

УДК 621.311.1.003.1(075)

КАПЛУН В.В., ГОНЧАРОВ Ю.В.

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ У СИСТЕМУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Мета. Статтю присвячено проблемі визначення економічної ефективності заходів, що впроваджуються у системі енергоменеджменту вищих навчальних закладів.

Практична значимість. Визначено методичні засади оцінювання результатів впровадження енергозаощадних технологій, пов'язаних з підвищенням ефективності споживання електроенергії освітлювальними приладами.

Ключові слова. енергоменеджмент, енергоощадність, автоматизована система керування освітленням, вищі навчальні заклади.

Вступ. До економічних важелів із енергозбереження відносяться економічні санкції за марнотратне витрачання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Вони передбачені у чинному законодавстві України та можуть накладатися на юридичних та фізичних осіб за марнотратне витрачання та прямі втрати ПЕР, несвочасне проведення експертного обстеження використання паливно-енергетичних ресурсів, за їх споживання понад показники питомих витрат, визначених системою стандартів. У відповідності до [1] організація роботи систем енергетичного менеджменту (СЕМ) здійснюється на основі розроблення і впровадження енергетичної стратегії підприємства чи установи, визначення цілей та завдань, розроблення плану заходів.

Дослідження у сфері енергоспоживання бюджетних установ, до яких належать вищі навчальні заклади (ВНЗ), свідчить, що сьогодні здебільшого домінують енергозатратні технологічні підходи. Сучасні технологічні можливості енергоефективного поліпшення будівель і систем, зокрема регулювання споживання енергії в залежності від обсягу завдань та функцій, використовуються рідко. Рівень обслуговування будівель, систем та обладнання залишається вкрай низьким. Роботи з розроблення та впровадження заходів з енергозбереження носять часто спонтанний характер. Бюджет ВНЗ виступає практично єдиним джерелом реалізації проектів з енергозбереження. Тому, політика планування і оптимізації витрат коштів на енергозабезпечення ВНЗ повинна визначати засади діяльності системи енергоменеджменту.

Постановка проблеми. Практика свідчить, що хоча в Україні завчасно було підтримано міжнародну ініціативу в сфері енергозбереження, однак енергозберігаючі технології та запровадження СЕМ потребує з одного боку значних обсягів фінансування, а з іншого боку, розуміння цієї необхідності з боку керівництва організації. Також необхідно зауважити, що ефективність СЕМ залежить від цілеспрямованого та систематичного впровадження всіх його елементів у системі управління організації. Так склалось, що реальне впровадження СЕМ у закладах бюджетної сфери відбувається достатньо повільно і тому ця сфера потребує значної уваги в даний час. Враховуючи сучасні тенденції, спрямовані на забезпечення автономії ВНЗ, виникає нагальна проблема швидкої імплементації систем енергоменеджменту у закладах вищої освіти України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності знайшли своє відображення у роботах багатьох вітчизняних та іноземних науковців, зокрема цим питанням присвячено роботи таких дослідників як, Дешко В.І., Дубровська В.В., Євтухов В.Я., Кульбачний П.В., Праховник А.В., Прокопенко В.В., Степанова В.І., Шевченко О.М., Шкляр В.І., Шовкалюк М.М., Штогрин Є.А., Абсаметова А.М., Агеев М.К., Байбікова Е.Р., Борголова Е.О., Брянцев В.А., Жокін Ю.Г., Лавриненко Ф.Ф., Стежко А.В., Тихоненко Ю.Ф., Трофімов Г.Г.

Мета. Метою статті є формулювання узагальнених методичних підходів визначення економічної ефективності впровадження автоматизованого керування освітленням у системі енергоменеджменту вищого навчального закладу.

