на балансі університету, є майданчиком для науково-дослідницьких робіт за умови співпраці Служби енергоменеджменту з різними структурними підрозділами. У рамках розробки програми енергоефективності виконано техніко-економічний аналіз запропонованих заходів з енергозбереження з використанням інженерних методик розрахунку, а також проведено експериментальні вимірювання. Застосовувалися статистична обробка даних, методи групування, порівняння, узагальнення, а для вирішення окремих завдань здійснювалося моделювання в спеціалізованих програмних продуктах. Із залученням наукового потенціалу університету поступово впроваджується система віддаленого моніторингу на базі програмного забезпечення, що включає геоінформаційну карту інженерних мереж та будівель, моніторинг параметрів у приміщеннях та аналітичний блок з можливістю прогнозування енергоспоживання.

Ключові слова: енергоспоживання, моніторинг, автоматизація, програма енергоефективності, освітній заклад, будівлі, термомодернізація

Актуальність. Нині перед Україною гостро постала необхідність вжиття заходів з підвищення енергоефективності, а особливо у бюджетній сфері. Близько 90 % будівель бюджетних закладів України не відповідають сучасним вимогам енергоефективності [1, 2], що призводить до збільшених витрат теплової енергії на

опалення та недотримання вимог по мікроклімату приміщень [3]. Зменшення споживання та диверсифікація джерел енергії є фактором національної безпеки держави і є непростю задачею стосовно управління енергоспоживанням об'єктів бюджетної сфери традиційними засобами. Вирішення цих задач потребує розгляду процесів енергоспоживання будівель як комплексної проблеми із застосуванням сучасних інструментів системи енергоменеджменту [4], моделювання динаміки процесів енергопостачання та енергоспоживання об'єктів [5], застосування сучасних підходів до автоматизації та вимірювань. Розробка програми підвищення енергоефективності закладу освіти повинна включати не лише техніко-економічні оцінки та практичне впровадження енергоефективних заходів, але й розглядати об'єкти закладу як дослідний пілотний майданчик для реалізації сучасних інноваційних технологій енергоменеджменту [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Державна політика України направлена на євроінтеграцію, тому відповідно до Директиви ЄС [7] було прийнято низку законів України, зокрема [8, 9], нормативно-правових актів [10, 11] та стандартів [12]. Розбудова ефективної системи енергоменеджменту закладу освіти потребує впровадження системних підходів [1,4], що включатимуть крім технічних ще й організаційні [13] заходи з урахуванням вимог до конструкцій [2], мереж та систем автоматизації [14], а залучення наукового потенціалу університету [6, 15] дозволить додатково підвищити якість освітніх послуг. В КПІ функціонує дворівнева система управління процесами енергоспоживання (рівень університету та локальний рівень) [1], що виконує різні функції, а також сприяє залученню студентів під керівництвом фахівців до виконання якісних енергетичних аудитів об'єктів згідно з діючими вимогами [16]. Розробка та реалізація Програми з енергоефективності КПІ ім. Ігоря Сікорського на 2021-2024 роки дозволить дати розвитку системі енергоменеджменту в університеті, реалізувати систему автоматизованого енергомоніторингу та підготувати основи для проведення сертифікації системи на відповідність міжнародному стандарту [17]. Заклади вищої освіти виступають як майданчики для побудови моделі сталого розвитку на рівні

країни, тому програма підвищення рівня енергоефективності повинна включати організаційну, соціальну, економічну, технічну та екологічну складову.

Мета дослідження – висвітлення досвіду розробки програми енергоефективності в КПІ ім. Ігоря Сікорського, що включає комплекс заходів з термомодернізації будівель, реконструкції інженерних систем, улаштування індивідуальних джерел теплопостачання, модернізації індивідуальних теплових пунктів, впровадження системи автоматизованого віддаленого моніторингу із залученням наукового потенціалу університету.

Матеріали і методи дослідження. Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського на території в 160 гектарів налічує близько 50 будівель різного призначення з власними інженерними мережами, у ньому навчається майже 25 тисяч студентів, аспірантів і докторантів. Метою розробки Програми енергоефективності є комплексна реновація будівель з використанням сучасних технологій та обладнання для забезпечення покращення комфортних умов та економії бюджетних коштів.

