

Віктор В. Каплун, Валерія Г. Щербак
**БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ**

У статті розкрито особливості управління енергоспоживанням у вищих навчальних закладах України як складової підвищення конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг. Запропоновано принципи імплементації плану заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності, доведено можливість проведення енергетичної сертифікації та енергетичного аудиту будівель методом багатокритеріального факторного аналізу енергоспоживання на прикладі Київського національного університету технологій та дизайну.

Ключові слова: міжнародні стандарти енергоефективності; енергоспоживання; енергетична сертифікація; енергетичний аудит; вищий навчальний заклад; багатокритеріальний факторний аналіз.

Форм. 2. Рис. 6. Табл. 1. Літ. 13.

Віктор В. Каплун, Валерія Г. Щербак
**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО
ЗАВЕДЕНИЯ**

В статье раскрыты особенности управления энергопотреблением в высших учебных заведениях Украины как составляющей повышения конкурентоспособности на рынке образовательных услуг. Предложены принципы имплементации плана мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности, доказана возможность проведения энергетической сертификации и энергетического аудита зданий методом многокритериального факторного анализа энергопотребления на примере Киевского национального университета технологий и дизайна.

Ключевые слова: международные стандарты энергоэффективности; энергопотребление; энергетическая сертификация; энергетический аудит; высшее учебное заведение; многокритериальный факторный анализ.

Viktor V. Kaplun¹, Valeriia H. Shcherbak²
**MULTIFACTOR ANALYSIS OF UNIVERSITY
BUILDINGS' ENERGY EFFICIENCY**

The article outlines the peculiarities of energy consumption in Ukrainian universities as a component of increasing competitiveness at the education services' market. Implementation principles of energy-saving and energy efficiency are offered, and it is proved that energy certification and energy audit of building can be carried out applying the multifactor analysis of energy consumption as shown on the case study of Kyiv National University of Technologies and Design.

Keywords: international standards of energy efficiency; energy consumption; energy certification; energy audit; university; multifactor analysis.

Peer-reviewed, approved and placed: 11.08.2016.

Постановка проблеми. Одним з основних пріоритетів модернізації і технологічного розвитку економіки країни є підвищення її енергоефективності. Цей напрям є системоутворюючим і взаємопов'язаним з усіма сферами діяльності та значною мірою впливає на розвиток країни. Питомі енерговитрати

¹ Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine.

² Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine.

української економіки зросли з 1995 до 2015 р. в 1,3 раза [1], а енергоемність валового внутрішнього продукту у 2,5–3,5 раза вища, ніж в економічно розвинутих країнах [8]. Високі енерговитрати призводять до зниження конкурентоспроможності більшості видів української продукції як на міжнародних, так і на внутрішніх ринках, що додатково погіршує економічну і соціальну ситуацію в країні в період світової системної кризи.

Україна має значний потенціал енергозбереження: зменшення енерговитрат може забезпечити результат, співставний за масштабами з додатковим видобутком (закупівлею) природних енергоносіїв. Зниження споживання енергоресурсів шляхом впровадження енергоощадних заходів вдвічі дасть змогу в 3 рази зменшити капіталовкладення, необхідні для їх реалізації в порівнянні з капіталовкладеннями для нарощування виробництва такої самої кількості енергії [5]. Енергоефективність повинна стати ключовим чинником забезпечення конкурентоспроможності в усіх сферах економічної діяльності: наприклад, витрати енергоресурсів на генеруючих підприємствах зросли з 1995 р. на 20–30% та перевищують передовий рівень у 1,5 раза [10], у системах тепло- та електропостачання – на 60%, в житлово-комунальному комплексі і у виробництві – на 30–40% [10].

Така ситуація неефективного і нерационального споживання енергоресурсів в системі вищої школи вимагає розробки комплексних підходів до управління енергоспоживанням у вищих навчальних закладах (ВНЗ), основними складовими якого є енергоменеджмент, енергоаудит, енергосертифікація та моніторинг шляхом впровадження міжнародних стандартів [4]. Це, своєю чергою, дозволить знизити або повністю ліквідувати стримуючі бар'єри впровадження енергоощадних заходів шляхом визначення потенціалу енергозбереження на основі прийнятої загальної системи показників, посилить увагу керівників ВНЗ до проблем, пов'язаних з підвищенням енергоефективності існуючих будівель, інженерних мереж та процесів.

