

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АУДИТ ENERGY MANAGEMENT AND AUDIT

УДК 620.91:697.1

В.І. Дешко¹, д-р техн. наук, проф., О.М. Шевченко¹, канд. техн. наук, асист.,
М.М. Шовкалюк¹, канд. техн. наук, доц., І.О. Суходуб¹, канд. техн. наук, ст. викл.,

М.І. Сотник², д-р техн. наук, доц., Н.П. Соколова³, доц.

¹ – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

² – Сумський державний університет

³ – Національний авіаційний університет

ДОСВІД СТВОРЕННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ У ВНЗ

Навчальні заклади є утримувачами матеріальної бази та споживачами енергетичних ресурсів, і ці два аспекти сталого розвитку (енергетичний та економічний) відіграють важливу роль у забезпеченні якості освітніх послуг та підготовці спеціалістів, що впливатимуть своїми рішеннями і діями на розвиток окремих організацій, підприємств, галузей та країни в цілому. Оптимальне управління процесами енергоспоживання та енергозбереження окремих освітніх установ та галузі в цілому потребує розвитку та вдосконалення науково-технічних та управлінських методів. Об'єкти галузі освіти, як і інші структури бюджетного фінансування, потребують системного підходу до управління та аналізу ефективності енерговикористання. На прикладі пілотних ВНЗ показано моделі управління процесами енергоспоживання, організаційна структура, механізми системи енергоменеджменту та система взаємодії між підрозділами. Дана стаття буде цікавою для наукових, педагогічних, інженерно-технічних працівників та спеціалістів, що займаються розробкою і впровадженням систем енергетичного менеджменту та заходів з енергозбереження у навчальних закладах.

Ключові слова: енергетичний менеджмент, ефективність енергоспоживання, вищий навчальний заклад, енергозбереження.

Вступ та постановка проблеми

Сьогодні перед Україною гостро постала необхідність вжиття заходів з підвищення енергоефективності у всіх сферах народного господарства, в тому числі й у галузі освіти. Реалізація існуючого потенціалу енергозбереження у цій сфері пов'язана з впровадженням не лише заходів з енергоефективної модернізації, а й реалізації низки організаційних заходів, що спрямовані на створення відповідної організаційної структури, навчання користувачів усіх рівнів правилам раціонального витрачання енергоресурсів на засадах сучасних стандартів енергоменеджменту та підвищення енергоефективності. Розроблення нових й удосконалення існуючих підходів до оцінювання енергоефективності, побудови системи управління процесами споживання енергії об'єктами галузі освіти є актуальними завданнями та мають науковий і практичний інтерес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Управління енерговикористанням у навчальних закладах вимагає не лише технічних, а й організаційно-управлінських рішень. Теоретичну та методологічну основу досліджень в цій сфері складають роботи провідних вчених в галузі підвищення ефективності управління енергоспоживанням і енергоефективності будівель, зокрема, Праховника А.В., Новосельцева О.В., Дешка В.І., Фаренюка Г.Г., Табунщикова Ю.А., Суходолі О.М., Розена В.П., Агеевої Т.П. та інших. Питання, пов'язані з розробкою моделей та засобів підвищення рівня ефективності енерговикористання у навчальних закладах за умов комплексного підходу, детально опрацьовуються в сучасних наукових роботах інших фахівців [1-5]. Зокрема, дисертаційна робота [1] присвячена розвитку методів та моделей оцінювання енергоефективності бюджетних закладів з урахуванням впливу погодних умов та сукупності фактичних умов експлуатації, в роботі запропоновано побудову концептуальної моделі управління процесами енергоспоживання та енергозбереження галузі освіти, що передбачає виділення трьох рівнів управління: галузевий – місцевий – локальний. Використання багатокритеріальних моделей та засобів управління енерговикористання в навчальних закладах, запропонованих в роботі [2], дозволяє покращити прогнозованість результатів та оперативно приймати управлінські рішення в сфері енергоефективності. Питанням аналізу та моніторингу фактичних показників енергоспоживання з урахуванням дотримання умов комфортності в будівлях вищих

навчальних закладів (ВНЗ) присвячено роботи [3, 6-11]. В статті [12] представлені результати проведення структурного аналізу використання енергії об'єктами освітніх закладів, а також визначено фактори, що впливають на енергоспоживання ВНЗ. Проблема обґрунтування вибору заходів з енергозбереження в будівлях закладів освіти присвячено досить велика кількість робіт, а також розроблено практичні посібники як для вчителів, так і для студентів та учнів [13-16]. Проведений аналіз літературних джерел дозволив виявити, що недостатня кількість робіт присвячена саме висвітленню проблеми практичного досвіду побудови системи енергоменеджменту та організації роботи відповідної служби у ВНЗ.

Мета статті

Огляд практик різних ВНЗ відносно побудови системи енергоменеджменту на базі системного підходу до управління та аналізу ефективності енерговикористанням, набутого досвіду та надання практичних рекомендацій щодо розробки методичного забезпечення з організації системи управління.

Матеріал і результати досліджень

На теперішній час формування системи управління процесами енергоспоживання та енергозбереження (ПЕЕ) в галузі освіти України здійснюється не планомірно та зазвичай має характер часткових, неузгоджених рішень в окремих її елементах, що значною мірою спричинено складністю вирішуваних управлінських завдань, неповнотою та недостовірністю інформації про енергетичні та експлуатаційні показники підвідомчих об'єктів. Однак, не зважаючи на нечітку сформованість системи управління ПЕЕ, варто відмітити, що в закладах МОН проводяться заходи щодо налагодження робіт з енергозбереження, зокрема: при базових ВНЗ створено регіональні центри з енергозбереження (загалом 14 центрів), які надають методичну допомогу з питань енергозбереження; розроблено Програму щодо зменшення споживання енергоресурсів навчальними закладами та установами освіти на 2010-2014 рр. [17]; налагоджено звітність по півріччях про стан реалізації заходів, передбачених Програмою; розроблено методику проведення енергетичного аудиту ЗО [18]; рекомендується створення служб енергетичного менеджменту у ЗО, для чого розроблено типові положення про запровадження служби [19]. Таким чином, створено засади для системи управління та аналізу, однак через неструктурованість та неповноту надаваної інформації, на практиці поки що не вдалося реалізувати сучасне управління ПЕЕ закладами МОН. В той же час, як видно з рис. 1 сьогодні в галузі освіти немає комплексності енергоменеджменту, визначеної в [20]: відсутні складові моніторингу енергоспоживання та контролю за виконанням Програми з енергозбереження; не забезпечено умови для створення служб енергетичного менеджменту (перш за все фінансові); не проводиться перевірка ефективності роботи системи управління (через фактичну відсутність останньої) та впровадження корегувальних заходів; планування енергоспоживання здійснюється в грошових одиницях та спрямоване на мінімізацію витрат коштів з бюджету, не відслідковуючи при цьому рівень забезпечення комфортних умов у приміщеннях, динаміку зміни тарифів на енергоносії, термін окупності заходів з підвищення енергоефективності. При цьому ефективно діючі системи енергетичного менеджменту, реалізовані за принципами [20] передбачають виконання циклу послідовних дій за принципом Демінга. На рис. 1 наведено оцінку відповідності існуючої системи управління ПЕЕ галузі освіти міжнародним стандартам з енергетичного менеджменту.

