

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Швець Андрій Степанович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Енергетичний аудит як засіб забезпечення ефективності
енергоспоживання

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело

Швець А.С.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Палійчук Володимир Константинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

К. Т. Н., доц.

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Швець А.С. Енергетичний аудит як засіб забезпечення ефективності енергоспоживання. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Розкрито теоретичні аспекти проведення енергетичного аудиту; проведено моніторинг помилок, що виникають при формуванні звіту з енергоаудиту та розроблено рекомендації одо їх уникнення; провести розрахунок економічного і енергетичного ефекту заходів з забезпечення ефективності енергоспоживання окремого суб'єкта господарювання.

Ключові слова: енергетичне обстеження, втрати енергії, енергоаудит, звіт з енергоаудиту.

SUMMARY

Shvets A.S. Energy audit as a means of ensuring energy efficiency. – Manuscript.

Master's work for Master «Master» specialty 141 «Electric power, electrical engineering and electromechanics» Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

Qualification work for obtaining the educational degree of the master on a specialty 141 - Electric power engineering, electric engineering and electromechanics. - Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

Theoretical aspects of energy audit are revealed; the monitoring of errors that occur during the formation of the energy audit report was carried out and recommendations for their avoidance were developed; to calculate the economic and energy effect of measures to ensure the energy efficiency of an individual entity.

Keywords: energy audit, energy loss. Energy audit, energy audit report.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ	7
1.1. Сутність та види енергетичного аудиту.....	7
1.2. Завдання та методика проведення енергетичного аудиту.....	10
Висновки до розділу 1	13
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ЯК ЗАСОБУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ..	14
2.1. Моніторинг помилок, що виникають при формуванні звіту з енергоаудиту.....	14
2.2. Використання інструментів енергетичного аудиту як засіб забезпечення ефективності енергоспоживання ЖОДЮСШОІ.....	20
Висновки до розділу 2.....	28
РОЗДІЛ 3. НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ.....	29
3.1. Рекомендації щодо уникнення помилок щодо оформлення звіту енергоаудитора	29
3.2. Розрахунок економічного і енергетичного ефекту заходів з забезпечення ефективності енергоспоживання ЖОДЮСШОІ	30
Висновки до розділу 3.....	33
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36
ДОДАТКИ	43

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Працювати енергоефективно означає можливість отримувати більший ефект при менших витратах енергії, а значить і менших фінансових витратах на забезпечення суб'єктів господарювання паливно-енергетичними ресурсами. Ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів призводить до суттєвої економії і, як наслідок, до помітного скорочення виплат за рахунками за комунальні послуги виробничих підприємств. Ефективне використання енергоресурсів є одним з найбільш надійних і економічно доцільних способів підвищення прибутковості підприємства. Питання енергоефективності стає особливо актуальним у зв'язку з тим, що підвищення енергоефективності підприємства призведе до наступних позитивних результатів: підвищення рентабельності виробництва продукції (послуг) за рахунок зниження витрат на енергоносії; поліпшення якості продукції, що випускається; поліпшення корпоративного іміджу; підвищення капіталізації та конкурентоспроможності підприємства. На практиці підвищення енергоефективності досягається за рахунок використання результатів енергетичного аудиту.

Аналіз літературних джерел. Проблематику важливості проведення енергетичного аудиту розкрили у власних доробках наступні науковці: Андропова О.В. [1], Бабенко О.В. [2], Беляєв С.В. [3], Гамеляк І.П. [5], Гільорме Т.В. [6], Джеджула В.В. [10], Дмитрієв М.М. [11], Закладний О.О. [14], Замулко А.І. [15], Колієнко В.А. [17], Кухарець М.М. [18], Маліновський А. А. [19], Музичак А. З. [21], Пахолук О. А. [23], Радомська М.М. [29], Радько І. П. [30], Трунова І. М. [36], Шовкалюк М. М. [40], Юрченко Є. Л. [41], Якобчук В. П. [42], Ярош С. В. [43] та багатьох інших. Розглянуті дослідження стосуються технологічних, правових, організаційних та фінансових умов проведення енергетичного аудиту.

Розуміння перспективності та неминучості застосування енергетичного аудиту різними суб'єктами господарювання та окремими громадянами даний напрямок є особливо актуальним для подальших досліджень.

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є теоретичне обґрунтування та розробка науково-практичних рекомендацій щодо проведення енергетичного аудиту. Для досягнення поставленої мети кваліфікаційного дослідження поставлено і вирішено такі завдання:

- розкрити теоретичні аспекти проведення енергетичного аудиту;
- провести моніторинг помилок, що виникають при формуванні звіту з енергоаудиту та розробити рекомендації одо їх уникнення;
- розглянути можливість використання інструментів енергетичного аудиту як засобу забезпечення ефективності енергоспоживання окремого суб'єкта господарювання;
- провести розрахунок економічного і енергетичного ефекту заходів з забезпечення ефективності енергоспоживання окремого суб'єкта господарювання.

Предметом дослідження є сукупність теоретичних та практичних питань щодо проведення енергетичного аудиту.

Об'єктом дослідження виступає взаємодія замовників та виконавців яка виникає в процесі проведення енергетичного аудиту.

Методи дослідження. Теоретико-методологічною основою кваліфікаційної роботи є сучасні положення енергетичного менеджменту та аудиту, наукові праці вітчизняних і зарубіжних фахівців з теорії і практики енергетичного аудиту, формування. Для досягнення поставленої мети і розв'язання завдань у кваліфікаційній роботі використано наступні методи метод узагальнень та наукової абстракції – для розкриття змісту та етапів енергетичного аудиту; аналізу і синтезу, індуктивний і дедуктивний – для уточнення проблемних моментів енергетичного аудиту та пошуку шляхів їх вирішення; і такі методи як спостереження, вимірювання, порівняння – для

формулювання висновків енергоаудиторів; табличний і графічний методи – для більш наочного розкриття інформації щодо енергоаудиту.

Інформаційну базу дослідження склали нормативні акти та ДСТУ щодо енергетичного аудиту, ресурси Інтернету, офіційні матеріали державної казначейської служби про видатки Держенергоефективності; роботи науковців з проблематики управління енергетичним аудитом; результати власних досліджень автора.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження отримані в кваліфікаційній роботі маючи вагоме теоретичне і практичне значення та можуть бути використані суб'єктами господарювання для ефективного енергозбереження.

Перелік публікацій автора за темою дослідження. Основні положення кваліфікаційної роботи викладені під час участі у наукових студентських конференціях а саме:

- Схема проведення енергетичного аудиту: матеріали 5 міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи» (2 червня 2020 р., ЖНАЕУ);

- Поширені помилки формування звіту з енергетичного аудиту: матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020» (26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет);

- Правила безпомилкового формування звіту з енергетичного аудиту: матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020» (26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет).

Структура та обсяг дослідження. Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний обсяг роботи – 42 сторінки, робота містить 3 таблиці, 6 рисунків, 1 додаток, 43 джерела інформації.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

1.1. Сутність та види енергетичного аудиту

Заощадження енергоресурсів рівносильно їх виробництву і являє собою, як правило, більш рентабельний і екологічно чистий спосіб забезпечення зростаючого попиту на електроенергію. Тому у всіх розвинених країнах приділяється дуже велика увага питанням енергоаудиту. На вітчизняному ринку енергозберігаючих засобів енергетичний аудит є новим і достатньо дієвим інструментом.

Енергетичний аудит може вказати на перспективні напрямки діяльності, на основі яких необхідно організувати і проводити практичну роботу по підвищенню енергетичної ефективності замовника аудиту [16, с. 152].

Поняття енергоаудиту у літературних джерелах та нормативних актах трактується по-різному.

Закон України «Про енергозбереження» дає наступне трактування енергетичного аудиту «... визначення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення» [27]

Радомська М. М. визначає енергетичний аудит як інструмент визначення оптимального співвідношення витрат енергетичних ресурсів і користі здобутої за рахунок цих витрат «... це обстеження і оцінка потоків енергії, які входять і виходять з будівлі або її частини, з метою виявлення і усунення джерел втрат без зниження обсягів і якості корисної роботи, яка виконується цією енергією» [29, с. 173].

Якобчук В. П., Тищенко С. В. та Ярош С. В. визначають енергетичний аудит як комплекс енергозберігаючих заходів з обов'язковим ефектом від їх впровадження «...комплексне енергетичне обстеження будівлі, яке містить:

збір вихідних даних, складання балансів споживання та розподілу енергії, аналізу фінансової та технічної інформації, встановлення нераціональних втрат, розробку енергозберігаючих рішень, видачі рекомендацій і обчислення ефекту від їх впровадження»[42, с. 55].

Т. В. Рижа та О. С. Федорчук пишуть, що енергетичний аудит являє собою комплекс енергозберігаючих заходів з розрахунком інвестиційних витрат на їх впровадження «... комплексне обстеження енергоспоживання конкретного виробництва з метою визначення резервів економії енергії, розробки програми енергозбереження та визначення розміру інвестицій на впровадження енергозберігаючих заходів» [31, с. 24].

