

Довгий С. С., аспірант, ORCID 0009-0003-9428-7240,
наук. керівник: канд. техн. наук, доцент О. В. Коцар,
ORCID 0000-0002-7958-2335,

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

ENHANCING ENERGY EFFICIENCY IN FOOD SERVICE ESTABLISHMENTS

Анотація. Наведено результати комплексного дослідження енергетичної ефективності в секторі малого та середнього підприємництва, зокрема, у закладах ресторанного господарства (HoReCa). На основі емпіричних даних комплексного енергетичного аудиту типового об'єкта (кондитерської-ресторану), проведеного в умовах експлуатації, здійснено поглиблений аналіз структури енергоспоживання та ідентифіковано ключові джерела непродуктивних витрат енергії. Виявлено, що значна частина енергетичних витрат, яка може досягати 20 % від загального енергоспоживання, зумовлена відсутністю систематизованого технічного обліку, деградацією термодинамічних характеристик холодильного обладнання та неефективним управлінням режимами очікування технологічних споживачів. Обґрунтовано алгоритм впровадження системи енергетичного моніторингу, що базується на методах статистичного контролю процесів та диверсифікованому обліку. Запропоновано матрицю коригувальних дій, яка поєднує інвестиційні інженерні рішення з організаційними заходами в межах управлінського циклу PDCA. Отримані результати мають прикладне значення для розробки стратегій зниження вуглецевого сліду та операційних витрат підприємств галузі (HoReCa). Бібл. 10, табл. 2.

Ключові слова: енергоаудит, енергоефективність, енергозбереження, енергомоніторинг, заклади ресторанного господарства (HoReCa), малі та середні підприємства (МСП), цикл PDCA.

Abstract. Presented a comprehensive study on energy efficiency issues within the Small and Medium-sized Enterprises, specifically focusing on food service establishments (HoReCa). Based on empirical data from a detailed energy audit of a typical facility (a confectionery-restaurant) conducted under operating conditions, a deep analysis of energy consumption structures was performed, identifying key sources of inefficiency. Revealed that a significant portion of energy losses, potentially reaching 20 % of the total consumption, is attributed to the lack of systematic technical metering, degradation of thermodynamic characteristics of refrigeration equipment, and inefficient management of standby modes in technological consumers. Developed an algorithm for implementing an energy monitoring system based on statistical process control methods and diversified metering. A matrix of corrective actions is proposed, integrating engineering solutions (insulation restoration, automation, variable frequency drives) with organizational measures within the PDCA management cycle. The results have practical implications for developing strategies to reduce the carbon footprint and operational costs of HoReCa industry enterprises. Ref. 10, Tabl. 2.

Keywords: energy audit, energy efficiency, energy conservation, energy monitoring, food service establishments (HoReCa), small and medium-sized enterprises (SME), PDCA cycle.

Вступ. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується безпрецедентними викликами в енергетичній сфері. Зростання вартості енергоносіїв, посилення екологічних нормативів та необхідність декарбонізації бізнес-процесів ставлять питання енергоефективності в центр стратегічного планування підприємств будь-якого масштабу. Особливої гостроти ця проблема набуває для сектору малого та середнього підприємництва (МСП), який, з одного боку, є основою економічної стабільності багатьох країн, а з іншого – часто позбавлений доступу до капіталомістких технологій енергозбереження та професійного енергоменеджменту [1].

Сектор гостинності та громадського харчування (HoReCa) традиційно вважається одним із найбільш енергоємних сегментів комерційної нерухомості. Згідно з даними Агентства з охорони довкілля США (EPA) та енергетичної статистики, ресторани та заклади швидкого харчування споживають у 5–7 разів більше енергії на одиницю площі, ніж середньостатистичні офісні будівлі, роздрібні магазини чи інші типи комерційних приміщень [2]. Така диспропорція зумовлена специфікою технологічних процесів: одночасним використанням потужного теплового обладнання для приготування їжі, холодильних установок для зберігання продуктів, а також складних систем вентиляції та кондиціювання повітря, необхідних для забезпечення комфорту відвідувачів та видалення надлишкового тепла і запахів з кухні [3].