Однією з основних властивостей системи управління є необхідність аналізу та синтезу процесів енергоспоживання з переходом від інтегральних показників до деталізованих і назад. Це дає можливість ідентифікації об'єктів з надвисоким споживанням енергетичних ресурсів та подальшого прийняття рішень стосовно енергетичної сертифікації, проведення енергетичного аудиту та, як наслідок, реалізації обґрунтованих заходів з підвищення енергоефективності з урахуванням оптимізації стану процесів підвищення енергоефективності галузі загалом.

В науковій роботі [1] відповідно до стандарту ISO 50001 [20] авторами розроблено і запропоновано методологію системи енергоменеджменту галузі освіти, в основу якої покладено концепцію трирівневої системи управління (рис. 2) ПЕЕ (рівень галузевого управління; рівень місцевого управління, об'єктом якого є підрозділи навчальних закладів; рівень локального управління, об'єктом якого є окремі будівлі).

Енергоменеджмент (ЕМ) включає в себе планування, організацію, кадрове забезпечення, здійснення контролю; охоплює генерацію, передавання, транспортування, розподілення та споживання енергії, а також екологічні питання. Тобто, ЕМ включає функції управління, організації, розподілу обов'язків та відповідальності, процедури і ресурси, в тому числі фінансові, кадрові, матеріальні та ін. Для ефективного функціонування енергоменеджменту необхідно безперервно повторювати цикл (рис. 3), що призводить до підвищення енергоефективності. Таким чином, енергоаудит та впровадження енергозберігаючих заходів – лише частина систем енергоменеджменту (СЕМ), суть якої – постійна діяльність, заснована на циклі PDCA. Основний потенціал енергозбереження мають технічні заходи, впровадження яких передбачає значні капіталовкладення в енергоефективне обладнання, матеріали, техніку та технології. Проте ці заходи матимуть тривалий і суттєвий ефект лише за умови їх реалізації одночасно з низкою організаційно-управлінських, інформаційних та мотиваційних заходів.

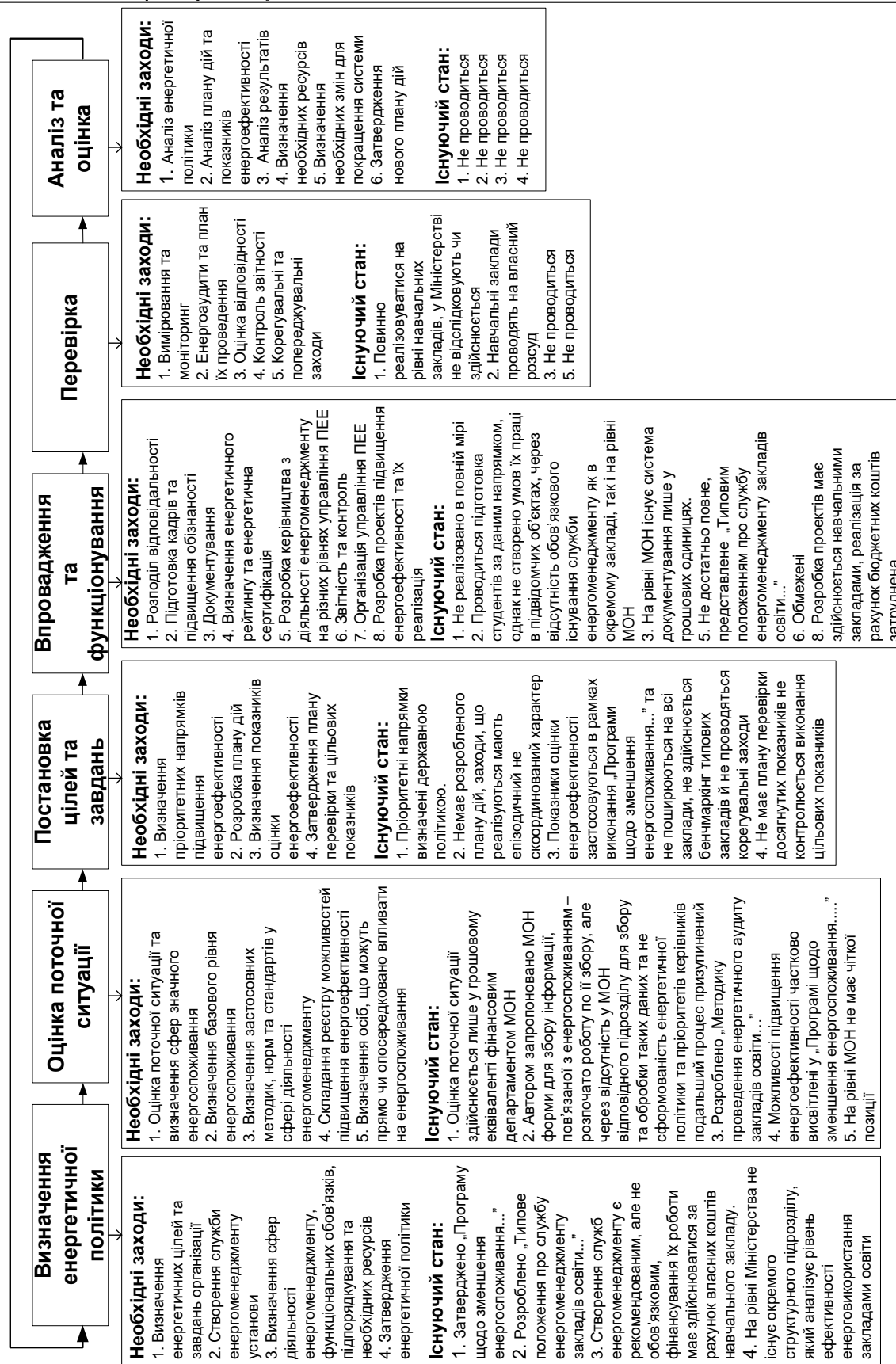


Рисунок 1 – Оцінка відповідності існуючої системи управління ПЕЕ галузі освіти міжнародним стандартам

