

УДК 621.311

О. А. Пахолук*

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0650-6446>

Кафедра будівництва та інфраструктурної інженерії

І.О. Бандура

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2166-4909>

Кафедра електричної інженерії

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська, 75, Луцьк, Україна, 43018

В. С. Довбенко

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9575-2931>

Центр енергоефективності НУВГП

Національний університет водного господарства та природокористування, вул. Соборна, 11, Рівне, Україна, 33000

* автор-кореспондент, e-mail: orest.pakholiuk@gmail.com

Енергомоніторинг у громадських будівлях

Цитувати як:

Пахолук, О.А., Бандура І.О., Довбенко В.С. (2026). Енергомоніторинг у громадських будівлях. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 25, 429-443. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2026-15\(25\)-32](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2026-15(25)-32)

© 2026, Автори. Публікується згідно рекомендацій ліцензії [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Анотація. У статті розглянуто енергомоніторинг у громадських будівлях як інструмент системного управління споживанням енергоресурсів, експлуатаційною ефективністю та обґрунтуванням енергоефективних заходів. Показано, що енергоменеджмент та енергомоніторинг формують організаційну, аналітичну й нормативну основу для переходу від епізодичного контролю до постійного управління енергією. Проаналізовано законодавчі передумови впровадження систем енергетичного менеджменту в Україні, їх значення для органів місцевого самоврядування, бюджетних установ і технічної модернізації об'єктів. Виділено шість типових схем енергомоніторингу: базову ручну або напівавтоматизовану, схему з розподільним об'ємом, автоматизовану схему, схему мікрокліматичного моніторингу, схему аналітики та управлінського реагування, а також модель, інтегровану в логіку ISO 50001 і циклу PDCA. Для кожної схеми окреслено сферу застосування, склад даних, можливості виявлення відхилень, управлінську цінність та обмеження. Обґрунтовано, що ефективність енергомоніторингу визначається не стільки рівнем автоматизації, скільки наявністю повного циклу «дані – аналіз – рішення – дія – перевірка результату – коригування». Показано, що навіть за обмеженого фінансування можливе поетапне впровадження системи моніторингу від простого збору показників до розширеної цифрової платформи. Зроблено висновок, що системний енергомоніторинг дозволяє виявляти неефективне споживання, оцінювати ефект від заходів, пріоритезувати інвестиції, підвищувати комфорт користувачів і

формуванню доказової бази для управлінських рішень. Особливу увагу слід приділяти підготовці персоналу. Окремо підкреслено, що для великих, енергоємних і технічно складних об'єктів доцільним є перехід до розподільного та автоматизованого обліку, тоді як для закладів з обмеженими ресурсами стартовою може бути спрощена модель із регулярним зняттям показників та подальшим аналізом. Доведено, що ключовою умовою результативності є наявність підготовленого персоналу та управлінського реагування на виявлені відхилення для бюджетних установ.

Ключові слова: енергомоніторинг; енергоменеджмент; громадські будівлі; автоматизований облік; ISO 50001.

Вступ

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми.

Енергоменеджмент та енергомоніторинг є необхідними елементами сучасного управління будівлями, підприємствами, установами та територіальними громадами, оскільки дозволяють перейти від простого споживання енергії до системного управління нею. Енергія в цьому випадку розглядається не лише як комунальна витрата, а як керований ресурс, який безпосередньо впливає на бюджет, комфорт користувачів, технічний стан будівель, надійність експлуатації, екологічний вплив та інвестиційну привабливість об'єкта.

Необхідність енергоменеджменту закріплена законодавчо. Закон України «Про енергетичну ефективність» визначає енергоефективність як кількісне співвідношення між отриманою корисною роботою, послугами, товарами або енергією та витраченою енергією на вході. Цей же закон визначає енергоефективні заходи як технічні, організаційні, економічні або інформаційні дії, результат яких можна виміряти або розрахувати. Отже, будь-яке рішення у сфері енергоефективності має бути вимірюваним із своїм показником результативності [1].

