

УДК 658.562.012.7

Чуприна Юрій АнатолійовичКандидат технічних наук, доцент кафедри менеджменту в будівництві
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ**ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ДЛЯ ЖИТЛОВОГО
СЕКТОРУ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНОГО СТАНДАРТУ ЯКОСТІ**

***Анотація.** Розкрито основні принципи формування системи енергетичного менеджменту житлового сектору на основі зарубіжного та першого вітчизняного досвіду, завдання та обов'язки працівника на посаді енергетичного менеджера, методи оцінки стану житлового сектору з позиції системи енергоменеджменту на основі міжнародного стандарту якості. Розглянуто структуру системи енергоаудиту, яка дозволяє без великих фінансових витрат досягти суттєвої економії енергії і знизити негативні наслідки у разі поганої роботи опалювальних систем в будівлях. Наведено основні етапи проведення енергетичного аудиту, який складається зі збирання інформації про: системи постачання енергоресурсів, аналіз режимів енергоспоживання, аналіз режимів експлуатації обладнання та систем обстеження стану розподілу енергоресурсів, системи електропостачання, розподільні мережі, електрообладнання, системи освітлення та телекомунікації.*

Ключові слова: енергетичний менеджмент; енергоаудит; житловий сектор; міжнародний стандарт якості; енергія

***Аннотация.** Раскрыты основные принципы формирования системы энергетического менеджмента жилого сектора на основе зарубежного и первого отечественного опыта, задачи и обязанности работника на должности энергетического менеджера, методы оценки состояния жилого сектора с позиции системы энергоменеджмента на основе международного стандарта качества. Рассмотрена структура системы энергоаудита, которая позволяет без больших финансовых затрат достичь существенной экономии энергии и снизить негативные последствия в случае плохой работы отопительных систем в зданиях. Наведены основные этапы проведения энергетического аудита, который состоит из сбора информации о: системе снабжения энергоресурсов, анализе режимов энергопотребления, анализе режимов эксплуатации оборудования и систем, обследовании состояния распределения энергоресурсов, системе электроснабжения, распределительных сетях, электрооборудования, системах освещения и телекоммуникаций.*

Ключевые слова: энергетический менеджмент; энергоаудит; жилой сектор; международный стандарт качества; энергия

***Abstract.** The article reveals the basic principles of energy management system based on the residential sector of foreign and domestic experience first, tasks and responsibilities of the employee to the position of energy management, methods for assessing the state of the housing sector from the perspective of the energy management system based on international quality standard. The article also examines the structure of the energy audit, which allows without great financial cost to achieve significant energy savings and reduce the negative consequences in the event of poor performance of heating systems in buildings. Imposed by the main stages of the energy audit, which consists of a collection of information on: energy supply system, the analysis of modes of energy consumption, the analysis of modes of operation of equipment and systems, survey of the distribution of energy, power systems, distribution networks, electrical equipment, lighting systems, and telecommunication systems.*

Keywords: power management; energy audit; the residential sector; the international quality standard of; energy

Постановка проблеми

З часу здобуття Україною незалежності було проведено багато досліджень направлених на виявлення проблем в енергетичному секторі країни, до яких відноситься: досить високий рівень енергоємності, залежність від імпорту газу та нафти, низька ефективність використання енергоресурсів. За цих умов виникає багато фундаментальних проблем енергетичного сектору, методом вирішення яких є впровадження енергоменеджменту як на підприємствах, так і в житловому секторі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемами енергоефективності у промисловому та житловому секторах займаються зарубіжні та вітчизняні вчені: муніципальна енергоефективність – Е. Вексей, А. Гула, В. Колодзейчик; практичне впровадження енергоефективних проєктів, енергоаудит, застосування методики “фінансування третьої сторони” (Energy Performance Contracting) при здійсненні енергоефективних проєктів – М. Дідушкова, М. Вотапек, І. Земан, В. Сохор; окремі проблеми енергоефективності – К. Тімпе, Г. Люкінг, Г. Меессен; окремі проблеми енергоефективності, об’єктивного обліку та аналізу використання енергоресурсів – Ш. Хенсен, В. Лью, Д. Мілс, М. Сласс. Незважаючи на важливість досліджень цих авторів, у вищенаведених наукових джерелах недостатньо розкриті питання, пов’язані з детальним обґрунтуванням стратегії і тактики у сфері енергоефективності, актуальні проблеми практичного здійснення енергоощадних заходів, завдання і обов’язки енергоменеджерів [1].