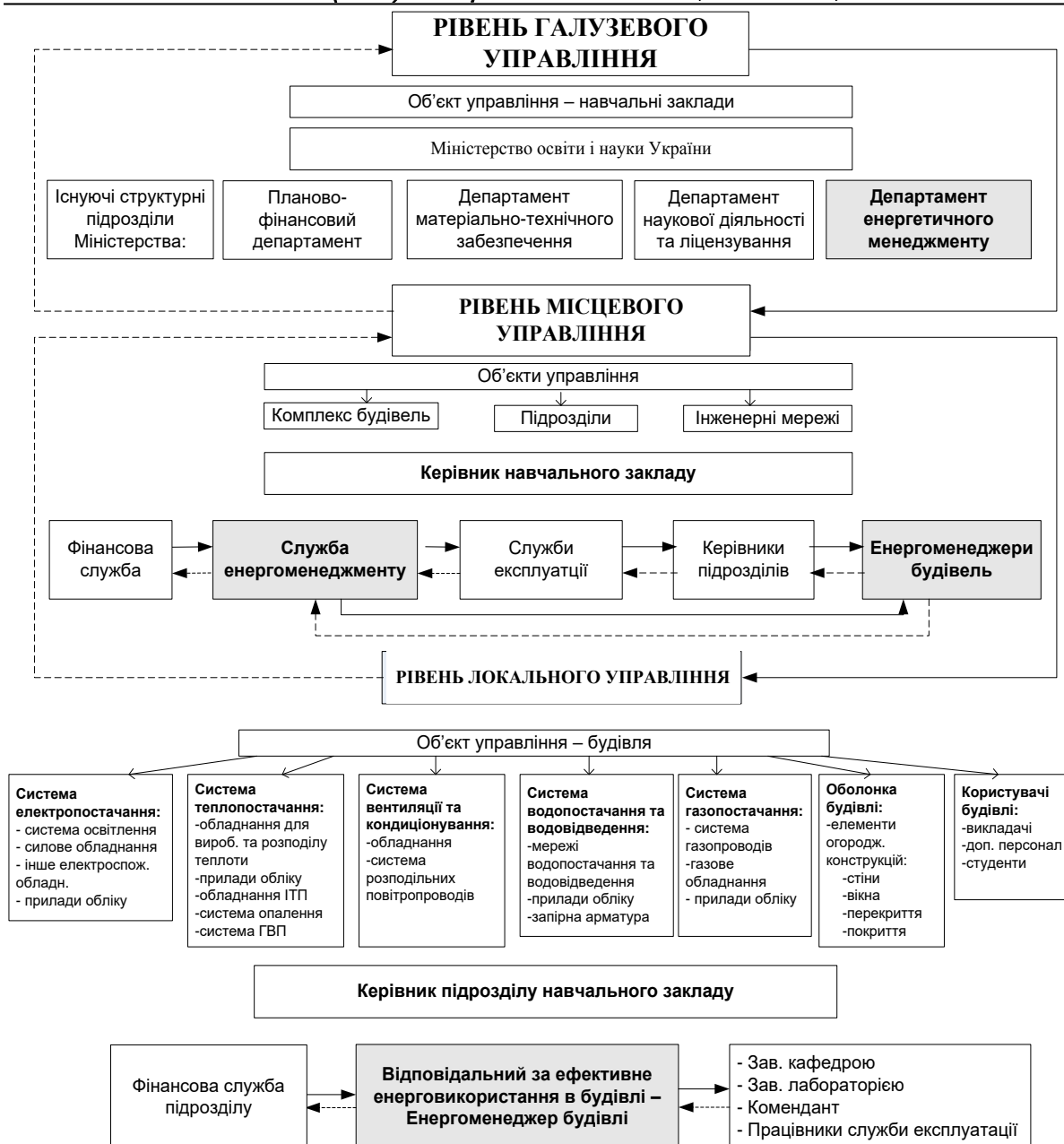


Рисунок 2 – Концептуальна модель управління ПЕЕ на прикладі галузі освіти України [1, 8]

ЕМ може позитивно вплинути на реалізацію організаційних і технічних заходів, а також забезпечити поведінку споживачів, яка зводить до мінімуму марнотратне використання енергії. Особливо важливим є створення у ВНЗ ефективної структури (відділу, служби), яка здатна збирати й аналізувати інформацію для визначення потенціалу енергозбереження, систематизувати дані, а також розробляти технічні рішення, контролювати впровадження заходів та процес енергоспоживання.

СЕМ повинна бути частиною загальної системи управління ВНЗ, основним завданням якої є управління ефективністю споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) шляхом здійснення обліку, контролю, планування, нормування та аналізу витрат ПЕР, проведення внутрішніх енергоаудитів, впровадження енергозберігаючих заходів, здійснення моніторингу, а також інформування, стимулювання та навчання персоналу та студентів у сфері енергозбереження.

Прикладами організації СЕМ у навчальних закладах є: США – Техаський університет, Мічиганський університет, Каліфорнійський університет, Принстонський університет, Канада – Вінніпегський університет, РФ – Московський енергетичний інститут, ЄС – Копенгагенський університет та ін. У ВНЗ України розпочато процес запровадження СЕМ, зокрема, в НТУУ «КПІ», Сумському державному університеті (СумДУ), Національному авіаційному університеті (НАУ), Полтавському національному

технічному університеті (ПНТУ ім. Ю.Кондратюка), Київському національному університеті технологій та дизайну (КНУТД), Національному гірничому університеті, Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу (ІФНТУНГ) та ін.

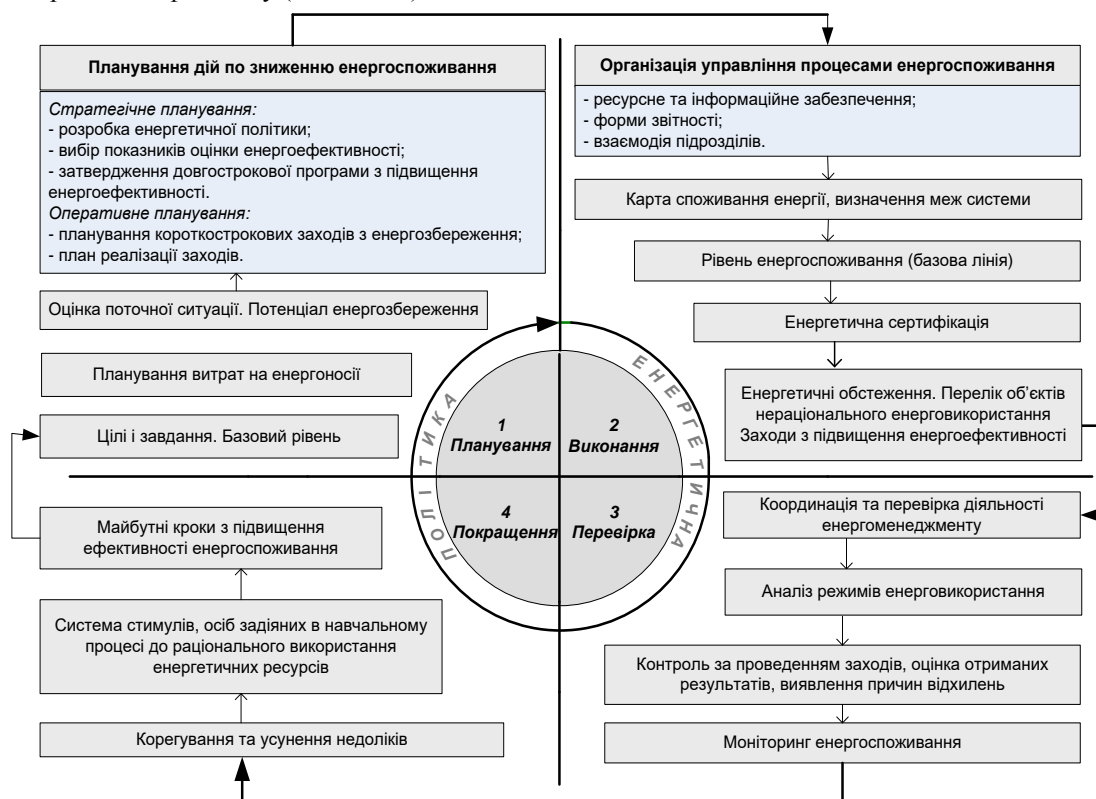


Рисунок 3 – Цикл PDCA: «Плануй – Виконуй – Перевірй – Покращуй» [1]

