

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОМОНІТОРИНГУ НА МУНІЦИПАЛЬНИХ ОБ'ЄКТАХ

О. В. Коцар, кандидат технічних наук, доцент

E-mail: kovpers@ukr.net

А. В. Карпенко, PhD студент

E-mail: karpenko0833@ukr.net

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут ім. Ігоря Сікорського»*

Анотація. Збалансоване використання енергетичних ресурсів та скорочення шкідливих викидів є невід'ємною складовою актуальних завдань державного управління і місцевого самоврядування заради сталого розвитку громад. Досягнення зазначених цілей неможливе без застосування високоефективних систем енергетичного менеджменту, які базуються на продуктивних системах енергомоніторингу. Втім, результати досліджень свідчать про наявність критичних проблем у функціонуванні таких систем у муніципалітетах, що робить неефективним увесь процес управління енерговикористанням громад. У статті проаналізовано результати впровадження та застосування систем енергомоніторингу в муніципалітетах і територіальних громадах України в рамках чинного законодавчого та регуляторного поля. Результати досліджень доводять, що забезпечення достовірності та актуальності даних, що надаються високопродуктивними системами енергомоніторингу, сприяє розвитку місцевої автономії, підтримує комунікації та співпрацю між сторонами, мотивує до продуктивних дій. Це також допомагає ефективно розподіляти завдання з підвищення рівня енергетичної ефективності між різними рівнями управління.

Ключові слова: енергетична ефективність, енергетичний менеджмент, енергомоніторинг, СЕнМ, система енергомоніторингу, енергоефективний муніципалітет

Актуальність. Швидкий розвиток промисловості та збільшення населення призводять до неухильного зростання споживання енергії, тому досягнення ефективного використання енергетичних ресурсів стає важливим завданням задля забезпечення економічного добробуту громад та захисту довкілля [1]. Муніципальні установи займають важливе місце в цьому процесі, оскільки вони відповідають за

управління та експлуатацію великої кількості комунальних об'єктів, таких як навчальні заклади, лікарні, адміністративні будівлі, громадський транспорт тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Відомо, що впровадження ефективних систем енергетичного менеджменту (СЕНМ), які в свою чергу базуються на продуктивних системах енергомоніторингу, допомагає суттєво скоротити споживання енергії та викиди парникових газів на таких об'єктах. Втім, незважаючи на потенційні переваги, практичне застосування таких систем часто пов'язано з численними перешкодами, зокрема, недосконалістю нормативно-правового регулювання, технічними проблемами, а також з дефіцитом ресурсів для впровадження та підтримки таких систем. Саме тому проведення досліджень, спрямованих на виявлення та усунення проблемних аспектів функціонування СЕНМ, зокрема, систем енергомоніторингу в муніципалітетах є одним з першочергових завдань із забезпечення сталого розвитку громад. Такі дослідження сприятимуть підвищенню ефективності управління енергетичними ресурсами на місцевому рівні. Додаткова інформація про те, які саме проблеми можуть виникати під час впровадження та застосування систем енергомоніторингу на муніципальних об'єктах, а також про можливі шляхи їхнього розв'язання допоможе зробити такі дослідження більш конкретними та цільовими [2].

Мета дослідження – підвищення продуктивності енергомоніторингу в муніципалітетах.

Матеріали та методи дослідження. Для досягнення цієї мети необхідно проаналізувати нормативно-правове забезпечення впровадження та застосування систем енергетичного менеджменту в муніципалітетах, зокрема, в частині реалізації енергомоніторингу. Такий аналіз дозволить виявити та усунути прогалини, що перешкоджають належному функціонуванню систем енергомоніторингу на муніципальних об'єктах, а також визначити ключові аспекти, які слід враховувати під час впровадження та удосконалення систем енергомоніторингу, зокрема, з точки зору легіслативного регулювання. Важливим кроком є ідентифікація оптимальних підходів і методів для забезпечення ефективного контролю та аналізу енергетичних процесів у муніципальних структурах. Крім того, дослідження має на меті

визначення переваг та викликів, з якими стикаються муніципальні установи під час впровадження та експлуатації систем енергомоніторингу, а також розробку рекомендацій для подальшого удосконалення цих процесів.