Аналіз останніх досліджень та невирішена частина проблеми. Проблеми енергоефективності як одного з найважливіших чинників інноваційного розвитку, аналізу стану та перспективам реалізації державної політики у сфері енергоефективності присвячено роботи провідних вітчизняних науковців: В. Гейця [5; 8], С. Єрмілова [5], В. Григоровського [5], В. Ліра [5], Ю. Яценка [5]. Оцінюванню ефективності використання енергоносіїв у різних сферах діяльності, дослідженню закономірностей енергоспоживання та факторів, що впливають на енергоефективність, присвячено ряд наукових праць вітчизняних вчених: Б. Бондаренко [7], Т. Бурцевої [6], М. Данилова [10], С. Денисюка [10], В. Жовтянського [7; 10], В. Кадієвського [6], І. Карпа [7], М. Кулика [10], О. П'ятничко [7], І. Сігала [7], Б. Стогнія [10] та інших.

І. Грищенко [12], М. Дяченко [12], Г. Жулай [12], О. Шевченко [3] провели структурний аналіз енергоспоживання й енергозбереження в галузі освіти. Деякими авторами, як вітчизняними (В. Дешко [9], А. Праховник [9]), так і зарубіжними (А. Бобряков [2]), пропонується удосконалена система моніторингу енергоспоживання вищих навчальних закладів.

Недостатня узгодженість існуючих теоретичних і практичних підходів до дослідження принципів управління енергоспоживанням у вищій школі зумов-

лює той факт, що багато проблем залишаються нерозв'язаними, дискусійними та вимагають додаткового вивчення, зокрема: відсутність універсальних підходів до побудови системи імплементації міжнародних стандартів енергозбереження в практику вищої школи; невизначеність критеріїв оцінювання енергоефективності, її кількісних та якісних показників; недостатня обґрунтованість інструментів стимулювання впровадження енергоощадних заходів.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування положень та розробка принципів оцінювання енергетичної ефективності будівель ВНЗ шляхом багатокритеріального факторного аналізу енергоспоживання для впровадження заходів з підвищення енергоефективності на прикладі Київського національного університету технологій та дизайну.

Основні результати дослідження. У міжнародній практиці одночасно використовується декілька стандартів, спрямованих на підвищення енергоефективності, відповідно до яких організація сама обирає шлях, яким вона йде до поставленої мети. Організація ідентифікує належні індикатори енергоефективності для моніторингу та вимірювання рівня енергоефективності. Визначення та перегляд індикаторів здійснюється регулярно на основі поточних первинних даних. Підґрунтям для реалізації цього є векторна взаємодія окремих складових: «План → Виконання → Перевірка → Дія (Закон)», комплексне використання яких дозволяє постійно вдосконалювати і впроваджувати принципи енергетичного менеджменту в повсякденну практику організації (рис. 1).

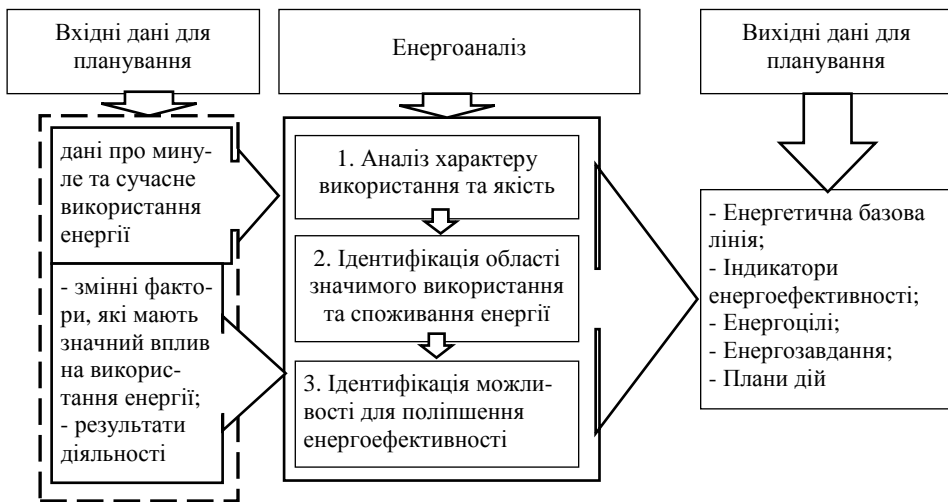


Рис. 1. Принципи організації процесу енергопланування відповідно до стандарту ISO 5001:2011, складено на основі [4]