Джеджула В. В. запропонував власне визначення енергетичного аудиту, яке на відміну від попередніх обов'язковим вважає присутність екологічного фактора «... це техніко-економічне вивчення систем генерації, транспортування і споживання енергетичних ресурсів з метою виявлення і фінансового обґрунтування технічних, організаційних, економічних, виробничих шляхів зменшення споживання енергоресурсів та переходу на альтернативні джерела енергоспоживання, що дозволять досягнути реальної і суттєвої економії коштів та зменшення негативного екологічного впливу на навколишнє середовище» [10, с. 123].

Поняття енергоаудиту у літературних джерелах трактується по-різному. Після проведеного аналізу існуючих термінологій [10; 29; 31; 42] можна запропонувати власне бачення даного поняття: енергетичний аудит – це обстеження енергетичних об'єктів з метою встановлення і запобігання нераціональних втрат енергії шляхом економічно і екологічно обґрунтованих заходів енергозбереження.

Дослідження літературних джерел [6; 10; 12] показало, що енергетичний аудит можна класифікувати за моментом, повнотою, складністю, періодичністю тощо (рис. 1.1).

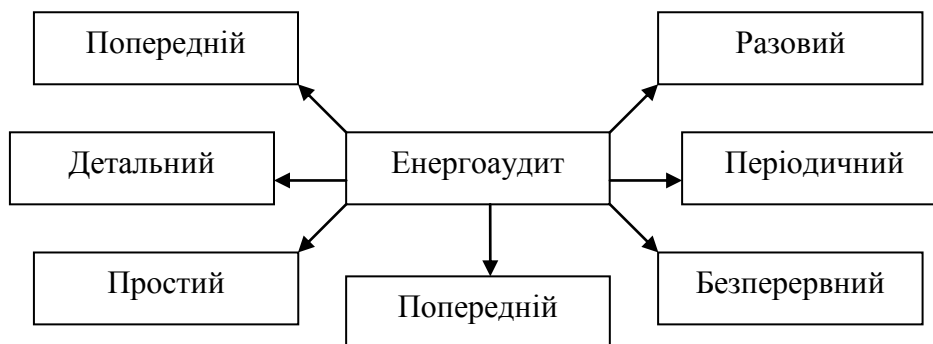


Рис. 1.1. Види енергоаудиту

Джерело: побудовано за [6; 10; 12]

При попередньому аудиті проводиться аналізі споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) з метою розрахунку питомого енергоспоживання.

Детальний аудит передбачає повний збір і фіксування інформації про спожиті ПЕР на всіх дільницях об'єкт обстеження за всі часові періоди, а також передбачає розрахунок енергетичних балансів і ефективності використання ПЕР досліджуваної організації. Щоб зробити детальний аудит більш ефективним проводять порівняння основних показників споживання ПЕР з іншими подібними суб'єктами господарювання. Ще одним напрямком зростання ефективності детального аудиту є обмін досвідом з іншими подібними організаціями, що мають однаковий КВЕД з об'єктом дослідження.

Якщо замовники аудиту хочуть отримати за короткий час відчутний економічний ефект, використовують простий аудит, який полягає у визначенні найбільш значущих енергоефективних заходів впровадження яких дозволить швидко отримати економічний ефект. Проведення складного аудиту передбачає зростання ефективності використання ПЕР як за рахунок внутрішніх резервів економії, так і за рахунок впливів різних зовнішніх чинників.

Значення разового аудиту (або експрес-аудиту) полягає в перевірці витрачання окремих видів або всіх ПЕР, споживаних суб'єктом

господарювання в нестандартних ситуаціях (існує відчутна витрата ПЕР або, навпаки, менша норми, зафіксовано значне відхилення фактичних витрат ПЕР на отриманий результат діяльності від планового завдання або норми тощо). Періодичний аудит подібний разовому, але проводиться не рідше одного разу в рік, а безперервний аудит триває постійно з метою миттєвого реагування на відхилення фактичних параметрів від нормативних за документами.

Отже, незалежно від виду енергетичного аудиту його метою є оцінка фактичної ефективності використання енергоресурсів на об'єкті та розробка рекомендацій щодо зниження витрат енергії і фінансових активів.

1.2. Завдання та методика проведення енергетичного аудиту

Незалежно від обраного напрямку, для будь-якого господарюючого суб'єкта необхідно розробити комплексну програму енергозбереження ПЕР. Створенню такої програми сприяє енергоаудит та паспортизація енергетичного господарства підприємства. Виходячи з вищевикладеного, основними завданнями енергоаудиту, як вважає С. І. Доценко, є проведення енергетичних обстежень підприємств, розробка і застосування методів підвищення рівня енергоефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і зниження витрат на енергозабезпечення, паспортизація енергетичного господарства підприємства [12, с. 32].

В. А. Колієнко, Р. Ю. Тормосов та А. Г. Колієнко визначають завдання подібні до розглянутих вище:

1. Виявлення неекономічності режиму роботи енергетичного і технологічного устаткування, що здійснюється на основі обстеження режиму роботи і енергоспоживання суб'єкта господарювання, а також, системного аналізу результатів.

2. Визначення можливого потенційного енергозбереження енергоспоживачів за видами енергоносіїв і оцінка розміру інвестицій.

3. Розробка комплексу енергозберігаючих техніко-економічно-обґрунтованих заходів, з врахуванням факторів внутрішнього середовища енергоспоживача.

4. Розроблення енергетичного паспорта енергоспоживача з відображенням усіх основних відомостей про його енергетичне господарство і оцінкою ефективності використання ПЕР по об'єктах [17, с. 153].

При проведенні енергетичного обстеження повинна враховуватися специфіка вирішуваних завдань, пропонованих рішень, розрахунків нормативних показників, техніко-економічного обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів, оформлення і узгодження звітної документації.

В даний час існує безліч методик проведення енергетичних обстежень, які призначені для окремих систем, видів обладнання, технологічних і енергетичних установок, для різних будівель виробничого, житлового і адміністративного призначення. Вони регламентують процес аудиту, черговість і необхідність тих чи інших вимірів, кількість випробувань.

На рис. 1.2 представлена схема проведення енергетичного аудиту.

Енергетичне обстеження дозволяє виробити оптимальний набір технічних і організаційних заходів з енергозбереження: від налагодження правильних взаємин з постачальниками паливно-енергетичних ресурсів до впровадження інноваційних технологій енергозбереження та стимулювання енергозберігаючих заходів на об'єкті. Тобто, при проведенні енергетичного аудиту повинна враховуватися специфіка вирішуваних завдань, пропонованих рішень, розрахунків нормативних показників, техніко-економічного обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів, оформлення і узгодження звітної документації [20, с. 99].



Рис. 1.2. Схема проведення енергетичного аудиту

Джерело: [18, с. 122]

Отже, проведення енергоаудиту необхідно для будь-якої організації, в якій існує необхідність контролювати енерговитрати і витрати на комунальні послуги. Результатом аудиту є отримання детальної інформації, як енергія закуповується, розподіляється і використовується.

Дослідження літературних джерел [1; 3; 5; 11; 18; 35; 41] дало змогу визначити основні сімом напрямків обстеження, для оцінки ефективності використання:

1. Стан технічного обліку;
2. Стан нормування ПЕР;
3. Визначення резервів економії енергоресурсів;
4. Участь енергоспоживача в регулюванні графіків електричного навантаження енергосистеми;
5. Розробка найважливіших організаційно-технічних заходів щодо економії палива та енергії в поточному році згідно планів енергоспоживача;

6. Виявлені джерела нераціонального витрачання енергії і палива і оцінки величини втрат;

7. Основні показники, що характеризують стан використання енергії енергокористувачем.

Отже, енергетичне обстеження можна розглядати як технічне інспектування енергоспоживання на обстежуваному об'єкті з метою визначення можливої економії енергії та вироблення пропозицій для її досягнення. Належне обстеження та впровадження рекомендованих в підсумковому звіті на його основі заходів повинно приводити до істотного зниження споживаної енергії.

Висновки до розділу 1

1. Запропоновано власне бачення енергетичного аудиту: енергетичний аудит – це обстеження енергетичних об'єктів з метою встановлення і запобігання нераціональних втрат енергії шляхом економічно і екологічно обґрунтованих заходів енергозбереження.

2. Доведено, що проведення енергоаудиту необхідно для будь-якої організації, в якій існує необхідність контролювати енерговитрати і витрати на комунальні послуги. Результатом аудиту є отримання детальної інформації, як енергія закуповується, розподіляється і використовується.

3. Виявлено, що в даний час існує безліч методик проведення енергетичних обстежень, які призначені для окремих систем, видів обладнання, технологічних і енергетичних установок, для різних будівель виробничого, житлового і адміністративного призначення. Вони регламентують процес аудиту, черговість і необхідність тих чи інших вимірів, кількість випробувань.

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ЯК ЗАСОБУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

2.1. Моніторинг помилок, що виникають при формуванні звіту з енергоаудиту

В ідеальному варіанті енергокористувач маючи на руках звіт енергоаудитора може самостійно ефективно вирішити ряд проблем:

- володіти інформацією, як споживається енергія на досліджуваному об'єкті та сформулювати власні високоефективні пріоритети з переліку енергозберігаючих рекомендацій;
- порівняти ефективність енергоспоживання на обстеженому об'єкті з енергоспоживанням на інших подібних об'єктах;
- володіти достовірною та обґрунтованою інформацією про суму інвестицій для придбання та освоєння нового, більш економічного устаткування;
- отримати бажаний ефект від затвердженого запропонованого енергоаудитором проекту.