1. Порівняльна таблиця витрат за спожиті енергоносії і холодну воду

Спожито	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Теплова енергія, Гкал	65765	64132	51020	45714	51873	36739	35132	41665	36842
Холодна вода, тис.м ³	1405	1352	1172	1149	1140	1063	976	920	653
Електрична енергія, тис. кВт·год	20025	19104	17603	16733	16899	17292	20638	19031	15005
Природний газ, тис. м ³	223,8	197,2	147,9	88,6	87,0	74,6	70,0	68,5	36,0

Для оцінювання ефективності реалізації заходів з підвищення енергоефективності на об'єктах університету перед їх впровадженням зафіксовано базовий рівень енергоспоживання. Для цього проведено порівняння фактичних, фактичних приведених до нормативних погодних умов витрат енергоносіїв. Базовий

рівень теплоспоживання для потреб опалення розробляється з урахуванням дотримання комфортних умов у приміщеннях та системи мотивації ощадливого використання [18]. Базовий рівень електро- та водоспоживання об'єктів встановлюється на рівні середнього значення фактичного споживання за 2016-2019 роки; у випадку використання технологій рекуперації теплоти витяжного повітря, теплонасосних технологій тощо базовий рівень підлягає корегуванню. Зміна споживання тепло-, електроенергії, а також холодної води за останні роки наведена у табл.1.

На рис. 1 наведено динаміку зміни добових витрат коштів на оплату комунальних послуг по університету, в опалювальний період вони складають близько 450-500 тис. грн./доба.

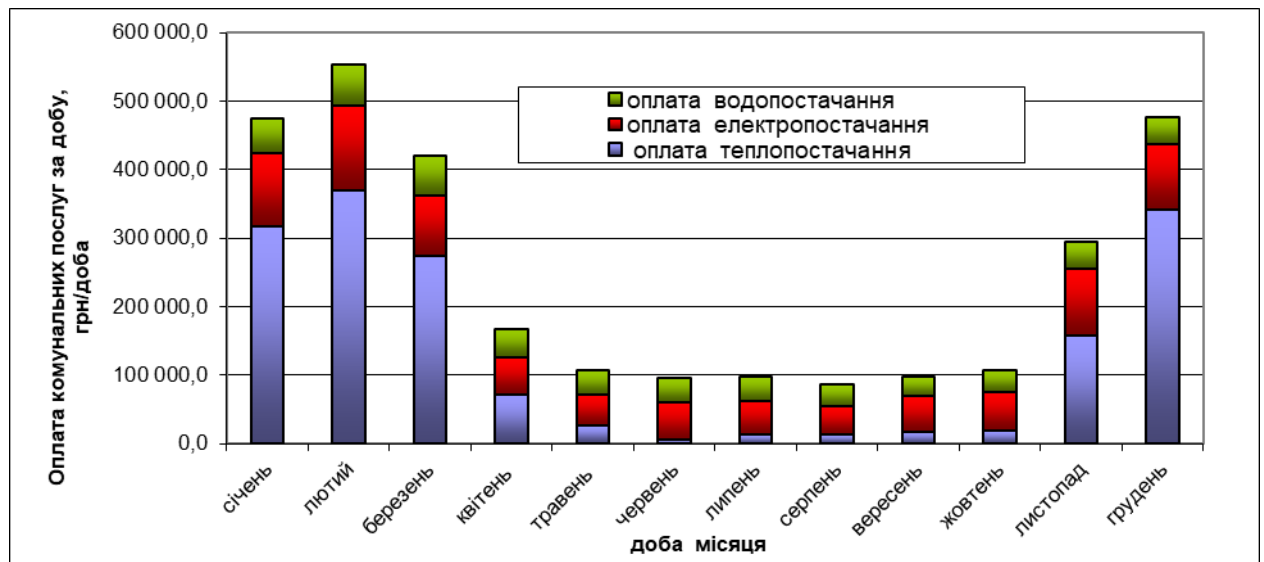


Рис. 1. Динаміка добових витрат на енергоносії (протягом 2020 року)

Результати досліджень та їх обговорення. У випадку відсутності реалізації значних енергоефективних заходів можна очікувати зростання платежів до 2025 року (рис.2), оскільки лівову частку потенціалу енергозбереження, що зосереджений у мало- та середньовитратних організаційних і технічних заходах в університеті вже здійснено впродовж виконання Програми з енергоефективності на 2012-2015р.р. Для реального скорочення енергоспоживання потрібна реалізація високовитратних технічних заходів, а саме: термомодернізація будівель, модернізація систем опалення та вентиляції, модернізація ІТП, налагодження

дистанційного керування, модернізація системи водопостачання та каналізації, повна модернізація системи освітлення, використання відновлювальних джерел енергії тощо.