Проведене дослідження у пілотних ВНЗ України показало, що для створення та організації діяльності СЕМ необхідним є розробка комплексу методичних та супровідних документів, що включає:

- Положення про службу енергоменеджменту;
- посадові інструкції головного енергоменеджера, фахівців служби та відповідальних осіб;
- типову програму енергоефективності;
- методики розрахунку планового тепло-, електро-, паливо-, водоспоживання;
- Положення про порядок моніторингу енерго- та ресурсоспоживання;
- Положення про запровадження системи ощадливого енерговикористання;
- методика оцінювання енергоефективності ВНЗ;
- форми для інвентаризації електроспоживального обладнання;
- форми для збору інформації про енергетичні та експлуатаційні показники;
- Положення про проведення інформаційних заходів (наприклад, конкурсу плакатів на тему енергозбереження).

Надзвичайно актуальним питанням є розробка та створення автоматизованого програмного комплексу для впровадження системи збору та аналізу інформації з енерговикористання. Впровадження СЕМ об'єктів МОН з використанням процесів автоматизації забезпечить виконання таких функцій:

- аналіз дотримання санітарно-гігієнічних норм в будівлях;
- автоматизований збір, обробку та централізоване зберігання енергетичних сертифікатів та енергопаспортів будівель, отриманих в результаті проведених енергетичних обстежень;
- автоматизований збір і обробку даних про фактичне споживання енергоресурсів, інформаційну взаємодію з експлуатованими системами комерційного і технічного обліку;
- можливість роботи з програмами з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності (моніторинг і контроль ходу реалізації програм, оцінка ефективності реалізованих заходів на основі фактичних даних), як на рівні установи, так і на рівні галузі в цілому;
- забезпечення оперативності вирішення задач розподілу енергоресурсів, якості рішень в системі управління, та зниження економічних ризиків від несвочасних та помилкових рішень.

Завдання, які покладені на СЕМ ВНЗ, полягають в управлінні енергоспоживанням, що має на меті скорочення витрат на ПЕР та інші ресурси; умовно їх можна розділити на [8]:

- *розрахунково-аналітичні* (розробка методик розрахунку лімітів енергоспоживання, моніторинг енергоспоживання, розробка програми з енергоефективності, ведення бази даних енергоспоживання, розробка системи мотивації ощадливого енерговикористання);
- *організаційні* (робота з енергопостачальними організаціями, взаємодія профільних факультетів, енергоменеджерів підрозділів, служб експлуатації в питаннях ефективного енерговикористання);
- *облік та обстеження* (енергоаудит, енергетична сертифікація будівель, потенціал енергозбереження);
- *просвітницькі* (організація навчання та обміну досвідом співробітників служб експлуатації, енергоменеджерів будівель, роз'яснювальна робота з питань ощадливого енерговикористання).

Далі зупинимося більш детально на досягненнях окремих ВНЗ в сфері організації СЕМ.

Так, зокрема фахівцями НАУ розробляється програмно-методичний комплекс збору та аналізу інформації об'єктами освіти. Управляючі форми базою даних розроблені для створення автоматизованої системи управління ефективністю енерговикористання об'єктами галузі освіти, аналізу використання ними енергетичних ресурсів, зберігання даних, розробки пропозицій щодо енергозбереження, формування звітності. Технічне забезпечення даної системи передбачає наявність таких засобів: температурних датчиків і витратомірів енергоресурсів, що по бездротовій мережі передають інформацію на промислові засоби збору даних, міні-ЕОМ, які збирають дану інформацію, телефонних дротових модемів, які передають інформацію на сервер, де відбувається зберігання і аналіз отриманих результатів. Як результат ведення цієї бази даних є звіт, який для зручності користування формується у середовищі Excel, що містить дані по абсолютному та питомому енергоспоживанню, а також нормативні вимоги. Розроблено ряд енергозберігаючих заходів, а саме: на трансформаторній підстанції університету проведено заміну трансформаторів, встановлено силові вимикачі сучасного зразка та впроваджено система мікропроцесорного релейного захисту, автоматики та контролю; для якісного створення системи диспетчеризації та моніторингу споживання ПЕР на кафедрі автоматизації та енергоменеджменту механіко-енергетичного факультету створена спеціалізована лабораторія енергозбереження; впроваджено систему контролю та обліку електричної енергії університету; проведено заміну ламп розжарювання на енергозберігаючі, поступова заміна люмінесцентних ламп в аудиторіях на світлодіодні, заміна світильників зовнішнього освітлення типу ДРЛ на бездросельні енергозберігаючі; проводиться робота по можливості встановлення вітрогенераторів та сонячних батарей; розроблено режимне регулювання теплового навантаження, планується оновлення теплоізоляції трубопроводів, реконструкція тепломереж та систем опалення будівель; щорічно проводяться науково-технічні семінари та науково-практичні конференції (на базі кафедри автоматизації та енергоменеджменту Всеукраїнська конференція «Енергетична безпека та енергоефективність», на базі Навчально-наукового інституту екологічної безпеки Міжнародна конференція «Зелена енергетика») з метою обміну досвідом з питань реалізації проектів з енергозбереження та підвищення енергоефективності.

У СумДУ розроблено методологічні основи визначення базового рівня енергоспоживання будівель при визначенні економічної ефективності заходів з енергозбереження. Розроблено методику проведення енергетичних обстежень для об'єктів бюджетної сфери. Спеціалізованою групою з енергетичних обстежень за участю студентів спеціальності «Енергетичний менеджмент» проведені енергетичні обстеження будівель бюджетних закладів м. Суми з визначенням базового рівня енергоспоживання. Також фахівцями СумДУ створено автоматизовану систему моніторингу теплоспоживання будівлями СумДУ, будівлями закладів бюджетної сфери м. Суми. Показники цієї системи слугують вихідними контрольними цифрами щодо лімітування теплоспоживання будівлями за короткочасними прогнозами температури навколишнього повітря та контрольними показниками систем регулювання теплоспоживанням. Розрахункові показники системи є визначальними та основними щодо оцінювання ефективності майбутнього впровадження енергозберігаючих заходів у таких будівлях та оцінювання фактичної економії від впровадження заходів. Основні принципи розробленої автоматизованої системи моніторингу покладені в основу створеної УЖКГ ОДА Сумської області системи моніторингу споживання газу об'єктами комунальної інфраструктури. У СумДУ виконується Комплексна цільова програма «Енергоефективний університет», у рамках якої було проведено тепло- та гідроізоляцію покрівель корпусів і лекційних аудиторій, збудовано котельню на твердому паливі для спортивно-оздоровчого центру СОЦ «Універ», проводилася заміна вікон та приладів опалення, виконано утеплення фасадів, встановлені насоси підмішування у теплопунктах корпусів.