Проте практика показує, що не завжди енергокористувач отримує бажаний результат. Щоб уникнути такого фіаско спробуємо розібратися в причинах.

Нижче проаналізуємо виявлені помилки, що виникають при формуванні звіту з енергоаудиту (звіти для дослідження взято із веб-сторінки «Приклади звітів з енергоаудиту»: <https://aea.org.ua/energy-audit/sample-report-on-energy-audit/> [25]).

1. Некоректний звіт.

Під некоректним звітом розуміється наявність трьох і більше очевидних помилок (виключаючи помилки в розрахунках), наприклад:

- повторення однакових абзаців в тексті одного звіту;

- згадка про енергозбереження завдяки термостату для теплового насоса в будівлі, що опалюється газовою піччю;
- одиниця виміру не правильно розшифровувалась тощо.

Зрозуміло, неуважна вчитка тексту не є єдиною причиною поганого аудиту, але вона виникає з низького контролю і перевірки.

Отже, вкрай важливо ретельно вчитувати підсумковий звіт.

2. Завищення очікуваних показників економії.

Даний пункт стосується звітів, де була задана занадто висока планка для економії енергії: передбачувані показники економії більш ніж в два рази перевищують реальне значення (або показники економії не вказуються, і йдеться про окупність менше ніж за рік).

Завищення показників економії може відбуватися в результаті помилкового моделювання, неправильних вимірів або припущень, а також коли не враховується взаємодія між впровадженими енергозберігаючими заходами. Наприклад, через неправильну оцінку завищується споживання енергії діючими інженерними системами будівель або знижується енергоспоживання пропонованого нового обладнання, а може, і те, і інше разом.

Також компанія-аудитор може від зайвого завзяття спотворити допущення на користь рекомендованого енергозберігаючого заходу. Наприклад, береться припущення, що освітлювальні прилади в житлових приміщеннях працюють більше 10 годин на добу, проте, згідно з дослідженнями, тривалість їх роботи в середньому становить менше 4 год на добу. Щоб виявити наявність в звіті завищених показників економії, потрібно провести копітку роботи з рахунками за комунальні послуги.

Заниження показників економії теж небезпечно: з цієї причини будь-який енергозберігаючий захід може бути невиправдано відкинуто.

3. Помилковий аналіз рахунків.

Для внесення звіту в дану категорію в ньому мають бути відсутні як мінімум три з чотирьох показників:

- зведення по рахунках за паливо з розбивкою по місяцях (як мінімум раз на рік);
- перевірка рахунків відповідно до методики енергоаудиту;
- передбачуваний показник економії, що становить значну частку від сумарних щорічних витрат;
- форма порівняльного аналізу (можна в спрощеному вигляді).

4. Незадовільний опис будівлі в звіті.

Тут може бути задана досить низька планка: наявність базового опису як мінімум 5 компонентів будівлі з 10 можливих:

- стіни / дах (значення опору теплопередачі або простий опис);
- інфільтрація повітряних потоків;
- система вентиляції;
- система опалення / холодопостачання;
- освітлювальні прилади;
- побутові прилади / навантаження на вводах;
- система гарячого водопостачання;
- двигуни / приводи;
- світлопрозорі конструкції (вікна);
- пристрої управління.

Буває потрібна лише коротка характеристика, наприклад, щодо вікон було досить повідомити, що «вікна з подвійним склом».

Метою опису будівлі в разі енергодослідження є аналіз рекомендацій енергоаудиту керівному персоналу і клієнтам, а також органам регулювання або фінансування, що дозволить правильніше вибрати енергозберігаючі заходи і забезпечити відповідність енергоаудиту вимогам масштабних енергетичних програм.

Незадовільний опис об'єкта може свідчити про неякісну роботу аудитора, наприклад не було приділено достатнього часу дослідженню об'єкта. Іноді недостатнє опис будівлі призводить до недогляду дійсно необхідних енергозберігаючих заходів.

5. Заниження кошторису на монтаж або його повна відсутність.

Критерій наявності даної помилки – зниження кошторису на установку будь-якого енергозберігаючого обладнання як мінімум удвічі щодо правдоподібного значення.

Зниження кошторису на монтаж може являти собою серйозну помилку, оскільки часто замовник планує попередній бюджет, виходячи з даних звіту з енергоаудиту. Таким чином, вирішуючи впровадити енергозберігаючий захід, замовник шукає продавця і, отримавши пропозиції, де вартість робіт перевищує очікування, може повністю відмовитися від проведення даного заходу.

Крім цього, заниження кошторису призводить до ризику неправильної розстановки пріоритетів серед впроваджуваних заходів: може бути обрано більш дешеве, а не рентабельне рішення.

Завищення кошторису на монтаж в енергоаудиті відбувається рідко, мабуть, з побоювання, що замовник відразу відмовиться від рекомендованого витратного заходу.

6. Незадовільний вибір енергозберігаючих заходів (63%)

Дану категорію склали звіти, в яких період окупності пропонованих заходів перевищує термін служби використаного в них обладнання – наприклад, рекомендація масштабної заміни бойлерів в приватних квартирах з періодом окупності 20 років.

Помилковими будуть звіти, де замовнику навіть в якості альтернативи не пропонується впроваджувати інші рішення. Наприклад, замовнику рекомендували установку вітряної турбіни, і не згадувалися такі поширені способи енергозбереження, як теплоізоляція горища, герметизація вікон, оптимізація роботи освітлювальних приладів.

Участь в процесі енергоаудиту прихильника тієї чи іншої технології не гарантує її доцільність і не означає, що інші представники замовника зобов'язані погоджуватися на запропоноване ним рішення. Часто не

окупають себе заходи, які вибирають аудитори-новатори, що всіма силами намагаються впровадити не популярні рішення.

7. Не вказуються затрати з повного терміну експлуатації (73%)

Розрахунок витрат повного терміну експлуатації (на експлуатацію об'єктів) широко використовується в державних і регіональних програмах, оскільки в питаннях енергозбереження це більш комплексний показник, ніж звичайний термін окупності. У простому терміні окупності не видно різниці між характеристиками двох енергозберігаючих заходів з однаковим періодом окупності, але з абсолютно різними очікуваними термінами експлуатації.

Розглянемо два гіпотетичних заходи з однаковим періодом окупності (1 рік). Перше – регулювання бойлера, друге – заміна ліхтаря освітлення над вхідними дверима. Інтервал регулювання бойлера 1-2 роки, в той час як термін служби ліхтаря може досягати 10 років. Просте зазначення терміну окупності не продемонструвало б різниці, в той час як розрахунок повного терміну експлуатації на тлі очікуваного терміну служби заходів краще проілюструє переваги заміни ліхтаря.

8. Термін служби рекомендованого обладнання занадто великий або не вказано.

Термін служби рекомендованого енергоаудиторів обладнання (технології) необхідний для оцінки його життєвого циклу, а також оцінки окупності заходу: якщо період окупності обладнання перевищить його очікуваний термін служби, то рекомендувати дане рішення не слід.

9. Мало даних про обсяг впровадження заходів.

У звіті з енергоаудиту для осіб, які будуть впроваджувати запропоноване рішення, повинен чітко прописуватися його обсяг, тому що без чіткої вказівки обране рішення може бути впроваджено в повному обсязі або ж в скороченому вигляді, що не дозволить забезпечити повну економію.

На цю помилку в звіті вказує відсутність двох з трьох наступних показників:

- розташування / кількість обладнання;

- енергоефективність встановленого обладнання;
- вимоги до проведення перевірок.

Наприклад, при оптимізації системи освітлення під розташуванням і кількістю буде матися на увазі вказівку конкретних приміщень і кількість освітлювальних пристроїв; під енергоефективністю – потужність нових ламп, під вимогами до проведення перевірок – візуальний огляд ламп на предмет явних несправностей, наприклад миготіння світла.

10. Втрачені можливості.

Помилковими є звіти, в яких відсутнє як мінімум три пропозиції по оптимізації з наступного переліку:

- підвищення енергоефективності системи опотлення, вентиляції и кондиціонування;
- підвищення енергоефективності системи гарячого водопостачання;
- підвищення енергоефективності освітлювальних приладів;
- зниження питомої потужності освітлювальних приладів (не застосовується до індивідуальних односімейним домівках);
- установка регуляторів освітлювальних приладів;
- теплоізоляція огорожувальних конструкцій будівлі або дахи;
- оптимізація роботи двигунів / приводів;
- установка регуляторів в системі опотлення, вентиляції и кондиціонування;
- підвищення енергоефективності вікон.

Погано підготовлений звіт енергоаудитора (незалежно від якості рекомендованих ним енергозберігаючих заходів) призводить або до не так високої, як хотілося б, економії, або взагалі до її відсутності, а в окремих випадках навіть до зростання енерговитрат і безглузлого вкладення коштів. Це тягне за собою невдоволення замовників і дискредитацію ідеї енергозбереження в цілому. Тому одним із напрямків удосконалення розглянутих в даній роботі повинні бути рекомендації з по уникненню виявлених помилок.

