

І.Г. Цмоць, М.О. Медиковський, О.В. Скорохода
кафедра автоматизованих систем управління
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ШЛЯХОМ ВИБОРУ ОБ'ЄКТУ ВКЛАДЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙ

Анотація. Розроблено з використанням методу аналізу ієрархій модель вибору об'єкту вкладення інвестицій для підвищення енергоефективності підприємства. Розглянуто основні етапи функціонування моделі та показано, що визначення об'єктів та видів робіт для вкладення інвестицій здійснюється на основі аналізу векторів пріоритетів.

Abstract. Methods for improving of enterprise efficiency by selecting the optimum investment using the analytic hierarchy process have been researched and developed.

Ключові слова: енергоефективність, метод аналізу ієрархій, інвестиції, управління.

Keywords: energy efficiency, analytic hierarchy process, investments, management.

Вступ.

Ситуація в енергетиці України з часів незалежності ніколи не була відмінною, але за останні роки ми стикнулися зі справжньою енергетичною кризою. Тому актуальним завданням є розроблення та впровадження інноваційних систем покращення енергоефективності підприємств та регіонів в цілому. Існуюча вже давно застаріла система управління енергоефективністю не відповідає сучасним вимогам і потребує подальшого вдосконалення. Немає науково обґрунтованих методів інтелектуальної обробки та систем підтримки прийняття рішень. Сучасний ритм життя і швидке впровадження нових технологій постійно ускладнює процес прийняття рішень, зокрема управлінських, разом зі складністю предметних областей та взаємозв'язків факторів, що впливають на рішення, зумовлюють необхідність використання засобів підтримки прийняття рішень [1-8]. Експертна підтримка прийняття рішень є єдиним засобом для підвищення їхньої якості. «Ціна» невірної прийнятого рішення на теперішній час є високою, і постійно зростає. Через це правильне представлення та обробка експертної інформації є пріоритетним завданням.

У системах підвищення енергоефективності підприємств можна використовувати різні методи та алгоритми прийняття рішень [1-3]. Одним з таких методів є метод аналізу ієрархій, який був розроблений на початку 80-х років математиком Томасом Сааті [4], та широкого застосування набув лише за останнє десятиліття у зв'язку з розвитком комп'ютерних інформаційних технологій. Він широко використовується у всьому світі для прийняття

рішень в різноманітних ситуаціях у різних галузях, зокрема в бізнесі, промисловості, економіці, освіті, менеджменті, а від недавнього часу і в державних проєктах.

Перевагою цього методу є те, що рішення можна використовувати для будь якої галузі, створюючи потрібні критерії відбору людиною-експертом. Значеннями ваг цих критеріїв будуть суб'єктивні погляди експерта чи групи експертів.

Метою статті є розроблення моделі вибору об'єкту вкладення інвестицій для підвищення енергоефективності підприємства.

Основна частина

Розробка моделі управління інвестиціями. Для розроблення моделі управління інвестиціями ми будемо використовувати метод аналізу ієрархій (МАІ). Він ґрунтується на побудові дерева ієрархій, яке будемо використовувати для вибору найкращої альтернативи серед декількох представлених альтернатив. Відповідно до цього методу потрібно для кожної альтернативи визначаються кількість ієрархічних рівнів, критерії для підтримки прийняття рішень, варіанти можливих рішень та початкові ваги важливості для кожної альтернативи.

Модель управління інвестиціями доцільно реалізувати у вигляді дерева ієрархій. Для кожного розгалуження даного дерева потрібно обчислити вагові коефіцієнти. Вони обчислюються як добутки відповідних початкових вагових коефіцієнтів. Щоб прийняти остаточне рішення використовуються комбіновані вагові коефіцієнти, які отримують просумувавши відповідні проміжні коефіцієнти [5].

Для ефективного управління інвестиціями необхідно враховувати взаємодію та взаємозалежність об'єктів вкладення інвестицій на енергоефективність підприємства, здійснити їх класифікацію, кількісне оцінювання та визначити домінуючі види робіт. Існуючі методи виявлення та оцінювання домінуючих видів робіт на підприємстві для підвищення його енергоефективності не використовують системні процедури і не враховують взаємодію та взаємозалежність видів робіт.

Для комунального підприємства «Самбірський водоканал» на основі МАІ розроблено модель вибору об'єктів вкладення інвестицій, яка наведена на рис.1.

Розроблена модель є деревом ієрархій, яке складається з трьох рівнів. Модель допомагає структурувати проблему, побудувати набір альтернатив та виділити фактори які їх характеризують.

Перший ієрархічний рівень дерева – це формулювання мети вибору альтернатив.

Другий рівень ієрархічного дерева складається з груп об'єктів, які впливають на енергоефективність підприємства. Кількість і види груп впливів визначається експертами за результатами опрацювання зібраної

інформації про ситуацію в зовнішньому і внутрішньому середовищі комунального підприємства.