Основні результати дослідження. Досягнення економії енергії у ВНЗ можливе через застосування тих самих раціональних принципів й методів, які використовують в інших областях при управлінні такими ключовими ресурсами, як фінанси, сировина й персонал, а також впливом на

навколишнє середовище, безпекою й здоров'ям персоналу. Ці підходи до менеджменту мають на увазі повну відповідальність керівництва організації за використання енергії. Управління енергоспоживанням і відповідними витратами дозволяє скоротити втрати й забезпечує економію, обсяг якої накопичується із часом. Слід зазначити, що деякі методи менеджменту у сфері енергоспоживання забезпечують фінансову економію, але не приводять до фізичного зниження енергоспоживання. Найважливішим елементом забезпечення енергоефективності на рівні організації є систематичний менеджмент енергоефективності.

Одним із головних напрямів функціонування СЕМ є обґрунтування впровадження енергоефективних технологій і методів забезпечення енергоефективності.

Аналіз електроспоживання ВНЗ показує, що майже 30% споживання електричної енергії припадає на системи освітлення. Структура споживання електроенергії при цьому залежить від сезону, навчальних планів, графіків навчального процесу та інтенсивності використання аудиторного фонду. Значна частина споживання (до 5-7%) припадає на освітлення місць загального користування (холи, коридори, сходові марші, туалети і ін.).

Тому, використання вискоелективних освітлювальних приладів, засобів автоматизації (давачів присутності, давачів руху) та системи контролю і управління електроспоживанням у режимі реального часу є перспективною складовою функціонування СЕМ в університеті.

Економічна оцінка ефективності інвестицій в енергозберігаючі проекти проводиться шляхом аналізу формування повного додаткового (сумарного) доходу, що утворюється в результаті впровадження енергозберігаючих заходів з використанням методів дисконтування та нарощування (капіталізації) доходів. При цьому проводиться оцінка терміну експлуатації енергозберігаючих заходів (життя проекту). Результатом цього аналізу є отримання таких економічних показників, що характеризують вибраний варіант. У процесі впровадження автоматизованих систем керування освітленням має утворюватись економічний ефект внаслідок зменшення витрат на споживання електричної енергії. Оцінювання ефективності даного заходу має включати: аналіз витрат на впровадження (демонтаж існуючих приладів освітлення, встановлення автоматизованої системи керування та нових освітлювальних засобів) та реалізацію (експлуатаційні витрати) проекту, визначення потенційної економії електроенергії, час реалізації проекту з точки зору фактичного ресурсу роботи обладнання.

Для оцінювання параметрів проекту використовуються різні методичні підходи [2,3]:

1. Методика порівняння та вибір оптимального варіанту енергозберігаючих заходів по принципу мінімуму приведених витрат. Метод мінімальних приведених витрат доцільно використовувати при вирішенні багатоваріантних задач. Наприклад, в області будівельної теплофізики при обґрунтуванні теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій. Для оцінювання економічної ефективності автоматизованого керування освітленням даний підхід можна використовувати шляхом порівняння з застарілими системами або з тими, що використовуються на даний час.

2. Методика оцінки економічної ефективності вибраного варіанту енергозберігаючих заходів. Ринкові критерії оцінки економічної ефективності інвестицій засновані на існуючих поняттях прибутку, інфляції, процентних та кредитних ставок, але найголовніше – на необхідності достовірно прогнозувати динаміку цих показників. Даний підхід доцільно застосувати для ґрунтового аналізу перспективності проекту з урахуванням не лише створеного автоматизованою системою керування освітленням (надалі АСКО) економічного ефекту, а й позиції аналізу впливу на нього інфляційної складової, динаміки тарифів на електроенергію тощо.

3. Методика порівняння інвестицій в енергозберігаючі заходи з іншими можливими варіантами використання коштів інвесторів. Даний методичний підхід доцільно використовувати для вибору шляхів інвестування того чи іншого заходу у системі енергоменеджменту вищого навчального закладу.

Впровадження даних методичних підходів у системі енергоменеджменту дозволяє здійснити ґрунтовну оцінку заходів з позиції інвестиційної складової. Їх застосування дозволяє підвищити рівень ефективності, покращити процес планування та створювати прогноз майбутніх результатів шляхом врахування існуючих тенденцій економіки, ринку енергоресурсів, а також наявні у організації фінансові ресурси.

