

*Євген Сахно, Дмитро Маргасов, Катерина Корнієць*

## ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

*Евгений Сахно, Дмитрий Маргасов, Катерина Корниец*

## ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Yevhen Sakhno, Dmytro Marhasov, Kateryna Korniiets*

## BUILDING OF INFORMATION-MEASURING SYSTEM FOR MONITORING THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS AND STRUCTURES

*Розглянуто питання побудови інформаційно-вимірювальної системи моніторингу енергоощадності будівель та споруд. Для перевірки ефективності застосування системи використано евристичні методи прийняття рішень. Обрано певні однопараметричні критерії та наведено розрахунки ефективності роботи ІВС при заданих параметрах.*

**Ключові слова:** інформаційно-вимірювальна система, моніторинг, енергоощадність, критерії ефективності, параметри.

*Рис.: 3. Табл.: 4. Бібл.: 8.*

*Рассмотрены вопросы построения информационно-измерительной системы мониторинга энергосбережения зданий и сооружений. Для проверки эффективности применения системы использованы эвристические методы принятия решений. Выбран ряд однопараметрических критериев и приведены расчеты эффективности работы ИИС при заданных параметрах.*

**Ключевые слова:** информационно-измерительная система, мониторинг, энергосбережение, критерий эффективности, параметры.

*Рис.: 3. Табл.: 4. Библ.: 8.*

*Questions of construction of information-measuring system for monitoring the energy efficiency of buildings and structures. To check the effectiveness of the system used heuristic methods of decision making. Selected number of single-parameter criteria and the calculations of the effectiveness of the RIS under the given parameters.*

**Key words:** information-measuring system, monitoring, energy saving, the criterion of effectiveness, options.

*Fig.: 3. Tabl.: 4. Bibl.: 8.*

**Постановка проблеми.** Комплексна реалізація стратегій енергетичної незалежності України визначається багатьма факторами, такими як: ціна на енергоносії, енергоефективність будівель та каналів передачі енергії, альтернативних джерел живлення. При цьому енергетичний стан міських будівель залежить від інформації щодо втрат теплової енергії кожного об'єкта під час проведення моніторингу, що дає можливість оцінити ефективність заходів енергоощадності. Всі ці проблеми є основою для створення інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) для оцінювання стану енергоефективності муніципальних будівель і споруд та ініціювання енергоощадних проектів щодо їх реконструкції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблему створення інформаційно-вимірювальних систем відображено в багатьох наукових роботах. Так, у роботі [1] представлена загальна теорія автоматичних систем управління. У роботі [2; 3; 4] проаналізовано теоретичні основи та наведено аналіз методів і принципів побудови ІВС, які ґрунтуються на математичному апараті перетворення вимірювальних сигналів. Питання побудови й застосування критеріїв ефективності та якості інформаційних пристроїв та систем розглянуто в роботах [5; 6; 7], а також показана взаємодія складових ІС під час її проектування. У роботі [8] наведено методику оцінювання ефективності за допомогою розрахунку сукупного економічного ефекту, який дає змогу оцінити переваги та недоліки інформаційних систем.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Наявні ІВС контролю споживання енергії будівлями та спорудами реалізують технологію діагностики даних про спожиту енергію та вирішують завдання збору та оброблення інформації, проте вони не розкривають механізм впливу факторів на енергоефективність та процес поєднання тепловізійної діагностики, моніторингу й прийняття рішень в єдиний інформаційний комплекс. Тому процеси інформаційного забезпечення енергоощадності му-

ніципальних будівель можуть бути реалізовані в межах єдиного інформаційного простору параметрів тепловізійного моніторингу та оцінювання енергоефективності з прийняттям управлінських рішень.

**Мета статті.** Головною метою цієї роботи є розроблення теоретичних та методичних основ побудови інформаційної технології моніторингу енергоощадності муніципальних будівель для прийняття простих рішень щодо їх реконструкції.

**Виклад основного матеріалу.** Проблема збору, оброблення поточної інформації про стан енергоощадності будівель та розроблення рішень щодо зниження енерговитрат є доволі трудомістким завданням і часто не під силу людському інтелекту. Теж саме стосується і команди енергоощадного проекту та розробників ІВС, оскільки виникає необхідність здійснення взаємодії між елементами системи. Чим детальніше розробляється модель, тим складніше виконувати навігацію по ній та підтримувати цілісність її даних, крім того, під час прийняття управлінських рішень неможливо гарантувати відсутність помилок.