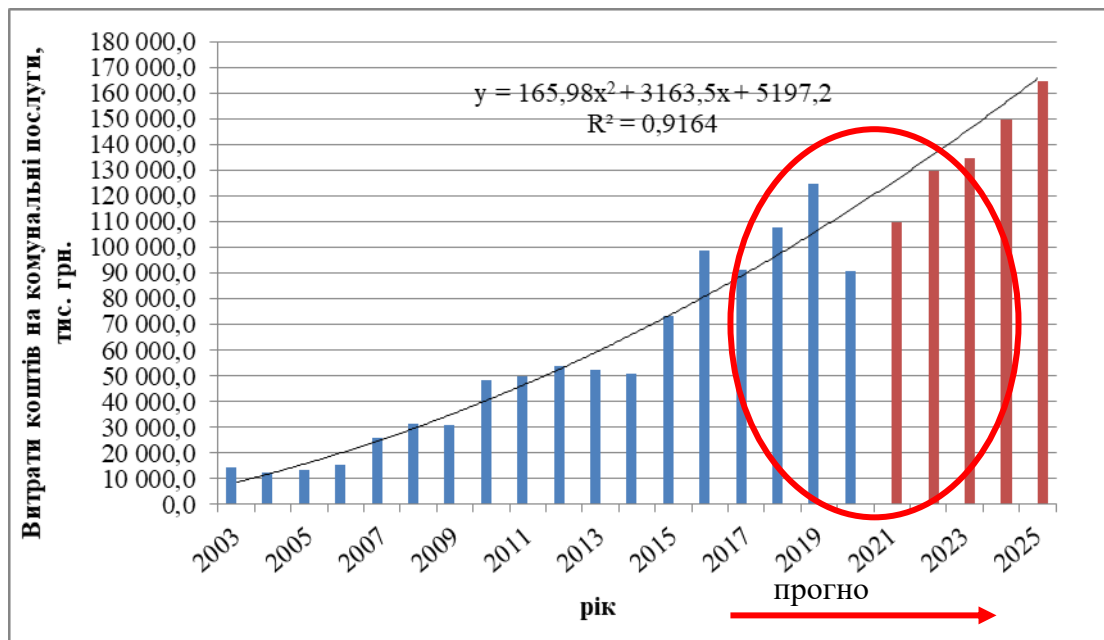


Рис. 2. Прогноз зростання платежів за споживання енергоносіїв

Одним із першочергових заходів передбачається створення системи віддаленого моніторингу, що включає низку заходів, в тому числі проєктних зі створення автоматизованого комплексу програмного та технічного забезпечення для дистанційного обліку споживання на основі даних, отриманих безпосередньо від вузлів обліку теплової енергії, електричної енергії, холодної води, а також збір інформації про аварійні сигнали та температуру приміщень.

Пропонована система віддаленого моніторингу енергоспоживання має містити наступні складові: геоінформаційна база даних, цифрова карта території (рис.3), автоматизоване робоче місце енергоменеджера, аналітичний блок, в тому числі енергобаланс та оцінювання потенціалу енергозбереження; рейтинг підрозділів за рівнем енергоефективності, моніторинг показників мікроклімату, мобільний додаток, захист даних.