В КНУТД створено службу енергоменеджменту та навчально-наукову лабораторію енергоаудиту з необхідною приладовою базою; встановлено індивідуальні теплопункти з автоматичним регулюванням в

будівлях; впроваджено автоматизовану систему контролю та обліку електроспоживання; впроваджені експериментальні системи автоматизованого управління освітленням навчальних аудиторій; введено в експлуатацію цех з виробництва металопластикових вікон тощо. Також на базі КНУТД щорічно проводиться міжнародна науково-практична конференція «Енергоефективний університет», метою якої є обмін досвідом з питань реалізації проектів з енергозбереження та підвищення енергоефективності у ВНЗ. Одночасно проводиться виставка сучасних енергоефективних розробок у комунальній сфері, низка заходів за участю студентів, зокрема: конкурс плакатів, конкурс студентських наукових робіт та інноваційних проектів, пізнавальний конкурс на тему енергоефективності у форматі брейн-рингу, тощо.

В ПНТУ ім. Ю.Кондратюка створено службу енергоменеджменту та введено систему моніторингу енергоспоживання. Реалізовані наступні енергозберігаючі заходи: режимне регулювання теплового навантаження, теплові насоси для потреби опалення окремих приміщень, використання теплоти витяжного повітря на потреби опалення, використання сонячних колекторів для забезпечення потреби у гарячому водопостачанні споживачів, заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі. Триває розробка та впровадження проекту «Влаштування системи опалення навчального корпусу на базі енергозберігаючої системи інфрачервоного випромінювання».

В Національному гірничому університеті реалізовані наступні заходи: термомодернізація будівель університету (заміна вікон, утеплення дахів), впровадження теплових насосів для потреби опалення окремих приміщень, оновлення теплоізоляції трубопроводів, використання електробойлерів у гуртожитках в нічні години для нагріву води (оплата за нічним тарифом), заміна трансформаторів підстанції університету, встановлення датчиків руху для ввімкнення світильників зовнішнього освітлення, заміна світильників зовнішнього освітлення типу ДРЛ на бездросьельні енергозберігаючі, поступова заміна люмінесцентних ламп в аудиторіях на світлодіодні. Серед пріоритетних напрямків роботи університету - впровадження системи АСКОЕ.

В НТУ «ХП» заплановано та частково впроваджено наступні заходи: термомодернізація будівель університету, облаштування тамбурів, реконструкція теплопунктів у будівлях з встановлення приладів обліку теплоти та автоматики регулювання, реконструкція тепломереж та систем опалення будівель, утилізація теплоти каналізаційних стоків та переливу ванни басейну спорткомплексу, реконструкція систем освітлення. Важливими напрямками для університету є створення системи диспетчеризації та моніторингу споживання ПЕР та створення спеціалізованої лабораторії енергозбереження.

В ІФНТУНГ реалізовані наступні заходи: заміна старих вікон і дверей на сучасні, термомодернізація покрівель; кардинальна модернізація схеми теплопостачання і поступове введення в дію комплексу невеликих котелень безпосередньо поряд або на дахах учбових корпусів; впровадження відновлюваних джерел енергії для опалення та освітлення споруд університету, електротеплоакумуляційної системи опалення в головному корпусі та ін. Сьогодні за рахунок планомірного впровадження заходів з енергоефективності університет економить близько 6 мільйонів гривень в рік, на даний час ведеться підготовка до формування системи енергетичного менеджменту.

Модель організації управління ПЕЕ на прикладі НТУУ «КП»

Сьогодні в НТУУ «КП», на балансі якого більше 50 будівель різного призначення (навчальні корпуси, гуртожитки, житлові будівлі, виробничі корпуси, спорткомплекс, бібліотека, їдальня), створено дворівневу систему енергоменеджменту, що координується СЕМ та має свої осередки в кожній будівлі університету (призначено відповідальних осіб за ефективне енерговикористання). Кількість працівників СЕМ: головний енергоменеджер, три інженери за напрямками (тепло-, електро-, водоспоживання), адміністратор АСКОЕ НТУУ «КП». Служба енергоменеджменту у своїй діяльності керується затвердженим «Положенням про СЕМ», підпорядковується безпосередньо ректору та знаходиться в оперативному управлінні проректора з адміністративно-господарської роботи (рис.4). Діє Рада з енергозбереження, до складу якої увійшли провідні науковці підрозділів університету.

Розроблено Програму з енергоефективності НТУУ «КП», завдяки чому вдалося реалізувати велику кількість заходів, починаючи від налагодження організаційної структури СЕМ та взаємодії підрозділів в питаннях енерговикористання до реалізації більш масштабних проектів на зразок «Модернізація системи освітлення з використанням світлодіодних джерел світла», «Встановлення автоматики погодного регулювання витрати теплоносія», «Встановлення відокремленого технічного обліку електричної енергії та холодної води в буфетах університету», «Заміна електроконфорок у Центрі студентського харчування та гуртожитках студмістечка» тощо. За результатами діяльності СЕМ середньорічна економія ПЕР становить близько 6 млн. грн. за рахунок як технічних, так організаційних та інформаційних заходів.

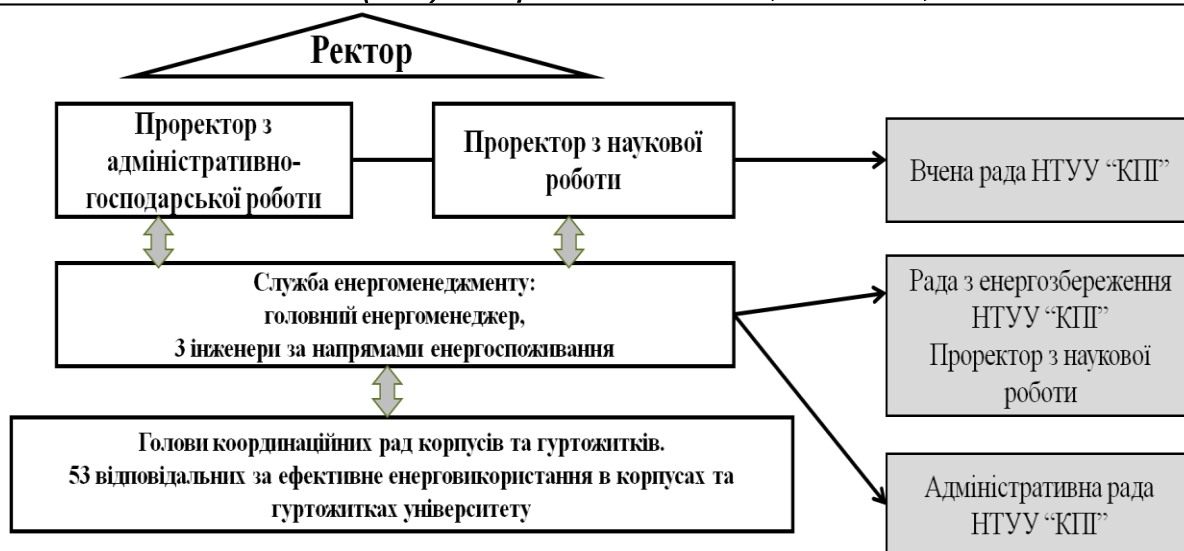


Рисунок 4 – Організаційна структура СЕМ НТУУ «КПІ»