Під час проектування ІВС моніторингу енергоощадності будівель слід зазначити, що раціональний розподіл функцій між людиною (експерт, що знімає показники тепловізора) та системою прийняття управлінських рішень залежить від організації їх взаємодії у ході вирішення поставленого завдання. Ефективність автоматизованого управління цією системою може зменшитися через складність ЕОМ оперувати значною експериментальною інформацією та невизначеними параметрами [2; 3]. Тому побудуємо структуру ІВС для роботи з вимірювальними параметрами, в якій представлено три рівня управління: перший рівень – збір інформації про енергетичні параметри будівель – залишається за людиною, другий рівень – оброблення даних за допомогою ЕОМ та отримання когнітивної моделі, і третій рівень прийняття рішень про енергоефективні заходи. Базові суб'єкти та об'єкти створеної ІВС представлено у табл. 1.

Таблиця 1

*Базові суб'єкти та об'єкти для створення ІВС*

Базові суб'єкти ІВС	Об'єкти системи	Фактори, що визначають функціонування ІВС
Споживачі енергії	Кінцеві споживачі енергії: промислові і муніципальні об'єкти, будівництво, діловий і комерційний сектор, приватна власність	Здатність до споживання та використання енергії з можливістю її збереження
Ринки	Оператори й учасники ринку	Можливість організовувати торгівлю енергією та засобами енергозбереження
Компанії з моніторингу та діагностики	Організації, які надають послуги енергоаудиту, моніторингу енергоощадності об'єктів	Наявність структур та інформаційних технологій, які забезпечують надання послуг
Муніципальні органи управління	Обласна, міська та районні ради	Здатність забезпечувати управління функціонуванням та розвитком енергосистеми міста та області. Розподіл енергії між споживачами
Постачальники енергії	Генеруючі компанії та організації, які передають енергію	Можливість вироблення енергії, зберігання для подальшого розподілу між споживачами
Передача інформації по каналам зв'язку	Канали зв'язку, інформаційні системи	Передача великого об'єму інформації, її зберігання та забезпечення доступу споживачів

Така система працює таким чином (рис. 1, а): за допомогою спеціальних приладів проводиться вимірювання температурних параметрів об'єкта. Отримані дані генеруються в базі даних, потім передаються особі, яка приймає проектні рішення. На основі наявних фінансових ресурсів СППР робить рекомендації з реконструкції приміщень відповідно до отриманих даних і надає їх в обслуговуючу компанію, яка виконує будівельно-монтажні роботи.