Результати досліджень та їх обговорення. У світлі постійного розвитку та технологічного прогресу Україна прагне не лише відстежувати, але й активно впроваджувати найсучасніші підходи до підвищення рівня енергетичної ефективності громад. Про це свідчить прийнятий у 2021 році Закон «Про енергетичну ефективність» [3], який визначає ключові принципи та завдання в цій сфері. Одним із напрямів роботи за цим Законом є впровадження систем енергетичного менеджменту, керуючись стандартами ДСТУ ISO 50001:2020 та ДСТУ ISO 50004:2016 [4, 5]. Успішне впровадження СЕНМ дозволить установам державної влади, місцевого самоврядування та бюджетним установам здійснювати продуктивний енергомоніторинг, а також планувати та реалізовувати енергоефективні заходи на підставі достовірної та актуальної інформації про використання енергетичних ресурсів. Важливим аспектом цього Закону є його відповідність Директивам Європейського Союзу (ЄС) та стратегічним цілям, що стимулює інтеграцію України до міжнародних проєктів з підвищення рівня енергетичної ефективності та запобігання змінам клімату і дозволяє країні активно співпрацювати з міжнародними партнерами та використовувати їхній досвід у розвитку власних програм та проєктів.

Крім того, регуляторна база, що створюється на основі прийнятого Закону [3], не лише сприятиме зменшенню енергоспоживання та шкідливих викидів, а й створить сприятливі умови для розвитку новітніх технологій та інновацій у сфері енергетики. Враховуючи низку особливостей, зокрема, процедури прийняття рішень та проведення закупівель, впровадження та застосування СЕНМ на муніципальних об'єктах має бути детально врегульовано законодавчими та регуляторними актами, спрямованими на підтримку енергоефективності і сталого розвитку громад. Важливо, щоб усі етапи впровадження СЕНМ були належним чином врегульовано і забезпечено необхідними ресурсами, а муніципалітети дотримувалися б чинних стандартів і вимог.

Нормативно-правове забезпечення є важливою складовою для ефективного впровадження СЕНМ у муніципальному секторі, оскільки воно визначає правові рамки та правила, за якими муніципалітети здійснюють управління енергетичними ресурсами. Аналіз законодавства про місцеве самоврядування є ключовим аспектом, оскільки воно регулює повноваження та обов'язки місцевої влади в плануванні та реалізації програм з енергозбереження та підвищення рівня енергетичної ефективності. Міжнародні стандарти та Директиви, такі як Директива Європейської Комісії (ЄК) про енергоефективність та Паризька угода про запобігання змінам клімату, чинять значний вплив на формування внутрішнього законодавства країн і спрямовані на зменшення викидів парникових газів та підвищення рівня енергетичної ефективності громад. Ці нормативні акти стимулюють уряди до впровадження новітніх технологій та інноваційних підходів у сфері енергетичного менеджменту. Фінансове регулювання також відіграє важливу роль у підтримці енергетичних ініціатив на муніципальному рівні. Аналіз фінансових механізмів, таких як державні та місцеві гранти, субсидії або фінансові стимули для енергоефективних проєктів допомагає муніципалітетам залучати необхідні ресурси для імплементації заходів з енергозбереження. Це сприяє зниженню витрат на енергію та покращує сталість енергетичної інфраструктури міст та селищ.

Важливим елементом також є належне впровадження систем енергомоніторингу, які дозволяють муніципалітетам не лише контролювати виконання стратегій і програм, а й здійснювати систематичну оцінку їхньої ефективності, вчасно виявляти потреби у коригуванні стратегій та ідентифікувати успішні практики для подальшого масштабування. Такий комплексний підхід дозволяє муніципалітетам досягати високих стандартів у сфері енергетичного менеджменту, сприяючи підвищенню якості життя громадян і сталому розвитку громад [6].

Структура енергоменеджменту в муніципалітетах охоплює кілька ключових елементів, які спільно спрямовані на забезпечення ефективного управління енергетичними ресурсами та підвищення рівня енергетичної ефективності. Одним із головних аспектів є наявність посади енергоменеджера, який координує всі аспекти

управління енерговикористанням та впровадження стратегій з підвищення рівня енергетичної ефективності та зменшення шкідливих викидів. Додатково, важливими елементами є впровадження систем енергомоніторингу, механізмів взаємодії з громадськістю та звітності, що в комплексі дозволяють забезпечити прозорість та ефективність управління енергетичними ресурсами.