Визначимо на прикладі Київського національного університету технологій та дизайну (КНУТД) можливості імплементації міжнародних стандартів енергоефективності в частині проведення енергетичної сертифікації та енергетичного аудиту. На етапі проведення енергоаналізу відповідно до стандарту ISO 5001:2011 необхідно побудувати первинні енергопрофілі всіх будівель, які мають бути відправною точкою всіх подальших дій. Вони повинні

визначити енергобазис для відповідного періоду часу, передбачати всі напрями істотного використання енергоресурсів та чинники, що впливають на їх споживання. Саме в порівнянні з енергобазисом у подальшому має оцінюватися енергоефективність обраних заходів. Проведення базового оцінювання енергопрофілів передбачає: ідентифікацію споруд, обладнання, процесів; встановлення системи індикаторів енергоефективності; визначення методів ідентифікації цих факторів; аналіз на регулярній основі факторів істотного використання енергії; ідентифікацію і локалізацію за пріоритетами можливості підвищення показників енергоспоживання.

Побудову енергопрофілів будівель доцільно здійснювати на основі статистичних спостережень за розрахунковим річним питомим споживанням q_{st} (кВт-год./м²) енергії [11]:

$$q_{st} = \frac{q_h \times G_{st}}{G} + \frac{g_{hw} \times S_{прив}}{30n}, \quad (1)$$

де G_{st} – кількість градусо-днів базового опалювального періоду; G – кількість градусо-днів опалювального періоду; $S_{прив}$ – приведена площа будівлі, м²; n – кількість персоналу; q_h – фактичне споживання тепла на опалення кВт-год./м²; g_{hw} – фактичне споживання тепла на гаряче водопостачання кВт-год./м².

Наочність такого підходу ілюструється можливістю однозначної класифікації енергетичної ефективності будівель за річним розрахунковим питомим споживанням енергії (рис. 2).

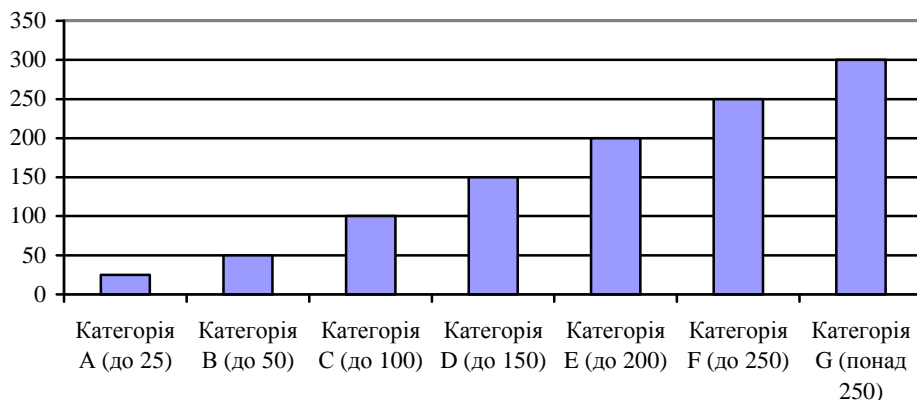


Рис. 2. Рівні енергоефективності будівель за розрахунковим річним питомим споживанням енергії, кВт-год./м², побудовано за даними [2; 9]

Будівлі з низьким рівнем споживання енергії відносяться до категорії А, категорії В – до енергоефективних, категорії С та Д – з середнім та вище середнього рівнем споживання енергії, категорії Е – до енергозатратних, категорії Ф та Г – до дуже та понаденергозатратних.

Проведемо аналіз досягнутого рівня енергоефективності основних будівель КНУТД на основі оцінювання розрахункового річного питомого споживання енергії (табл. 1).