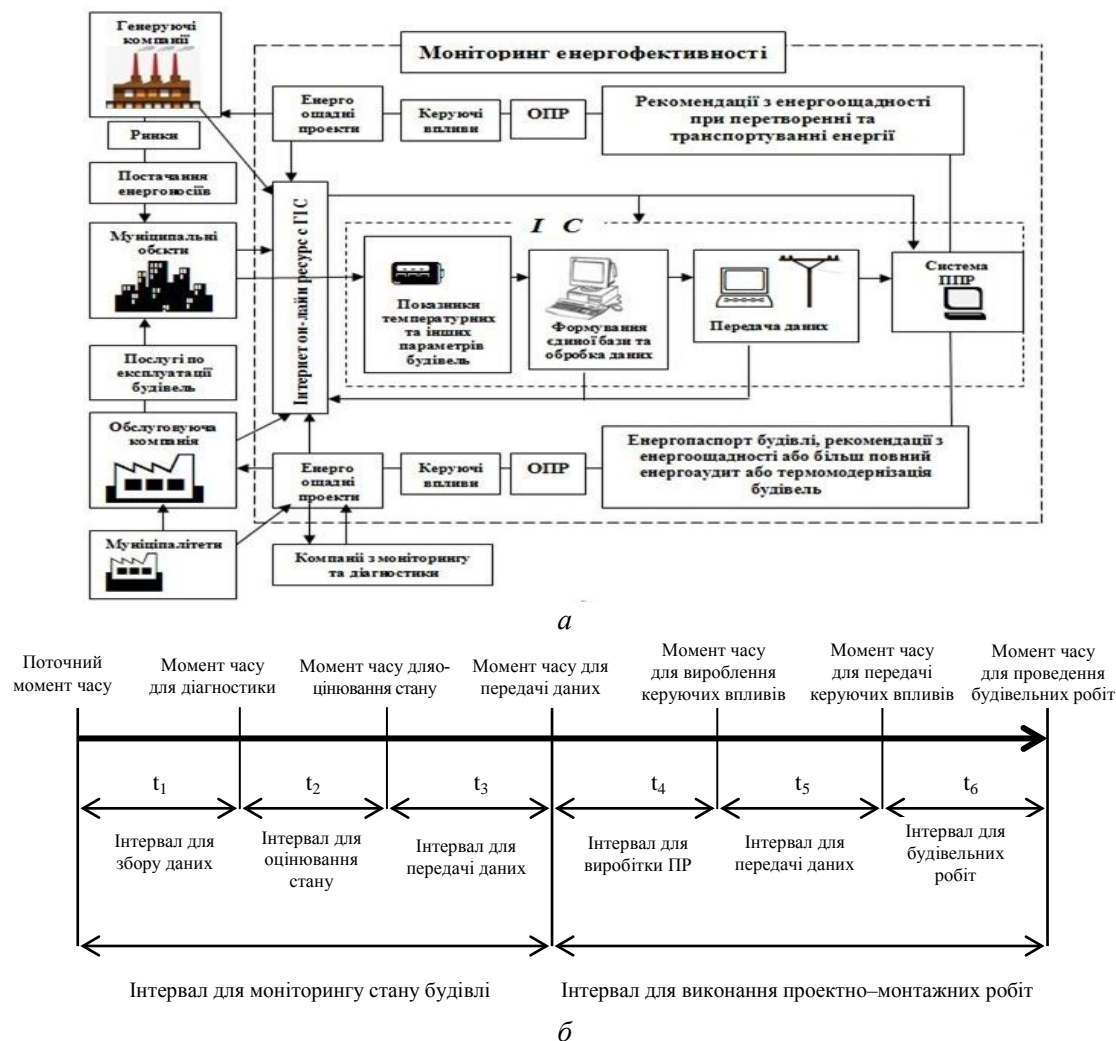


Рис. 1. Моніторинг енергоощадності муніципальних будівель: а – схема моніторингу енергоощадності будівель; б – часовий графік енергомоніторингу та реконструкції будівель

Відповідно до рис. 1, а на рис. 1, б представлено часовий графік моніторингу стану будівель та виконання проектно-монтажних робіт згідно з проектом. У загальному вигляді ця ІВС функціонує таким чином. Першим етапом є збір інформації про температурний стан муніципального об'єкта.

Для цього експерту за допомогою тепловізійної зйомки необхідно виміряти температуру об'єкта в контрольних точках. Отримані дані обробляються та переносяться в інформаційну систему «Термографії будівель» [4], де проводиться процес аналізу даних, побудова когнітивної карти оцінювання енергоефективності об'єкта. Результати заносяться в базу даних, яка дозволяє об'єднати отримані дані і знайти найбільш вразливі точки по тепловтратам.

На основі систематизованих параметрів інженер енергоаудитор вводить отримані дані на сервер глобальної інформаційної мережі. Використавши звичні операції, інтернет-користувач (особа, яка ініціює прийняття рішень на рівні міста, області або країни), скориставшись діями, які рекомендовані по енергозбереженню (заміна вікон, утеплення стін, додавання джерел енергії і т. ін.) залежно від наявних матеріальних ресурсів, дає команду на проведення ремонтних робіт. У разі закінчення операцій система присвоює об'єкту клас енергоефективності з візуалізацією параметрів і видає енергопаспорт на об'єкт. Алгоритм функціонування запропонованої системи представлено на рис. 2.