Крім того, успішна реалізація енергоменеджменту в муніципалітетах передбачає наявність ефективною системи внутрішнього контролю та аудиту, яка забезпечує відповідність процесів нормативним вимогам та міжнародним стандартам. Важливою є також система навчання та розвитку персоналу, залученого до процесів енергетичного менеджменту, задля підтримки їхньої кваліфікації та актуалізації знань. Окрім того, інформаційна платформа забезпечує зв'язок між заінтересованими сторонами, що сприяє створенню сприятливого середовища для спільного розв'язання енергетичних завдань та досягнення стратегічних цілей у сфері енергоефективності [7, 8].

З точки зору енергоменеджменту та реалізації енергомоніторингу муніципальні об'єкти можна класифікувати за декількома основними категоріями. Адміністративні будівлі, офіси та інші адміністративні приміщення потребують моніторингу використання електроенергії, опалення, кондиціонування повітря та освітлення для забезпечення ефективного енергоспоживання. Освітні заклади включають школи, університети і коледжі, де важливо контролювати енергоспоживання для освітлення, опалення та водопостачання. Медичні установи потребують стабільного енергозабезпечення для медичного обладнання та моніторингу енергоспоживання в різних зонах, включаючи операційні зали та палати. Культурні та спортивні заклади мають потребу у великому споживанні енергії для освітлення, систем кондиціонування та опалення під час проведення заходів. Промислові об'єкти міського господарства, такі як водозабірні та очисні споруди, вимагають моніторингу енергоспоживання для оптимізації роботи насосних станцій та інженерних систем. Житловий сектор потребує енергомоніторингу для оптимізації споживання енергії на опалення, водопостачання та освітлення. Інфраструктура та комунальні послуги, такі як громадський

транспорт, вуличне освітлення, водопостачання та водовідведення, теплові мережі, інші об'єкти критичної інфраструктури вимагають надійного та якісного електропостачання, а також постійного моніторингу та контролю режимів електроспоживання (рис 1).



Рис 1. Класифікація муніципальних об'єктів за особливостями функціонування СЕнМ

Інструментальне забезпечення енергомоніторингу нині є ключовим компонентом у системах управління енерговикористанням і охоплює сучасні засоби і технології вимірювання та обліку енергоносіїв і відпрацьованих енергетичних ресурсів, зокрема, смартлічильники електричної і теплової енергії, лічильники води, газу, різноманітних видів палива і технології смартобліку, засоби вимірювання температури, тиску, вологості повітря, освітленості та інших параметрів, сенсори та датчики контролю та фіксування різноманітних подій, а також інформаційно-комунікаційні технології управління даними, зокрема, телекомунікаційні системи і хмарні платформи, які забезпечують збирання та зберігання даних з метою подальшого верифікування, валідування, сертифікування, балансування тощо.

У контексті впровадження СЕнМ у муніципалітетах України важливо розглянути не лише технічні аспекти, але й організаційно-правові та економічні виміри цього процесу. Одним із ключових викликів є потреба в належному правовому регулюванні, яке б сприяло створенню необхідних умов для ефективного впровадження та функціонування СЕнМ на рівні муніципалітетів. Законодавчі акти повинні чітко визначати відповідальність органів місцевого самоврядування у

впровадженні енергоефективних заходів, встановлювати механізми збору та обробки інформації про споживання енергоресурсів, а також забезпечувати участь громадськості в моніторингу та контролі за реалізацією цих заходів.

Національні та місцеві законодавчі акти повинні забезпечувати не лише правову базу для впровадження СЕНМ, а й встановлювати механізми контролю та моніторингу їхньої результативності. Це охоплює визначення правових обов'язків муніципалітетів щодо впровадження енергоефективних технологій, стандартизацію процедур закупівель та використання ресурсів, а також забезпечення прозорості та відкритості у виборі постачальників та підрядників. Важливим аспектом є інтеграція СЕНМ у загальну стратегію розвитку муніципалітетів у рамках чинної законодавчої та регуляторної бази (рис.2), якою має бути враховано специфічні потреби та можливості муніципалітетів у реалізації проєктів з підвищення рівня енергетичної ефективності, зокрема, шляхом стимулювання інвестицій та надання фінансової підтримки.

Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України виступає центральним органом виконавчої влади, що координує і реалізує інтегровану державну політику в сферах енергоефективності, енергозбереження та альтернативних видів палива. У рамках своїх функцій та повноважень агентство активно сприяє впровадженню СЕНМ у державних і територіальних установах. Нині Держенергоефективності разом з Мінінфраструктурою розроблено та наразі узгоджується два ключових нормативно-правових акти:

—«Порядок ведення реєстру органів державної влади та органів місцевого самоврядування, де впроваджено систему енергетичного менеджменту» [9] спрямовано на забезпечення прозорості та відповідальності у реалізації СЕНМ, а також має бути інструментом для оцінки стану та результатів впровадження енергоефективних заходів в органах влади;

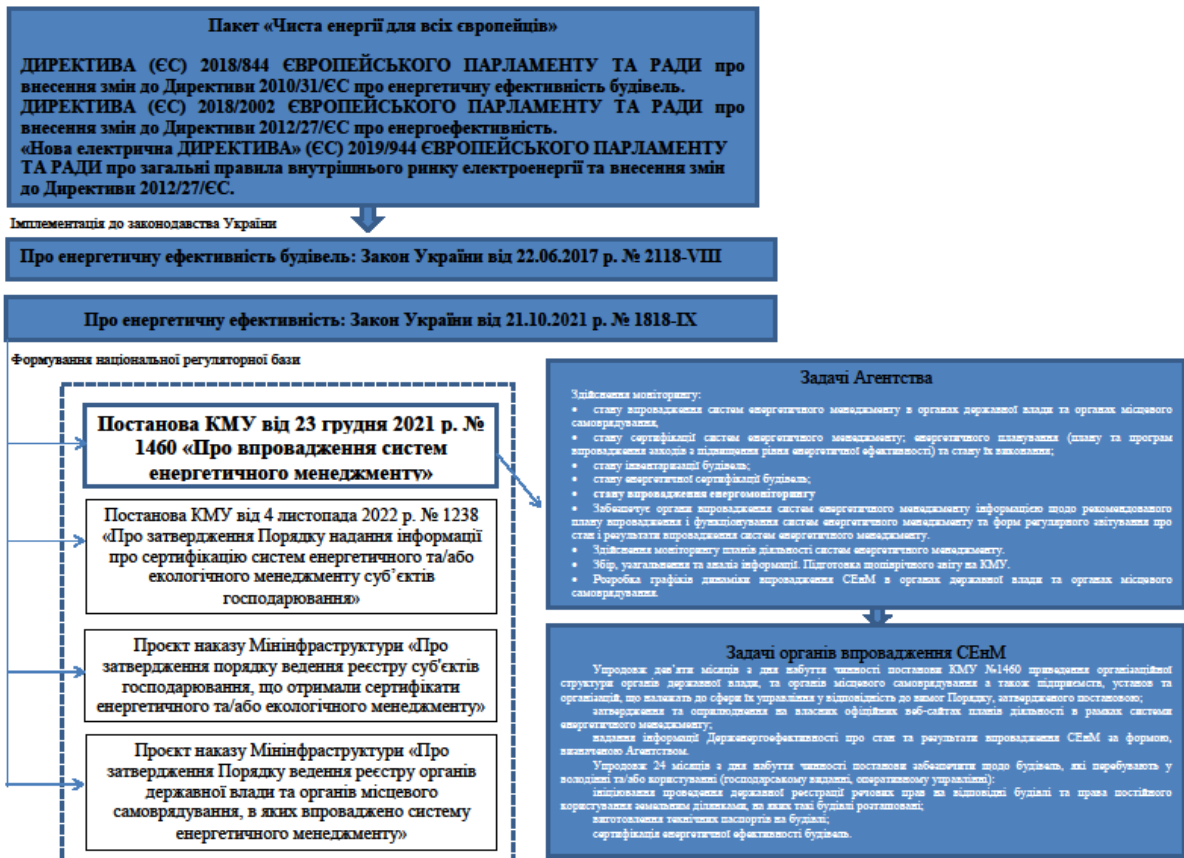


Рис. 2. Структура правового та регуляторного фреймворку для впровадження СЕМ в муніципалітетах