Закон визначає систему енергетичного менеджменту як систему управління, що встановлює енергетичну політику, цілі, завдання, плани дій і процеси для їх досягнення. Вона має включати відповідальних осіб, регулярний збір даних, аналіз споживання, планування заходів, контроль виконання, оцінку економії та коригування дій. Також передбачено, що органи державної влади та підпорядковані їм установи запроваджують і забезпечують функціонування систем енергетичного менеджменту, а органи місцевого самоврядування впроваджують такі системи із врахуванням відповідної постанови [1].

Для органів місцевого самоврядування наявність рішення про запровадження системи енергетичного менеджменту є обов'язковою умовою отримання державної підтримки на впровадження енергоефективних заходів. Тобто це інституційна передумова для участі у

програмах модернізації, залучення фінансування та обґрунтування інвестицій. Без системи управління енергією складно довести базове споживання, обґрунтувати очікувану економію, підтвердити результат і коректно використовувати зекономлені кошти [1].

Якщо енергоменеджмент відповідає на питання «хто, що і навіщо робить», то енергомоніторинг відповідає на питання «що реально відбувається». Він передбачає регулярний збір і аналіз даних про споживання електроенергії, теплової енергії, газу, води, а також пов'язаних факторів: температури зовнішнього повітря, графіку роботи будівлі, кількості користувачів, режимів вентиляції, стану обладнання, аварійних ситуацій, сезонних відхилень. Власне моніторинг дозволяє побачити, чи споживання відповідає режиму експлуатації, чи є нічні втрати, чи працює опалення у вихідні, чи не зростає базове навантаження без зрозумілої причини. Законодавство також вводить поняття інтелектуальних систем обліку та інтелектуальних лічильників, які забезпечують вимірювання, обмін даними, моніторинг і контроль [1].

Практична необхідність енергомоніторингу полягає в тому, що без даних неможливо управляти споживанням. Разовий енергоаудит може визначити потенціал економії та перелік заходів, але він не забезпечує постійного контролю після впровадження рішень. Будівля - це жива система: змінюються користувачі, режими роботи, обладнання, погодні умови, налаштування автоматики, якість обслуговування. Тому навіть якісно виконана термомодернізація, модернізація ІПП або заміна освітлення можуть не дати стабільного результату без подальшого управління. У практичному посібнику з енергоменеджменту у будівлях зазначено, що енергоменеджмент дозволяє контролювати споживання енергії та виявляти її нераціональне використання, а застосування лише технічних рішень не може гарантувати стабільну економію [2].

Енергоменеджмент є першим обов'язковим кроком для розумного управління енергоспоживанням, який має допомогти органам влади, громадам і підприємствам зупинити марні втрати енергії та коштів.

Для бюджетних установ це має особливе значення. Кошти, які витрачаються на надлишкове споживання енергії, фактично вилучаються з інших потреб: ремонту приміщень, оновлення обладнання, благоустрою, соціальних послуг, оплати праці, розвитку громади. У публікації Держенергоефективності наведено приклад Луцька: у місті ще у 2011 році було прийнято концепцію впровадження системи енергоменеджменту, енергомоніторинг здійснювався майже у всіх бюджетних установах, а загальна економія бюджетних коштів з початку реалізації енергомоніторингу склала понад 10 млн грн, що становило в середньому 15% економії витрат на теплоносії. Це показує, що енергомоніторинг - не

«теорія з презентації», а практичний інструмент, який уже давав вимірюваний ефект на рівні міської інфраструктури [3].

Енергоменеджмент також потрібен для правильного вибору інвестиційних заходів. Без моніторингу неможливо визначити, що саме є пріоритетом: утеплення огорожувальних конструкцій, модернізація системи опалення, балансування, заміна освітлення, встановлення автоматики, ремонт вентиляції чи зміна режимів експлуатації. У будівлях часто є спокуса почати з видимих рішень - фасад, вікна, LED-світильники, сонячні панелі. Але енергетична логіка вимагає спочатку зрозуміти профіль споживання, базове навантаження, сезонні піки, неефективні зони, вплив користувачів та технічний стан систем [7-12].