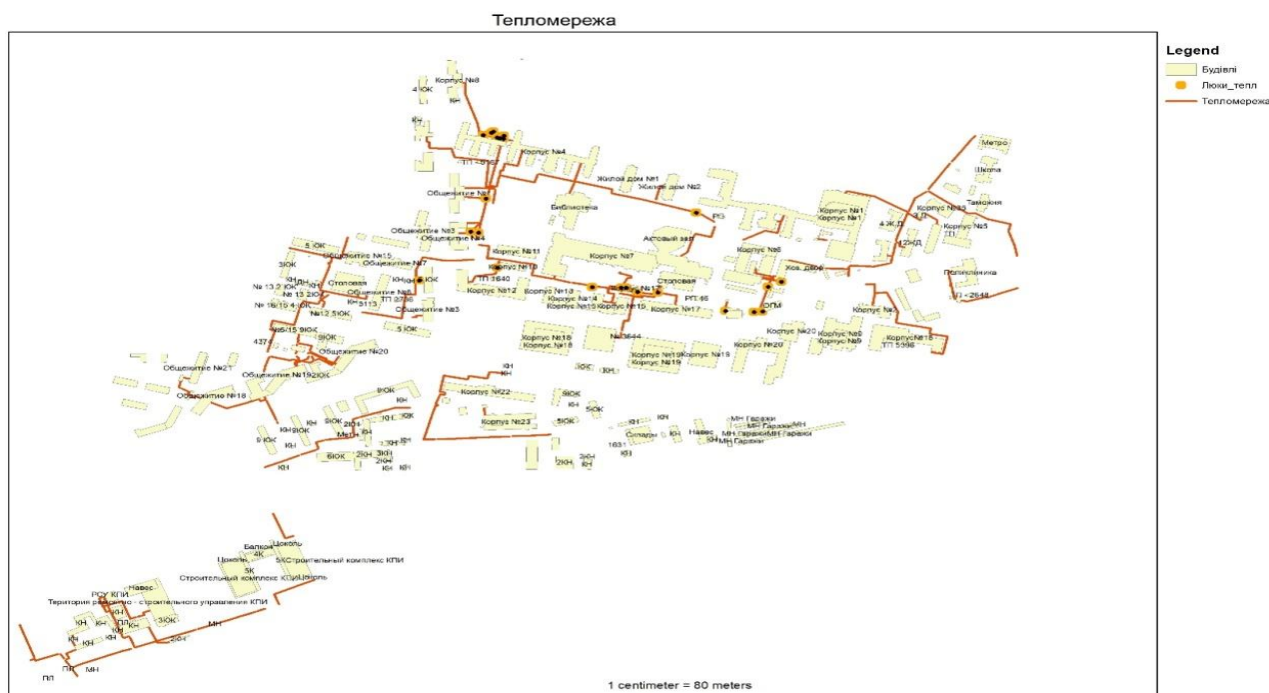


Рис. 3. Оцифровані шари тепломережі

Проведення енергетичних обстежень із залученням студентів фахових спеціальностей, крім складання звітів з енергоаудиту, має на меті формування бази даних енергетичних та експлуатаційних характеристик будівель та їх інженерних мереж, що в подальшому буде використано для розвитку системи енергомоніторингу та розробці проектів заходів з енергозбереження.

Створення автоматизованої просторової карти університету та програмного забезпечення—виконується з залученням студентів та викладачів катедри автоматизації теплоенергетичних процесів ТЕФ.

Інженерно-технічні заходи з підвищення енергоефективності

Згідно проєктного сценарію передбачається впровадження таких технічних заходів з термомодернізації:

- утеплення фасадів та горищ будівель мінеральними плитами;
- заміна вікон на енергоощадні (у будівлях, де заміна не виконана);
- заміна входних груп з облаштуванням тамбуру.

Оскільки базовий стан будівель у більшості є схожим, то черговість впровадження заходів запропоновано визначити з урахуванням (рис.4):

- кількості студентів та викладачів, що перебувають у будівлях;

- питомого енергоспоживання виду ресурсу (теплова енергія Гкал/м², вода – м³/м², електроенергія – кВт·год/м²;
- типу будівлі (навчальний корпус/гуртожиток).