Мета статті

Практично для всього житлового фонду України характерна проблема технічного та морального старіння, в тому числі інженерного устаткування будівель, що включає всі системи життєзабезпечення. Особливо це стосується великопанельних і цегляних будинків, які, як правило, мають ненадійну гідро- і теплоізоляцію основних конструктивних елементів. Крім того, як показує досвід їх експлуатації, фактичні втрати в таких будинках вище проєктних через низьку якість будівництва та експлуатації [2; 5; 6].

Описані причини обумовлюють необхідність проведення в наявному житловому фонді заходів щодо підвищення енергетичної ефективності. Низька ефективність використання енергії стримує економічний розвиток держави, що призводить до зниження життєвого рівня населення країни [3].

Виклад основного матеріалу

На сьогодні пріоритним напрямом розвитку економіки кожної країни, зокрема України, є енергоефективність – зниження споживання енергоресурсів підприємствами і населенням. Насамперед це пов’язано з необхідністю зменшення навантаження на довкілля при споживанні енергоресурсів та зменшення викидів CO₂ (відповідно до вимог щодо енергетичної ефективності в усьому світі).

Сьогодні у сфері енергозбереження в Україні з питань енергетичного аудиту діють такі національні стандарти:

– ДСТУ 4065 - 2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги (ANSI / IEEE 739: 1995, NEG);

– ДСТУ 4713 - 2007 "Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації роботи".

Енергоаудит – це обстеження будівлі з метою збирання інформації про енергопотоки в ньому. Обстеження енергооб’єкта з метою визначення можливостей економії споживаних енергоресурсів.

Метою енергоаудиту є визначення обсягу витрати енергії на виробництво одиниці продукції та визначення технічного та організаційного потенціалу для зменшення цієї витрати.

Основними завданнями енергоаудиту є:

1. Одержати достовірні дані про обсяг енергетичних ресурсів, що використовуються.

2. Визначити можливі показники енергетичної ефективності.

3. Визначити організаційний та технічний потенціал енергозбереження, підвищити енергоефективність.

4. Розробити перелік заходів з енергозбереження (типових і загальнодоступних), підвищити енергоефективність, провести їх вартісну оцінку.

Результат проведеного енергоаудиту – звіт про виконану роботу, пропозиції щодо збереження енергії та енергетичний паспорт об’єкта.

Енергетичне обстеження та реалізація сформованої на основі енергоаудиту алгоритма дій для підвищення енергоефективності об’єкта дозволить:

– підвищити надійність енергопостачання;

– збільшити ефективність використання енергоресурсів;

– покращити організаційні і економічні аспекти діяльності об’єкта;

– зменшити шкідливий вплив на довкілля середовище від споживання енергоресурсів.

Основними переваги проведення енергоаудиту є:

- загальна економія споживання енергоресурсів за рахунок проведення короткострокових та середньострокових заходів;
- коригування постачальниками енергоресурсів, зниження суми оплат за енергоресурси – оплата тільки за реально спожиті обсяги;
- дії відповідно до законодавства України;
- розширення діяльності підприємства без збільшення енергоспоживання;
- налагодження відносин з фінансовими інститутами для проведення енергозберігаючих заходів.

Структура енергоаудита

Застосовування енергоменеджменту дозволяє досягнути суттєвої економії енергії, виявити дефекти поганої роботи енергоспоживаючих систем, їх збоїв; швидко втрутитись у разі виявлення несприятливих тенденцій до збільшення споживання енергоресурсів; визначити рекомендовані удосконалення, їх пріоритет; уважніше ставитись до питань використання енергії; зменшити шкідливий вплив на екологію.

Схема системи енергоменеджменту подано на рис. 1

Відповідним за споживання енергії та води призначається енергоменеджер, який також займається питаннями економіки для забезпечення ефективності заходів з енергозбереження (головним чином безвитратних і маловитратних).