Міжнародна практика також підтверджує необхідність системного підходу. Стандарт ISO 50001 розроблений як практичний інструмент для покращення використання енергії через створення системи енергетичного менеджменту. Він застосовується для організацій різних секторів і масштабу і орієнтований на постійне поліпшення енергетичних показників. Його логіка базується на циклічному процесі: планування, впровадження, перевірка результатів, коригування та повторне вдосконалення [4].

Енергомоніторинг створює базу для прозорості та відповідальності. Коли дані збираються регулярно, можна порівнювати будівлі між собою, виявляти аномалії, формувати рейтинги, визначати найпроблемніші об'єкти, перевіряти ефект від заходів, планувати бюджети на наступні періоди.

Законодавство України визначає економію енергії як обсяг скорочення споживання, що встановлюється шляхом зіставлення обсягів до і після впровадження заходів із нормалізацією зовнішніх і внутрішніх умов, які впливають на енергоспоживання. Саме тому якісний моніторинг потрібен ще до модернізації, а не лише після неї [1].

Об'єкт, на якому відомі навантаження, піки, критичні споживачі та можливості скорочення попиту, легше адаптується до обмежень, аварійних режимів, резервного живлення або переходу на альтернативні джерела.

Будівлі залишаються одним із ключових секторів енергоспоживання: за даними Міжнародного енергетичного агентства, у 2024 році будівлі становили близько 30% світового попиту на енергію. Тому управління енергією в будівлях є одним із центральних напрямів енергоефективної політики [5].

Таким чином, енергоменеджмент і енергомоніторинг слід впроваджувати не як разовий проєкт, а як базову управлінську функцію. Вони створюють основу для енергоаудиту, термомодернізації, залучення фінансування, контролю результатів, підвищення комфорту та

відповідального використання ресурсів. Якщо коротко: енергоаудит показує, де потенціал; енергомоніторинг показує, що реально відбувається; енергоменеджмент забезпечує, щоб після всіх гарних звітів хтось справді закрив вікно, налаштував автоматику і т.д.

Мета статті – проаналізувати типові схеми енергомоніторингу в громадських будівлях та показати на прикладі варіант виконання в умовах певної обмеженості в коштах.

Матеріали та методи

У роботі використовуються матеріали проєктної документації. Також використано матеріали нормативних документів і законодавства України.

Результати та обговорення

Енергомоніторинг у громадських будівлях - це не лише регулярне зняття показників лічильників, а організований процес збору, накопичення, обробки, аналізу та відображення даних про споживання енергії, енергоносіїв і комунальних послуг. Постанова Кабінету Міністрів України №1460 визначає енергомоніторинг як процес збирання даних з вузлів комерційного, розподільного, технологічного обліку та інших засобів вимірювальної техніки з метою аналізу ефективності споживання і виробництва енергії та комунальних послуг [6]. Можемо виділити 6 основних схем.

1. Базова ручна або напівавтоматизована схема

Це найпростіша схема, з якої зазвичай починають школи, дитячі садки, амбулаторії, адміністративні будівлі, будинки культури та інші бюджетні об'єкти без складної автоматики. Джерелами даних у такій схемі є вузли комерційного обліку, рахунки постачальників, акти споживання, ручні записи відповідальної особи, а також дані про режим роботи будівлі, температуру зовнішнього повітря та кількість користувачів.

Зазвичай процес виглядає таким чином: відповідальна особа у будівлі у визначений час знімає показники лічильників теплової енергії, електроенергії, газу, холодної та гарячої води; вносить їх в електронну форму або таблицю (деколи журнал); енергоменеджер перевіряє коректність даних, порівнює їх з попередніми періодами та виявляє відхилення. За відсутності автоматизованого енергомоніторингу мінімальна періодичність збору даних за постановою №1460 становить двічі на тиждень: щопонеділка станом на 10:00 та щоп'ятниці станом на 16:00. Також допускається щоденний моніторинг із зняттям показників в один і той самий час доби [6].