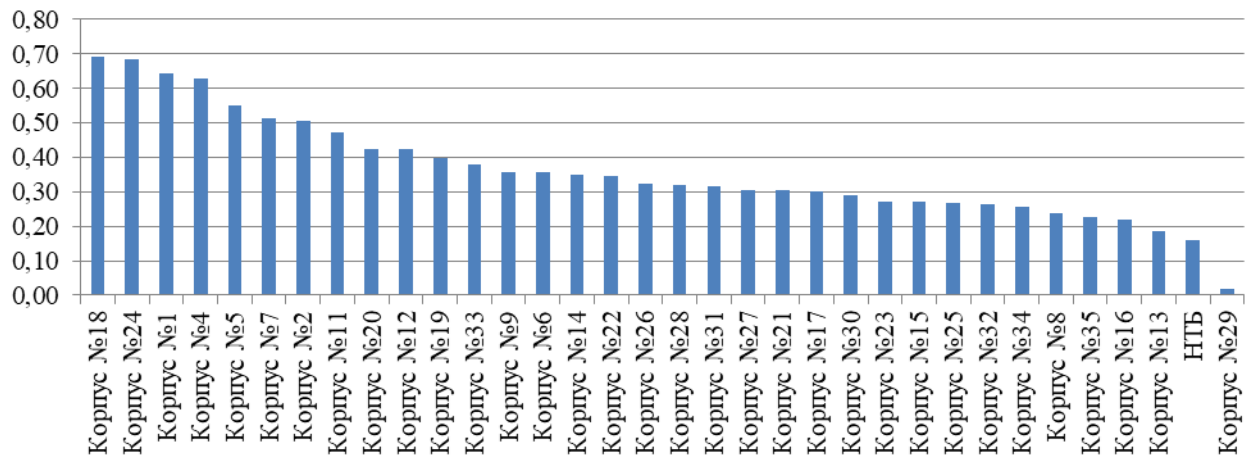


Рис. 4. Черговість термомодернізації навчальних корпусів

У результаті термомодернізації будівель ускладнюється природний повітрообмін, тому заплановано здійснити розробку проєктної документації та реалізувати реконструкцію системи вентиляції з використанням технологій утилізації теплоти витяжного повітря в окремих будівлях. Зокрема, у басейні ЦФВС корпусу №24 реновацію систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання заплановано з використанням відновлюваних джерел енергії.

У будівлях, що підлягають санації, необхідне проведення реконструкції системи опалення з приладами для місцевого регулювання теплового потоку.

Модернізація ІТП будівель включає заміну/встановлення:

- вузла обліку теплової енергії з арматурою, теплोलічильником, що укомплектований обладнанням для дистанційного знімання даних, датчиками для системи диспетчеризації;
- теплофікаційного модулю блоку системи опалення за залежною або незалежною схемами зі щитом автоматизації на базі контролера;
- додаткове обладнання – теплоізоляція труб, щит електроживлення.

На балансі університету знаходиться близько 3000 п. м. теплових мереж. Втрати на деяких ділянках тепломереж складають більше 15 %.

Запропоноване рішення для зменшення втрат: проведення заміни тепломереж з використанням попередньо-ізольованих трубопроводів або їх передача на баланс територіальної громади міста Київ.

2. Перелік та вартість реалізації заходів за Програмою

№	Заходи з підвищення енергоефективності	Оцінна вартість обладнання, тис. грн.	Очікувана річна економія енергоресурсів	Термін окупності заходу, років
I	Організаційні та першочергові заходи: - система віддаленого моніторингу - проведення енергообстежень - формування Фонду на енерго-ефективні заходи та систему мотивації - підтримка роботи сайту СЕМ - інформаційні заходи	350	5-10 %	до року
II	Реновація зовнішніх огорожень будівель	>250000	від 30 % (від базового рівня)	корпуси– 7; гуртожитки – 11,3
III	Модернізація теплового господарства - ІТП - засоби обліку - реконструкція системи опалення - модернізація системи вентиляції - заміна зовнішніх тепломереж	14500 1200 25000 10700 2000	15-20 % витрат на опалення до 10 %	до 5 років
IV	Модернізація електрогосподарства: - засоби обліку - заміна світильників, датчики руху	500 6500	до 40% витрат на освітлення об'єктами	до 4 років
V	Модернізація водного господарства: - засоби обліку - ремонти санвузлів, нові пристрої - електромагнітні клапани	50 1000 255	15-40 % водоспоживання будівель	до 1 року

У 32 навчальних корпусах встановлено обладнання та прокладено інтернет-мережу для дистанційної передачі даних з вузлів обліку теплової енергії. Починаючи з 2020 р. знімання показів здійснюється дистанційно.

Програмою запропоновано модернізацію електричного господарства:

- 1) переоснащення будівель засобами обліку за підрозділами;
- 2) заміна світильників на світлодіодні джерела світла зі встановленням датчиків руху та освітленості для управління освітленням;
- 3) модернізація вуличного освітлення території;

4) заміна електрокомфорок та плит у гуртожитках і буфетах Центру студентського харчування на сучасні енергоефективні.