2.2. Використання інструментів енергетичного аудиту як засіб забезпечення ефективності енергоспоживання ЖОДЮСШОІ

Державні видатки на придбання енергоносіїв для бюджетних організацій на території міста Житомир невинно зростають внаслідок існуючої тенденції зростання цін на енергію та енергоресурси.

Основна маса придбаних в м. Житомир енергоресурсів за бюджетний кошт споживається у будівлях, які перебувають у користуванні бюджетних організацій. Однією з таких організацій є Житомирська обласна дитячо-юнацька спортивна школа осіб з інвалідністю Житомирської обласної ради (код ЄДРПОУ 37604792). Юридична адреса організації: 10004, м. Житомир, Майдан ім. С.П. Корольова, 3/14.

Значна частина споживаних ПЕР використовується ЖОДЮСШОІ нераціонально через використання застарілих технологій, низьку якість експлуатації будівлі спорткомплексу ЖОДЮСШОІ (знаходиться у м. Житомир по вулиці Паркова, 4) та енергетичного обладнання.

Ознайомлення з управлінням використанням енергетичних ресурсів констатуємо відсутність системи енергетичного менеджменту, яка дозволяє якісно управляти витратами енергії та зменшувати бюджетні видатки м. Житомира на енергоресурси.

Особиста зустріч з директором ЖОДЮСШОІ Логвиненком Сергієм Станіславовичем, дала змогу визначити необхідні бюджетній установі напрямки щодо проведення енергетичного аудиту.

Зі слів директора ЖОДЮСШОІ Логвиненка Сергія Станіславовича в 2021 році в приміщенні спорткомплексу буде створено клуб шахів та шашок серед людей з враженням зору. На цей захід вже закладено кошти в кошторисі ЖОДЮСШОІ на 2021 рік. І тому директора ЖОДЮСШОІ цікавить енергетичне обстеження систем освітлення та розрахунок економічного ефекту від зміни системи освітлення.

Сучасна трансформація функціонування бюджетних організацій в Україні виражається в освоєнні і розширенні спектра застосування різних цифрових технологій. Як один з етапів цифровізації в ЖОДЮСШОІ у 2020 році було замінено комп'ютерні монітори. На думку, директора ЖОДЮСШОІ Логвиненка Сергія Станіславовича, даний захід містить не тільки цифровізаційний ефект, а є ще і енергозберігаючим заходом. Тому другим напрямком енергетичного аудиту буде розрахунок енергетичного ефекту від провадження процесу цифровізації.

Директор ЖОДЮСШОІ Логвиненко Сергій Станіславович запропонував виявити можливості модернізації будівлі спорткомплекс ЖОДЮСШОІ з метою зниження тепловтрат без попереднього розрахунку ефекту від їх впровадження.

Ми обґрунтували вибір 3 обраних напрямки енергетичного обстеження ЖОДЮСШОІ. Розрахунок енергетичного і економічного ефекту від запропонованих заходів наведемо в розділі 3, а далі вкажемо на можливості енергозбереження ЖОДЮСШОІ.

Дані [1; 3; 29; 41] свідчать про значний потенціал зниження енергоспоживання за рахунок вдосконалення конструкцій будівель і систем підтримки мікроклімату в них, оскільки найбільш високим є саме споживання теплової енергії.

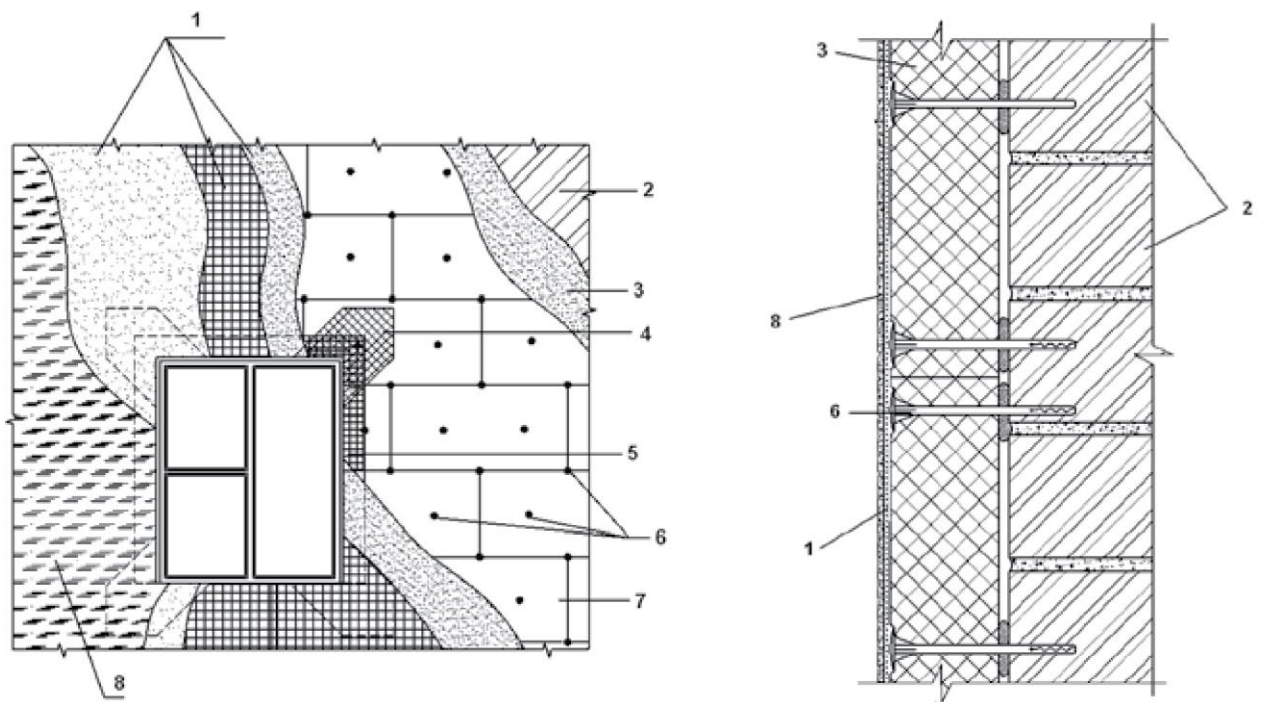
Якщо розглянути характер розподілу тепловтрат спорткомплексу ЖОДЮСШОІ через огорожувальні конструкції будівель, то в середньому воно виглядає наступним чином:

- стіни 43%;
- вікна 35%;
- горищні перекриття 16%;
- вхідні двері 7%.

В даний час випускається велика кількість видів теплоізолюючих матеріалів на основі мінеральної вати, полістиролу, пінопластів та інших мінеральних синтетичних матеріалів. Дедалі більшого поширення набувають

теплоізоляційні матеріали, вироблені на основі натуральних інгредієнтів (целюлози, льону та інших). Теплоізоляція спорткомплекс ЖОДЮСШОІ може проводитися шляхом закріплення утеплювача на зовнішніх стінах і (або) всередині приміщень. З більш простих способів теплової модернізації будівлі спорткомплексу ЖОДЮСШОІ в даний час може бути використана часткова або повна теплоізоляція зовнішніх стін, а також і зменшення тепловтрат через вікна шляхом використання віконних блоків з підвищеними теплоізоляційними властивостями.

Схема теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних стін спорткомплексу ЖОДЮСШОІ наведена на рис. 2.1.

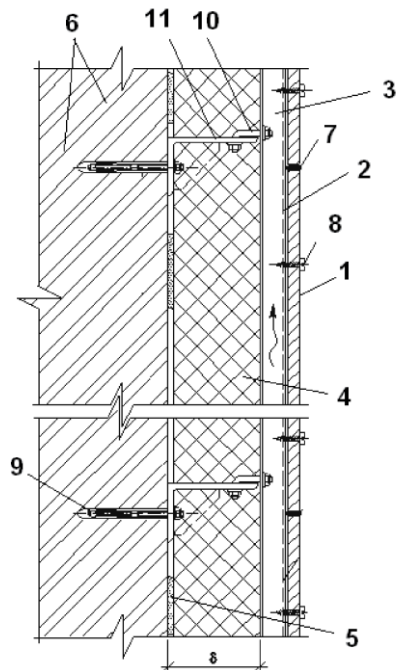


1 – армований шар; 2 – матеріал стіни; 3 – клейовий шар; 4 – діагональна накладка; 5 – кутова накладка; 6 – анкери; 7 – теплоізоляція; 8 – зовнішній захисний шар

Рис. 2.1. Схема теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних стін спорткомплексу ЖОДЮСШОІ

Джерело: побудовано за [1; 3; 29; 41]

Наступна схема передбачає шар теплоізоляційного матеріалу відокремлюють додатковим вентиляльованим огорожею (рис. 2.2).