Таблиця 1. Основні будівлі КНУТД та їх технічні характеристики, 2015 р., авторська розробка

Ум. позн.	Найменування будівлі	Площа, м ²	Об'єм, м ³	Рік забудови	Нормоване споживання енергії, Гкал/м ³ /рік	Питоме споживання енергії, кВт-год./м ² /рік	Середня завантаженість, %
Умовні позначки:		X1	X2	X3	X4	X5	X6
Б1	Навчальний корпус № 1	32066,75	132132,3	1970	0,025	228,7	28,13
Б2	Навчальний корпус № 2	5366,28	20570,74	1965	0,023	242,7	38,88
Б3	Навчальний корпус № 3	5239,8	17815,32	1968	0,029	238,9	29,99
Б4	Навчальний корпус № 4	18029,06	78311,98	1976	0,025	213,7	31,78
Б5	Навчальний корпус № 5	1785,1	6243,77	1966	0,034	247,5	56,05
Б6	Навчальний корпус № 8	878,5	2749,6	1914	0,039	263,8	21,78
Б7	Корпус № 6	745,3	3320,5	1976	0,039	233,1	32,44
Б8	Корпус № 7	559	3010	1960	0,039	267,8	41,17
Б9	Гуртожиток № 2	4981,14	14098	1970	0,032	245,3	68,6
Б10	Гуртожиток № 3	4884,6	13879	1962	0,032	231,9	44,8
Б11	Гуртожиток № 4	6225,4	20763	1996	0,024	153,5	87,0
Б12	Гуртожиток № 5	4920	13926	1975	0,032	200,1	67,3
Б13	Гуртожиток № 6	4862,1	14325	1977	0,032	197,8	55,8
Б14	Гуртожиток № 7	10514	44286	1984	0,026	178,3	59,7
Б15	Гуртожиток № 8	5524	15873	1996	0,030	219,8	41,9

Аналіз впливу окремих груп факторів на досягнутий рівень енергоспоживання будівель КНУТД доцільно виконувати за допомогою багатокритеріального факторного аналізу. Даний метод дає можливість здійснювати відсіювання показників, які внаслідок попереднього аналізу можуть суттєво впливати на рівень енергоспоживання. Крім того, показники, які мають стимулюючий вплив на рівень енергоспоживання, мають позитивне значення, а дестимулюючий – від'ємне (рис. 3).

Результати проведеного аналізу показали, що залежна змінна (фактичний рівень енергоспоживання) є еластичною до 2 груп факторів, до яких потрапили 5 з 6 досліджуваних показників. Розглянемо функціональний зміст та ступінь впливу кожної з цих двох груп факторів. До першої групи факторів потрапили показники: площа будівель (X1), життєвий цикл будівлі (X3), нормоване (X4) та питоме (X5) споживання енергії (дією першої групи факторів пояснюється 50,8623% дисперсії). До другої групи факторів потрапив тільки один показник – середня завантаженість аудиторного фонду (заселення гуртожитків) (X6), дією цього фактору обумовлюється 34,1578% дисперсії. Перший та третій показники мають стимулюючий вплив на рівень енергоспоживання, четвертий, п'ятий та шостий – дестимулюючий. Одержана залежність багатокритеріального впливу на рівень енергоспоживання має наступний вигляд:

$$E_{\text{викор}} = 1/3,051738 \times (0,716664x_1 + 0,72793x_3 - 0,869817x_4 - 0,7176291x_5) + 1/2,049471 \times (-0,807584x_6), \quad (2)$$

rkbook1*
Factor Analysis (B...
Factor analysis
Factor Load...

Factor Loadings (Unrotated) (Вихідні дані будівель КНУТД)
Extraction: Principal components
(Marked loadings are >.700000)

Variable	Factor 1	Factor 2
Площа	0,716664	0,671670
Об'єм	0,690910	0,699686
Рік за будови	0,727930	-0,449861
Нормоване споживання енергії	-0,869817	-0,094070
Питоме споживання енергії	-0,776291	0,495331
Середня завантаженість	0,414345	-0,807584
Expl. Var	3,051738	2,049471
Prp. Totl	0,508623	0,341578

Рис. 3. Результати багатокритеріального факторного аналізу стану енергоефективності будівель КНУТД (лістинг програми «MS STATISTICA 10»), авторська розробка