Програмою передбачено модернізацію водного господарства, а саме:

- дооснащення будівель засобами обліку споживання води; потреба у заміні – близько 40 водолічильників, що відслужили термін служби;
- заміна сантехнічних пристроїв та встановлення електромагнітних клапанів на введенні водопроводу до корпусів, що дозволить усунути невиробничі втрати води у нічні/неробочі години шляхом автоматичного перекриття водопроводу, за винятком пожежного.

Подальші дослідження передбачають проведення більш детальних техніко-економічних розрахунків застосування джерел генерації:

- 1) побудова сонячних електростанцій на дахах навчальних корпусів для часткового покриття їх потреби в електричній енергії;
- 2) пілотний проєкт забезпечення гарячим водопостачанням спорткомплексу та гуртожитку з використанням сонячних колекторів.

Висновки і перспективи. Програма енергоефективності університету передбачає реалізацію комплексу заходів з використанням сучасних технологій і обладнання для зниження витрат на енергозабезпечення та покращення комфортних умов у приміщеннях, що позитивно відобразиться на якості надання освітніх послуг. Цільові показники програми (до 2024 р.) відносно базового рівня: скорочення електроспоживання на 15 %; скорочення водоспоживання на 10 %; скорочення викидів парникових газів; скорочення видатків спеціального фонду бюджету на покриття комунальних витрат. Організаційна складова програми: забезпечення ефективної діяльності з енергетичного менеджменту, визначення політики, плану дій, інтеграція в галузевий простір. Соціальна складова: створення комфортних умов для підготовки кадрів та роботи колективу, популяризація ефективного енерговикористання, система мотивації. Економічна та технічна складові: зниження витрат на енергоносії за рахунок комплексної реновації будівель університету та модернізації інженерних мереж, диверсифікація джерел теплопостачання, створення

автоматизованої системи обліку та моніторингу. Екологічна складова: зниження викидів CO₂ на ~7000 т/рік.

Список використаних джерел

1. Білоус І. Ю., Дешко В. І., Суходуб І. О., Шевченко О. М., Шовкалюк М. М. Управління ефективністю енерговикористання у вищих навчальних закладах: монографія. К.: Політехніка, 2015. 188 с.
2. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2016. К.: Мінрегіон, 2017. 33 с.
3. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT): ДСТУ Б EN 15251:2011. К.: Мінрегіонбуд України, 2012. 71 с.
4. Шевченко О. М., Шовкалюк М. М.. Енергоефективний кампус КПІ: інструменти та методи досліджень. *Вісник КНУТД. Серія Технічні науки*. 2019. № 4 (136). С. 97–105.
5. Efficiency of using energy in housing sector, under the general editorship of A.M. Pavlenko. *Politechnika Świętokrzyska*. Kielce, 2020, pp. 155.
6. Шевченко О. М., Шовкалюк М. М. Розробка інвестиційних проектів підвищення енергоефективності студмістечка КПІ та інтеграція у освітній процес. *Вісник КНУТД. Серія Технічні науки*. 2020. № 4(148). С.77–86.
7. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official Journal of the European Communities. 2010, L153. – p. 13-35.
8. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» №2118-VIII // ВВР, 2017, № 33. С.359.
9. Закон України “Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб’єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації” №327-VIII // ВВР, 2015, № 26. с.220.
10. Розпорядження КМУ «Про затвердження плану заходів із впровадження систем енергетичного менеджменту в бюджетних установах» № 732-2017-р від 26.04.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/732-2017-%D1%80#Text>.
11. Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель: Наказ Мінрегіонбуду від 27.10.2020. №260. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20>
12. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. К. Мінрегіонбуд України, 2016. 205 с.
13. Євтухов В. Я., Дешко В. І., Шовкалюк М. М., Шевченко О. М. Інформаційна та мотиваційна складові системи енергетичного менеджменту об’єктів галузі освіти. *Новини енергетики*. 2018. №5. С.10-23.
14. EN 15232:2007. Energy performance of buildings – Impact of building Automation, Controls and Building Management. CEN. European Committee for Standardization, 2007.