— «Порядок ведення реєстру суб'єктів господарювання, які отримали сертифікати систем енергетичного менеджменту та/або екологічного менеджменту» [10] спрямовано на встановлення системи моніторингу та контролю за енергетичними та екологічними стандартами в приватному секторі, а також сприятиме створенню умов для участі підприємств у державних програмах та отриманні фінансової підтримки на впровадження енергоефективних ініціатив.

Загальна мета прийняття цих нормативно-правових актів – зробити процес впровадження СЕМ в муніципалітетах системним і прозорим, а також стимулювати муніципалітети та комунальні підприємства до активнішої участі у сталому розвитку громад. Це також дозволить забезпечити відповідність українського законодавства міжнародним стандартам у сфері енергоефективності та сприятиме досягненню загальних екологічних цілей країни.

Крім того, розв'язання проблеми нестачі зворотного зв'язку вимагає створення ефективної системи комунікації між муніципалітетами та центральними органами влади. Це охоплює не лише передачу даних про споживання енергії, але й обмін досвідом та кращими практиками у сфері енергоефективності. Важливо також підтримувати розвиток муніципальних технічних та людських ресурсів, спрямованих на впровадження СЕНМ, через навчання та підвищення кваліфікації персоналу, а також забезпечення доступу до сучасних технологій та методик управління енергоресурсами.

За результатами моніторингу Держенергоефективності у 2023 році відповідно до отриманої інформації від 21 обласної державної адміністрації про 20205 власних будівель та будівель органів місцевого самоврядування (ОДА/ОМС) було призначено 1484 відповідальні особи за впровадження СЕНМ. Також затверджено 728 наказів про впровадження організаційної структури СЕНМ і запроваджено 339 посад енергоменеджера з посадовими інструкціями. У процесі впровадження СЕНМ було підписано договори із 17 організаціями для виконання функцій енергетичного менеджменту, а також затверджено 159 декларацій енергетичної політики та розроблено 542 плани діяльності структур енергоменеджменту. Охоплено енергомоніторингом 17750 об'єктів, що становить понад 87% будівель, з них лише 1474 будівлі (8,3%) використовують автоматизовані системи енергомоніторингу (рис.3).