Група критеріїв	Критерій	ОЦІНКА, бали					
		Критерій оцінки енерго ефективності	1	2	3	4	5
Соціально-економічні аспекти	1	Загальні інвестиції на 1 м ²	200% (дуже великі)	150% (великі)	100% (середні)	75% (низькі)	≤ 75% (дуже низькі)
		Значення критерію 1		●			
	2	Оцінка витрат та прибутку за весь життєвий цикл будівлі	обдумана	орієнтовна	розрахована величина	низька рентабельність	дуже низька рентабельність
		Значення критерію 2			●		
	3	Аспекти планування території	1 аспект	декілька (2–3) аспектів	більше (4–5) аспектів	багато (6–7) аспектів	> 8 аспектів
		Значення критерію 3			●		
	4	Аспекти, пов'язані з кліматом приміщення	1 аспект	декілька (2–3) аспектів	більше (4–5) аспектів	багато (6–7) аспектів	> 8 аспектів
		Значення критерію 4			●	●	
Параметри будівлі	5	Використання екологічних матеріалів	1 категорія	2 категорія	3 категорія	4 категорія	5 категорія
		Значення критерію 5			●		
	6	Використання теплоенергії	≥ 100 кВт·год./м ² /рік	< 100 кВт·год./м ² /рік	будівля низького споживання енергії	пасивна будівля	будівля нульової енергії
		Значення критерію 6		●			
	7	Принципи дизайну будівлі, що відносяться до енергоефективності	1 аспект	декілька (2–3) аспектів	більше (4–5) аспектів	багато (6–7) аспектів	> 8 аспектів
		Значення критерію 7	●				
	8	Якість контролю	узгодження проекту	нерегулярні перевірки	нагляд	перевірка дотримання якості	сертифікація
		Значення критерію 8		●			
Енергосистеми	9	Утеплення даху	≤ 10 см	≤ 20 см	≤ 30 см	≤ 40 см	> 40 см
		Значення критерію 9	●				
	10	Утеплення стін	≤ 4 см	≤ 6 см	≤ 8 см	≤ 12 см	> 12 см
		Значення критерію 10	●				
	11	Утеплення підлоги	≤ 4 см	≤ 6 см	≤ 8 см	≤ 12 см	> 12 см
		Значення критерію 11	●				
Енергосистеми	12	Коефіцієнт теплопередачі вікон	≤ 2,3 см	≤ 1,7 см	≤ 1,4 см	≤ 1,1 см	< 0,7 см
		Значення критерію 12		●			
	13	Повітропроникність будівлі	планування не перевірено	нешіфдна будівля (> 3)	середній результат (3–1,5)	хороший результат (< 1,5)	дуже хороший результат (< 0,6)
		Значення критерію 13		●			
	14	Вентиляція	натуральна вентиляція	один вентиляційний канал	вентиляційна система	з теплообміном	висока ефективність > 80%
		Значення критерію 14			●		
Енергосистеми	15	Опалення та охолодження	1 аспект	декілька (2–3) аспектів	більше (4–5) аспектів	багато (6–7) аспектів	> 8 аспектів
		Значення критерію 15		●			
Енергосистеми	16	Використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) для теплоенергії (Q) та електрики (E)	ВДЕ частина від Q	ВДЕ частина від E	ВДЕ частина від Q + частина від E	ВДЕ Q + частина від E	тільки ВДЕ
		Значення критерію 16	●				

Рис. 4. Енергетичні профілі будівель КНУТД (фрагмент: оцінювання навчального корпусу №4), авторська розробка

Більш детальний і комплексний аналіз впливу окремих груп чинників на існуючий рівень енергоефективності та побудову первинних енергопрофілів