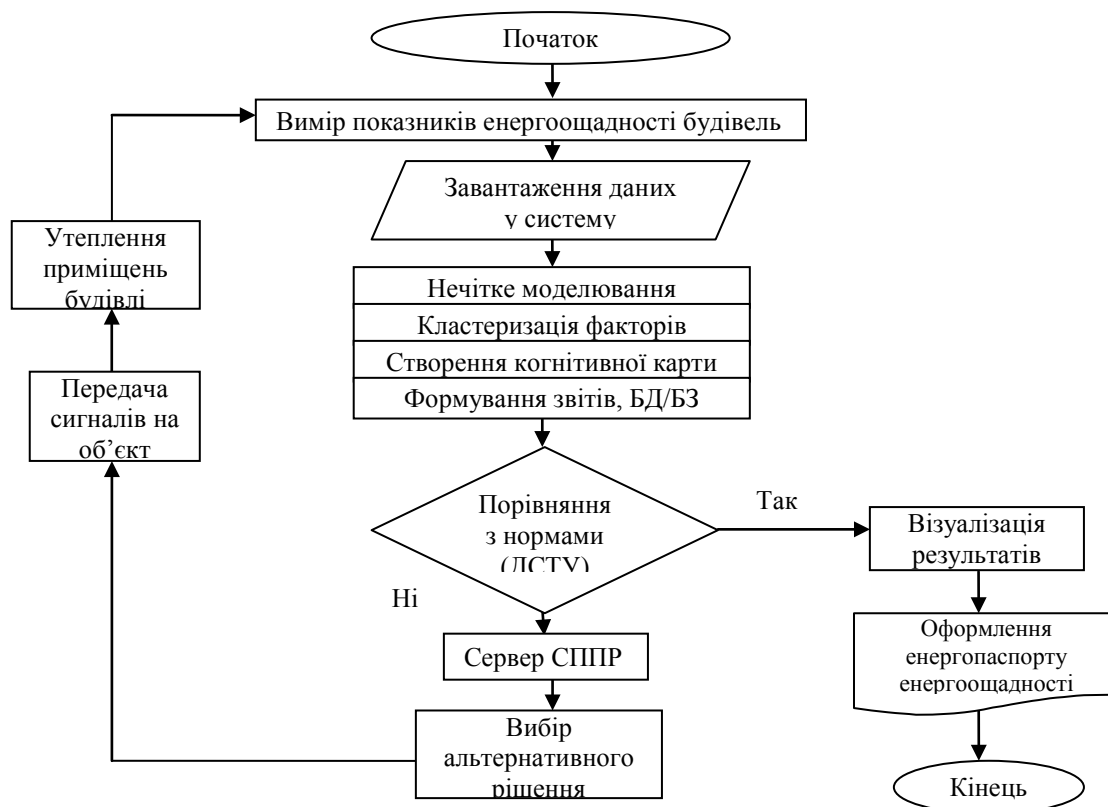


Рис. 2. Алгоритм роботи системи з об'єктами

Основними функціональними характеристиками запропонованої ІВС є:

1. Інтерактивний інтерфейс для постановки завдань і вводу даних та обліку інформації проектувальником.
2. Можливість роботи з вхідними та вихідними файлами даних у командному режимі.
3. Наявність власної компактної БД та бази правил для зберігання в закодованому вигляді параметрів моніторингу енергоощадності будівель в обраній галузі.
4. Механізм вибору найкращих рішень по енергоощадності будівель.
5. Система кодування контексту моделей для передачі в Інтернет.
6. Здатність корегування параметрів залежно від рішень СППР.

Для оцінювання ефективності розробленої інформаційно-вимірювальної системи необхідно вибрати критерії та фактори аналізу. При цьому для ефективного вибору системного та офісного програмного забезпечення необхідно враховувати вид підприємства або проекту, для якого виконується оцінювання ефективності. Аналіз факторів дозволяє визначити переваги або недоліки нової ІВС, оцінити гнучкість, а також врахувати можливі фінансові ризики під час застосування нової системи.

Відомо, що в теорії інформаційних технологій використовуються різні критеріальні характеристики: точність, швидкодія, надійність, вартість та ін. Кожну з них можна розглядати як однопараметричний (частковий) критерій ефективності, чи використовувати узагальнений (комплексний) критерій, що пов'язує в необхідних пропорціях основні, найважливіші часткові параметри системи.

Із врахуванням [4; 5; 6] для створеної ІВС запропонуємо такі види однопараметричних критеріїв ефективності. Найважливіші з них подано в табл. 2, де використовуються такі позначення:  $V_b(t, \tau)$  – реальний об'єм інформації, що одержується у процесі контролю й керування;  $H_o(t, \tau)$  – кількість інформації, що залишається на виході ІВС після оброблення;  $t$  – поточний момент часу;  $\tau$  – момент часу, відносно якого виконується робота;  $C_p$  – річні експлуатаційні витрати;  $C_{роз}$  – вартість розроблення;  $C_T$  – вартість виготовлен-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

ня;  $n$  – гарантована кількість років роботи ІВС;  $\lambda_0$  – середня інтенсивність відмов ІВС;  $\lambda_y$  – середня ефективність безвідмовної роботи ІВС;  $H_0(t, \tau)$  – ентропія об’єкта, що характеризує невизначеність до початку процесу контролю і керування;  $H_1(t, \tau)$  – ентропія об’єкта, що залишилась після контролю і керування;  $V_{oc}$  – об’єм пам’яті, що необхідно для зберігання файлів операційною системою та її функціонування;  $V_{субд}$  – об’єм пам’яті для зберігання файлів СУБД;  $V_{даних}$  – об’єм пам’яті для зберігання записів у базі даних та результатів виконання функцій;  $V_{програ\text{м}}$  – об’єм пам’яті для зберігання текстів та бібліотек додатків;  $N_3$  – число запитів за годину;  $V_d$  – обсяг даних, які замовляються;  $K_{гот}$  – коефіцієнт готовності системи;  $K_{над}$  – коефіцієнт програмного надлишку;  $P_k^x$  – оцінка  $k$ -ї характеристики якості;  $V_k^x$  – ваговий коефіцієнт  $k$ -ї характеристики якості.