- 1 – облицювання;
- 2 – захист від вітру;
- 3 – вентиляований повітряний прошарок;
- 4 – теплоізоляційний шар;
- 5 – клейовий шар;
- 6 – стіна будівлі;
- 7 – герметик;
- 8 – гвинтове з'єднання;
- 9 – анкери;
- 10 – кріпильна шпилька;
- 11 – опорний столик

**Рис. 2.2. Схема теплової ізоляції зовнішніх стін спорткомплексу
ЖОДЮСШОІ з вентиляованим фасадом**

Джерело: побудовано за [1; 3; 29; 41]

Український досвід в даному напрямку дещо ширше, зокрема при модернізації старих будівель проводиться ліквідація теплових містків, як правило, замінюються системи вентиляції, опалення і т. д. Як приклад можна привести адміністративну будівлю 1974 року зведення, в результаті модернізації якого отримано зниження споживання теплової енергії з 280 кВт год / м² на добу до 70 кВт год / м², тобто на 75%. При цьому 6% скорочення дало утеплення покрівлі та горища, 23% – установка герметичних вікон замість звичайного скління, 32% – теплоізоляція стін, 2% – теплоізоляція підлоги, 12% – заміна котла на рідкому паливі 70-х років випуску на сучасний газовий [41].

Значні втрати тепла зосереджуються в званих містках холоду або теплових містках – це конструктивні ділянки будівлі, на яких через порушення безперервності теплоізоляційної оболонки відбувається підвищення тепловіддачі. Розрізняють теплові містки, обумовлені геометрією будівель (виступи і кути будівель), а також виникають при контакті

матеріалів з різними теплотехнічними властивостями. Тому при реконструкції існуючих споруд важливим завданням є мінімізація негативного впливу теплових містків.

Вид спорткомплексу ЖОДЮСШОІ, в місці установки вхідних дверей до майбутнього шашко-шахового клубу показує значні тепловтрати через теплові містки (рис. 2.3)

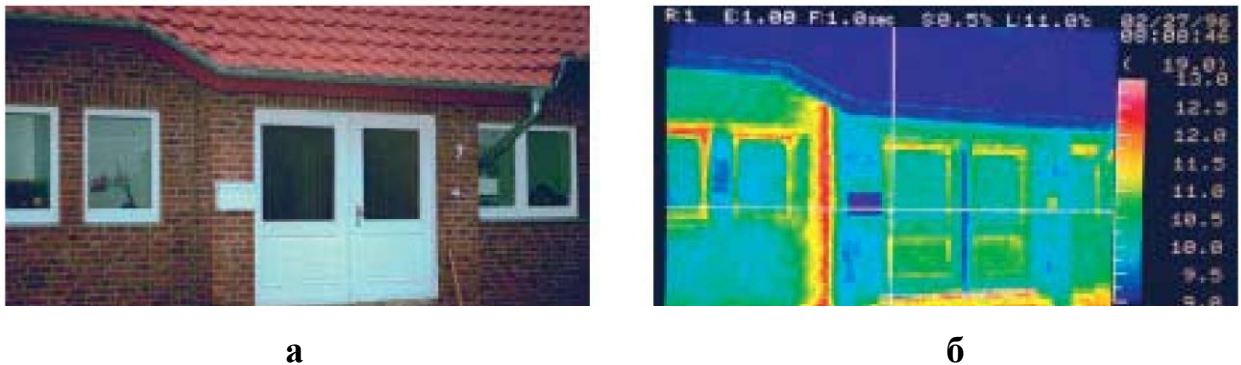


Рис. 2.3. Вид спорткомплексу ЖОДЮСШОІ, в місці установки вхідних дверей (а) і його термографічний знімок (б)

Джерело: власне дослідження

Як бачимо існують значні тепловтрати через теплові містки, що утворилися в області установки вхідних дверей.

У конструкції будівлі ЖОДЮСШОІ можна виділити ще ряд елементів, в яких виникають теплові містки, наприклад, перекриття між опалювальними приміщеннями і горищем. огорожувальні конструкції тощо

Усунення теплових містків в конструктивних елементах будівель проводиться шляхом запобігання контакту добре проводять тепло матеріалів і поверхонь, що мають значну різницю в температурах при їх нормальній експлуатації.

Вікна грають важливу роль в будівлях. В кісне вікно може бути надійним захистом від холодної погоди, шуму та пилу. Проблемні вікна призводять до даремної витрати величезної кількості енергії на опалення.

В даний час традиційна конструкція вікон будівлі ЖОДЮСШОІ вже не задовольняє зростанню рівня теплотехнічних вимог. Так як, через вікна може

втрачатися до третини теплової енергії витраченої на опалення [1]. Таким чином, утеплення вікон може дати суттєву перевагу в зниженні енергоспоживання будівлі ЖОДЮСШОІ. Сьогодні ми маємо досить великий вибір пропозицій в цій галузі. Можна модернізувати вікна, встановивши склопакети, можна спробувати удосконалити традиційні конструкції.

Найбільш поширеним способом модернізації вікон є заміна традиційних конструкцій віконних прорізів на герметичні. Установка герметичного вікна знижує втрати за рахунок зменшення припливу холодного повітря через вікно і підвищення опору теплопереносу через площу склопакета.

Для зниження втрат, пов'язаних з дифузійним теплопереносом з повітрям, будівлі по можливості повинні бути герметичними, тобто неорганізований повітрообмін через різні нещільності необхідно звести до мінімуму.

Жорсткість вимог до енергоефективності будівель диктує також певні умови і для систем опалення будівель. На роботу систем опалення будівлі ЖОДЮСШОІ також впливає використання нагрівальних приладів. Нагрівальні прилади є одним з основних елементів системи, що здійснюють передачу тепла від теплоносія в приміщення будівлі. До них пред'являється цілий ряд вимог – теплотехнічних, санітарно-гігієнічних, естетичних. До теперішнього часу нагрівальними приладами будівлі ЖОДЮСШОІ є чавунні радіатори і ребристі труби.

Існують також певні вимоги до монтажу нагрівальних приладів. Чим більш вільний доступ повітря до радіаторів забезпечується, тим вище тепловіддача від приладу до обігрівається повітря. При влаштуванні різних декоративних елементів, що перекривають надходження повітря до нагрівальних приладів, погіршуються теплотехнічні характеристики систем опалення. І чим більше ступінь перекриття, тим більше втрати (рис. 2.4).

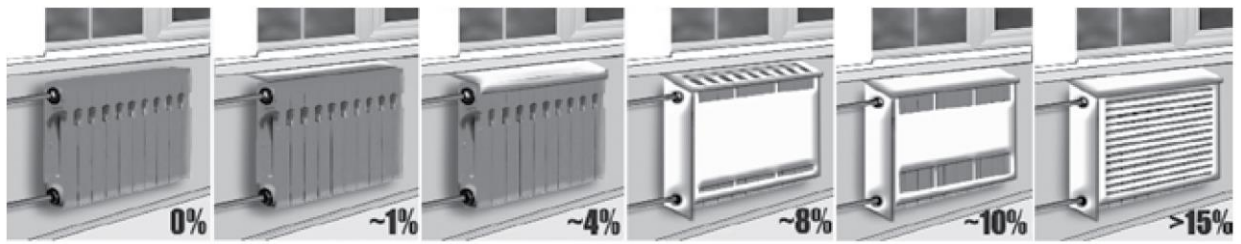


Рис. 2.4. Зниження теплопередачі від радіаторів внаслідок їх огороження

Джерело: побудовано за [19]

Огорожа нагрівальних приладів в системі опалення будівлі ЖОДЮСШОІ має доволі широке поширення (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Огорожа радіаторів опалення в будівлі ЖОДЮСШОІ

Джерело: власне дослідження

При модернізації огорож слід враховувати, що існують вимоги до огорожувальних стінок на радіаторах опалення для виключення прямого контакту учнів спортшколи з гарячими поверхнями.

Штучне освітлення використовується широко в усіх сферах діяльності ЖОДЮСШОІ. На освітлення витрачається близько 20% енергії, що витрачається в ЖОДЮСШОІ.

В системах освітлення будівель за останній час розроблено ряд нових типів ламп з низьким рівнем споживання енергії. Вважаємо, що навіть проста

заміна існуючих джерел світла на більш сучасні дасть ЖОДЮСШОІ досягт економії

Експлуатація систем водопостачання та водовідведення будівлі ЖОДЮСШОІ також має великий потенціал для зниження втрат і нерационального витрачання ресурсів і енергії. Перший крок в цьому напрямі – це введення обліку споживання води. Установка водомірів технічно сама по собі не скорочує витрату води, однак створює умови для оцінки рівня водоспоживання і призводить до більш усвідомленого відношення споживачів. В установках, що фінансуються з бюджету облік витрат води – це також елемент контролю рівня споживання, що дозволяє побачити приховані витрати води, коли вони стають значними.

Для зниження витрати води використовуються такі найпростіші пристрої як аератори (рис. 2.6), які створюють замість струменя води з кранів потік водо-повітряної суміші з переважною часткою повітря.



1 – стандартний пристрій, 2 – кільце ущільнювача, 3 – аератор з регулятором витрати, 4 – металевий корпус

Рис. 2.6. Вид і схема установки аератора на змішувач

Джерело: власне дослідження

Вони дозволяють суттєво економити ресурси. Установка регульованих аераторів може проводитися шляхом заміни крана або приєднання таких пристроїв до виливши існуючих санітарних приладів.

Зниження непродуктивних витрат води може забезпечуватися гідравлічної оптимізацією у внутрішньому водопроводі будівель, яка здійснюється установкою редуційних клапанів на відповідних трубопроводах від стояків до приладів. Вони підтримують в трубопроводах тиск на рівні оптимальних значень. Оскільки витрата води з приладів пропорційний тиску в підвідних трубопроводах, то зниження надлишкового тиску в трубопроводах на нижніх поверхах будівлі зменшує витрату води.