Процес організації енергетичного менеджменту може початися з однієї будівлі і розвиватися до

рівня всього населеного пункту. Основними об'єктами енергоменеджменту є: житлові будинки, адміністративні будівлі, школи, дитячі дошкільні установи, лікарні, будівлі соціального призначення та інші.

Система енергоменеджменту дозволяє відслідковувати споживання енергії і тим самим дає можливість для порівняння енергоємності виробництва з іншими будівлями і точніше оцінити вигоди від можливих проектів з енергозбереження. Слід підкреслити, що успішне застосування системи енергоменеджменту багато в чому залежить від позиції керівництва. При позитивному ставленні керівництва можуть бути отримані значні результати.

Управлінський цикл, заснований за принципом: «Плануй - Дій - Перевірйай - Удосконалюй» (PlanDo CheckAct), виходячи з міжнародної практики організацій, що зіткнулися з проблемами реалізації енергетичної політики, дозволяє постійно удосконалювати і впроваджувати основи енергетичного менеджменту в повсякденну практику організації.

Цей принцип може бути представлений у вигляді схеми, наведеної на рис. 2:

- **Плануй** (Plan): постановка цілей, визначення процесів, необхідних для розподілу результатів відповідно до можливостей щодо поліпшення енергетичних параметрів та енергетичної політики (вибір пріоритетних заходів);
- **Дій** (Do): впровадження процесів, реалізація заходів;