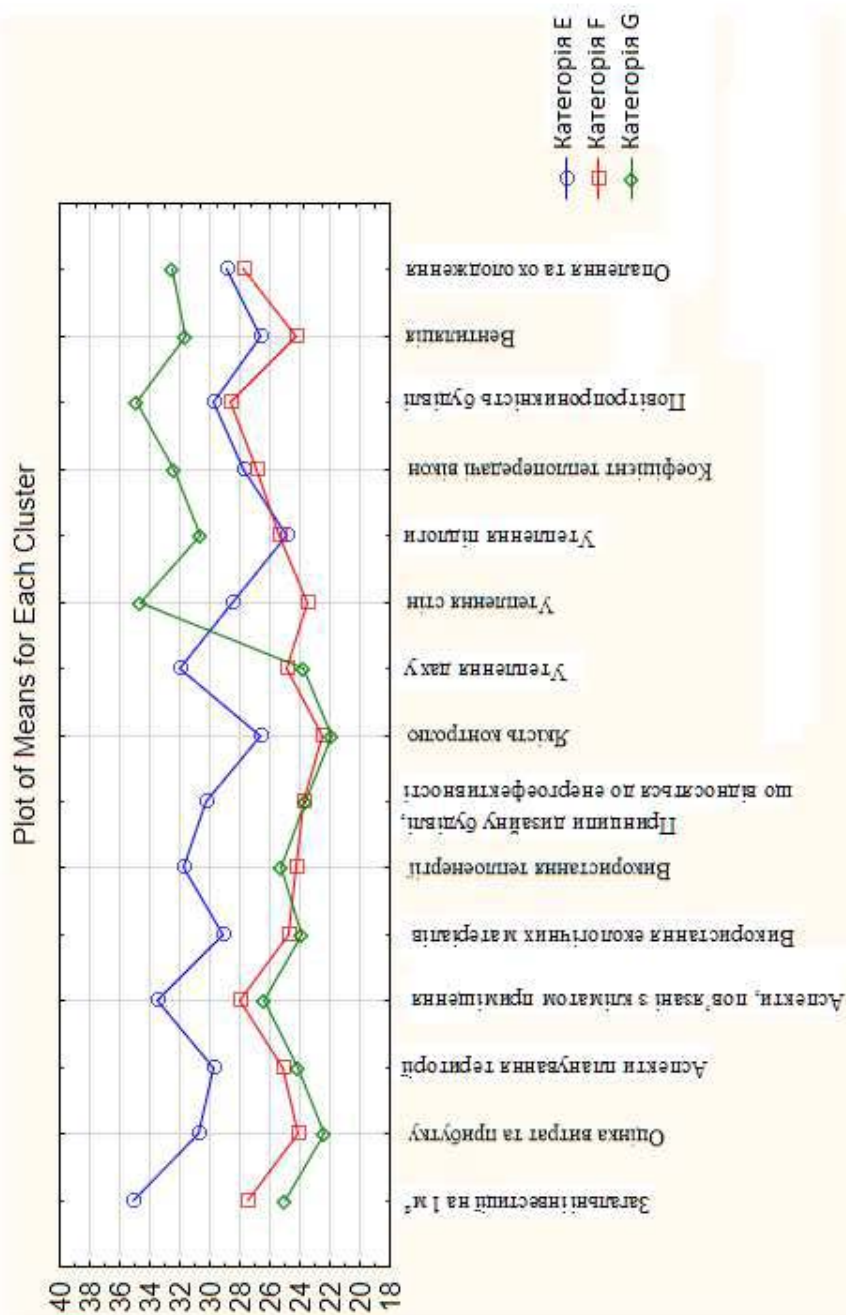


Рис. 5. Енергетичні профілі будівель КНУТД (лістинг програми «STATISTICA10»), 2015 р., авторська розробка

будівель КНУТД здійснено за допомогою використання критеріїв оцінювання і сертифікації будівель за міжнародною системою оцінювання і сертифікації будівель за рівнем енергоефективності у відповідності до принципів сталого будівництва INTENSE – «Метод оцінки енергозбереження в будівлях, що належать органам самоврядування» (Європа) [13].

Критерії оцінювання за методом INTENSE умовно розділено на 3 групи, в межах яких здійснювалось оцінювання кожного з окремих показників в натуральних одиницях, які після цього ранжують за п'ятибальною шкалою. Відповідно до одержаних результатів стовпці 1–5 (рис. 4) забарвлюються різними кольорами. Оцінка «5» вказує на найкращий результат і даний рядок забарвлюється у зелений колір, оцінка «1» є найгіршою і забарвлюється у червоний колір. Таким чином, в результаті процедури оцінювання будівлі отримуємо її базовий енергетичний профіль. Найкращі результати відповідають стандартам пасивного будинку, або нульового енергоспоживання.

Результати комплексного оцінювання енергоефективності будівель КНУТД (фрагмент) та побудови їх енергетичних профілів наведено на рис. 4.