В Україні ситуація ускладнюється факторами нестабільності енергосистеми та високою волатильністю тарифів для непобутових споживачів. Для типового ресторану чи кондитерської витрати на електроенергію можуть становити суттєву частку операційних витрат (ОРЕХ), безпосередньо впливаючи на собівартість продукції та маржинальність бізнесу. При цьому, як свідчить практика, значний потенціал енергозбереження (до 30 %) залишається нереалізованим через відсутність системного підходу до моніторингу та управління енерговикористанням.

На відміну від великих промислових підприємств, де функціонують відділи головного енергетика та впроваджено стандарти ДСТУ ISO 50001 [4], малі підприємства сектору HoReCa стикаються з низкою специфічних бар'єрів:

- більшість закладів обмежуються даними комерційного обліку (один загальний лічильник), що не дозволяє деталізувати споживання та виявити конкретні джерела втрат. Відсутність диверсифікованого обліку перетворює енергоспоживання на «чорну скриньку»;

- експлуатація обладнання часто відбувається «до відмови». Профілактичне технічне обслуговування, яке могло б підтримувати достатній рівень енергоефективності, ігнорується;

- значна частина енергії витрачається непродуктивно переважно через нераціональні дії персоналу (невимкнене обладнання, відкриті двері холодильників, неправильне використання вентиляції).

Дослідження покликано заповнити прогалину в методичному забезпеченні енергоменеджменту для МСП, пропонуючи адаптовані інструменти енергоаудиту та алгоритми енергомоніторингу, які базуються на реальних кейсах та науково обґрунтованих підходах.

Метою досліджень є розробка та наукове обґрунтування алгоритму побудови системи енергетичного моніторингу та стратегії реалізації коригувальних дій для типового закладу ресторанного господарства, спрямованих на підвищення енергоефективності та зниження вуглецевого сліду. Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

- проведення аналізу результатів інструментального енергетичного аудиту референтного об'єкта (кондитерської-ресторану) для визначення типової структури енергоспоживання та ідентифікації характерних нераціональних витрат енергії;

- дослідження природи виявлених втрат енергії в основних технологічних групах обладнання (теплове, холодильне, вентиляційне) та оцінка їх кількісного впливу на загальний енергетичний баланс;

- розробка уніфікованого алгоритму енергомоніторингу для МСП, який включає методологію вибору точок обліку, збору даних та їх аналітичної обробки за допомогою статистичних методів (регресійний аналіз, CUSUM);

- формування комплексної матриці коригувальних дій, що охоплює технічні модернізації, оптимізацію режимів роботи та організаційно-управлінські заходи, з оцінкою їх техніко-економічної ефективності;

- обґрунтування інтеграції запропонованих рішень до загальної системи управління якістю підприємства через цикл PDCA.

Матеріал і результати досліджень. В основу дослідження покладено результати комплексного енергетичного аудиту кондитерської та ресторану (м. Київ), проведеного у грудні 2025 року. Об'єкт є репрезентативним для класу закладів HoReCa, поєднуючи функції виробництва, зберігання та обслуговування клієнтів. Заклад розташований у вбудовано-прибудованому приміщенні житлового будинку і займає частину першого поверху та підвалу. Електропостачання здійснюється від міської мережі напругою 0,4 кВ. Середньомісячне споживання електроенергії варіюється в діапазоні 12 000–16 000 кВт·год, що свідчить про високу інтенсивність енерговикористання. Сезонність споживання чітко корелює з роботою кліматичного обладнання (зростання влітку на охолодження) та зміною навантаження на вентиляцію.

Аналіз встановленої потужності та режимів роботи дозволив виявити чітку ієрархію споживачів. Підтверджено дію принципу Парето: 50 % добового енергоспоживання генерується лише 10 одиницями технологічного обладнання. До найбільш енергоємних споживачів відносяться:

- індукційні плити та пароконвектомати (24 %) – основне навантаження кухні;

- подова піч (10 %) – ключовий елемент кондитерського виробництва, що характеризується високою тепловою інерцією;

- холодильні агрегати (середньотемпературні та низькотемпературні) – сумарно складають понад 10 % споживання, працюючи в режимі 24/7;

- посудомийна машина (4 %) – характеризується значним піковим навантаженням на підігрів води;

- освітлення залу та вулична декоративна підсвітка (3 %).