Перевагою цієї схеми є низький поріг входу. Для старту не потрібні складні датчики, диспетчеризація чи BMS. Достатньо призначити відповідальних осіб, уніфікувати форму збору даних, визначити періодичність та налагодити регулярний аналіз. Недоліком є людський фактор: пропуски, помилки введення, несвоєчасне зняття показників, складність оперативного реагування. Така система добре бачить проблему яка вже сталася, але гірше ловить її в момент виникнення. Якщо в будівлі вночі працює вентиляція або є витік води, ручний моніторинг помітить це лише після наступного зняття показників.

Типовий склад даних для базової схеми: адреса та функція будівлі, площа, опалюваний об'єм, графік роботи, кількість користувачів, показники лічильників, рахунки, тарифи, фактичні витрати у натуральних і грошових показниках, температура зовнішнього повітря, інформація про аварії, ремонти, канікули, зміну режимів роботи. Базовими показниками аналізу є питоме споживання на одиницю площі, об'єму чи користувача.

2. Схема з розподільним обліком

Наступною є схема, у якій будівля має не тільки загальний комерційний вузол обліку, а й додаткові точки розподільного або технологічного обліку. Вона є доцільною для великих шкіл, лікарень, спортивних комплексів, адміністративних центрів, ЦНАПів, закладів з орендарями або будівель зі змішаними функціями.

У такій схемі загальний лічильник показує споживання всієї будівлі, а додаткові лічильники деталізують його за корпусами, поверхами, функціональними зонами, орендарями, харчоблоком, спортивною залом, серверною, насосною, вентиляційною камерою, зовнішнім освітленням або іншим енергоємним обладнанням. Постанова №1460 передбачає збір даних не тільки з комерційного, а й з розподільного та технологічного обліку, якщо такі вузли є [6]. Ця схема особливо важлива там, де різні частини будівлі мають різний графік роботи.

Типовими рішеннями є окремі електролічильники на групи споживачів, теплолічильники або витратоміри на гілках системи опалення; лічильники води для харчоблоку, санвузлів, технічних зон; контроль роботи насосів, вентиляційних установ, бойлерів, зовнішнього освітлення.

3. Автоматизована схема енергомоніторингу

Автоматизована схема передбачає дистанційне зчитування даних з лічильників і датчиків, передачу інформації через контролери або шлюзи, збереження на сервері чи у хмарній системі, побудову дашбордів, формування попереджень і звітів.

Для автоматизованого енергомоніторингу мінімальна періодичність збору даних становить один раз на 10 хвилин. Це принципово змінює якість управління. Вона може показати проблему майже в режимі

реального часу: нічне навантаження, несанкціоноване ввімкнення обладнання, аварійний витік, перетоп, зупинку насоса, перевищення температури, аномальне споживання електроенергії у вихідні [6].

Типова архітектура автоматизованої системи включає: лічильники з імпульсним або цифровим виходом, датчики температури, вологості, CO₂, освітленості, контролери, шлюзи передачі даних, сервер або хмарну платформу, програмне забезпечення для аналізу, кабінет енергоменеджера, систему сповіщень і звітності. Для зв'язку можуть застосовуватись дротові або бездротові протоколи, залежно від об'єкта: Ethernet, GSM/LTE, LoRaWAN, M-Bus, Modbus, BACnet або інтеграція з BMS/SCADA. Автоматизація не скасовує потребу в енергоменеджері. Навпаки, вона зменшує ручну рутину і підсилює аналітичну функцію.

4. Схема мікрокліматичного моніторингу

Окремо варто виділяти моніторинг не лише енергії, а й умов у приміщеннях. Для громадських будівель це критично, тому що економія не повинна досягатися шляхом погіршення температури, вентиляції або освітленості. Передбачено збір інформації про умови мікроклімату в будівлях, а також використання даталогерів температури, вологості, CO₂, люксметра, анемометра, пірометра і, рекомендовано, тепловізора як спеціалізованого обладнання для енергоменеджменту [6].

Ця схема особливо важлива для шкіл, дитсадків, лікарень, ЦНАПів та інших будівель з постійним перебуванням людей.

Типовими параметрами є температура повітря, відносна вологість, CO₂, освітленість, температура поверхонь, швидкість повітря, графік роботи вентиляції, фактична присутність людей. У звітах ці дані варто показувати поряд із енергоспоживанням: тоді видно, чи економія досягнута без погіршення умов перебування.