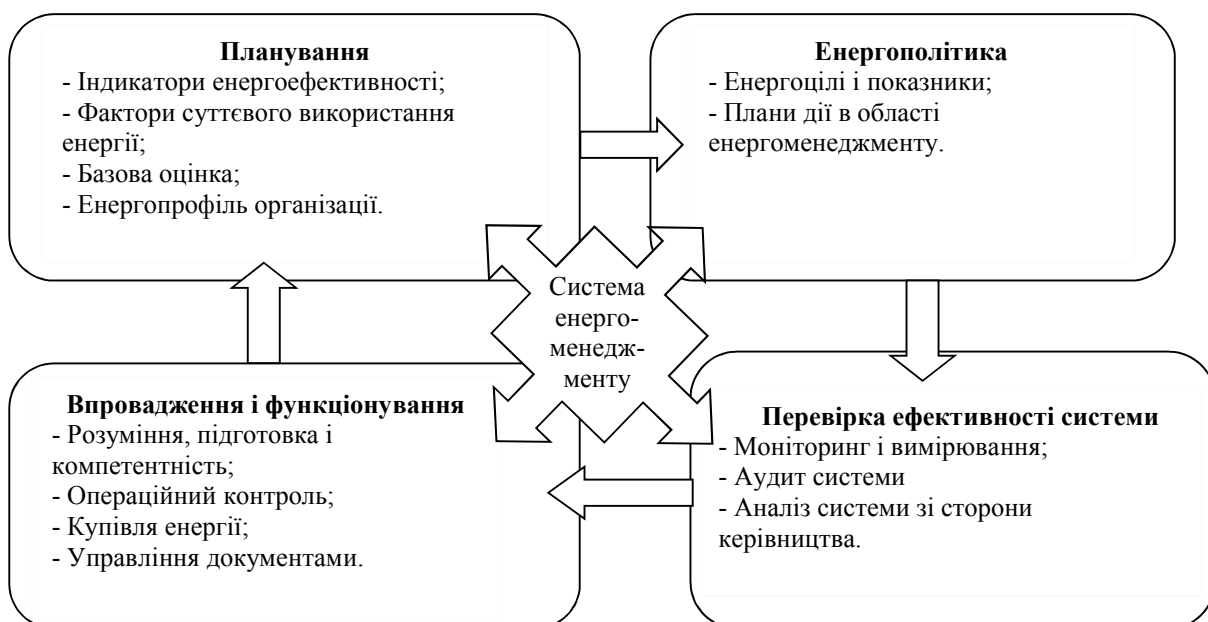


Рис. 1. Схематичне подання системи енергоменеджменту

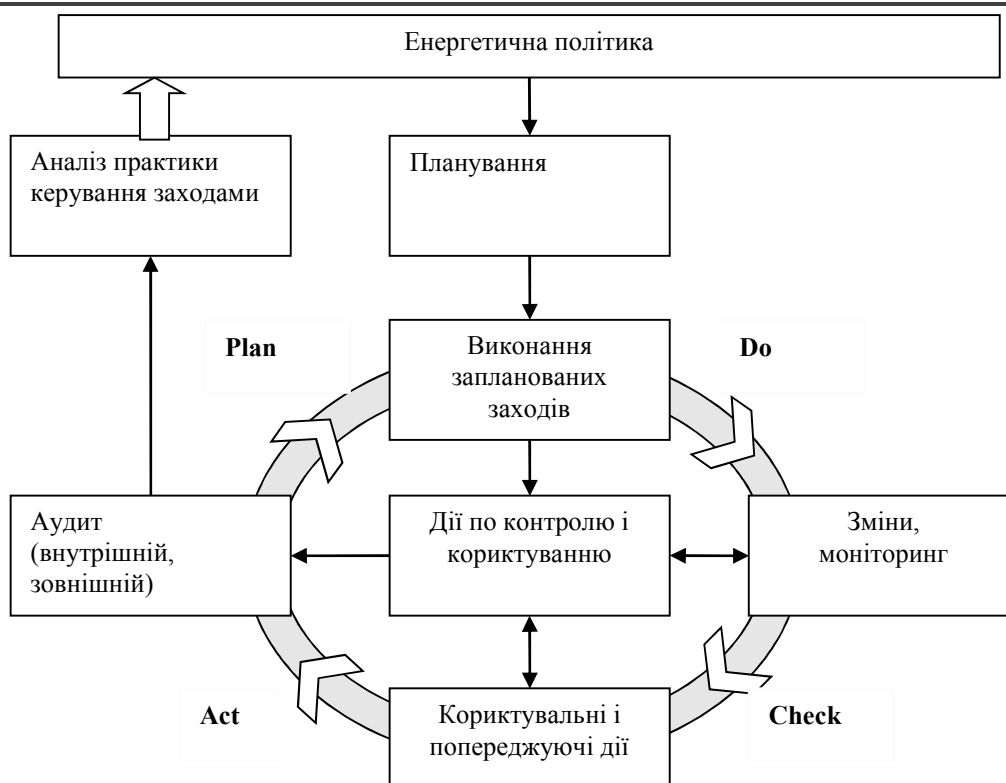


Рис. 2. Принцип енергоменеджменту Plan-Do-Check-Act

– **Перевіряй** (Check): контроль та вимірювання енергетичних процесів і продуктів на відповідність енергетичній політиці, поставленим цілям, ключовим характеристикам даних процесів;

– **Удосконалий** (Act): розробка заходів для подальшого підвищення енергоефективності та енергозбереження.

Основні етапи проведення енергетичного аудиту

У загальному випадку енергоресурсоаудит житлових будівель складається зі збирання інформації про: системи енергоресурсопостачання, аналіз режимів енергоспоживання, аналіз режимів експлуатації обладнання та систем, обстеження стану енергоресурсорозподілу, системи електропостачання, розподільчих мереж, електрообладнання, системи освітлення та телекомунікацій і т. д. Основні етапи проведення енергетичного аудиту подані на рис. 3.

Способи проведення енергоаудиту

Існує два основних способи проведення енергоаудиторських обстежень:

- використання власних ресурсів;
- залучення послуг сторонніх компаній.

До першого методу переважно вдаються ВНЗ технічної спрямованості, які володіють значними можливостями (як матеріальними, так і технічними)

для створення власних центрів з енергоефективності та навчання фахівців. Перевагою підходу є здатність установ самостійно проводити енергоаудит, не звертаючись до зовнішніх компаній. Другий спосіб – це залучення послуг з проведення енергетичного обстеження приватних компаній. Даний метод може виявитися менш витратним, ніж створення і підтримка функціонування власного центру з енергоефективності.