Зазначені методичні підходи щодо оцінювання ефективності заходів у системі енергоменеджменту було використано для розрахунку економічної ефективності проекту АСКО «Розумне світло КНУТД» у Київському національному університеті технологій та дизайну, який було розпочато у 2013 році [4,5]. Для оцінювання і прогнозування рівня ефективності впровадження цього проекту розглядається три сценарії, що базуються на існуючих тенденціях зростання тарифів на електроенергію: песимістичний варіант – значне підвищення тарифів на електроенергію за найближчі 5 років; нейтральний варіант – підвищення темпів зростання тарифів; оптимістичний варіант – існуюча тенденція зростання тарифів. Для кожного з варіантів обрано і відповідну дисконтну ставку, щоб відбулось взаємне посилення можливих негативних тенденцій.

Таблиця 1. Вихідні дані для економічної оцінки ефективності заходів з модернізації систем освітлення

| Роки | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|------|------|------|------|-------|
| Загальна потужність, кВт | | | | | |
| 2 поверх Мережа освітлення до модернізації | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| 2 поверх АСКО "Розумне світло КНУТД" | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 | 0,29 |
| 3 поверх Мережа освітлення до модернізації | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| 3 поверх АСКО "Розумне світло КНУТД" | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| Коефіцієнт інтенсивності роботи давачів руху | | | | | |
| робочі дні | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| вихідні дні | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| Обліковий тариф, грн. | | | | | |
| Песимістичний прогноз | 1,20 | 2,16 | 3,89 | 7,00 | 12,60 |
| Нейтральний прогноз | 1,20 | 1,80 | 2,70 | 4,05 | 6,08 |
| Оптимістичний прогноз | 1,20 | 1,44 | 1,73 | 2,07 | 2,49 |

До складу дисконтної ставки в песимістичному варіанті прогнозу включено високий ступень ризику, значний рівень інфляційних процесів та мінімальний рівень норми прибутковості проекту. В нейтральному та оптимістичному варіантах для формування дисконтної ставки було використано існуючі темпи інфляції. Результати розрахунку можливого споживання електричної енергії наведено у таблиці 2.

Таблиця 2. Результати розрахунку вартості спожитої електроенергії

| Роки | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|---------|----------|----------|----------|----------|
| Вартість спожитої електроенергії мережі освітлення до модернізації (зона 1 проекту) | | | | | |
| Песимістичний прогноз | 4257,36 | 7663,25 | 13793,85 | 24896,95 | 44692,06 |
| Нейтральний прогноз | 4257,36 | 6386,04 | 9579,06 | 14407,96 | 21552,89 |
| Оптимістичний прогноз | 4257,36 | 5108,83 | 6130,60 | 7376,87 | 8828,06 |
| Вартість спожитої електроенергії з АСКО "Розумне світло КНУТД" (зона 1 проекту) | | | | | |
| Песимістичний прогноз | 661,01 | 1183,61 | 2119,34 | 3838,56 | 6939,00 |
| Нейтральний прогноз | 661,01 | 986,35 | 1471,77 | 2221,39 | 3346,36 |
| Оптимістичний прогноз | 661,01 | 789,08 | 941,93 | 1137,35 | 1370,67 |
| Вартість спожитої електроенергії мережі освітлення до модернізації (зона 2 проекту) | | | | | |
| Песимістичний прогноз | 4533,30 | 8159,94 | 14687,89 | 26510,64 | 47588,77 |
| Нейтральний прогноз | 4533,30 | 6799,95 | 10199,93 | 15341,81 | 22949,83 |
| Оптимістичний прогноз | 4533,30 | 5439,96 | 6527,95 | 7855,00 | 9400,25 |
| Вартість спожитої електроенергії по АСКО "Розумне світло КНУТД" (зона 2 проекту) | | | | | |
| Песимістичний прогноз | 797,77 | 1428,50 | 2557,83 | 4632,75 | 8374,66 |
| Нейтральний прогноз | 797,77 | 1190,42 | 1776,27 | 2680,99 | 4038,71 |
| Оптимістичний прогноз | 797,77 | 952,33 | 1136,81 | 1372,67 | 1654,25 |
| Вартість заощадженої електроенергії | | | | | |
| Песимістичний прогноз | 7331,88 | 13211,07 | 23804,57 | 42936,28 | 76967,17 |
| Нейтральний прогноз | 7331,88 | 11009,23 | 16530,95 | 24847,38 | 37117,65 |
| Оптимістичний прогноз | 7331,88 | 8807,38 | 10579,81 | 12721,86 | 15203,39 |