Теплоізоляція трубопроводів водопостачання в будівлі – як гарячих, так і холодних – також дозволяє домогтися більш раціональної експлуатації технічних систем будівлі. Якщо при теплоізоляції трубопроводів гарячого водопроводу запобігають втрати тепла і охолодження води, то теплоізоляція труб холодної води дозволяє мінімізувати конденсацію вологи на них і нагрівання води в них.

Отже, вважаємо, що запропоновані напрямки зменшення енергоспоживання можуть бути використані керівництвом ЖОДЮСШОІ при формуванні енергетичної стратегії на 2021 рік.

Висновки до розділу 2

1. Доведено, що погано підготовлений звіт енергоаудитора (незалежно від якості рекомендованих ним енергозберігаючих заходів) призводить або до не так високої, як хотілося б, економії, або взагалі до її відсутності, а в окремих випадках навіть до зростання енерговитрат і безглузлого вкладення коштів.

2. Було встановлено характер розподілу тепловтрат спорткомплексу ЖОДЮСШОІ через огорожувальні конструкції будівель, то в середньому воно виглядає наступним чином: стіни 43%; вікна 35%; горищні перекриття 16%.

РОЗДІЛ 3. НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

3.1. Рекомендації щодо уникнення помилок щодо оформлення звіту енергоаудитора

Вважаємо, що основною причиною виникнення помилок у підсумках аудиту є недостатня підготовка фахівців, скорочення часу огляду (візуального обстеження) об'єкта, обмежене фінансування, а також прохання самих замовників не оцінювати ряд рішень тощо.

Вказаним вище помилкам можна запобігти, якщо при виконанні звіту з енергоаудиту дотримуватися правил, актуальність яких підтверджена практикою:

- використовувати добре опрацьовані стандарти, або підготовлені в рамках енергетичних програм, або затверджені на державному рівні, що краще;

- застосовувати якісні форми для звітів з енергоаудиту. Ніколи не брати в якості зразка попередні звіти з енергоаудиту, оскільки великий ризик перенесення помилок зі старого в новий документ;

- проводити навчання та акредитацію фахівців-аудиторів. Навчання має не тільки включати в себе методику загальної енергетичної оцінки, але і знайомити з технічними аспектами енергозберігаючих рішень, з розрахунком кошторисів на монтаж і акцентувати на важливості комплексного підходу. Підготовка повинна зачіпати типові помилки енергоаудиторів початківців. Аудиторам-інженерам потрібна додаткова підготовка в питаннях оптимізації теплозахисту оболонки будівлі (теплоізоляція, підвищення герметичності); аудиторам-підрядникам потрібні більш фундаментальні знання щодо вдосконалення систем опотлення, вентиляції и кондиціонування, освітлення і автоматики;

- здійснювати суворий контроль якості. Найкращі програми енергоаудиту припускають внутрішню перевірку роботи аудиторів керівництвом, аналіз контролю якості розробниками програми, а також (вибірково) перевірку якості третіми сторонами;

- виділяти достатнє фінансування на енергоаудит та відповідні енергозберігаючі програми для забезпечення належної якості та контролю якості.

- проводити вимірювання і перевірку показників фактичного енергозбереження з наступним інформуванням аудитором замовників про досягнуту економію.

Дотримання цих простих правил призведе до зростання якості енергоаудиту.

3.2. Розрахунок економічного і енергетичного ефекту заходів з забезпечення ефективності енергоспоживання ЖОДЮСШОІ

При розробці енергозберігаючих заходів слід ґрунтуватися на їх реалістичності і досяжності. Основою для оцінки прийнятності тих чи інших заходів є техніко-економічні розрахунки, що базуються на обліку поточного або перспективного рівня цін на енергоресурси. У зв'язку з цим можна виділено певну градацію енергозберігаючих заходів по їх доступності що можуть бути використанні ЖОДЮСШОІ або іншими господарюючими суб'єктами (додаток А).

Організаційні та роз'яснювальні заходи є невід'ємним етапом для подальшої підготовки більш складних технічних і технологічних заходів, оскільки тільки після проведення аналізу можна оцінити реальний рівень енергоспоживання, неспотворений впливом недостатньо компетентного управління. До низьковитратних заходів відноситься ряд технічних прийомів, що дозволяють при мінімальних фінансових витратах отримати відчутні

результати в зниженні енергоспоживання. Ряд середньо витратних заходів може виявитися неприйнятним через великі термінів окупності або через складнощі з подальшою експлуатацією. Найчастіше ключовим фактором при вирішенні про реалізацію високозатратних заходів є отримання екологічних чи інших переваг, наприклад скорочення споживання теплоенергетичних ресурсів до мінімуму і зниження викидів парникових газів, енергонезалежність і т.д.

В ході обстеження в ЖОДЮСШОІ спорткомплексу та офісу були встановлені втрати теплової енергії. Розглянемо можливі заходи енергозбереження з точки зору їх окупності (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Заходи запропоновані при проведенні енергоаудиту ЖОДЮСШОІ та терміни їх окупності

Основні енергозберігаючі заходи	Можливість зниження втрат, %	Окупність, років
Автоматичне регулювання витрати тепла в опалювальних системах	11,2	1
Утеплення вікон	3,8	1,5
Ручні регулятори витрати тепла	3,8	1,5
Заміна освітлення	7,5	2,1
Заміна вікон	11,2	5
Внутрішня теплоізоляція стін	15,0	12
Теплоізоляція даху	7,5	14
Зовнішня теплоізоляція стін	11,2	19
Теплоізоляція підлоги	3,8	25

Джерело: власне дослідження на основі [1; 3; 29; 41]

Отже, виконання всіх запропонованих заходів дасть економію енергетичних витрат в 75%, але керівництву ЖОДЮСШОІ. В першу чергу при формуванні довгострокової стратегії слід звернути на заходи з високою енергозберігаючою здатністю, а при формуванні короткострокової стратегії слід звернути на заходи з вищим терміном окупності.

Як один з етапів цифровізації в ЖОДЮСШОІ у 2020 році було замінено комп'ютерні монітори. Проведемо розрахунок енергетичного ефекту від даного заходу (табл. 3.23).

Таблиця 3.2

Розрахунок енергетичного ефекту ЖОДЮСШОІ від заміни комп'ютерних ЕЛТ моніторів на сучасні з LED підсвічуванням

Параметри	Монітори с ЕЛТ	Монітори з LED підсвічуванням
Кількість моніторів	4	4
Споживана потужність монітора, Вт/год.	80	18
Тривалість роботи моніторів в рік. годин	2644	2644
Витрачено електроенергії за рік на один монітор, Вт/рік	211,5	47,6
Витрачено електроенергії за рік на всі монітори, Вт/рік	846,1	190,4
Економія електроенергії в рік, кВт/год.	-	655,7
Економія коштів за рік (ціна за Вт – 1,8117 грн), грн	-	1188

Джерело: власне дослідження

Розрахунки показали, що заміна моніторів крім поліпшення виконуваної роботи дала змогу зекономити ЖОДЮСШОІ 655 кВт електроенергії чи зменшити видатки на 1188 грн.

Керівництво ЖОДЮСШОІ цікавив розрахунок економічного ефекту від зміни системи освітлення, тому проведено такий розрахунок (табл. 3.3)

Таблиця 3.3

Розрахунок економічної ефективності впровадження світлодіодних ламп в спорткомплексі ЖОДЮСШОІ

Параметри	Люмінесцентна лампа ТВ, цоколь G13, 60 см	Світлодіодна лампа ТВ, цоколь G13, 60 см, 7W
Кількість ламп	32	32
Термін служби лампи, годин	3000	50 000
Споживана потужність лампи, Вт	23,53	7,78
Встановлена потужність лампи, Вт	20	7
Кількість годин роботи ламп в рік	1387	1387
Коефіцієнт потужності	0,85	0,9
Споживання однієї лампи в рік, кВт / год.	32,6	10,8
Споживання всіх ламп в рік, кВт / год.	1044	345
Економія електроенергії в рік, кВт/год.	-	699
Ціна кВт / год, грн.	1,8117	1,8117
Економія коштів за рік, грн	-	1266,4
Ціна утилізація лампи, грн	6	-
Витрата на утилізацію 32 старих ламп в рік, грн.	192	-
Витрата на заміну 1 лампи, грн.	-	77
Витрати на заміну 32 ламп, грн	-	2464
Всього витрат при переході на світлодіодні лампи, грн	2656	
Термін окупності, років	2,1	

Джерело: власне дослідження

Окупність переходу ЖОДЮСШОІ на світлодіодні лампи складе 2,1 року. Економія коштів в рік складе (при використанні світлодіодних ламп) 1266,4 грн, також можлива додаткова економія від зростання терміну служби ламп. Вивільнення електричних потужностей в рік складе 699 кВт. год.

Висновки до розділу 3

1. При розробці енергозберігаючих заходів слід ґрунтуватися на їх реалістичності і досяжності. Основою для оцінки прийнятності тих чи інших заходів є техніко-економічні розрахунки, що базуються на обліку поточного або перспективного рівня цін на енергоресурси.