Така структура споживання є типовою для галузі. Згідно з даними Управління енергетичної інформації США (EIA), у закладах харчування приготування їжі становить близько 40 % кінцевого споживання енергії, а холодильне обладнання – близько 15–16 % [5]. Це підтверджує можливість екстраполяції результатів енергоаудиту на аналогічні підприємства.

Структуру розподілу енергоспоживання типового закладу ресторанного господарства приведено в табл. 1.

Таблиця 1. Структура розподілу енергоспоживання типового закладу HoReCa

Група обладнання	Ключові споживачі	Частка в балансі, %	Характер навантаження	Примітки
Теплова обробка (приготування їжі)	Плити, печі, пароконвектомати	~45–50 %	Дискретне, пікове	Залежить від замовлень, висока потужність
Холодильне обладнання	Компресорно-конденсаторні блоки, холодильні шафи і меблі	~20–25 %	Базове	Працює 24/7
Мийка посуду, прибирання, господарсько-побутові потреби	Посудомийні машини, водонагрівачі	~5–10 %	Пікове	Значні витрати на нагрів води
Вентиляція та клімат	Припливні/витяжні вентилятори, кондиціонери	~10–15 %	Постійне/сезонне	Значний потенціал регулювання
Інше	Освітлення, оргтехніка	~5–10 %	Змішане	Потенційне джерело нічних втрат

Одним із найбільш значущих результатів енергоаудиту став аналіз профілю навантаження в неробочий час (з 21:00 до 07:00). Інструментальні вимірювання довели, що в період, коли заклад зачинено для відвідувачів і виробничі процеси зупинено, електричне навантаження залишається в середньому на рівні 8,4 кВт, внаслідок чого електроспоживання за 10 неробочих годин становить близько 84 кВт·год. При цьому розрахункова оцінка необхідного технологічного мінімуму (робота холодильників, серверної, охоронної сигналізації) упродовж того самого періоду часу складає лише 61,7 кВт·год. Різниця у 22,7 кВт·год за ніч є так званими «паразитними» втратами або втратами холостого ходу. У річному вимірі це еквівалентно понад 8,2 МВт·год, або близько 5–6 % від загального річного споживання підприємства. Джерелами цих втрат є:

- кавомашини, які залишають увімкненими в нічний час для підтримки температури води в бойлерах;
- електричні водонагрівачі, які компенсують тепловтрати через ізоляцію баків за відсутності водорозбору;
- вентиляційні установки, які залишаються увімкненими вночі через людський фактор за відсутності автоматики;

- зовнішня декоративна підсвітка, реклама та внутрішнє освітлення, які працюють упродовж всієї ночі через відсутність реле часу;
- комп'ютерна та офісна техніка, яка перебуває в режимі «Standby» замість повного вимкнення.

Існування таких втрат узгоджується з дослідженнями поведінкової енергоефективності, які вказують, що користувацька поведінка є одним з найбільш впливових факторів енергоспоживання [6].

Холодильне господарство закладу, що складається з розподілених холодильних камер та автономних меблів, має ознаки значного зниження енергоефективності. Енергоаудит виявив системні проблеми, які можна класифікувати як порушення термодинамічного циклу парокомпресійної машини.

1. Порушення герметичності камер. Зношені ущільнювачі дверей та нещільні стики панелей призводять до інфільтрації теплого та вологого повітря. Це збільшує теплове навантаження на випарник, змушуючи компресор працювати довше (збільшення коефіцієнта використання). Крім того, волога конденсується та намерзає на ламелях випарника, створюючи термічний опір і знижуючи коефіцієнт теплопередачі.

2. Відсутність термоізоляції всмоктуючих трубопроводів. Фреоноводи, що повертають пари холодоагенту від випарника до компресора, частково не ізолювано. Це призводить до нагріву пари від навколишнього середовища. Термодинамічно це збільшує питомий об'єм газу на вході в компресор, що зменшує масову продуктивність компресора та призводить до його перегріву.