Енергоменеджмент і стандарт ISO

Для підвищення енергоефективності деякі закордонні компанії планують або вже впровадили системи енергоменеджменту на основі міжнародного стандарту ISO 50001: 2011: Системи енергетичного менеджменту. Міжнародний стандарт ISO 50001: 2011 є основою для побудови ефективного енергоменеджменту в житловому секторі. Мета стандарту – надати керівництво для оптимізації процесу споживання енергоресурсів та системного управління цим процесом. Побудова ефективної системи енергоменеджменту є, окрім іншого, найсильнішим інструментом для зниження витрат (рис. 4).

Зазвичай, в стандартах формально описується досить широкий спектр різних функцій і обов'язків, тому організація, що проводить енергоаудит, повинна сама вибрати які з них необхідні саме їй для забезпечення розвитку системи менеджменту відповідно до ISO 50001: 2011.

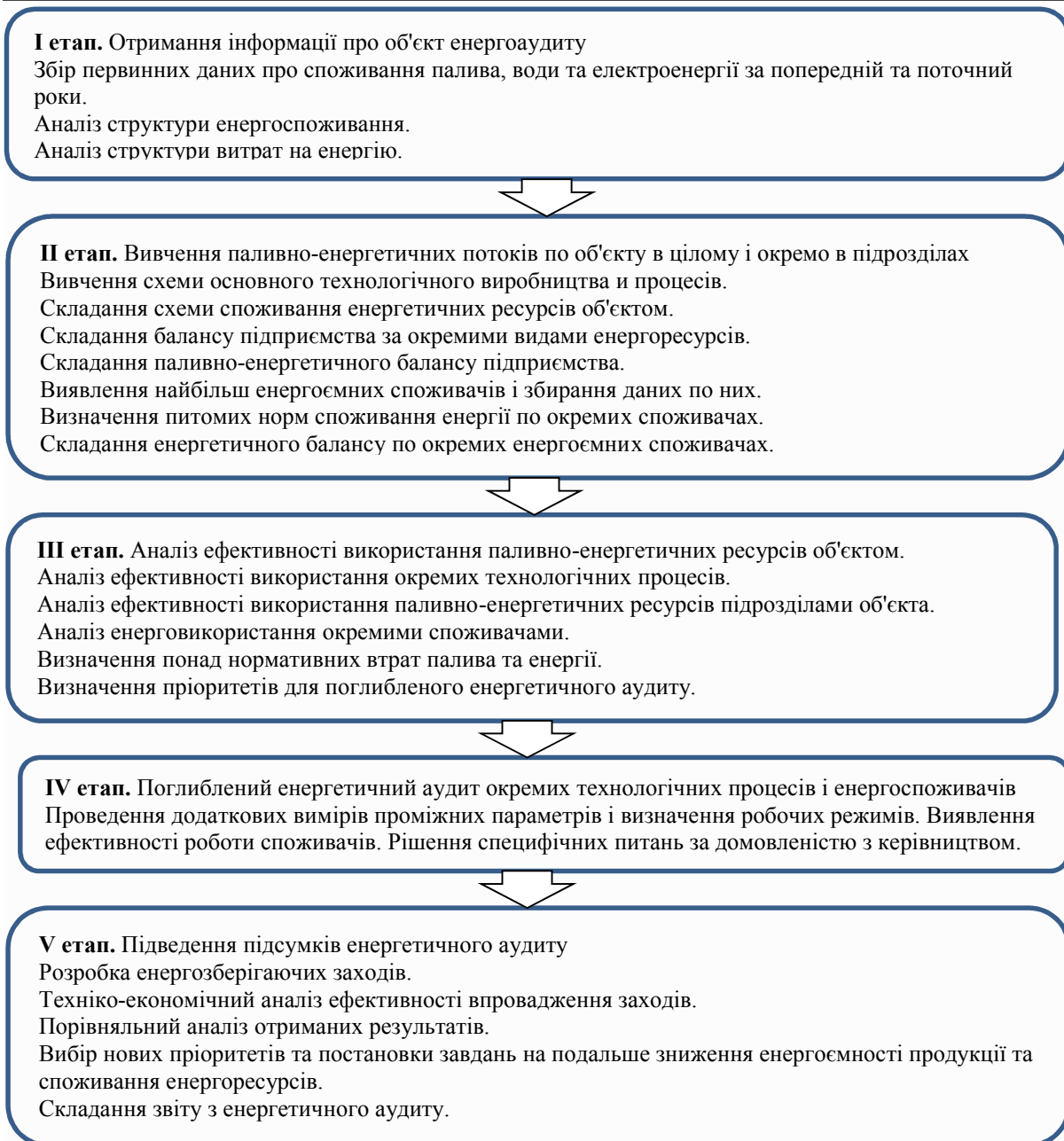


Рис. 3. Схема основних етапів проведення енергоаудиту.

Призначення енергоменеджерів

Відповідальним за впровадження енергоменеджменту призначається енергоменеджер. Перед ним ставляться основні цілі та очікувані результати на найближчі декілька років. Для того, щоб система енергоменеджменту була ефективною, вона повинна задіяти три основні сфери: закупівля, управління, проектування.