2. Розрахунки показали, що заміна моніторів крім поліпшення виконуваної роботи дала змогу зекономити ЖОДЮСШОІ 655 кВт електроенергії чи зменшити видатки на 1188 грн.

3. Окупність переходу ЖОДЮСШОІ на світлодіодні лампи складе 2,1 року. Економія коштів в рік складе (при використанні світлодіодних ламп) 1266,4 грн, також можлива додаткова економія від зростання терміну служби ламп. Вивільнення електричних потужностей в рік складе 699 кВт. год.

4. Запропоновані рекомендації щодо уникнення помилок щодо оформлення звіту енергоаудитора допоможуть зробити енергоаудит більш ефективним.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проведене теоретичне і практичне дослідження дало змогу сформулювати наступні висновки:

1. Виявлено, що поняття енергоаудиту у літературних джерелах трактується по-різному. Після проведеного аналізу існуючих термінологій було запропоновано власне бачення даного поняття: енергетичний аудит – це обстеження енергетичних об'єктів з метою встановлення і запобігання нераціональних втрат енергії шляхом економічно і екологічно обґрунтованих заходів енергозбереження.

2. Встановлено, що енергетичне обстеження дозволяє виробити оптимальний набір технічних і організаційних заходів з енергозбереження: від налагодження правильних взаємин з постачальниками паливно-енергетичних ресурсів до впровадження інноваційних технологій енергозбереження та стимулювання енергозберігаючих заходів на об'єкті. Тобто, при проведенні енергетичного аудиту повинна враховуватися специфіка вирішуваних завдань, пропонувані рішення, розрахунків нормативних показників, техніко-економічного обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів, оформлення і узгодження звітної документації.

3. Факт того, що державні видатки на придбання енергоносіїв для бюджетних організацій на території міста Житомир невинно зростають внаслідок існуючої тенденції зростання цін на енергію та енергоресурси, вказало на об'єкт для практичних досліджень -. Житомирську обласну дитячо-юнацьку спортивну школу осіб з інвалідністю Житомирської обласної ради.

4. Виявлено, що значна частина споживаних ПЕР використовується ЖОДЮСШОІ нераціонально через використання застарілих технологій, низьку якість експлуатації будівель

5. Було встановлено характер розподілу тепловтрат спорткомплексу ЖОДЮСШОІ через огорожувальні конструкції будівель, то в середньому

воно виглядає наступним чином: стіни 43%; вікна 35%; горищні перекриття 16%. Доведено, що виконання всіх запропонованих заходів дасть економію енергетичних витрат в 75%, але керівництву ЖОДЮСШОІ. В першу чергу при формуванні довгострокової стратегії слід звернути на заходи з високою енергозберігаючою здатністю, а при формуванні короткострокової стратегії слід звернути на заходи з вищим терміном окупності.

6. При розробці енергозберігаючих заходів слід ґрунтуватися на їх реалістичності і досяжності. Основою для оцінки прийнятності тих чи інших заходів є техніко-економічні розрахунки, що базуються на обліку поточного або перспективного рівня цін на енергоресурси. Розрахунки показали, що заміна моніторів крім поліпшення виконуваної роботи дала змогу зекономити ЖОДЮСШОІ 655 кВт електроенергії чи зменшити видатки на 1188 грн. 3. Окупність переходу ЖОДЮСШОІ на світлодіодні лампи складе 2,1 року. Економія коштів в рік складе (при використанні світлодіодних ламп) 1266,4 грн, також можлива додаткова економія від зростання терміну служби ламп. Вивільнення електричних потужностей в рік складе 699 кВт. год.

7. Доведено, що погано підготовлений звіт енергоаудитора (незалежно від якості рекомендованих ним енергозберігаючих заходів) призводить або до не так високої, як хотілося б, економії, або взагалі до її відсутності, а в окремих випадках навіть до зростання енерговитрат і безглузлого вкладення коштів. Запропоновані рекомендації щодо уникнення помилок щодо оформлення звіту енергоаудитора допоможуть зробити енергоаудит більш ефективним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андропова О. В. Енергетичне обстеження навчального корпусу №3 Херсонського національного технічного університету [Електронний ресурс] / О. В. Андропова, Є. О. Баганов, В. В. Курак, А. М. Андрієнко // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2015. – № 1. – С. 17-22. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2015_1_4
2. Бабенко О. В. Метод перехресної перевірки результатів оцінювання освітлювального навантаження під час проведення енергетичного аудиту виробничих приміщень. [Електронний ресурс] / О. В. Бабенко, В. В. Захаров, Д. Л. Ферфецький. // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2014. – Вип. 2. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNTUV_2014_2_5
3. Беляєв С.В. Енергоаудит як основний напрям забезпечення енергозбереження у будинках. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. 2020. №9. С. 41-49. URL: <http://www.vestnik-ekonom.mgu.od.ua/journal/2020/42-2020/9.pdf>
4. Вимоги до звіту з енергоаудиту [Електронний ресурс]. URL: <https://aea.org.ua/energy-audit/energy-audit-for-enterprises/report-requirements/> (дата звернення 20.09.2020)
5. Гамеляк І. П. Енергетичний аудит бітумних баз та асфальтобетонних заводів тепловізійним методом [Електронний ресурс] / І. П. Гамеляк, М. М. Дмитрієв, А. М. Дмитриченко, Д. В. Волощук // Автошляховик України. – 2015. – № 3. – С. 35-40. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/au_2015_3_11
6. Гільорме Т. В. Удосконалення методики проведення енергетичного аудиту суб'єктів господарювання [Електронний ресурс] / Т. В. Гільорме, Л. Ю. Гордєєва-Герасимова, М. О. Михалочкіна // Економіка. Фінанси. Право. – 2017. – № 6. – С. 42-44. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecfipr_2017_6_12
7. Данілкова А. Ю. Ключові аспекти організації системи енергетичного менеджменту промислових підприємств України [Електронний ресурс] / А.

Ю. Данілкова // Економіка та держава. – 2016. – № 2. – С. 96-100. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2016_2_23

8. Денисенко Л. О. Система енергетичного менеджменту як основа ефективного управління енергоспоживанням [Електронний ресурс] / Л. О. Денисенко, Р. Л. Малогловець // Формування ринкових відносин в Україні. – 2014. – № 3. – С. 96-99. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2014_3_24

9. Денисюк С. П. Теоретичні основи побудови систем енергетичного менеджменту в Україні [Електронний ресурс] / С. П. Денисюк, О. В. Бориченко // Енергетика. – 2015. – № 1. – С. 7-17. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2015_1_3

10. Джеджула В. В. Енергетичний аудит як засіб забезпечення ефективності енергоспоживання промислових підприємств [Електронний ресурс] / В. В. Джеджула // Вісник Одеського національного університету. Економіка. – 2013. – Т. 18, Вип. 3(1). – С. 123-125. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_econ_2013_18_3\(1\)__32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vonu_econ_2013_18_3(1)__32)

11. Дмитрієв М. М. Методологія проведення енергетичного аудиту підприємств дорожньої галузі тепловізійним методом [Електронний ресурс] / М. М. Дмитрієв, І. П. Гамеляк, І. І. Попелиш, І. В. Коц // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2015. – № 1. – С. 137-144. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Stmkb_2015_1_24

12. Доценко С. І. Архітектоніка функціональної системи як основа для формування моделі діяльності системи енергетичного менеджменту [Електронний ресурс] / С. І. Доценко, В. А. Краснобаєв // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2014. – № 1. – С. 31-33. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekit_2014_1_11

13. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64370

14. Закладний О. О. Оцінка залишкового ресурсу електромеханічних систем при проведенні енергетичного аудиту [Електронний ресурс] / О. О.

Закладний, В. В. Прокопенко // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2017. – № 1. – С. 58-63. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2017_1_10

15. Замулко А. І. Аналіз результатів перевірки суб'єктів господарювання наглядовими органами – основа для здійснення енергетичного аудиту [Електронний ресурс] / А. І. Замулко, Ю. А. Веремійчук, М. В. Матвійчук // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2016. – № 4. – С. 32-37. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2016_4_6

16. Зінь М. М. Роль і місце енергетичного менеджменту в системі конкретних функцій менеджменту підприємством [Електронний ресурс] / М. М. Зінь, Ю. Б. Підгайний // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2013. – Вип. 1. – С. 148-154. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkdpu_2013_1_30

17. Колієнко В. А. Сучасні тенденції виконання енергетичного аудиту [Електронний ресурс] / В. А. Колієнко, Р. Ю. Тормосов, А. Г. Колієнко // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2016. – Вип. 8. – С. 152-157. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/enef_2016_8_26

18. Кухарець М.М., Швець А.С. Схема проведення енергетичного аудиту: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Частина 2, 29 травня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. с. 121-123.

19. Маліновський А. А. Проблеми енергетичного аудиту будівель, приєднаних до систем централізованого теплопостачання [Електронний ресурс] / А. А. Маліновський, В. Г. Турковський, К. Б. Покровський, А. З. Музичак // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2017. – № 2. – С. 35-41. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2017_2_7

20. Маліновський А. А. Програмна та алгоритмічна підтримка енергетичного аудиту будівель та їх енергетичної сертифікації [Електронний ресурс] / А. А. Маліновський, В. Г. Турковський, К. Б. Покровський, А. З. Музичак // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2018. – № 2. – С. 96-102. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2018_2_14

21. Музичак А. З. Методика і практика енергетичного аудиту підприємств комунальної теплоенергетики [Електронний ресурс] / А. З. Музичак // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2016. – Вип. 29. – С. 240-247. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkntu_2016_29_39

22. Онищенко Я. Д. Системний підхід в енергетичному менеджменті як аналітичний засіб для оцінювання енергоємних процесів на підприємствах харчової промисловості України [Електронний ресурс] / Я. Д. Онищенко, А. І. Замулко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2020. – Т. 26, № 2. – С. 130-139.