Таблиця 2

Однопараметричні критерії ефективності

№ критерію	Домінуючі параметри	Вид критерію	Назва критерію	Зміст	Вагові коефіцієнти критеріїв
1	Кількість інформації	$V_b(t, \tau) = H_0(t, \tau)$	Інформаційний критерій	Пристрій вважається ідеальним, якщо працює без втрати інформації	$AL_1=0,25$
2	Вартість	$C_{\Sigma} = t \sum_i^n C_p + C_{роз} + C_{г}$	Критерій вартості	Фінанси, що необхідні для придбання й функціонування ІВС	$AL_2=0,1$
3	Надійність	$\tau = \frac{3600}{\lambda_0 + \lambda_y}$	Критерій системної надійності	Середній час безвідмовної роботи пристрою	$AL_3=0,15$
4	Кількість інформації до і після оброблення	$E_p(t, \tau) = [H_0(t, \tau) - H_1(t, \tau)] / H_0(t, \tau)$	Інформаційний критерій	Відношення реальної та потенційної інформаційної можливості ІВС	$AL_4=0,05$
5	Об’єм оперативної пам’яті	$V_{оп} = V_{oc} + V_{субд} + V_{даних} + V_{програ\text{м}}$	Інформаційний критерій	Обсяг інформації, що підтримується ІВС	$AL_5=0,08$
6	Продуктивність ІВС	$P = \frac{N_3 \cdot V_d}{3600} \cdot K_{гот} (1 - K_{над})$	Критерій продуктивності	Кількість операцій, що виконується за встановлений час	$AL_6=0,3$
7	Якість інформаційної системи	$P^Q = \frac{\sum_{k=1}^k (P_k^x \cdot V_k^x)}{\sum_{k=1}^k V_k^x}$	Інтегрований критерій	Міра похибок системи під час експлуатації	$AL_7=0,07$

При цьому найбільш простий метод побудови інтегрального критерію полягає в тому, що один з критеріїв приймається як узагальнений, а всі інші враховуються у вигляді обмежень, що визначають область допустимих альтернатив:

$$E = q_k; \quad q_i^k \geq q_i^{(0)}, \quad i = 1, 2, \dots, l, \tag{1}$$

де  $q_i^{(0)} = (q_1^{(0)}, q_2^{(0)}, \dots, q_n)$  – вектор, який визначає допустимі значення за всіма критеріями.

У цьому випадку завдання порівняння альтернатив за векторним критерієм ефективності зводиться до задачі прийняття рішень зі скалярним критерієм, а всі інші критерії переводяться в розряд обмежень. Отримані рекомендації будуть залежати від обмежень для допоміжних критеріїв. При цьому задача прийняття рішень під час вибору альтернативи формулюється як задача математичного програмування:

$$\max[q_k(\alpha)], \alpha \in A, \quad q_i(\alpha) \geq q_i^{(0)} \quad \text{або} \quad \min[q_k(\alpha)], \alpha \in A, \quad q_i(\alpha) \leq q_i^{(0)}. \tag{2}$$

При цьому у деяких випадках узагальнений показник ефективності будують на основі адитивних і мультиплікативних перетворень над обраною системою критеріїв  $q_i$ , і у випадку адитивних перетворень:

$$E = \phi(q_1 q_2, \dots, q_n) = \sum_{i=1}^n b_i q_i, \quad (3)$$

де  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – позитивні чи негативні коефіцієнти, причому позитивні ставляться при тих критеріях, які бажано максимізувати, а негативні – при тих, які треба мінімізувати.

У випадку мультиплікативних перетворень узагальнений критерій формується таким чином:

$$E = \phi(q_1 q_2, \dots, q_n) = \prod_{i=1}^n q_{ni}. \quad (4)$$

У загальному випадку під час проектування ІВС необхідно враховувати такі показники, як вартість ЕОМ, ПЗ, установки, підтримки і обслуговування, а також вартість втрат, які виникли внаслідок помилок у роботі системи. Необхідно враховувати, що ці витрати мають різні строки використання, так, середній строк експлуатації ЕОМ становить 4–5 років, для ПО цей показник залежить від типу і виду ліцензії, але в середньому становить 3–4 роки [5]. При цьому критерії, що наведено в табл. 2, можуть бути як якісними, так і кількісними. Якісний критерій показує – досягнута або не досягнута мета (ефект) ІВС. Цей критерій ефективності можна розглядати у вигляді двох значень: 1 – якщо мета досягнута, 0 – у протилежному випадку. Кількість критеріїв є величиною, що характеризує роботу системи в чисельному вигляді. Розроблення критерію ефективності основана на переліку вимог, що пред'являються до ІВС; сукупність цих вимог, які узагальнені та сформульовано в роботі [7], є такими:

1. Візуальність – відобразити основне призначення ІС виходячи з мети проектування й оптимізації.
2. Чисельність – виражатися в чисельній формі.
3. Межа – мати цілком певні й обґрунтовані межі.
4. Конкретність – мати ясний фізичний зміст.
5. Простота – мати порівняльну простоту й наочність.
6. Універсальність – забезпечувати можливість порівняння різних варіантів у різних умовах, наприклад бути нормованим.
7. Оптимальність – забезпечувати можливість вирішення задачі оптимізації.
8. Індивідуальність – забезпечувати можливість урахування індивідуальних вимог, наприклад за допомогою введення вагових коефіцієнтів.
9. Прогноз – забезпечувати можливість прогнозування шляхів підвищення ефективності ІС.
10. Комплексність – забезпечувати можливість комплексного техніко-економічного аналізу.

У табл. 3 наведено порівняльний аналіз сформованих критеріїв ефективності відповідно до запропонованих у роботі [7] вимог. З табл. 3 видно, що найбільш повно встановлені вимоги до системи критеріїв щодо об'єму оперативної пам'яті та продуктивності ІВС. Крім того, під час створення ІВС необхідно враховувати знання спеціаліста у цій галузі. Для виявлення таких вимог [5; 6] було проведено відповідні дослідження, в результаті моніторингу організацій були виділені основні вимоги, які пред'являються користувачам до загальносистемного та офісного ПЗ. У результаті було встановлено, що вимоги користування до ПЗ у фірм різних типів практично однакові: знайомство ПЗ, зручність інтерфейсу, простота використання, швидкість роботи, стабільність роботи, швидкість розгортання, можливість видаленого адміністрування, можливість автоматизованої установки.

Таблиця 3

Результати аналізу однопараметричних критеріїв

Номер критерію	Візуальність	Чисельність	Межа	Конкретність	Простога	Універсальність	Оптимальність	Індивідуальність	Прогноз	Комплексність	Сумарна оцінка
1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	+7
2	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	+7
3	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	+6
4	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	+7
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	+8
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	+8
7	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	+6

Проведемо оцінювання ефективності ІВС, що розробляється, за допомогою евристичних методів прийняття рішень, які враховують якісні оцінки експертів під час вибору найкращого варіанта проектного рішення [8]. Тут кожному факторові (j) залежно від його важливості конкретному критерію (i) відповідає визначене число балів  $b_{ji}$  у межах від 0 до 10, тобто:  $0 \leq b_{ji} \leq 10$ , та кожному критерію привласнюється ваговий коефіцієнт  $a_i$  залежно від його відносної важливості (визначається експертом), тобто  $0 \leq a_i \leq 1$ . При цьому сума відносних вагових коефіцієнтів усіх критеріїв повинна дорівнювати 1. Алгоритм використання проводиться за такими етапами:

1. Аналізується ІС: вибирається m факторів В та n критеріїв К.

2. Задається матриця-стовпець вагових коефіцієнтів критеріїв та таблиця балів залежно від відповідності j-го фактора i-ому критерію та визначається сума балів за кожним фактором:

$$BF = B \cdot AL = \begin{pmatrix} bf_1 \\ bf_2 \\ \dots \\ bf_m \end{pmatrix}; \quad AL = \begin{pmatrix} AL_1 \\ AL_2 \\ \dots \\ AL_n \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix}, \quad (5)$$

де  $bf_j = \sum_{i=1}^n a_i b_{ji}$  – сума балів j-го фактора за i-тим критерієм,  $j = 1, 2, \dots, m$ .

3. Вибирається рядок з максимальною сумою балів –  $\max (bf_j)$ .

4. Називається фактор, що є визначальними для обраних критеріїв із заданими ваговими коефіцієнтами.

Проведемо аналіз запропонованої ІВС за наведеною методикою. Так, перелік критеріїв, за якими аналізується система, представлена в табл. 4. Найбільш важливими факторами цієї системи будуть:

1. Здатність системи до накопичення, оброблення та зберігання інформації  $b_{i1}$ .

2. Наявність технологій, що забезпечують моніторинг температури в постійному режимі  $b_{i2}$ .

3. Передача та розподіл інформації між користувачами  $b_{i3}$ .

4. Своєчасність подачі інформації до СПІР  $b_{i4}$ .

5. Можливість адаптивного управління інформаційною системою  $b_{i5}$ .

6. Можливість візуалізації отриманих даних  $b_{i6}$ .

7. Простота управління ІВС і сумісність з наявними ПЗ  $b_{i7}$ .