3. Забруднення конденсаторів. Відкладення пилу та жиру (характерне для кухонних приміщень) на поверхні теплообміну конденсаторів блокує відведення тепла. Це призводить до підвищення температури конденсації. Згідно з циклом Карно, ефективність холодильної машини (COP) обернено пропорційна різниці температур між джерелом тепла та тепловідводом. Підвищення температури конденсації на 1 °C знижує енергоефективність на 2–3 %.

Алгоритм впровадження системи енергомоніторингу

На основі аналізу виявлених проблем та кращих світових практик [6, 7, 8], розроблено алгоритм впровадження системи енергетичного моніторингу, адаптований для потреб та можливостей МСП. Система моніторингу розглядається не просто як засіб збору даних, а як інструмент ухвалення управлінських рішень.

Етап 1: декомпозиція та архітектура точок обліку

Традиційний підхід з одним лічильником на вході не забезпечує достатньо інформації для управління. Необхідно впровадити багаторівневу (диверсифіковану) систему обліку. Пропонується така ієрархія точок вимірювання:

1. Рівень вводу. Головний лічильник після комерційного обліку. Його функція – верифікація рахунків постачальника, контроль договірної потужності та загальний енергомоніторинг.

2. Рівень зон/процесів. Встановлення технологічних лічильників на групові лінії в розподільчих щитах.

– щит кухні: вимірювання енергії, витраченої безпосередньо на приготування їжі;

- щит вентиляції: контроль роботи систем вентиляції;
- щит холодильного обладнання: виокремлення навантаження системи холодопостачання;

- щит освітлення та залу: оцінка допоміжних витрат електроенергії.

3. Рівень окремих струмоприймачів. Моніторинг енергоємних струмоприймачів (подова піч, індукційна плита, пароконвектомат, посудомийна машина) за допомогою смартрозеток або індивідуальних лічильників.

Для об'єкту енергоаудиту реалізація рівня зон/процесів є оптимальною за співвідношенням ціна/інформативність. Це дозволить розрахувати ключові показники продуктивності (KPIs) для кожного процесу окремо.

Етап 2: апаратне та програмне забезпечення

Для МСП критично важлива вартість рішення. Замість дорогих промислових SCADA-систем рекомендується використання smartлічильників з функцією дистанційної передачі даних (Modbus, Wi-Fi, GSM і т.і.) до бази даних (БД). Для виявлення пікових навантажень та аналізу профілів роботи обладнання рекомендований інтервал збору даних становить не більше 15 хвилин. Для діагностики технічного стану (наприклад, циклів увімкнення компресорів) може знадобитися щохвилинна дискретність.

Етап 3: аналітична обробка та математичне моделювання

Простого накопичення даних недостатньо. Необхідно створити математичну модель планового споживання енергії – базову лінію. Для цього використовується метод регресійного аналізу, який встановлює залежність енергоспоживання (W) від змінних факторів:

$$W = BL + \alpha \cdot P + \beta \cdot (T_{\text{вн}} - T_{\text{зовн}}), \quad (1)$$

де BL – базове навантаження (*base load*), що не залежить від виробництва (наприклад, чергове освітлення); P – обсяг виробництва (кількість чеків, страв або товарообіг); α – енергоємність одиниці продукції; β – питома витрата енергії на опалення/охолодження; $T_{\text{вн}}$, $T_{\text{зовн}}$ – внутрішня і зовнішня температура повітря. Створення такої моделі дозволяє прогнозувати споживання і порівнювати його з фактичним.

Етап 4: виявлення аномалій та зворотний зв'язок

Система повинна автоматично аналізувати відхилення фактичного споживання від змодельованого. Для цього ефективно застосовувати метод кумулятивних сум (CUSUM) різниць між фактом і планом енергоспоживання. Діаграма CUSUM будується для моніторингу та оцінки трендів енергоефективності. Очікувані значення енергоспоживання (W) слугують орієнтиром для розрахунку відхилень від фактичного споживання [8].

Якщо крива на CUSUM діаграмі висхідна – енергоефективність знижується (з'явилися нові втрати, несправності, або змінилася споживча поведінка). Якщо ж крива нисхідна – енергоефективність підвищується (результат впроваджених заходів). Алгоритм передбачає автоматичне генерування повідомлень (*push*-сповіщень) відповідальним особам при виявленні аномалій (наприклад, робота печі в нічний час або аномально високе споживання холодильника).