5. Схема аналітики та управлінського реагування

Дані енергомоніторингу мають сенс лише тоді, коли за ними йде управлінська дія. Передбачено щомісячний порівняльний аналіз споживання з попередніми періодами, встановлення причинно-наслідкових зв'язків відхилень, підготовку звіту для керівника, а також визначення потенціалу економії у розрізі кожної будівлі [6].

Типова схема реагування виглядає таким чином. Система або відповідальна особа фіксує відхилення; енергоменеджер перевіряє його причину; технічна служба або адміністрація будівлі отримує завдання; після виконання дії показники перевіряються повторно; результат потрапляє у місячний або річний звіт. Якщо відхилення повторюється, воно стає не разовою помилкою, а підставою для технічного заходу: балансування системи опалення, налаштування ІТП, ремонт арматури,

утеплення ділянки, заміна обладнання, зміна графіку роботи або включення об'єкта до інвестиційного плану.

Основними аналітичними показниками є абсолютне і питоме споживання енергії, споживання на користувача, витрати у гривнях, базове навантаження, нічне споживання, пікові навантаження, сезонні відхилення, погодна нормалізація, ефект від заходів, фактична економія, термін окупності. Саме ці показники дозволяють перейти від інтуїтивного управління до доказового.

6. Схема енергомоніторингу як частина ISO 50001 / PDCA

Міжнародна логіка енергоменеджменту базується на циклі Демінга-Шухарта: планування, виконання, перевірка, коригування. ISO 50001 визначає систему енергоменеджменту як практичний спосіб покращення використання енергії через політику, цілі, дані, вимірювання результатів, аналіз ефективності та постійне вдосконалення [4].

Тобто у громадській будівлі спочатку визначають базовий рівень споживання, цілі та показники; потім впроваджують заходи і збирають дані; далі перевіряють, чи досягнуто економії; після цього коригують режими, плани і технічні рішення. Визначено чотири етапи щорічного циклу: планування - виконання - перевірка - коригування. У цьому сенсі енергомоніторинг є не фінальним продуктом, а інструментом прийняття рішень [6].

Вартість подібних систем є достатньо високою, тому ще одним викликом буде пошук фінансування. Тому активна участь у грантових програмах дозволить впровадити систему енергоменеджменту швидше і у більшому обсязі.

У 2026 році ГО «Школа енергоефективності» приступила до впровадження проекту «Економія енергії та моніторинг енергоспоживання в будівлях закладів вищої освіти», який реалізується в межах програми ІКІ Small Grants, що фінансується Федеральним міністерством економіки та захисту клімату Німеччини в рамках Міжнародної кліматичної ініціативи (ІКІ).

Метою проекту є визначення поточного рівня впровадження систем енергоменеджменту в ЗВО та запропонувати концепції їх подальшого розвитку. Це кропітка системна робота, партнерство та конкретні інструменти для підвищення енергоефективності будівель університетів.

У процесі реалізації буде впроваджено систему автоматизованого енергомоніторингу з виведенням поточної інформації на інформаційні екрани в ЕнІнХабах Києва, Луцька, Миколаєва, Сум та Чернівців. Будуть оновлені політики і посадові інструкції ЗВО, розроблено навчальну програму та проведено тренінг для викладачів ЗВО.

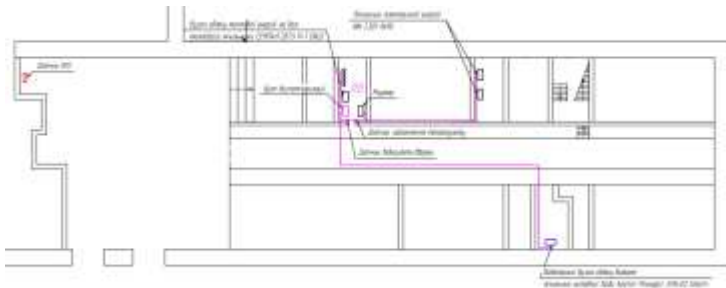


Рис. 3. План прокладання системи енергомоніторингу

Перелік сигналів, що будуть оброблятися Системою:

- архівні та поточні показники вузлів обліку теплової енергії, електричної енергії та холодної води в обсягах, що забезпечуються приладами;

- показники температур: T11 - температура подавального теплоносія в системі опалення, T21 - температура зворотного теплоносія в системі опалення;

- сигналізація (відкриття дверей, затоплення теплового пункту, та інші);

- показники мікроклімату (внутрішня температура).