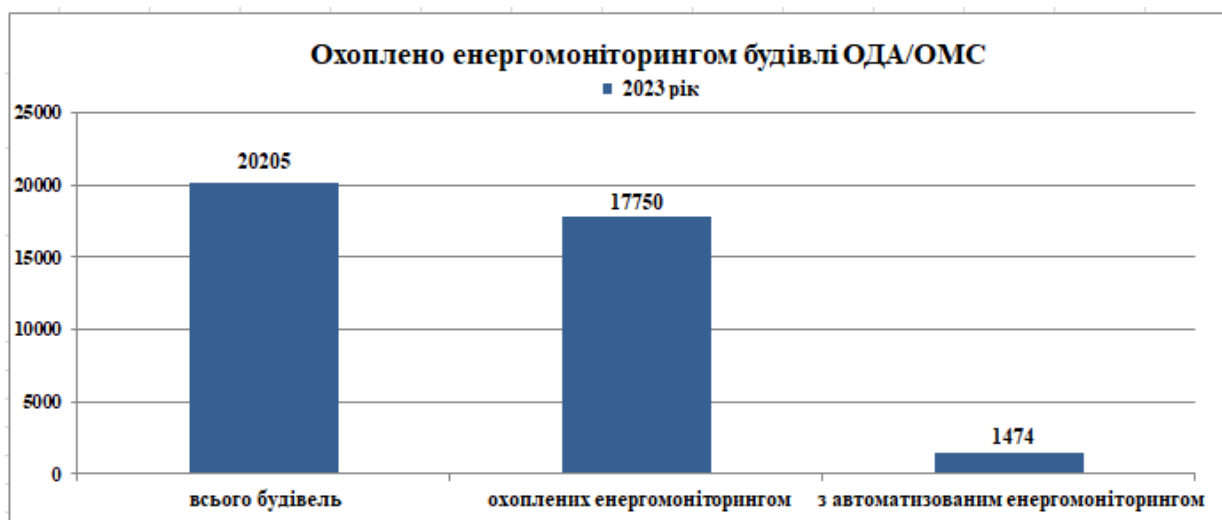


Рис. 3. Стан реалізації енергомоніторингу в будівлях ОДА/ОМС

Висновки і перспективи. Забезпечення достовірності та актуальності даних в системах енергомоніторингу муніципальних об'єктів є важливим кроком у сприянні розвитку місцевої автономії, підтримці співпраці між усіма зацікавленими сторонами та ефективному розподілі завдань з підвищення рівня енергетичної ефективності на різних рівнях управління територіальними громадами. Дослідження стану впровадження систем енергомоніторингу в муніципалітетах України виявило критичні недоліки, що обмежують їхню продуктивність і негативно відбиваються на достовірності та актуальності даних про енерговикористання, що робить неефективним весь цикл енергетичного менеджменту в муніципалітетах. Неповнота і незадовільна якість даних про енергоспоживання ускладнюють аналіз енерговикористання та управління енергетичною ефективністю. Однією з головних причин незадовільного стану є прогалини в законодавчому та регуляторному забезпеченні впровадження та застосування систем енергомоніторингу в муніципалітетах, яке має здійснюватися виключно в рамках чинного законодавства відповідно до встановлених процедур.

Список використаних джерел

1. International Energy Agency (IEA). «Energy Efficiency 2020: Analysis and outlooks to 2024» Paris: IEA, 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020> (дата звернення 03.06.2024).
2. Recommendations_on_Energy_Efficiency_Measures_in_Municipalities. URL: <https://v.gd/Ywc1A3> (дата звернення 05.06.2024).
3. Закон України «Про енергетичну ефективність» від 21 жовтня 2021 року № 1818-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-IX#Text> (дата звернення 09.06.2024).
4. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT) (дата звернення 11.06.2024).
5. ДСТУ ISO 50004:2016 Системи енергетичного менеджменту. Настава щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту (ISO 50004:2014, IDT) (дата звернення 12.06.2024).
6. International Energy Agency (IEA). (2017). Energy Efficiency Governance: Handbook of Energy Efficiency Governance in Cities and Regions. URL:

<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-governance-handbook-of-energy-efficiency-governance-in-cities-and-regions>. (дата звернення 09.06.2024).

7. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). «Guidance on Energy Efficiency Standards in Public Procurement.» URL: <https://unece.org/sustainable-energy/energy-efficiency> (дата звернення 13.06.2024).

8. European Commission. «Energy Efficiency in Buildings: A Life Cycle Approach.» Routledge, 2015. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/109d08a6-0dc4-11eb-bc07-01aa75ed71a1/language-en> (дата звернення 13.06.2024).

9. Проект наказу Мінінфраструктури «Про затвердження Порядку ведення реєстру органів державної влади та органів місцевого самоврядування, в яких впроваджено систему енергетичного менеджменту». URL: <https://saee.gov.ua/uk/content/elektronni-consultatsii> (дата звернення 18.06.2024).

10. Проект наказу Мінінфраструктури «Про затвердження Порядку ведення реєстру суб'єктів господарювання, що отримали сертифікати систем енергетичного менеджменту та/або екологічного менеджменту». URL: <https://saee.gov.ua/uk/content/elektronni-consultatsii> (дата звернення 18.06.2024).

11. Постанова Кабінету Міністрів України від 23 грудня 2021 року № 1460 «Про впровадження систем енергетичного менеджменту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-%D0%BF#n56> (дата звернення 19.06.2024).

References

1. International Energy Agency (IEA). "Energy Efficiency 2020: Analysis and outlooks to 2024" Paris: IEA, 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020> (accessed at 03.06.2024).

2. Recommendations_on_Energy_Efficiency_Measures_in_Municipalities. URL: <https://v.gd/Ywc1A3> (access date 06/05/2024).

3. Zakon Ukrainy «Pro enerhetychnu efektyvnist» vid 21 zhovtnia 2021 roku № 1818-IX [Law of Ukraine "On Energy Efficiency" dated October 21, 2021 No. 1818-IX]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-IX#Text> (accessed at 09.06.2024).