Сьогодні кожна будівля університету обладнана приладами обліку теплової енергії, електроенергії та води; має особу, відповідальну за ефективне енерговикористання, проведено навчання цих людей за основними напрямками роботи; основна частина корпусів обладнана стендами з актуальною інформацією про енерговикористання; налагоджено щоденний моніторинг витрат теплоти; планово замінюються вікна та двері в будівлях, проводиться роз'яснювальна робота з громадою університету, впроваджуються інші енергоощадні заходи, в тому числі за рахунок залучених інвестиційних коштів. Проведено енергообстеження будівель з розробкою рекомендацій щодо найбільш доцільних заходів з енергозбереження (як швидкокоупних, так і довгострокових реноваційних) з урахуванням дотримання нормативних комфортних умов і сучасних вимог щодо теплового захисту огорожень та енергоефективності інженерних систем. Під час проведення енергоаудиту будівель активно залучаються студенти для збору первинної інформації та проведення вимірювань в рамках виконання курсових та дипломних проектів під керівництвом фахівців. В подальших планах – пошук можливостей участі університету у державних програмах з енергозбереження, в тому числі стосовно проведення масштабної термомодернізації будівель, продовження переоснащення систем освітлення, оновлення систем енергопостачання з застосуванням поновлюваних джерел енергії, створення системи автоматизованого знімання показів приладів обліку тепло-, електроенергії та води, пошук фінансових ресурсів для реалізації проектів «Використання енергії сонця для виробництва електричної енергії для часткового покриття потреби навчальних корпусів, задіяних у роботі приймальної комісії», «Модернізація системи вентиляції з рекуперацією теплоти витяжного повітря у басейні», «Забезпечення автономного тепlopостачання студентського кампусу «Власне тепло», «Використання надлишків теплоти від роботи суперкомп'ютера для локального обігріву експозиційної зали»тощо.

Окремо слід зупинитися на організації системи мотивації ощадливого енерговикористання в університеті, для чого Службою енергоменеджменту КПІ розроблене відповідне «Положення про систему ощадливого енерговикористання» [21]. Концепція системи мотивації полягає у визначенні рейтингу підрозділу НТУУ «КПІ» за показниками: динаміка зменшення енергоспоживання, виконання лімітів енергоспоживання, індекс реалізації технічних заходів з енергозбереження, індекс реалізації організаційних заходів з енергозбереження (ефективність роботи енергоменеджера будівлі; участь у розробці, реалізації, пошуку фінансування для проектів з підвищення енергоефективності, організація та проведення інформаційних заходів, виконання курсових та дипломних проектів на тему енергозбереження; проведення роз'яснювальної роботи). Рейтинг підрозділу визначається двічі в рік та оприлюднюється в інформаційних ресурсах НТУУ «КПІ» (рис. 5). Розподіл зекономлених коштів для підрозділів, що отримали найвищі рейтинги (п'ять найкращих), здійснюється у наступній пропорції: Фонд енергозбереження НТУУ «КПІ» - 40%, Фонд енергозбереження підрозділу - 60% (в тому числі до 10% на стимулювання персоналу).

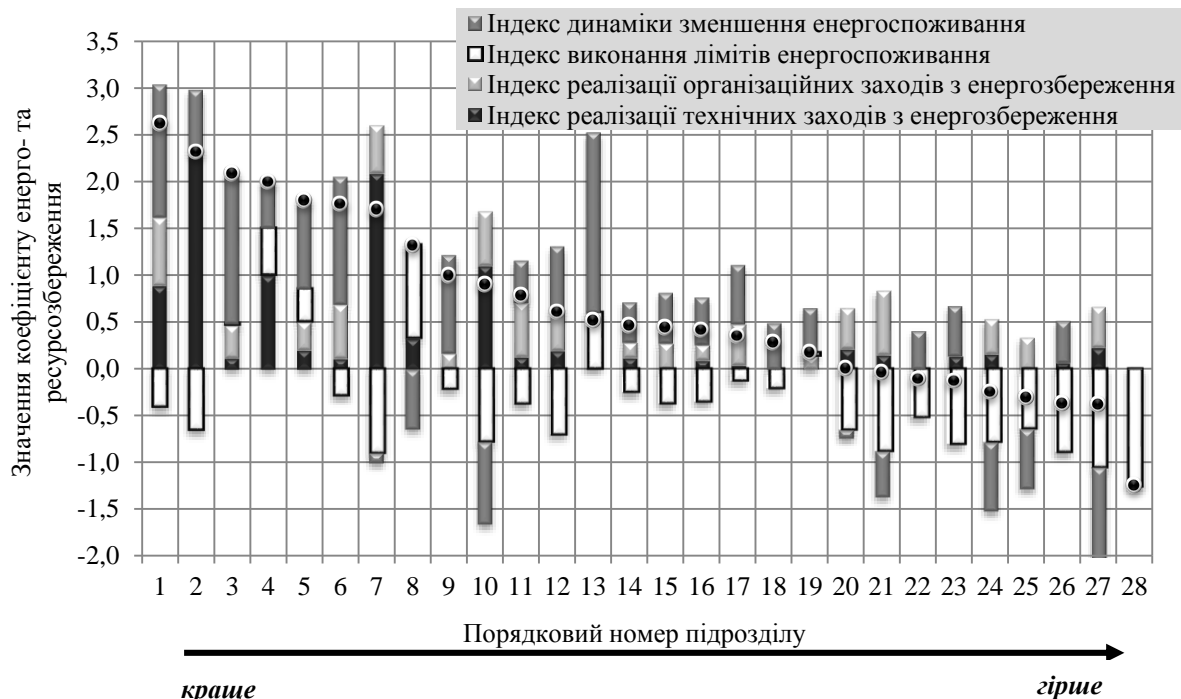


Рисунок 5 – Рейтинг підрозділів НТУУ «КПІ» з енерго- та ресурсозбереження

Освітні програми, в яких приймає участь НТУУ «КПІ», направлені на розповсюдження ідей енергозбереження, покращення підготовки фахівців з енергоменеджменту, підвищення кваліфікації спеціалістів, стимулювання молоді до творчої праці. НТУУ «КПІ» приймає активну участь у міжнародних проектах за програмами ЄС: 7 РП (Сьома рамкова програма), Tacis, Intas, Inco-Cornericus, в тому числі українсько-норвезькому співробітництві з вищої освіти в інтересах сталого енергетичного розвитку. НТУУ «КПІ» є учасником Програми ЄС ТЕМПУС, спрямованої на модернізацію вищої освіти та створення єдиного освітнього простору країн Євросоюзу. Вже багато років НТУУ «КПІ» є організатором Всеукраїнського творчого конкурсу «Молодь-енергетиці України», Всеукраїнської студентської олімпіади з енергоменеджменту та багатьох інших заходів, що стосуються енергозбереження. Зокрема, у 2011 році НТУУ «КПІ» долучився до впровадження програми «Енергоефективні університетські містечка», що є складовою Проекту «Реформа міського теплозабезпечення в Україні», який реалізується в рамках проекту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID). Вже протягом багатьох років в Центрі підготовки енергоменеджерів при Інституті енергозбереження та енергоменеджменту постійно проводяться курси підвищення кваліфікації з енергоаудиту. За останні роки група фахівців НТУУ «КПІ» пройшла програму підвищення кваліфікації за програмою ЮНІДО з використанням методології більш чистого виробництва, що включає оцінку й аналіз енергетичних, матеріальних балансів з метою підвищення якості продукції і послуг, зниження ресурсоспоживання та впливу на довкілля. Серед інших об'єктів дослідження були задіяні будівлі НТУУ «КПІ» (спорткомплекс, учбовий корпус та гуртожиток), результати обстежень використані при виконанні бакалаврських та магістерських робіт, в яких для більш ґрунтовного аналізу виконувалося деталізоване енергетичне обстеження з використанням комп'ютерного моделювання.