На рис. 1 наведено прогнозне оцінювання зміни сумарної вартості заощадженої електроенергії внаслідок впровадження проекту.

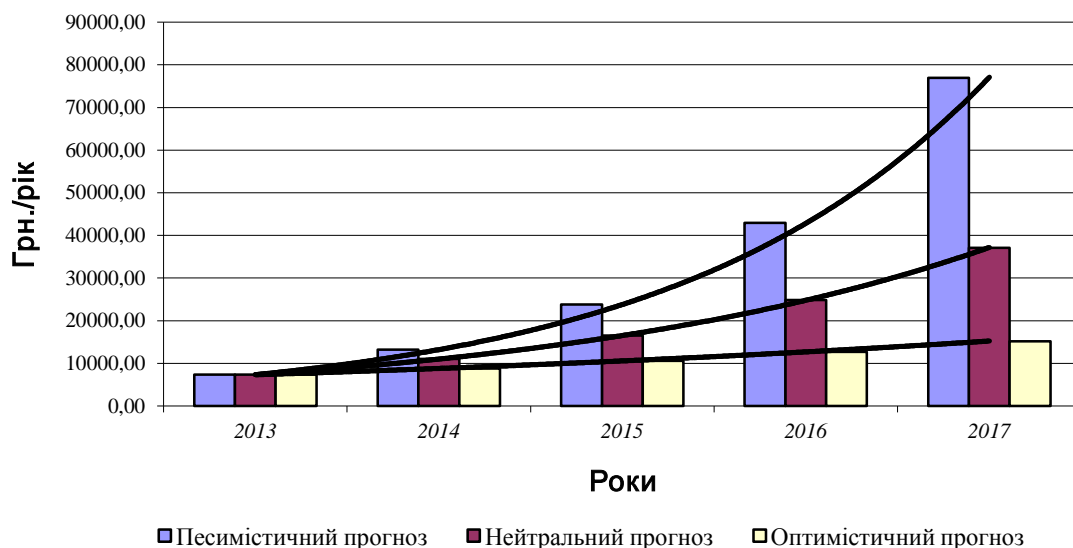


Рис. 1. Прогнозне оцінювання зміни сумарної вартості заощадженої енергії при впровадженні проекту АСКО "Розумне світло КНУТД"

У таблиці 3 наведено економічні характеристики проекту.

Таблиця 3. Економічні характеристики проекту

| Дисконтований дохід, грн. | |
|--|----------|
| Значне збільшення тарифів (песимістичний варіант) | 36429,55 |
| Незначні темпи росту тарифів (нейтральний варіант) | 43715,46 |
| Реальна тенденція збільшення тарифів (оптимістичний варіант) | 32185,32 |
| Термін окупності дисконтований грошовий потік, років | |
| Значне збільшення тарифів (песимістичний варіант) | 3,43 |
| Незначні темпи росту тарифів (нейтральний варіант) | 2,86 |
| Реальна тенденція збільшення тарифів (оптимістичний варіант) | 3,88 |
| Індекс доходності по дисконтованому грошовому потоку | |
| Значне збільшення тарифів (песимістичний варіант) | 1,43 |
| Незначні темпи росту тарифів (нейтральний варіант) | 1,06 |
| Реальна тенденція збільшення тарифів (оптимістичний варіант) | 1,08 |