Комплексна стратегія коригувальних дій

На основі проведеного аналізу та розробленого алгоритму енергомоніторингу пропонується матриця коригувальних дій. Заходи класифіковано за типом (технічні, організаційні) та терміном окупності.

Технічні коригувальні дії

Автоматизація керування режимами очікування. Суть заходу полягає в усуненні людського фактору в управлінні енергоємним обладнанням, що має значні втрати холостого ходу. Пропонується така послідовність реалізація заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності:

1. Встановлення таймерів або смартконтролерів на лінію живлення кавомашин. Програмування вимкнення о 21:00 та ввімкнення за 1 годину до відкриття (07:00). Це має заощадити енергію, яка витрачалася б на підтримку температури води в бойлері протягом 10 нічних годин, замінюючи її значно меншими витратами на одноразовий ранковий розігрів.

2. Встановлення таймерів або смартконтролерів на лінію живлення водонагрівачів. Бойлер, як термос, збереже воду теплою до ранку, а таймер не дозволить нагрівачу вмикатися для підігріву води на 1–2 градуси, яка все одно охолоне. Економія досягається за рахунок зниження середньої різниці температур між водою та повітрям вночі (вода трохи остигає, тепловтрати зменшуються) та усунення циклічного нагріву.

3. Впровадження системи “*Master Switch*” – контактора, що керується ключем охорони або однією кнопкою біля виходу, для централізованого знеструмлення всіх некритичних споживачів (освітлення, розетки залу, вивіски, вентиляція) при закритті закладу.

Очікуваний ефект – зниження нічного енергоспоживання на 70–80 %, економія до 6–8 тис. кВт·год на рік. Термін окупності – 6–9 місяців.

Реабілітація та оптимізація холодильного господарства. Суть заходу полягає у відновленні паспортних характеристик термодинамічного циклу. Реалізація наступна:

1. Заміна зношених ущільнювачів на дверях камер для усунення інфільтрації повітря.

2. Термоізоляція фреоноводів матеріалами на основі спіненого каучуку для запобігання перегріву холодоагенту.

3. Регулярна хімічна чистка конденсаторів для зниження температури конденсації.

Очікуваний ефект – зменшення енергоспоживання компресорів на 20–25 %, покращення умов зберігання продуктів. Термін окупності – до 1 року.

Частотне регулювання систем вентиляції. Суть заходу полягає у переході від дискретного керування (On/Off) до плавного регулювання продуктивності відповідно до реальних потреб кухні. Для цього необхідне встановлення частотних перетворювачів на двигуни вентиляторів. Керування швидкістю може здійснюватися вручну (перемикач режимів: «черговий», «робочий», «форсаж») або автоматично за датчиками температури витяжного повітря чи оптичними датчиками задимлення. Згідно з законами подібності для відцентрових машин,

потужність на валу пропорційна кубу швидкості обертання ($P \propto n^3$). Зменшення обертів всього на 20 % призводить до зниження споживання енергії майже на 50 %.

Очікуваний ефект – економія електроенергії на вентиляцію до 40–60 %, зменшення витрат на підігрів/охолодження припливного повітря. Термін окупності – 1,5–2 роки.

Організаційні та управлінські дії

Технічні заходи можуть бути знівельовані неправильною експлуатацією, тому організаційна складова є критично важливою [9, 10].

Інтеграція в цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act). Енергоменеджмент повинен стати циклічним процесом постійного покращення:

- Plan (планування): встановлення цілей (наприклад, зменшення енергоспоживання на 10 % за наступний рік) та бюджетування заходів;

- Do (виконання): реалізація технічних заходів, навчання персоналу новим протоколам роботи.

- Check (перевірка): щомісячний аналіз звітів системи моніторингу, порівняння енергоспоживання з базовою лінією та бенчмарками;

- Act (дія): коригування стратегії енергозбереження, аналіз причин відхилень енергоспоживання, заохочення персоналу за досягнення економії.