Маючи за мету приєднання до мережі університетів, що підтвердили свою прихильність до сталого розвитку в сфері вищої освіти, НТУУ «КПІ» об'єднує зусилля свідомих представників громади над розробкою проекту «Зелений кампус», мета якого - створення on-line платформи для взаємодії та обміну досвідом; створення спеціального фонду для підтримки ініціатив студентів. Основні сфери впливу: управління відходами; енергозбереження; транспорт; еко-освіта; громадське харчування; охорона навколишнього середовища; охорона праці; загальне управління університетом.

Таким чином, університет працює над вихованням енергоощадливої поведінки споживачів і формуванням у студентів, викладачів, співробітників нового типу мислення, заснованого на розумінні цінності ресурсів.

Висновки

Показано підходи до побудови системи енергоменеджменту ВНЗ, розглянуто методи і механізми управління процесами енергоспоживання. На конкретних прикладах розглянуто реалізацію пілотних проектів стосовно організації роботи служби енергоменеджменту та впровадження енергозберігаючих заходів; підтверджено економічну доцільність розповсюдження результатів в інших ВНЗ України.

Список використаної літератури

1. Система енергетичного оцінювання об'єктів галузі освіти [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук за спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси» / О.М. Шевченко – Київ, НТУУ «КПІ», 2012. – 25 с.
2. Розробка багатокритерійних моделей та засобів управління енерговикористанням у навчальних закладах [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук за спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси» / Є.А. Ячник – Київ, НТУУ «КПІ», 2011. – 20 с.
3. Моніторинг споживання електроенергії інфраструктурою вищого навчального закладу (на прикладі Черкаського державного технологічного університету) [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук за спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси» / В.Ф. Ткаченко – Київ, ІТТФ НАН України, 2014. – 23 с.
4. Бурдо О.Г. Формування енергетичної програми вищого навчального закладу / Бурдо О.Г., Мординський В.П., Светлічний П.І. // Збірник наук. праць II міжнар. наук.-техн. та навч.-метод. конф. "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку -2015". [Київ, 20.05.15], - с.31.
5. Соловій І.П. Управління навчальним закладом на засадах сталого розвитку / Соловій І.П., Генік Я.В., Соловій В.І. // Метод. посібник для проф.-техн. начальних закладів. – Київ, 2013. – 146 с.
6. Шовкалюк М.М., Войналович Н.О. Аналіз ефективності енергоспоживання та оцінка впливу експлуатаційних факторів навчальних корпусів / Енергетика: економіка, технології, екологія, №4/2015 – 100-105 с.
7. Білоус І.Ю. Моніторинг температурного стану навчального корпусу / В.І. Дешко, І.Ю. Білоус // Енергетика: економіка, технології, екологія, 2015. – №2 – с. 24-32.
8. Управління ефективністю енерговикористання у вищих навчальних закладах / Білоус І.Ю., Дешко В.І., Суходуб І.О., Шевченко О.М., Шовкалюк М.М. [під заг. ред. В.І. Дешка]. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 188 с.
9. Суходуб І.О. Енергетичне обстеження будівлі учбового призначення [Текст] / Суходуб І.О., Яценко О.І. // Молодий вчений, 2015. - №6(21), Ч.І. - с. 31-35.
10. Верховтуров О.М. Використання апарату множинної регресії в задачах аналізу, обліку і планування електроспоживання організацій, розосереджених в групі будівель / О.М.Верхотуров, В.І. Дешко, О.М. Шевченко // Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Вип. 87: праці міжнар. наук.-практ. конф. (8-9.10.2009р). – Харків: ХНТУСГ, 2009.– с.162.
11. Праховник А. В. Аналіз енергетичних показників навчального корпусу / А.В. Праховник, В.І. Дешко, О.М. Шевченко // Енергетика та електрифікація. – 2011. – № 4. – с. 58-67.
12. Дешко В.І. Структурний аналіз енергоспоживання й енергозбереження в галузі освіти / В.І. Дешко, О.М. Шевченко // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2011. – № 6. – с.139-147.
13. Сафуліна К.Р., А.Г. Колієнко, Р.Ю. Тормосов. Енергозбереження в університетських містечках: посібник для студ. вищих закл. освіти – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2010. – 328 с.
14. В.І. Дешко. Розвиток енергетичної освіти в середній школі / В.І. Дешко, А.В. Праховник, О.І.Соловей, І.Л. Шилович // Метод. посібник для вчителів - К:Київ. нот. ф-ка, 1999.
15. Мельникова О.В. Енергозбереження / Мельникова О.В. Праховник А.В. Даг Арне Хойстад, В.І.Дешко, Іншеков Є.М., Конеченков А.Є. // Посібник з раціонального використання ресурсів та енергії для учнів загальноосвітньої школи. - К.: Видавництво «КВІЦ», 2004.
16. Праховник А.В. Енергозбереження та пом'якшення змін клімату. Посібник для учнів загальноосвітніх навчальних закладів / Праховник А.В., Фрісов Л.Ф., Іншеков Є.М., Дешко В.І., Стрелкова Г.Г., Мельникова О.В. – Київ, 2010.–128с.
17. Програма щодо зменшення споживання енергоресурсів навчальними закладами та установами освіти на 2010—2014 рр. [Електронний ресурс] / Офіційний сайт Міністерства освіти і науки. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua>
18. Методика проведення енергетичного аудиту закладів освіти. Загальні положення. Порядок проведення. – К.: НТУУ «КПІ» ІЕЕ, 2009 – 74 с.
19. Типове положення про запровадження енергетичного менеджменту в навчальних закладах та установах Міністерства освіти і науки України. – К.: НТУУ «КПІ» ІЕЕ, 2009 – 14 с.

20. ISO 50001:2011. Energy management systems—Requirements with guidance for use. – CEN/CENELEC. – European Committee for Standardization. – 2011. – 22p.

21. Науковий твір "Положення про систему мотивації ощадливого енерговикористання підрозділами вищого навчального закладу" (Свідоцтво авторського права на твір №55959 від 06.08.2014 р.)