Таблиця 4

Вихідні дані до розрахунку

b	AL						
	AL <sub>1</sub> =0,25	AL <sub>2</sub> =0,1	AL <sub>3</sub> =0,15	AL <sub>4</sub> =0,05	AL <sub>5</sub> =0,08	AL <sub>6</sub> =0,3	AL <sub>7</sub> =0,07
$b_{i1}$	10	8	9	8	6	8	7
$b_{i2}$	10	9	9	8	8	7	7
$b_{i3}$	9	10	8	6	8	5	7
$b_{i4}$	10	8	9	5	4	8	5
$b_{i5}$	10	8	6	5	8	9	9
$b_{i6}$	8	8	10	10	8	7	6
$b_{i7}$	7	9	10	9	5	9	6

За обраними даними (табл. 4) формуємо матриці вагових коефіцієнтів критеріїв та знайдемо величину BF, використовуючи калькулятор множення матриць (рис. 3).

The screenshot shows a software interface for matrix multiplication. On the left, there are input fields for the number of rows and columns for matrices A and B. Matrix A is displayed as a 7x7 grid with values: [10, 8, 9, 8, 6, 8, 7; 10, 9, 9, 8, 8, 7, 7; 9, 10, 8, 6, 8, 5, 7; 10, 8, 9, 5, 4, 8, 5; 10, 8, 6, 5, 8, 9, 9; 8, 8, 10, 10, 8, 7, 6; 7, 9, 10, 9, 5, 9, 6]. Matrix B is a vertical list of weights: [0,25; 0,1; 0,15; 0,05; 0,08; 0,3; 0,07]. The result matrix C = A\*B is shown on the right as a 7x1 column: [8,42; 8,38; 7,38; 7,97; 8,42; 7,96; 8,12].

Рис. 3. Визначення вагових коефіцієнтів

На основі виконаних розрахунків видно, що найбільш впливовими факторами на ІВС є кількість інформації та об'єм оперативної пам'яті з коефіцієнтом  $b_{fi} = 8,42$ .

**Висновки і пропозиції.** Аналіз методів побудови ІВС показав, що вони не повною мірою задовольняють сучасні вимоги щодо побудови системи моніторингу енергоощадних об'єктів. Інформаційні ресурси таких систем передбачають застосування досить великої кількості параметрів та факторів, що вимагає інтеграції цих даних в інформаційний простір оцінювання ефективності енергозбереження та прийняття рішень щодо реалізації енергоощадного проекту. Побудовано ІВС моніторингу енергоощадності будівель та виконано однопараметричний аналіз критеріїв ефективності параметрів ІВС, де кожному фактору залежно від його важливості конкретному критерію відповідає визначене число балів від 0 до 10. У результаті матричного аналізу критеріїв ефективності визначено, що найбільш впливовими факторами на ІВС є кількість інформації та об'єм оперативної пам'яті.

#### Список використаних джерел

1. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский. – СПб. : Профессия, 2003. – 752 с.
2. Чье Ен Ун. Обзор методов и средств построения информационно-измерительных систем / Чье Ен Ун // Ученые заметки ТОГУ. – 2013. – Т. 4, № 4. – С. 1000–1007.
3. Теоретические основы информационно-измерительных систем : учебник / В. П. Бабака, С. В. Бабака, В. С. Еременко и др. ; под ред. чл.-кор. НАН Украины В. П. Бабака. – К. : Софія-А, 2014. – 832 с.
4. Маргасов Д. В. Вибір інтегрованого середовища та створення прототипу інформаційного забезпечення тепловізного моніторингу / Д. В. Маргасов, Є. Ю. Сахно // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. – № 5/2 (25). – С. 32–40.
5. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебник / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – СПб. : Питер, 2010. – 943 с.
6. Оценка эффективности информационных систем: Часть 3. Пример расчета эффективности использования ИС методом ТЕІ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-otcenka\\_effektivnosti\\_3/index.html](http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-otcenka_effektivnosti_3/index.html).
7. Критеріальне оцінювання ефективності інформаційних пристроїв та систем / М. А. Філінюк, В. О. Багацький, Л. Б. Ліщинська, О. В. Войцеховська. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 143 с.
8. Маслов В. П. Інформаційні системи і технології в економіці : навчальний посібник / В. П. Маслов. – К. : Слово, 2006. – 264 с.

#### References

1. Besekerski, V. A. (2003). *Teoriia sistem avtomaticheskogo upravleniia [Automatic Control Systems Theory]*. Saint-Petersburg: Professii, 752 p. (in Russian).
2. Che En Un (2013). *Obzorstv postroeniia informatcionno-izmeritelnykh system [Review of methods and tools for building information-measuring systems]*. *Uchenye zametki TOGU – Scientists notes PNU*, vol. 4, no. 4, pp.1000–1007 (in Russian).



## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

3. Babak, V. P. (ed.), Babak, S. V., Eremenko, V. S. et al. (2014). *Teoreticheskie osnovy informaciiionno-izmeritelnykh sistem [Theoretical basis of information-measuring systems]*. Kyiv: Sofiia-A, 832 p. (in Russian).
4. Marhasov, D. V., Sakhno, Ye. Yu. (2015). Vybir intehrovanoho seredovishcha ta stvorennia prototypu informatsiinoho zabezpechennia teploviziinoho monitorynhu [Selecting integrated environment and creating information supply prototype of thermal monitoring]. *Tekhnolohycheskyy audyt y rezervy proyzvodstva – Technology audit and production reserves*, no. 5/2 (25), pp. 32–40 (in Ukrainian).
5. Olifer, V. G., Olifer, N. A. (2010). *Kompiuternye seti. Printcipy, tekhnologii, protokoly [Computer networks: Principles, technologies and protocols]*. Saint-Petersburg: Piter, 943 p. (in Russian).
6. *Otценка effektivnosti informaciiionnykh sistem: Chast 3. Primer rascheta effektivnosti ispolzovaniia IS metodom TEI*. Retrieved from [http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-otcenka\\_effektivnosti\\_3/index.html](http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-otcenka_effektivnosti_3/index.html)
7. Filyniuk, M. A., Bahatskyi, V. O., Lishchynska, L. B., Voitsekhovska, O. V. (2014). *Kryterialne otsiniuvannia efektyvnosti informatsiinykh prystroiv ta sistem [Evaluating the effectiveness of information systems, Part 3: Example of calculating the efficiency of the use of IP by TEI]*. Vinnitsa: VNTU, 143 p. (in Ukrainian).
8. Maslov, V. P. (2006). *Informatsiini systemy i tekhnologii v ekonomitsi [Information systems and technologies in economy]*. Kyiv: Slovo, 264 p. (in Ukrainian).

**Сахно Євген Юрійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Сахно Евгений Юрьевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления качеством и проектами, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Sakhno Yevhen** – Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department of Quality Management and Projects, Chernihiv National University of Technology (4 Bielova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** kafurap@ukr.net

**Маргасов Дмитро Валерійович** – асистент кафедри управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Маргасов Дмитрий Валерьевич** – ассистент кафедры управление качеством и проектами, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Marhasov Dmytro** – assistant of the Department of Quality Management and Projects, Chernihiv National University of Technology (4 Bielova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** mn123@i.ua

**Корнієць Катерина Євгенівна** – студент факультету проектного менеджменту та управління якістю, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, м. Чернігів, 14000, Україна).

**Корниец Екатерина Евгеньевна** – студент факультета проектного менеджмента и управления качеством, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, г. Чернигов, 14000, Украина).

**Korniets Kateryna** – student of the faculty of Project Management and Quality Management, Chernihiv National University of Technology (4 Bielova Str., 14000 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** kate.sahno@yandex.ua

УДК 510.635:004.891(045)

*Анастасія Вавіленкова*

## СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ

*Анастасия Вавиленкова*

## СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

*Anastasiia Vavilenkova*

## THE STRUCTURE OF INFORMATION TECHNOLOGY OF TEXT DOCUMENTS COMPARATIVE ANALYSIS

Здійснено аналіз наявних програмних продуктів пошуку плагіату серед електронних текстових документів, що дозволило виділити основні недоліки функціонування систем інтелектуального аналізу текстової інформації. На усунення цих недоліків спрямовані матеріали дослідження, де запропоновано структуру інформаційної технології порівняльного аналізу текстових документів. Її основними блоками є: інтерфейс користувача, компонента побудови логіко-лінгвістичної моделі природномовного текстового документа, лінгвістичний процесор для побудови лінгвістичних складових текстових документів, лінгвістичний процесор системи автоматизованого формування логіко-лінгвістичних моделей речень природної мови, компонента порівняння лінгвістичних складових, компонента порівняння семантико-синтаксичних складових. У статті аргументовано роль кожної із компонент у вилученні змістовної інформації з текстів, що порівнюються.

**Ключові слова:** природна мова, логіко-лінгвістична модель, змістовний аналіз, лінгвістичний процесор, база знань.

*Рис.:* 4. *Бібл.:* 14.

Осуществлен анализ существующих программных продуктов поиска плагиата среди электронных текстовых документов, что позволило выделить основные недостатки функционирования систем интеллектуального анализа текстовой