«Верхній» рівень Системи забезпечує вирішення наступних завдань:

1) моніторинг загального споживання теплової електричної енергії та води в реальному часі в числах та графіках;

2) підготовка звітів із розрахунками, таблицями, графіками по енергетичним системам (споживання тепла, електроенергії, гарячої та холодної води, газу);

3) подати запит на будь-який лічильник для детальних досліджень даних про споживання енергії забезпечення достатнього рівню доступу до системи для отримання інформації;

4) диференціація прав доступу користувачів системи з використанням встановлених паролів;

5) архівування робочих даних об'єкта з можливістю їх подальшого використання;

6) аналіз споживання та негайне реагування в разі аварійних ситуацій;

7) здійснювати енергетичне планування (прогнозування енергоспоживання);

8) захист даних.

Основним каналом передачі даних енергоспоживання та температури до центрального серверу є провідна мережа Інтернет, що влаштована на об'єкті. В якості резервного каналу передбачається використання GSM/GPRS.

Шлюз LoRa (LoRa Gateway) використовується як ключовий елемент в архітектурі мережі LoRa — це бездротова технологія зв'язку для Інтернету речей, що дозволяє передавати дані на великі відстані з низьким енергоспоживанням. Він призначений для приймання радіосигналів від кінцевих пристроїв (сенсорів, лічильників, трекерів тощо) і передачі цих даних до хмарного сервера через інтернет (через Wi-Fi, Ethernet або мобільну мережу).

Таким чином, із застосуванням мінімально необхідної кількості датчиків буде отримуватись, накопичуватись і аналізуватись інформація про споживання енергоносіїв будівлі. Система в майбутньому може масштабуватись і контролювати більшу кількість будівель і датчиків.

Система вимагає кваліфікованого підходу, тому підвищення кваліфікації обслуговувального персоналу є необхідною умовою для отримання максимального ефекту від впровадження.

Висновки

На основі проведеного аналізу можемо зробити такі висновки.

1. Типова схема енергомоніторингу в громадській будівлі має розвиватися від простого регулярного збору показників до інтегрованої системи управління енергією.

2. На старті достатньо ручної або напівавтоматизованої моделі, але для великих, енергоємних або технічно складних об'єктів доцільно переходити до розподільного та автоматизованого обліку.

3. Ключовою умовою ефективності є не кількість датчиків, а наявність повного циклу: дані → аналіз → відповідальна дія → перевірка результату → коригування.

4. Для якісної реалізації системи моніторингу потрібні не лише кошти, а й навчений кваліфікований персонал.