Результати аналізу стану енергоефективності 15 будівель КНУТД за 16 оціночними показниками наведено на рис. 5.

Дані рис. 4 підтверджують той факт, що всі будівлі КНУТД за рівнем енергоспоживання та енергоефективності потрапили до категорій E, F та G. Визначення об'єктів, які потрапили до категорії G, наведено на рис. 5.

Наприклад, до категорії G потрапили будівлі навчальний корпус №1 (Б1) та навчальний корпус №4 (Б4) (рис. 6). Ці об'єкти відрізняються достатньо високим рівнем енергоспоживання.

ook5*

Cluster Analysis (Вихідні дані будівель)

K-means clustering results dialog

Members of Cluster Number 1 and Distances from Respective Cluster contains 2 cases	
	Distance
Б1	11353,57
Б4	11353,57

Рис. 6. Перелік будівель КНУТД, що потрапили до категорії G, 2015 р., авторська розробка

Аналогічно визначається перелік об'єктів, що потрапили до категорії F: навчальний корпус №2 (Б2), навчальний корпус №3 (Б3), навчальний корпус №2 (Б2), гуртожиток №2 (Б9), гуртожиток №3 (Б10), гуртожиток №4 (Б11), гуртожиток №5 (Б12), гуртожиток №6 (Б13), гуртожиток №7 (Б14), гуртожиток №8 (Б15). Ці об'єкти відрізняються середнім рівнем енергоспоживання. До категорії E потрапили навчальний корпус №5 (Б5), навчальний корпус №8 (Б6), корпус №6 (Б7), корпус №7 (Б8). Ці об'єкти відрізняються нижчим рівнем енергоспоживання, що пояснюється кращими теплозахисними характеристиками огорожуючих конструкцій будівель. Таким чином, за допомогою інструментарію багатофакторного аналізу вдалося провести оцінювання та встановити рівні споживання енергії у обраних будівлях КНУТД.

Висновки та пропозиції. Формулюючи узагальнення проведеного дослідження на основі досвіду реалізації енергоощадної політики у ВНЗ (на прикладі Київського національного університету технологій та дизайну) можна стверджувати, що реалізація організаційних, техніко-технологічних та мотиваційних засад управління енергоспоживанням повинні стати складовою системних дій і базуватися на міжнародних стандартах енергозбереження, що створить передумови для формування сучасних принципів управління енергоспоживанням вищого навчального закладу. Проведене дослідження довело, що використання методу багатокритеріального факторного аналізу енергоспоживання є обґрунтованим і коректним для оцінювання енергетичної ефективності будівель. Одержані енергетичні профілі будівель як вихідні дані можуть бути використані для подальшої енергетичної сертифікації та енергетичного аудиту ВНЗ.

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 № 145-р // zakon.rada.gov.ua.

Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 15.03.2006 № 145-r // zakon.rada.gov.ua.

2. *Бобряков А.В.* Мониторинг энергопотребления объектов бюджетной сферы – основы управления энергосбережением отрасли // Изв. ТулГУ.– Серия: Электроснабжение, электрооборудование и энергосбережение. – Тула, 2006. – С. 7–15.

Bobriakov A.V. Monitoring energopotrebliiia obektov biudzhethnoi sfery – osnovy upravleniia energosberezheniem otrasli // Izv. TulGU.– Seria: Elektrosnabzhenie, elektrooborudovanie i energosberezhenie. – Tula, 2006. – S. 7–15.

3. *Дешко В.І., Шевченко О.М.* Структурний аналіз енергоспоживання й енергозбереження в галузі освіти // Наук. вісті НТУУ «КПІ».– 2011.– №6. – С. 139–147.

Deshko V.I., Shevchenko O.M. Strukturnyi analiz enerhospozhyvannia y enerhozberezhennia v haluzi osvity // Nauk. visti NTUU «KPI».– 2011.– №6. – S. 139–147.

4. ДСТУ ISO 9001-2011. «Системи менеджменту якості. Вимоги. Міждержавний стандарт» // pidruchniki.com.

DSTU ISO 9001-2011. «Systemy menedzhmentu yakosti. Vymohy. Mizhderzhavnyi standart» // pidruchniki.com.

5. Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2015 році / С.Ф. Єрмілов, В.М. Геєць, Ю.П. Ященко, В.В. Григоровський, В.Е. Лір та ін. – К., НАЕР, 2014. – 93 с.