За рахунок впровадження проекту автоматизованого керування системою освітлення і заміною люмінесцентних ламп типу ЛБ (ЛД) 40 на LED-лампи рівень грошових видатків скоротився на третину за рік експлуатації, при чому, зростання терміну експлуатації призводитиме до зростання ефективності, зокрема, прогнозована ефективність проекту за 5 років складає – 46,54%. Зниження встановленої потужності в результаті реалізації проекту склало 80,5%, тобто зменшення потужності на 1% створює економічний ефект у розмірі 0,58% від витрат пов'язаних з модернізацією. Враховуючи існуючий рівень електроспоживання можна прогнозувати потенційне скорочення витрат на 951 тис. грн. за рік, або майже 50% від вартості спожитої у 2013 році електроенергії. Враховуючи те, що доля витрат на комунальні платежі у бюджеті університету складала у 2011 – 6,42%, у 2012 році – 7,01% а у 2013 – 6,92% , витрати на електроенергію складають близько 2% від загальних витрат, обсяг економії спожитої електроенергії має тенденцію до зростання у межах до 20% щорічно. Виходячи з цього можна прогнозувати щорічне зменшення витрат на електроенергію та зниження

питомих витрат до 1,67% у бюджеті університету. Аналіз фактичних показників електроспоживання на основі даних, одержаних з програмно-технічного комплексу «Автоматизована система управління енергоспоживанням університету», що впроваджений в університеті, реалізація проекту АСКО «Розумне світло КНУТД» підтверджує валідність здійсненого прогнозу за перший рік експлуатації системи.

Висновки. Формування системи енергоменеджменту у навчальних закладах вищої освіти є одним із важливих елементів бюджетування та передумовою ефективного використання енергетичної складової витрат. Важливим аспектом оцінки заходів у сфері енергозабезпечення та енерговитрат є здійснення аналізу потенційного економічного ефекту та інвестиційного підходу, тобто оцінювання енергетичної складової не як джерело витрат, а як інвестиційного ресурсу. Узгодження системи енергоменеджменту з вимогами стандарту ISO 50001:2011 та систематичне застосування процедури оцінювання заходів, що впроваджуються, відкриває нові перспективи у розвитку вітчизняних ВНЗ та потребує подальших досліджень.

Список використаної літератури

1. ISO 50001:2011 Energy management systems — requirements with guidance for use (Системи енергетичного менеджменту – вимоги та поради з впровадження)
2. Методика проведення енергетических обследований (энергоаудита) бюджетных организаций / разр. ГБУ СО «Институт энергосбережения» и ООО НПП «ЭЛЕКОМ» – 2010 г. [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.telesystems.info/>
3. И.А. Башмаков Индикаторы низкой квалификации, или критический анализ набора и методики расчета целевых показателей в области повышения энергетической эффективности [Электронный ресурс] – режим доступа <http://www.cenef.ru/file/Indications.pdf> (indications)
4. Звіт про виконання комплексної науково-технічної програми «енергоефективність та енергозбереження» Київського національного університету технологій та дизайну у 2012 році.
5. Звіт про виконання комплексної науково-технічної програми «енергоефективність та енергозбереження» Київського національного університету технологій та дизайну у 2013 році.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ В СИСТЕМУ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

КАПЛУН В.В., ГОНЧАРОВ Ю.В.

Київський національний університет технологій і дизайну

Цель. Статья посвящена проблеме определения экономической эффективности мероприятий, которые внедряются в системе энергоменеджмента высших учебных заведений.

Практическая значимость. Определены методические основы оценки результатов внедрения энергосберегающих технологий, связанных с повышением эффективности потребления электроэнергии осветительными приборами.

Ключевые слова: *энергоменеджмент, энергосбережение, автоматизированная система управления освещением, высшие учебные заведения.*

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF AUTOMATED LIGHTING CONTROL SYSTEM FOR ENERGY MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

KAPLUN V.V., GONCHAROV Yu.V.

Kyiv National University of Technologies and Design

The article is devoted to the definition of economic efficiency measures for implementation the energy management to the higher education.

Keywords: *energy management, energy saving, automated lighting control system, universities.*