Першим кроком у визначенні областей для потенційної економії енергії є встановлення кількості та вартості використовуваних енергоресурсів. До енергоресурсів належать не тільки мазут, вугілля, газ і електроенергія, а й вода. Після завершення такого аналізу необхідно перевірити, чи є тарифи на енергоресурси для

будівлі конкурентними і відповідними ринку.

Крім необхідності контролю та обліку заощаджень від закупівельних та інженерних проектів, часто застосовується економія за рахунок більш ефективного управління ресурсами із застосуванням стандартних прийомів контролю.

Після первинної перевірки та аудиту основні показники повинні бути перевірені та проаналізовані. Потім, на основі цього аналізу, мають бути визначені короткострокові заходи для поліпшення ефективності використання енергії. Після здійснення короткострокових заходів, ключові показники (досягнутих результатів) повинні бути перевірені та проаналізовані, і на підставі цього аналізу мають бути заплановані середньострокові заходи і так далі.

Основні елементи системи енергоменеджменту в проекті стандарту ISO 50001

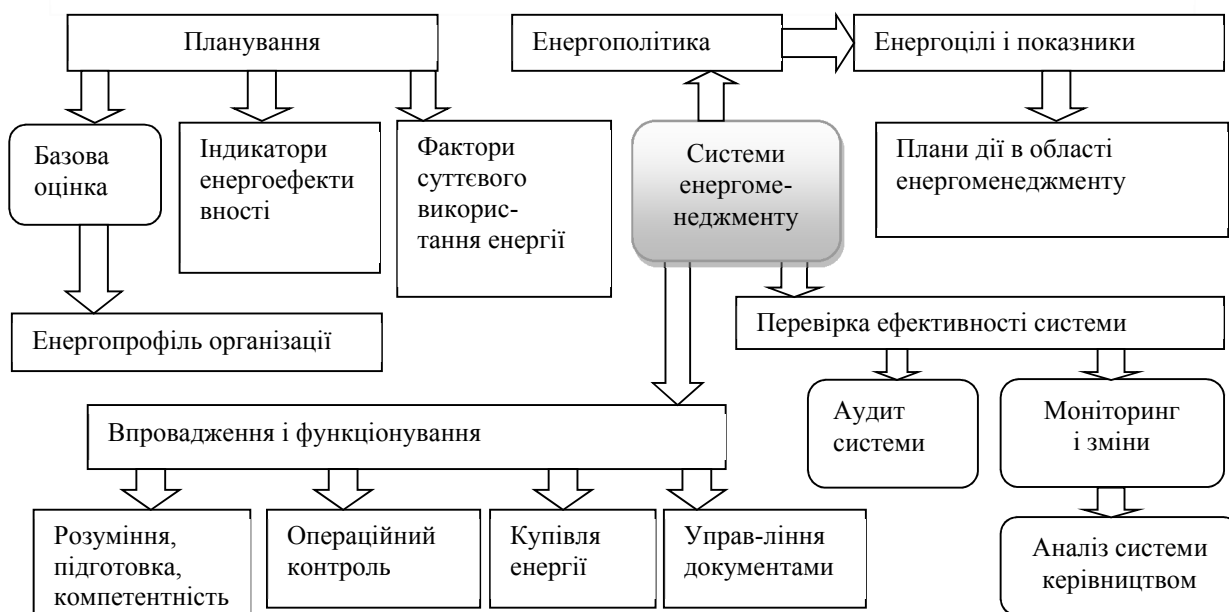


Рис. 4. Енергоменеджмент на основі міжнародного стандарту ISO 50001

Вимоги до підготовки енергетичного менеджера

Для того, щоб успішно працювати у сфері енергетичного менеджменту, фахівець повинен володіти:

- інженерною освітою;
- досвідом управління виробництвом і робочими групами;
- досвідом керівництва проектами;
- організаторськими здібностями;
- здатністю переконувати і розуміти мотивацію вчинків людей.

Енергоменеджер має:

- стежити за змінами в галузі енергополітики;
- знімати щодня (щонайменше раз на тиждень) показання основних лічильників (та інших приладів, систем обліку і контролю отримання даних за споживанням газу, електроенергії, води і т.д.);
- проводити збирання даних за обсягом виробництва та з використання сировини.

Аналіз даних. На цьому етапі енергоменеджер проводить розрахунок основних даних для порівняльного аналізу з метою вивчення впливу заходів з енергозбереження. Технологія розрахунку нормативів витрат електроенергії, де норма витрати електроенергії житлової будівлі розраховується для інтервалу часу – рік (W_{Σ}).

Норма витрати електроенергії визначається освітленням, силовим навантаженням будівель і втратами в електричній мережі житлової будівлі і розраховується за формулою:

$$W_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (W_{Ci} + W_{B.Oi}) + W_{H.O} + \Delta W_{\Sigma}, \quad (1)$$

де n – кількість об'єктів (будівель); W_{Ci} – норма витрати електроенергії силовим навантаженням i -го об'єкта (будівлі); $W_{B.Oi}$ – норма витрати електроенергії системою внутрішнього освітлення i -го будинку; $W_{H.O}$ – норма витрати електроенергії для зовнішнього освітлення житлової будівлі; ΔW_{Σ} – розрахункові втрати електроенергії живильної електричної мережі житлової будівлі.

Перед розрахунком норм проводиться інвентаризація приміщень житлової будівлі. Після інвентаризації приміщень проводиться інвентаризація електрообладнання.

Планування енергозбереження

Першим етапом в плануванні енергозбереження є проведення первинного енергоаудиту, другим – побудова карти споживання енергії, третім – контроль основних показників споживання енергії, на основі аналізу яких будуть заплановані першочергові заходи з підвищення енергоефективності. Наступний етап – знову вимірювання, аналіз, планування і впровадження подальших заходів, і так далі – цей процес досить тривалий.

Завдання енергоменеджера – організувати справу так, щоб зазначений цикл повторювався знову і знову.

Економічну доцільність застосування енергозберігаючих заходів пропонується визначати за допомогою коефіцієнта ефективності проведення енергозберігаючих заходів, що розраховується за укрупненими показниками, з урахуванням фізичного зношення і залишкового терміну служби будинків:

$$K_3 = \frac{C_{\text{рем. раб.}} + C_{\text{енерг. мер.}}}{C_{\text{восст.}}} \leq 1,$$

де K_3 – коефіцієнт ефективності; $C_{\text{енерг. мер.}}$ – вартість проведення енергозберігаючих заходів; $C_{\text{рем. раб.}}$ – вартість виконання ремонтних робіт; $C_{\text{восст.}}$ – вартість повного відновлення будівлі.

Виконання енергозберігаючих заходів можна вважати економічно обґрунтованим в тому випадку, коли вартість проведення ремонтних робіт в комплексі з енергозберігаючими заходами не перевищує відношну вартість будівлі.

Висновки

Енергоменеджмент став невід'ємною частиною системи модернізації житлового сектору. Виконані

дослідження дають змогу підвищити інформаційну обізнаність науковців та населення відносно доцільних напрямків вирішення проблем енергоефективності у житловому секторі, пов'язаних з удосконаленням енергоменеджменту та його інформаційного забезпечення. Успішне введення енергоменеджменту цілком залежить від ставлення до нього керівництва і застосування міжнародних стандартів якості. Суттєві результати будуть отримані лише в тому випадку, коли буде проводитись постійний контроль енергоменеджменту та планомірне налагодження системи управління енергоспоживанням в усіх її аспектах: технічному оснащенні житлового будинку, створенні структури і процедури енергоменеджменту.