Enerhoefektyvnist yak resurs innovatsiinoho rozvytku: Natsionalna dopovid pro stan ta perspektyvu realizatsii derzhavnoi polityky enerhoefektyvnosti u 2015 rotsi / S.F. Yermilov, V.M. Heiets, Yu.P. Yashchenko, V.V. Hryhorovskiy, V.E. Lir ta in. – K., NAER, 2014. – 93 s.

6. *Кадієвський В.А., Бурцева Т.І.* Економічний механізм реалізації регіональної політики енергозбереження та енергоефективності в окремих видах діяльності // Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту.– 2011.– №3. – С. 56–61.

Kadiievskiy V.A., Burtseva T.I. Ekonomichniy mekhanizhm realizatsii rehionalnoi polityky enerhozberezhennia ta enerhoefektyvnosti v okremykh vydakh diialnosti // Naukovyi visnyk Natsionalnoi akademii statystyky, obliku ta audytu.– 2011.– №3. – S. 56–61.

7. *Карп І.М., Бондаренко Б.І., Жовтянський В.А., Пятничко О.І., Сігал І.Я.* Енергоефективність як фактор енергетичної безпеки України: механізми та роль академічної науки щодо її підвищення // Екотехнології і ресурсозбереження.– 2005.– Спец. вип. – С. 53–61.

Karp I.M., Bondarenko B.I., Zhovtianskyi V.A., Piatnychko O.I., Sihal I.Ia. Enerhoefektyvnist yak faktor enerhetychnoi bezpeky Ukrainy: mekhanizmy ta rol akademichnoi nauky shchodo yii pidvyshchennia // Ekotekhnologii i resursoberezhenie.– 2005.– Spets. vyp. – S. 53–61.

8. Новий курс: реформи в Україні. 2010–2015: Національна доповідь / За заг. ред. В.М. Гейця та ін. – К.: НВЦ НБУВ, 2009. – 232 с.

Novyi kurs: reformy v Ukraini. 2010–2015: Natsionalna dopovid / Za zah. red. V.M. Heitsia ta in. – K.: NVTs NBUV, 2009. – 232 s.

9. Праховник А.В., Дешко В.І., Шевченко О.М. Аналіз енергетичних показників навчального корпусу // Енергетика та електрифікація. – 2011. – №4. – С. 58–67.

Prakhovnyk A.V., Deshko V.I., Shevchenko O.M. Analiz enerhetychnykh pokaznykiv navchalnoho korpusu // Enerhetyka ta elektryfikatsiia. – 2011. – №4. – S. 58–67.

10. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали: У 2-х т. / М.І. Данилов, С. П. Денисюк, В. А. Жовтянський, М. М. Кулик, Б. С. Стогній; Ін-т газу НАН України, Ін-т заг. енергетики НАН України. – К.: Академперіодика, 2006. – Т. 2. Механізми реалізації політики енергозбереження. – 600 с.

Stratehiia enerhoberezhennia v Ukraini: Analitychno-dovidkovi materialy: U 2-kh t. / M.I. Danylov, S. P. Denysiuk, V. A. Zhovtianskyi, M. M. Kulyk, B. S. Stohnii; In-t hazu NAN Ukrainy, In-t zah. enerhetyky NAN Ukrainy. – K.: Akademperiodyka, 2006. – T. 2. Mekhanizmy realizatsii polityky enerhoberezhennia. – 600 s.

11. Табунищikov Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.

Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M. Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiia teplovoi effektivnosti zdaniy. – M.: AVOK-PRESS, 2002. – 194 s.

12. Управління енергоспоживанням у вищих навчальних закладах: Монографія / М.В. Дяченко, Г.С. Жулай, О.В. Власенко та ін.; За ред. І.М. Грищенко. – К.: КНУТД, 2013. – 245 с.

Upravlinnia enerhospozhyvanniam u vyshchykh navchalnykh zakladakh: Monohrafiia / M.V. Diachenko, H.S. Zhulai, O.V. Vlasenko ta in.; Za red. I.M. Hryshchenka. – K.: KNUTD, 2013. – 245 s.

13. Best practice examples – technical aspects of energy savings in buildings// INTENSE Energy Efficiency // www.intense-energy.eu.