4. DSTU ISO 50001:2020 Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymohy ta nastanova shchodo vykorystannia (ISO 50001:2018, IDT) [DSTU ISO 50001:2020 Energy management systems. Requirements and guidelines for use (ISO 50001:2018, IDT)] (accessed at 11.06.2024)

5. DSTU ISO 50004:2016 Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Nastanova shchodo vprovadzhennia, suprovid ta polipshennia systemy enerhetychnoho menedzhmentu (ISO 50004:2014, IDT [DSTU ISO 50004:2016 Energy management systems. Established to promote, maintain and enhance the energy management system (ISO 50004:2014, IDT)] (accessed at 12.06.2024)

6. International Energy Agency (IEA). (2017). Energy Efficiency Governance: Handbook of Energy Efficiency Governance in Cities and Regions. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-governance-handbook-of-energy-efficiency-governance-in-cities-and-regions>. (accessed at 09.06.2024).

7. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). "Guidance on Energy Efficiency Standards in Public Procurement." URL: <https://unece.org/sustainable-energy/energy-efficiency> (access date 06/13/2024).

8. European Commission. "Energy Efficiency in Buildings: A Life Cycle Approach." Routledge, 2015. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/109d08a6-0dc4-11eb-bc07-01aa75ed71a1/language-en> (accessed at 13.06.2024).

9. Proiekt nakazu Mininfrastruktury «Pro zatverdzhennia Poriadku vedennia reiestru orhaniv derzhavnoi vlady ta orhaniv mistsevoho samovriaduvannia, v yakykh vprovadzheno systemu enerhetychnoho menedzhmentu» [Draft order of the Ministry of Infrastructure "On approval of the Procedure for maintaining the register of state authorities and local self-government bodies that have implemented an energy management system."]. URL: <https://sae.gov.ua/uk/content/elektronni-consultatsii> (accessed at 18.06.2024).

10. Proiekt nakazu Mininfrastruktury «Pro zatverdzhennia Poriadku vedennia reiestru sub'iektiv hospodariuvannia, shcho otrymaly sertyfikaty system enerhetychnoho menedzhmentu ta/abo ekolohichnoho [Draft order of the Ministry of Infrastructure "On approval of the Procedure for maintaining the register of business entities that have received certificates of energy management and/or environmental management systems."]. URL: <https://sae.gov.ua/uk/content/elektronni-consultatsii> (accessed at 18.06.2024).

11. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 23 hrudnia 2021 roku № 1460 «Pro vprovadzhennia system enerhetychnoho menedzhmentu». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-%D0%BF#n56menedzhmentu>. [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 23, 2021 No. 1460 "On the implementation of energy management systems"]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-%D0%BF#n56> (accessed at 19.06.2024).

THE ACTUAL CHALLENGES FOR ENERGY MONITORING AT THE MUNICIPAL FACILITIES

O. Kotsar, A. Karpenko

Abstract. *The balanced use of energy resources and the reduction of harmful emissions are an integral part of the urgent tasks of state administration and local self-government for the sake of sustainable development of communities. Achieving these goals is impossible without the use of highly efficient energy management systems which based on productively energy monitoring systems. However, research results indicate the presence of critical problems in the functioning of such systems in municipalities, which renders the entire process of community energy management ineffective. The paper*

analyzes the results of the implementation and application of energy monitoring systems in municipalities and territorial communities of Ukraine within the framework of the valid legislative and regulatory frameworks, performs a gap-analysis of the regulatory framework for ensuring the functioning of energy monitoring systems in municipalities, identifies the factors and causes of the ineffectiveness of such systems, and suggests ways to overcome them. The main focus is on improving legislative and regulatory support for procedures for collecting and analyzing data on energy use. Research results prove that ensuring the reliability and relevance of data provided by high-performance energy monitoring systems contributes to the development of local autonomy, supports communications and cooperation between parties, and motivates productive actions. It also helps to effectively distribute energy efficiency improvement tasks between different levels of management.

Key words: *energy efficiency, energy management, energy monitoring, EnMS, energy monitoring system, energy efficient municipality*