V.I. Deshko¹, O.M. Shevchenko¹, M.M. Shovkaliuk¹, I.O. Sukhodub¹, M.I. Sotnyk², N.P. Sokolova³

¹ – National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

² – Sumy State University

³ – National Aviation University

ENERGY MANAGEMENT SYSTEM ESTABLISHING AND FUNCTIONING EXPERIENCE IN UNIVERSITIES

Education facilities have a material base and are consumers of energy resources. Two aspects of sustainable development (energy and economic) play an important role in ensuring educational services quality and specialists training, whose decisions and actions will affect the development of individual organizations, companies, industries and countries in general. Optimal control of energy consumption processes and energy efficiency of individual educational institutions and the industry in general requires the development and improvement of science and technical and administrative methods. Education facilities, as well as other budget financing structures, require a systematic approach to the management and analysis of energy efficiency. Model for energy consumption processes management, organizational structure, mechanisms for energy management system and system of interaction between departments were shown on the examples of the pilot universities. Paper will be interesting for scientific, educational, technical workers and professionals involved in the development and implementation of energy management systems and energy saving measures in educational institutions.

Keywords: energy management, energy efficiency, higher educational institution, energy saving

References

1. The system of education facilities energy assessment: abstract of dissertation for the degree of Ph.D. on specialty 05.14.01 "Energy systems and complexes" / O.M. Shevchenko. – Kyiv, NTUU "KPI", 2012 – 21 p.
2. Development of multicriterion models and methods of management the power use is in educational establishments: abstract of dissertation for the degree of Ph.D. on specialty 05.14.01 "Energy systems and complexes" / I.A. Iachnyk – Kyiv, NTUU "KPI", 2011. – 20 p.
3. Monitoring of electricity consumption infrastructure of higher educational institution (on the example of Cherkasy State Technological University): abstract of dissertation for the degree of Ph.D. on specialty 05.14.01 "Energy systems and complexes" / V.F. Tkachenko – Kyiv, Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, 2014. – 23 p.
4. Burdo O.H. Energy program formation for higher education institution / O.H. Burdo, V.P. Mordynskiy, P.I. Svetlichnyi // Collection of abstracts of II International scientific and educational conference "Problems of energy management system – PEMS'15. [Kyiv, 20.05.15], - p.31.
5. Solovii I.P. Management of the institution on the basis of sustainable development / Solovii I.P., Henyk Ia.V., Solovii V.I. // Methodological manual for technical-vocational education facilities. – Kyiv, 2013. – 146 p.
6. Shovkaliuk M.M. Voinalovych N.O. Analysis of energy efficiency and operational factors impact assessment of the educational buildings / Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia, №4/2015 – p. 100-105.
7. Bilous I.Iu. Temperature state monitoring for academic building / V.I. Deshko, I.Iu. Bilous // Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia, 2015. – №2 – p. 24-32.
8. Management of energy use effectiveness in higher educational institutions / Bilous I.Iu., Deshko V.I., Sukhodub I.O., Shevchenko O.M., Shovkaliuk M.M. [edited by Deshko V.I.]. – K.: NTUU "KPI", 2015. – 188 c.
9. Sukhodub I.O. Educational building energy survey / Sukhodub I.O., Yatsenko O.I. // Molodyi vchenyi, 2015. - №6(21), Part I. - p. 31-35.
10. Verkhoturov O.M. Using multiple regression analysis for analysis, accounting and planning of power consumption problems of organizations, dispersed in a group of buildings / O.M. Verkhoturov, V.I. Deshko, O.M. Shevchenko // Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka. Vol. 87: Proceedings of International scientific-practical conference (8-9.10.2009). – Kharkiv: KhNTUSH, 2009. – p.162.
11. Prakhovnyk A. V. Analysis of the academic building energy performance / A.V. Prakhovnyk, V.I. Deshko, O.M. Shevchenko // Enerhetyka ta elektryfikatsiia. – 2011. – № 4. – p. 58-67.
12. Deshko V.I. Structural analysis of energy consumption and energy saving in educational sector / V.I. Deshko, O.M. Shevchenko // Naukovi visti NTUU «KPI», 2011. – № 6. – p.139-147.
13. Safulina K.R., Koliienko A.H., Tormosov. R.Iu. Energy efficiency in campuses: a guide for students of higher educational institutions – K.: TOV «Polihraf plus», 2010. – 328 p.

14. Deshko V.I. The development of energy education in secondary schools / V.I. Deshko, A.V. Prakhovnyk, O.I.Solovei, I.L. Shylovykh - K: Kyiv. not. f-ka, 1999.
15. Melnykova O.V. Energy saving / Melnykova O.V. Prakhovnyk A.V. Dah Arne Khoistad, V.I. Deshko, Inshekov Ie.M., Konechenkov A.Ie. // Guide to the rational use of resources and energy for secondary school students. - K.: Vydavnytstvo «KVITs», 2004. – 104 p.
16. Prakhovnyk A.V. Energy efficiency and climate change mitigation. Guide for secondary schools / Prakhovnyk A.V., Frisov L.F., Inshekov Ie.M., Deshko V.I., Strelkova H.H., Melnykova O.V. – Kyiv, 2010.–128 p.
17. The program for energy consumption reducing of universities and educational institutions in 2010—2014. / The official website of the Ministry of Education and Science. – Access mode: <http://www.mon.gov.ua>
18. Energy audit methodology of educational institutions. General terms. Procedure. – K.: NTUU «KPI» IEE, 2009 – 74 p.
19. Typical regulations on the introduction of energy management in schools and institutions of the Ministry of Education and Science of Ukraine. – K.: NTUU «KPI» IEE, 2009 – 14 c.
20. ISO 50001:2011. Energy management systems – Requirements with guidance for use. – CEN/CENELEC. – European Committee for Standardization. – 2011. – 22 p.
21. Scientific work "Provisions of energy saving incentive system for university units" (certificate of copyright №55959 from 06.08.2014).

УДК 620.91:697.1

В.И. Дешко¹, д-р техн. наук, проф.; **Е.Н. Шевченко**¹, канд. техн. наук, асс.,
М.М. Шовкалюк¹, канд. техн. наук, доц., **И.О. Суходуб**¹, канд. техн. наук, ст. преп.,
Н.И. Сотник², д-р техн. наук, доц., **Соколова Н.П.**³, доц.

¹ – Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

² – Сумской государственный университет

³ – Национальный авиационный университет

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА В ВУЗах

Учебные заведения имеют материальную базу и являются потребителями энергетических ресурсов, и эти два аспекта устойчивого развития (энергетический и экономический) играют важную роль в обеспечении качества образовательных услуг и подготовке специалистов, которые будут влиять своими решениями и действиями на развитие отдельных организаций, предприятий, отраслей и страны в целом. Оптимальное управление процессами энергопотребления и энергосбережения отдельных образовательных учреждений и отрасли в целом требует развития и совершенствования научно-технических и управленческих методов. Объекты сферы образования, как и другие структуры бюджетного финансирования, требуют системного подхода к управлению и анализу эффективности энергопотребления. На примере пилотных вузов показано модели управления процессами энергопотребления, организационная структура, механизмы системы энергоменеджмента и система взаимодействия между подразделениями. Данная статья будет интересна для научных, педагогических, инженерно-технических работников и специалистов, занимающихся разработкой и внедрением систем энергетического менеджмента и мер по энергосбережению в учебных заведениях.

Ключевые слова: энергетический менеджмент, эффективность энергопотребления, высшее учебное заведение, энергосбережение.

Надійшла 18.03.2016

Received 18.03.2016