Конфлікти інтересів

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Авторами статті публічно підтверджується, що дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. Zakon Ukrainy Pro enerhetychnu efektyvnist. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20/print>.
2. Enerhomenedzhment u budivliakh. URL: <https://mindev.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/prakticnii-posibnik-z-energomenedzmentu-ee-u-budivliax.pdf>
3. Serhii Savchuk: Zavdiaky enerhomenedzhmentu mozna zmenshyty enerhospozhyvannia u biudzhetnykh zakladakh do 20% i bez kapitalovkladen. URL: <https://sae.gov.ua/news/sergii-savcuk-zavdiaki-energomenedzmentu-mozna-zmensiti-energospozivannia-u-biudzetnix-zakladax-do-20-i-bez-kapitalovkladen>.
4. DSTU ISO 50001:2020 Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymohy ta nastanova shchodo vykorystannia (ISO 50001:2018, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90178.
5. Buildings. How and where is energy used? URL: https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025/buildings?utm_source.
6. Pro vprovadzhennia system enerhetychnoho menedzhmentu. Postanova kabinetu ministriv Ukrainy vid 23 hrudnia 2021 r. № 1460. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-n>.
7. Baytelman, Y. (Jacob) ., & Potsepaiev, V. (2024). DEVELOPMENT OF A CONTENT MANAGEMENT SYSTEM AND ITS CLOUD DEPLOYMENT. Scientific Papers of Donetsk National Technical University. Series: «Computer Engineering and Automation», 2(2(34)), 14–31. [https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i2\(34\).313761](https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i2(34).313761)
8. Shybetskyi, B., & Dorohyi, I. (2024). SYSTEM FOR MONITORING AND ANALYSIS OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION IN HOUSEHOLDS BASED ON IOT TECHNOLOGIES. Scientific Papers of Donetsk National Technical University. Series: “Computer Engineering and Automation”, 2(3(35)), 18–28. [https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i3\(35\).316438](https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i3(35).316438)
9. Yavorskyi , A. V., Tsykh, V. S., Karpash , M. O., & Zhovtulia , L. Ya. (2022). INFORMATsIIINO-VYMIRIuVALNA SYSTEMA MONITORYNHU SPOZhYVANNIa ENERHORESURSIV DLIa BUDIVLI UNIVERSYTETU. METHODS AND DEVICES OF QUALITY CONTROL, (2(49)), 46–57. [https://doi.org/10.31471/1993-9981-2022-2\(49\)-46-57](https://doi.org/10.31471/1993-9981-2022-2(49)-46-57)
10. Razinkov V.O. (2025) Analiz problem funktsionuvannia systemy enerhomonitorynhu komunalnogo sektoru. Elektrotekhnichni ta kompiuterni systemy. 2025. № 43 (119), 28–33. <https://doi.org/10.15276/eltecs.43.119.2025.3>

11. V. Nakhodov, A. Baskys, E. Borichenko, D. Ivanko. Application of sequential analysis of Wald for energy efficiency monitoring. 2016 IEEE 4th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering, AIEEE 2016 – 10-12 Nov. 2016 Vilnius, Lithuania, DOI: 10.1109/AIEEE.2016.7821823.
12. V. Nakhodov, O. Borychenko, A. Cherniavskiy. THE METHODOLOGICAL ISSUES OF INDUSTRIAL ENERGY MONITORING SYSTEMS IMPLEMENTATION. Енергетика: економіка, технології, екологія. № 3 (2020): 61–47-56. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2020.228616>.

Література

1. Закон України Про енергетичну ефективність. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20/print>.
2. Енергоменеджмент у будівлях. URL: <https://mindev.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/prakticnii-posibnik-z-energomenedzmentu-ee-u-budivliax.pdf>.
3. Сергій Савчук: Завдяки енергоменеджменту можна зменшити енергоспоживання у бюджетних закладах до 20% і без капіталовкладень. URL: <https://sae.gov.ua/news/sergii-savcuk-zavdiaki-energomenedzmentu-mozna-zmensiti-energospozivannia-u-biudzetnix-zakladax-do-20-i-bez-kapitalovkladen>.
4. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90178.
5. Buildings. How and where is energy used? URL: https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2025/buildings?utm_source.
6. Про впровадження систем енергетичного менеджменту. Постанова кабінету міністрів України від 23 грудня 2021 р. № 1460. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-п>.
7. Baytelman, Y. (Jacob) ., & Potsepaiev, V. (2024). DEVELOPMENT OF A CONTENT MANAGEMENT SYSTEM AND ITS CLOUD DEPLOYMENT. Scientific Papers of Donetsk National Technical University. Series: «Computer Engineering and Automation», 2(2(34)), 14–31. [https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i2\(34\).313761](https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i2(34).313761)
8. Shybet'skiy, B., & Dorohyi, I. (2024). SYSTEM FOR MONITORING AND ANALYSIS OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION IN HOUSEHOLDS BASED ON IOT TECHNOLOGIES. Scientific Papers of Donetsk National Technical University. Series: “Computer Engineering and Automation”, 2(3(35)), 18–28. [https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i3\(35\).316438](https://doi.org/10.31474/2786-9024/v2i3(35).316438)
9. Яворський , А. В., Цих, В. С., Карпаш , М. О., & Жовтуля , Л. Я. (2022). ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ДЛЯ БУДІВЛІ УНІВЕРСИТЕТУ. METHODS AND DEVICES OF QUALITY CONTROL, (2(49)), 46–57. [https://doi.org/10.31471/1993-9981-2022-2\(49\)-46-57](https://doi.org/10.31471/1993-9981-2022-2(49)-46-57)