Операційні протоколи та навчання персоналу:

1. Впровадження графіків увімкнення обладнання. Наприклад, увімкнення енергоємної подової печі строго за 45–60 хвилин до початку випікання, а не на початку зміни.

2. Розробка чек-листів закриття зміни для адміністраторів (фізична перевірка вимкнення обладнання).

3. Навчання правильному завантаженню печей, посудомийних машин та пароконвектоматів.

Фінансова оптимізація (тарифна політика). Аналіз структури рахунків за електроенергію часто виявляє, що МСП працюють за фіксованими тарифами з високою маржею постачальника. Перехід на ринкове ціноутворення дозволяє знизити вартість однієї кВт·год на 10–15 % без технічних втручань. При цьому, перехід на нічний режим роботи виробництва (для використання нічного тарифу) в умовах вбудованих приміщень житлових будинків є ризикованим через санітарні норми щодо шуму і вібрації, тому має розглядатися з обережністю.

Узагальнені дані по всіх запропонованих заходах наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Узагальнена матриця заходів з підвищення рівня енергетичної ефективності

Група заходів	Захід	Оцінка економії	Інвестиції	Термін окупності
Організаційні	Оптимізація тарифу постачальника електроенергії	10–15 %	0	Миттєво
Організаційні	Операційні протоколи, чек-листи, навчання	5–10 %	Низькі	<3 міс.
Технічні (маловитратні)	Таймери на кавомашини/бойлери, Master Switch	3–5 %	Низькі	6–9 міс.

Група заходів	Захід	Оцінка економії	Інвестиції	Термін окупності
Технічні (ремонт)	Технічне обслуговування та ремонт холодильного господарства	2–4 %	Середні	9–12 міс.
Технічні (CAPEX)	Частотне регулювання вентиляції, рекуперація	5–8 %	Високі	1,5–3 роки

Висновки. Проведене дослідження доводить, що заклади громадського харчування сегменту МСП мають значний потенціал підвищення енергоефективності, який оцінюється на рівні 15–20 % від загального енергоспоживання.

Аналіз результатів енергоаудиту показав, що основними точками втрат є не стільки технологічна недосконалість основного обладнання (сучасні індукційні плити та пароконвектоми є досить ефективними), скільки недоліки в експлуатації допоміжних систем (холодопостачання, вентиляція, гаряче водопостачання) та відсутність культури енергозбереження серед персоналу.

Запропонований алгоритм впровадження системи енергомоніторингу дозволяє перейти від пасивної оплати рахунків до активного управління енерговитратами. Ключовим елементом успіху є не просто встановлення лічильників, а інтеграція аналітичних інструментів (CUSUM, регресійні моделі) в управлінські процеси закладу.

Реалізація розробленої матриці коригувальних дій, починаючи з безвитратних організаційних заходів та закінчуючи інженерною модернізацією систем вентиляції та холодопостачання, здатна забезпечити значний економічний ефект. Для типового ресторану це може означати економію сотень тисяч гривень на рік, що співрозмірно з чистим прибутком від основного виду діяльності, роблячи енергоефективність одним з найбільш привабливих напрямків для інвестування.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку типових галузевих бенчмарків (питомих показників енергоємності на чек/кг продукції) для українського ринку HoReCa, що дозволить підприємцям об'єктивно оцінювати свою ефективність у порівнянні з конкурентами.

Список використаних джерел

1. Southernwood, J., Papagiannis, G. K., Güemes, E. L., & Sileni, L. (2020). Energy Efficiency Solutions for Small and Medium-Sized Enterprises. *Proceedings*, 65(1), 19. URL: <https://doi.org/10.3390/proceedings2020065019> (дата звернення 03.03.2026).

2. Energy Star® Guide for Cafés, Restaurants, and Institutional Kitchens (2015). URL: https://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/CR%20ES%20Restaurant%20Guide%202015%20v8_0.pdf (дата звернення 03.03.2026).

3. Goel, Supriya & Gonzalez Matamoros, Juan & Vlachokostas, Alex & Wang, Na. (2018). Food Service Building Asset Score Rating Methodology and Analysis. URL: <https://www.osti.gov/biblio/1459906> (дата звернення 03.03.2026).

4. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT). [Чинний від 15.09.2020]. ДП «УкрНДНЦ», 2020.

5. Food service buildings are highly energy intensive. U.S. Energy Information Administration. August 28, 2023. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=60241> (дата звернення 03.03.2026).

6. Eirinaki M, Varlamis I, Dahihande J, Jaiswal A, Pagar AA, Thakare A. Real-time recommendations for energy-efficient appliance usage in households. *Front Big Data*. 2022 Sep 20; 5:972206. URL: <https://doi.org/10.3389/fdata.2022.972206> (дата звернення 03.03.2026).

7. A holistic framework for Empowering SME's capacity to increase their energy efficiency. SMEmPower Efficiency project, funded by the EU Horizon 2020.

URL: <https://doi.org/10.3030/847132> (дата звернення 03.03.2026).

8. Chinnaket, S., Michel, P. C., & Chansri, P. (2025). Forecasting Trends in Electrical Energy Efficiency in the Food Industry. *Energies*, 18(21), 5667.

URL: <https://doi.org/10.3390/en18215667> (дата звернення 03.03.2026).

9. Vargas-Gurrola, L., Aguilar-Virgen, Q., Balderas-López, S., & Taboada-González, P. (2025). PDCA-Based Methodology for the Evaluation of Energy Efficiency in the Industrial Sector. *Applied Sciences*, 15(23), 12530. URL: <https://doi.org/10.3390/app152312530> (дата звернення 03.03.2026).

10. Effective energy management for business. © The Carbon Trust (2019).

URL: <https://www.carbontrust.com/sites/default/files/documents/resource/public/Effective-energy-management.pdf> (дата звернення 03.03.2026).

References

1. Southernwood, J., Papagiannis, G. K., Güemes, E. L., & Sileni, L. (2020). Energy Efficiency Solutions for Small and Medium-Sized Enterprises. *Proceedings*, 65(1), 19. URL: <https://doi.org/10.3390/proceedings2020065019> (accessed 03.03.2026).

2. Energy Star® Guide for Cafés, Restaurants, and Institutional Kitchens (2015). URL: https://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/CR%20ES%20Restaurant%20Guide%202015%20v8_0.pdf (accessed 03.03.2026).

3. Goel, Supriya & Gonzalez Matamoros, Juan & Vlachokostas, Alex & Wang, Na. (2018). Food Service Building Asset Score Rating Methodology and Analysis.

URL: <https://www.osti.gov/biblio/1459906> (accessed 03.03.2026).

4. DSTU ISO 50001:2020 Energy management systems – Requirements with guidance for use. (Ukr)

5. Food service buildings are highly energy intensive. U.S. Energy Information Administration. August 28, 2023. URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=60241> (accessed 03.03.2026).

6. Eirinaki M, Varlamis I, Dahihande J, Jaiswal A, Pagar AA, Thakare A. Real-time recommendations for energy-efficient appliance usage in households. *Front Big Data*. 2022 Sep 20; 5:972206. URL: <https://doi.org/10.3389/fdata.2022.972206> (accessed 03.03.2026).

7. A holistic framework for Empowering SME's capacity to increase their energy efficiency. SMEmPower Efficiency project, funded by the EU Horizon 2020.

URL: <https://doi.org/10.3030/847132> (accessed 03.03.2026).

8. Chinnaket, S., Michel, P. C., & Chansri, P. (2025). Forecasting Trends in Electrical Energy Efficiency in the Food Industry. *Energies*, 18(21), 5667.

URL: <https://doi.org/10.3390/en18215667> (accessed 03.03.2026).

9. Vargas-Gurrola, L., Aguilar-Virgen, Q., Balderas-López, S., & Taboada-González, P. (2025). PDCA-Based Methodology for the Evaluation of Energy Efficiency in the Industrial Sector. *Applied Sciences*, 15(23), 12530. URL: <https://doi.org/10.3390/app152312530> (accessed 03.03.2026).

10. Effective energy management for business. © The Carbon Trust (2019).

URL: <https://www.carbontrust.com/sites/default/files/documents/resource/public/Effective-energy-management.pdf> (accessed 03.03.2026).