Список літератури

1. Копець Г.Р. Результати вирішення проблем енергоефективності у муніципальному секторі міста Львова / Г.Р. Копець // Проблеми економіки та управління. – №611. –Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. – С. 80-85.
2. Шеина С. Г., Чулкова Е. В. Информационно-аналитическое обеспечение реализации программы по энергосбережению в жилищном фонде г. Ростова-на-Дону // «Инженерный вестник Дона», 2012, №3. – Режим доступа: <http://magazine/archive/n3y2012/970> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Armstrong H., Taylor J. *Regional economics and policy*. – Oxford: Oxford univ. press, 1993.
4. Шеина С. Г. Стратегическое управление техническим состоянием жилищного фонда муниципального образования: Монография. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2008. – 196 с.
5. Демченко В.В. Методи підвищення енергоефективності будівлі / В.В. Демченко, Х.М. Чуприна, О.В. Невмержицький // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2013. – № 16. – С. 138–143.
6. Чуприна Х. М. Інтегрована єдина енергетична модель будівлі / Х. М. Чуприна // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2014. – № 17. – С. 125–131.
7. Thomas E. *Fire safety: Some general aspects of research, regulation and design. CIB Symposium "Sys-tems Approach to Fire Safety in Building"*. - Tsukuba (Japan), 1979, p.7-14.
8. Матросов Ю. А. *Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения*. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с.
9. Антипенко Є.Ю. Структура та розмір лагу інвестицій в проекти та програми будівельної галузі / Є.Ю., Антипенко, В.І. Доненко, В.О. Поколенко, Ю.А. Чуприна, Д.О. Приходько // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2010. – № 1. – С. 6 – 9.

References

1. Kopec, G.R. *The results of solving the problems of energy efficiency in municipal sector of the city / GR Kopec // Problems of Economics and Management №611. -L. : Izd Nat. Univ "Lviv. Polytechnic", 2008. - P. 80-85.*
2. Shein, S.G. Chulkova EV *Information and analytycheskoe Provision Implementation Programs for Housing Fund Power in Rostov-on-Don // "Inzhenernyi Bulletin Don", 2012, №3. - Access: http://magazine/archive/n3y2012/970 (access svobodny) - Zahl. s screen. - Jaz. n.*
3. Armstrong H., Taylor J. *Regional economics and policy*. - Oxford: Oxford univ. press, 1993.
4. Shein, S.G. *Stratehycheskoe Management tehnycheskym STATUS Housing Fund munytsypalnoho Education: Monohrafiya. - Rostov-on-Don: RSCU, 2008. - 196 s.*
5. Demchenko V. *energy efficiency building methods / V. Demchenko, JM Chupryna, AV Nevmerzhitsky // Management of Complex Systems: Coll. Science. pr. - K.: KNUCA, 2013. - № 16. - P. 138-143.*
6. Chupryna, J.M. *Integrated integrated energy model building/ JM Chupryna // Management of Complex Systems: Coll. Science. pr. - K.: KNUCA, 2014. - № 17. - P. 125-131.*
7. Thomas E. *Fire safety: Some general aspects of research, regulation and design. CIB Symposium "Sys-tems Approach to Fire Safety in Building"*. - Tsukuba (Japan), 1979, p.7-14.
8. Matrosov A. *Power in the building. Problem path and EE solutions. - M. NYYSF, 2008, 496 pp.*
9. Antipenko, Ye.Yu. *Struktura log size and investment projects and programs in the construction industry / E.Y., Antipenko, V.I. Donenko, V.A. Pokolenko, Y.A. Chupryna, D.O. Pruhodko. // Management of Complex Systems: Coll. Science. pr. - K.: KNUCA, 2010. - № 1. - P. 6 - 9.*

Стаття надійшла до редакції 21.07.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А Тугай, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.