10. Разінков В.О. (2025) Аналіз проблем функціонування системи енергомоніторингу комунального сектору. Електротехнічні та комп'ютерні системи. 2025. № 43 (119), 28-33. <https://doi.org/10.15276/eltecs.43.119.2025.3>

11. V. Nakhodov, A. Baskys, E. Borichenko, D. Ivanko. Application of sequential analysis of Wald for energy efficiency monitoring. 2016 IEEE 4th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering, AIEEE 2016 – 10-12 Nov. 2016 Vilnius, Lithuania, DOI: 10.1109/AIEEE.2016.7821823.

12. V. Nakhodov, O. Borychenko, A. Cherniavskiyi. THE METHODOICAL ISSUES OF INDUSTRIAL ENERGY MONITORING SYSTEMS IMPLEMENTATION. Енергетика: економіка, технології, екологія. № 3 (2020): 61 47-56. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2020.228616> .

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 15.05.2026	Received 15.05.2026
Отримано у доопрацьованому вигляді 24.05.2026	Received in revised form 24.05.2026
Прийнято 27.05.2026	Accepted 27.05.2026
Опубліковано 29.05.2026	Published 29.05.2026

O. A. Pakholiuk*

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0650-6446>
Department of Building and Infrastructure Engineering

I.O. Bandura

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2166-4909>
Department of Electrical Engineering
Lutsk National Technical University, 75 Lvivska, st., Lutsk 43018, Ukraine

V.S. Dovbenko*

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9575-2931>
Energy Efficiency Center of NUWEE
National University of Water and Environmental Engineering, 11 Soborna St., Rivne, Ukraine, 33000

*corresponding author, e-mail: orest.pakholiuk@gmail.com

Energy monitoring in public buildings

How to Cite:

Pakholiuk O. A., Bandura I.O., Dovbenko V.S. (2026). Energy monitoring in public buildings. *Modern Technologies and Calculation Methods in Construction*, 25, 429-443. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2026-15\(25\)-32](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2026-15(25)-32)

Abstract. The article considers energy monitoring in public buildings as a tool for systematic management of energy consumption, operational efficiency and justification of energy efficiency measures. It is shown that energy management and energy monitoring form an organizational, analytical and regulatory basis for the transition from episodic control to continuous energy management. The legislative prerequisites for the implementation of energy management systems in Ukraine, their

significance for local governments, budget institutions and technical modernization of facilities are analyzed. Six typical energy monitoring schemes are identified: basic manual or semi-automated, a scheme with distributed accounting, an automated scheme, a microclimatic monitoring scheme, an analytics and management response scheme, as well as a model integrated into the logic of ISO 50001 and the PDCA cycle. The scope of application, data composition, possibilities for detecting deviations, management value and limitations are outlined for each scheme. It is substantiated that the effectiveness of energy monitoring is determined not so much by the level of automation as by the presence of the full cycle of “data - analysis - decision - action - result verification - adjustment”. It is shown that even with limited funding, it is possible to gradually implement a monitoring system from simple collection of indicators to an expanded digital platform. It is concluded that system energy monitoring allows you to identify inefficient consumption, assess the effect of measures, prioritize investments, increase user comfort and form an evidence base for management decisions. Special attention should be paid to staff training. It is separately emphasized that for large, energy-intensive and technically complex facilities, it is advisable to switch to distributed and automated metering, while for institutions with limited resources, a simplified model with regular measurement of indicators and subsequent analysis can be the starting point. It has been proven that the key condition for effectiveness is the availability of trained personnel and managerial response to identified deviations for budgetary institutions.

Keywords: energy monitoring; energy management; public buildings; automated accounting; ISO 50001.