23. Пахолюк О. А. Визначення проблем та особливостей використання відновлюваних джерел енергії, виявлених в результаті проведення енергетичного аудиту будівель у регіонах України [Електронний ресурс] / О. А. Пахолюк, Т. Ф. Шимків // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – 2016. – Вип. 5. – С. 358-365. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb_2016_5_46

24. Перебийніс В. І. Техніко-технологічне забезпечення конкурентоспроможності на засадах енергетичного менеджменту [Електронний ресурс] / В. І. Перебийніс, О. В. Федірець, В. І. Гавриш // Вісник економічної науки України. – 2016. – № 1. – С. 110-114. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Venu_2016_1_19

25. Приклади звітів з енергоаудиту [Електронний ресурс]. URL: <https://aea.org.ua/energy-audit/sample-report-on-energy-audit/> (дата звернення 20.11.2020)

26. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України» від 22 червня 2017 року № 2118-VIII (остання редакція від 01.12.2020). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>

27. Про енергозбереження: Закон України» від 1 липня 1994 року №74/94-ВР (остання редакція від 16.10.2020). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text>

28. Про затвердження Типової методики "Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту": Наказ Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів від 20 травня 2010 року № 56. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0056656-10#Text>

29. Радомська М. М. Енергетичний аудит як основа підвищення енергоефективності виробничих та житлових об'єктів [Електронний ресурс] / М. М. Радомська // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2013. – № 8. – С. 172-178. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2013_8_27

30. Радько І. П. Методика та обладнання для проведення енергетичного аудиту [Електронний ресурс] / І. П. Радько, В. А. Наливайко, О. В. Окушко, А. В. Міщенко, Є. О. Антипов // Енергетика і автоматика. – 2018. – № 1. – С. 123-134. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia_2018_1_14

31. Рижа Т. В. Проблеми впровадження енергетичного менеджменту у вищих навчальних закладах [Електронний ресурс] / Т. В. Рижа, О. С. Федорчук // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2015. – № 1. – С. 23-26. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2015_1_5

32. Савенко В. І. Інтелектуальні інформаційні інструменти розвитку виробничих систем, енергетичного менеджменту та підприємства в цілому [Електронний ресурс] / В. І. Савенко, С. І. Доценко, В. В. Ключова, С. П. Пальчик, М. О. Терещук // Управління розвитком складних систем. – 2019. – Вип. 37. – С. 195-204. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2019_37_33

33. Самойленко І. О. Енергетичний менеджмент та його роль у підвищенні енергоефективності діяльності підприємств електроенергетики [Електронний ресурс] / І. О. Самойленко, Д. М. Власова. // Адаптивне

управління: теорія і практика. Економіка. – 2018. – Вип. 5. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/admthp_2018_5_9

34. Сапожніков С. В. Створення системи підвищення мотивації серед працівників служби енергетичного менеджменту вищих навчальних закладів та розрахунок ймовірної ефективності її використання [Електронний ресурс] / С. В. Сапожніков, Ю. В. Чернишова, В. І. Назарько // Вісник Сумського державного університету. Сер.: Економіка. – 2013. – № 1. – С. 51-59. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSU_ekon_2013_1_9

35. Суходуб І. О. Енергетичне обстеження будівлі учбового призначення [Електронний ресурс] / І. О. Суходуб, О. І. Яценко // Молодий вчений. – 2015. – № 6(1). – С. 31-35. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_6\(1\)_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_6(1)_9)

36. Трунова І. М. Вдосконалення методики розрахунків під час енергетичного аудиту систем освітлення в АПК [Електронний ресурс] / І. М. Трунова, А. О. Меркулова // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. – № 12. – С. 59 – 63. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee_2013_12_9

37. Трунова І. М. Вдосконалення типової методики "Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту" [Електронний ресурс] / І. М. Трунова, К. Ф. Безсонова // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – № 11. – С. 50-53. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee_2012_11_8

38. Швець А.С. Поширені помилки формування звіту з енергетичного аудиту: матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. – с. 360-364.

39. Швець А.С. Правила безпомилкового формування звіту з енергетичного аудиту: матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. – с. 411-412.

40. Шовкалюк М. М. Використання моделювання під час енергетичних аудитів будівель [Електронний ресурс] / М. М. Шовкалюк, С. В. Зіменко //

Молодий вчений. – 2018. – № 8(2). – С. 344-352. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2018_8\(2\)__27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2018_8(2)__27)

41. Юрченко Є. Л. Результати енергетичного аудиту адміністративної будівлі [Електронний ресурс] / Є. Л. Юрченко, О. О. Коваль, В. В. Піпа, О. В. Адегов, К. А. Ковтун // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. – 2017. – Вып. 100. – С. 170-175.

42. Якобчук В. П. Теоретико-методичні основи проведення енергетичного аудиту [Електронний ресурс] / В. П. Якобчук, С. В. Тищенко, С. В. Ярош // Агросвіт. – 2016. – № 7. – С. 51-56. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit_2016_7_10

43. Ярош С. В. Енергетичне обстеження ку "центральна районна лікарня" житомирської районної ради та його ефективність [Електронний ресурс] / С. В. Ярош // Інвестиції: практика та досвід. – 2016. – № 4. – С. 62-66. – URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2016_4_15

ДОДАТКИ

Градація енергозберігаючих заходів по їх доступності

Захід	Характеристика заходу
Організаційні та роз'яснювальні	Такі заходи є необхідним етапом при розробці будь-яких програм з енергозбереження. До їх числа належить встановлення відповідальності за перевитрату споживання ресурсів, введення обліку енергоспоживання, контроль раціональності витрачання ресурсів і т.д. При реалізації такого роду заходів в залежності від поточного стану експлуатації та управління господарюючим суб'єктом або будівлею, як правило, досягається від 5% до 50% зниження енергоспоживання. При цьому зазначені заходи є невід'ємним етапом для подальшої підготовки більш складних технічних і технологічних заходів, оскільки тільки після проведення аналізу можна оцінити реальний рівень енергоспоживання, неспотворений впливом недостатньо компетентного управління.
Низьковитратні заходи	До заходів такого рівня відноситься ряд технічних прийомів, що дозволяють при мінімальних фінансових витратах отримати відчутні результати в зниженні енергоспоживання. Прикладами можуть бути установка приладів обліку, утеплення і ущільнення елементів скління, переобладнання опалювальних систем з природною циркуляцією в системи з примусовою циркуляцією, установка відбиваючих дефлекторів, заміна освітлювальних ламп розжарювання на більш економічні, установка аераторів на сантехнічному обладнанні і т.д. Як правило, окупність таких заходів характеризується дуже короткими періодами часу і визначається найпростішими розрахунками. Слід враховувати також виникнення ситуацій, коли проведення такого роду заходів може виявитися недостатнім. Також необхідно оцінювати, чи будуть в найближчій перспективі в будівлі проводитися більш масштабні технічні заходи щодо реконструкції, для яких виконані низьковитратні заходи є марними. В цьому випадку, витрати навіть невеликих коштів можуть бути оцінені як нераціональні.
Середньовитратні і заходи	Це заходи з утеплення несучих конструкцій, встановлення герметичних вікон, обладнання будівель більш досконалими опалювальними системами і системами вентиляції, встановлення двигунів більш високого класу на приводах, застосування частотного регулювання на приводах, установці систем автоматизованого управління. На цьому рівні проведення техніко-економічних розрахунків з зіставленням різних варіантів технічних рішень і обладнання, що застосовується має бути обов'язковим, ґрунтуючись на результатах обстеження будівель, в тому числі і даних енергоаудитів. Ряд варіантів може виявитися неприйнятним через великі терміни окупності або через складнощі з подальшою експлуатацією.
Високвитратні заходи	До них можуть ставитися заходи з будівництва будівель з низьким рівнем енергоспоживання, будівель обладнаних автономними системами життєзабезпечення, в тому числі з використанням відновлюваних джерел енергії, будівель з високотехнологічними комплексними системами управління і т.д. З огляду на більш високий рівень витрат, якість і обсяг проведення попереднього енергоаудиту та подальшого проектування повинно відповідати рівню розв'язуваної задачі, в тому числі в частині прогнозування подальших витрат і проблем в експлуатації таких будівель. Слід врахувати також готовність служб експлуатації до роботи з такими об'єктами, включаючи вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу і його технічної оснащеності. Як і в попередніх випадках, основним критерієм можливості реалізації таких проектів є їх окупність. Найчастіше ключовим фактором при вирішенні про реалізацію високозатратних заходів є отримання екологічних чи інших переваг, наприклад скорочення споживання теплоенергетичних ресурсів до мінімуму і зниження викидів парникових газів, енергонезалежність і т.д.