15. Дешко В. І., Євтухов В. Я., Шевченко О. М., Шовкалюк М. М. Енергетична освіта: досвід залучення Служби енергетичного менеджменту КПІ ім.Ігоря Сікорського у навчальний процес. *Новини енергетики*. 2019. №12. с.9-17.
16. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту: ДСТУ Б В.2.2-39:2016. Київ: Мінрегіон України, 2016. 50 с.
17. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT).
18. Свідоцтво авторського права на науковий твір "Положення про систему мотивації ощадливого енерговикористання підрозділами ВНЗ", №55959 від 06.08.2014 р.

References

1. Bilous, I. Yu., Deshko, V. I., Sukhodub, I. O., Shevchenko, O. M., & Shovkaliuk, M. M. (2015). *Upravlinnia efektyvnosti enerhovikorystannia u vyshchikh navchalnykh zakladakh: monohrafiia*. [Energy efficiency management in higher education institutions: monograph]. Kyiv: Politekhnik, 188.
2. Teplova izoliatsiia budivel (2017) [Thermal insulation of buildings]. DBN V.2.6–31:2016. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 33.
3. Rozrakhunkovi parametry mikroklimatu prymishchen dlia proektuvannia ta otsinky enerhetychnykh kharakterystyk budivel po vidnoshenniu do yakosti povitria, teplovoho komfortu, osvittennia ta akustyky (2012) [Estimated parameters of the microclimate of the premises for the design and evaluation of energy performance of buildings in relation to air quality, thermal comfort, lighting and acoustics] (EN 15251: 2007, IDT): DSTU B EN 15251: 2011. K .: Ministry of Regional Development of Ukraine, 71.
4. Shevchenko, O. M., Shovkaliuk, M. M. (2019). Enerhoefektyvnyi kampus KPI: instrumenty ta metody doslidzhen [KPI energy efficient campus: tools and research methods]. Bulletin of KNUTD. Technical Sciences Series, 4 (136), 97–105.
5. Efficiency of using energy in housing sector, under the general editorship of A.M.Pavlenko (2020). . Politechnika Świętokrzyska. Kielce, 155.
6. Shevchenko, O. M., Shovkaliuk, M. M. (2020). Rozrobka investytsiinykh proektiv pidvyshchennia enerhoefektyvnosti studmistechna KPI ta intehtatsiia u osvittinii protses. [Development of investment projects to increase energy efficiency of KPI studio town and integration into the educational process]. ulletin of KNUTD. Technical Sciences Series, 4 (148), 77–86.
7. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Official Journal of the European Communities. 2010, L153, 13-35.
8. Zakon Ukrainy «Pro enerhetychnu efektyvnist budivel» (2017). [Law of Ukraine «On Energy Efficiency of Buildings»]. No.2118-VIII. Bulletin of the Verkhovna Rada, 2017, No.33, p.359. Zakon Ukrainy «Pro zaprovadzhennia novykh investytsiinykh mozhlyvostei, harantuvannia prav ta zakonnykh interesiv sub'iektiv pidpriemnytskoi diialnosti dlia provedennia masshtabnoi enerhomodernizatsii» [Law of Ukraine «On the introduction of new investment opportunities, guaranteeing the rights and legitimate

interests of business entities for large-scale energy modernization»]. No327-VIII // Bulletin of the Verkhovna Rada, 26, 220. (

9. Rozporiadzhennia KMU «Pro zatverdzhennia planu zakhodiv iz vprovadzhennia system enerhetychnoho menedzhmentu v biudzhetykh ustanovakh» [Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the action plan for the implementation of energy management systems in budgetary institutions"] № 732-2017-p dated 26.04.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/732-2017-%D1%80#Text> (ukr)

10. Pro zatverdzhennia Minimalnykh vymoh do enerhetychnoi efektyvnosti budivel [On approval of the Minimum requirements for energy efficiency of buildings]: Order of the Minrehion Ukrainy dated 27.10.2020. №260. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20> (ukr)

11. DSTU B A.2.2-12:2015. Enerhetychna efektyvnist' budivel'. Metod rozrakhunku enerhospozhyvannya pry opalenni, okholodzhenni, ventylyatsiyi, osvitlenni ta haryachomu vodopostachanni (2015) [Energy efficiency of buildings. Method of calculation of energy heating, cooling, ventilation, lighting and hot water]. K.: Minrehion Ukrayiny, 205.

12. Yevtukhov V. Ya., Deshko V. I., Shovkalyuk M. M., Shevchenko O. M. (2018). Informatsiina ta motyvatsiina skladovi systemy enerhetychnoho menedzhmentu ob'iektiv haluzi osvity [Information and motivational components of the energy management system of objects of education]. Energy News, 5, 10–23.

13. EN 15232:2007. Energy performance of buildings – Impact of building Automation, Controls and Building Management. CEN. European Committee for Standardization, 2007.

14. Deshko V. I., Yevtukhov V. Y., Shevchenko O. M., Shovkaliuk M. M. (2019). Enerhetychna osvita: dosvid zaluchennia Sluzhby enerhetychnoho menedzhmentu KPI im.Ihoria Sikorskoho u navchalnyi protses [Energy education: experience of involvement of the Energy Management Service of Igor Sikorsky KPI in the educational process]. Energy News, 12, 9-17.

15. DSTU B V.2.2-39:2016 Metody ta etapy provedennia enerhetychnoho audytu. [Methods and stages of energy audit]. Kyiv, Minrehion Ukrainy, 2016, 50.

16. ДСТУ ISO 50001:2020 Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymohy ta nastanova shchodo vykorystannia [Energy management systems. Requirements and instructions for use] (ISO 50001:2018, IDT).

17. Certificate of copyright for the scientific work «Regulations on the system of motivation of economical energy use by departments of higher education institution», №55959 from 06.08.2014. Kyiv.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ КПИ ИМ.ИГОРЯ СИКОРСКОГО

Е. Н. Шевченко, М. М.Шовкалюк

Аннотация. В работе представлены предложения по разработке программ повышения энергоэффективности учебных заведений на примере КПИ им. Игоря Сикорского. Управление энергопотреблением университета планируется

осуществлять за счет удаленного мониторинга и создания автоматизированного рабочего места энергоменеджера с интеграцией в образовательный процесс.

Целью работы является совершенствование инновационных управленческих методов энергоменеджмента с учетом взаимосвязи источников энергии, тепловой защиты ограждений зданий, параметров микроклимата помещений.

Объекты, которые находятся на балансе университета, являются площадкой для научно-исследовательских работ при условии сотрудничества Службы энергоменеджмента с различными структурными подразделениями. В рамках разработки программы энергоэффективности выполнен технико-экономический анализ предлагаемых мероприятий по энергосбережению с использованием инженерных методик расчета, а также проведены экспериментальные измерения. Применялись статистическая обработка данных, методы группировки, сравнения, обобщения, а для решения отдельных задач осуществлялось моделирование в специализированных программных продуктах. С привлечением научного потенциала университета постепенно внедряется система удаленного мониторинга на базе программного обеспечения, включая геоинформационную карту инженерных сетей и зданий, мониторинг параметров в помещениях и аналитический блок с возможностью прогнозирования энергопотребления

Ключевые слова: *энергопотребление, мониторинг, автоматизация, программа энергоэффективности, образовательное учреждение, здания, термомодернизация*

CONCEPT OF DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE ENERGY EFFICIENCY PROGRAM OF THE INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION ON THE EXAMPLE OF IGOR SIKORSKY KYIV POLYTECHNIC INSTITUTE

O. Shevchenko, M. Shovkaliuk

Abstract. *The paper presents proposals for the development of programs to improve energy efficiency of educational institutions on the example of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. The energy management of the university is planned to be carried out through remote monitoring and creation of an automated workplace of the energy manager with integration into the educational process.*

The aim of the work is to improve innovative management methods of energy management, taking into account the relationship of energy sources, thermal protection of building fences, the parameters of the microclimate of the premises.

The facilities, which are on the balance of the university, are a platform for research work, subject to the cooperation of the Energy Management Service with various structural units. As part of the development of the energy efficiency program, a technical and economic analysis of the proposed energy saving measures using engineering calculation methods was performed, as well as experimental measurements were performed. Statistical data processing, methods of grouping, comparison, generalization were used, and for the decision of separate problems modeling in specialized software products was carried out. With the involvement of the scientific potential of the university, a system of remote monitoring based on software is gradually introduced, which includes

a geoinformation map of engineering networks and buildings, monitoring of parameters in the premises and an analytical unit with the ability to predict energy consumption.

Key words: *energy consumption, monitoring, automation, energy efficiency program, educational institution, buildings, thermal modernization*