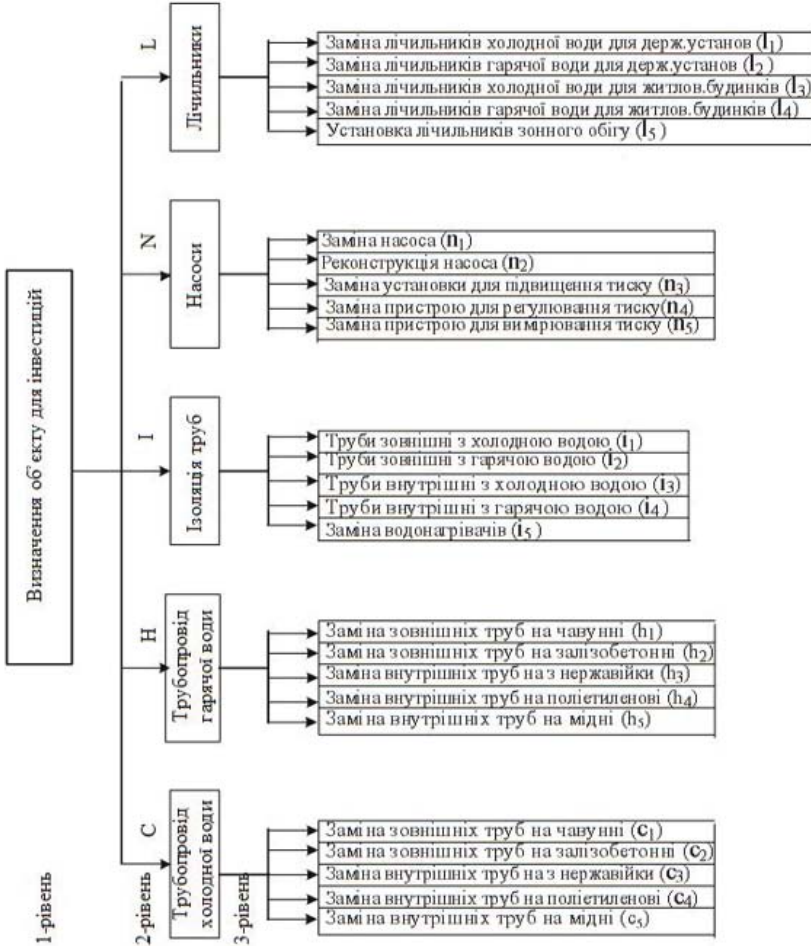


Рис. 1. Дерево ієрархії для визначення об'єкту інвестування

Експертами визначено, що на комунальному підприємстві для підвищення енергоефективності, найбільший вплив мають п'ять наступних об'єктів: трубопроводи холодної води (С), трубопроводи гарячої води (Н), ізоляція труб (І), насоси (N) та лічильники (L).

На *третьому рівні* ієрархічного дерева відображаються види робіт для кожного об'єкта. Дані роботи визначаються в процесі експертного оцінювання.

Для кожного об'єкта перелік видів робіт є таким:

- трубопровід холодної води - заміна зовнішніх труб на чавунні (c_1); заміна зовнішніх труб на залізобетонні (c_2); заміна внутрішніх труб на з нержавійки (c_3); заміна внутрішніх труб на поліетиленові (c_4); заміна внутрішніх труб на мідні (c_5);
- трубопровід гарячої води - заміна зовнішніх труб на чавунні (h_1); заміна зовнішніх труб на залізобетонні (h_2); заміна внутрішніх труб на з нержавійки (h_3); заміна внутрішніх труб на мідні (h_4); заміна внутрішніх труб на поліетиленові (h_5);
- ізоляція труб - труби зовнішні з холодною водою (i_1); труби зовнішні з гарячою водою (i_2); труби внутрішні з холодною водою (i_3); труби внутрішні з гарячою водою (i_4); заміна водонагрівачів (i_5);
- насоси - заміна насоса (n_1); реконструкція насоса (n_2); заміна установки для підвищення тиску (n_3); заміна пристрою для регулювання тиску (n_4); заміна пристрою для вимірювання тиску (n_5);
- лічильники – заміна лічильників холодної води для державних установ (l_1); заміна лічильників гарячої води для державних установ (l_2); заміна лічильників холодної води для житлових будинків (l_3); заміна лічильників гарячої води для житлових будинків (l_4); установка лічильників зонного обігу (l_5).

Основні етапи роботи моделі визначення об'єкту інвестування.

Модель визначення об'єкту інвестування розроблена з використанням МАІ та реалізується за три етапи. Послідовність дій при реалізації кожного етапу функціонування розглянемо детально.

На першому етапі функціонування моделі збирається інформація про об'єкти та види робіт, виконання яких забезпечить підвищення енергоефективності підприємства. На основі даної інформації здійснюється виявлення об'єктів і видів робіт, які найбільше впливають на підвищення енергоефективності підприємства.

На другому етапі визначаються ваги важливості впливу об'єктів на підприємство, здійснюється їх оцінювання та обчислення вектора пріоритетів. Для визначення ваг важливості використовується накопичена інформація та шкала важливості [4,5]. На основі даної інформації експертним шляхом визначаються ваги важливості об'єктів C , H , I , N , L . Оцінювання об'єктів впливу і видів робіт на кожному об'єкті здійснюється з використанням методу МАІ, який враховує ваги важливості та взаємозв'язок між об'єктами та видами робіт. Таке оцінювання передбачає формування матриці попарних порівнянь A і обчислення вектора пріоритетів.

Для побудови матриці A необхідно кожному об'єкту C , H , I , N , L поставити у відповідність ваги важливості w_c , w_h , w_i , w_n , та w_l [4]. Матриця попарних порівнянь A формується порівнянням ваги кожного об'єкта впливу з вагами інших об'єктів у відповідності з виразом:

	<i>C</i>	<i>H</i>	<i>I</i>	<i>N</i>	<i>L</i>
<i>C</i>	$a_{11} = \frac{w_c}{w_c}$	$a_{12} = \frac{w_h}{w_c}$	$a_{13} = \frac{w_i}{w_c}$	$a_{14} = \frac{w_n}{w_c}$	$a_{15} = \frac{w_l}{w_c}$
<i>H</i>	$a_{21} = \frac{w_c}{w_h}$	$a_{22} = \frac{w_h}{w_h}$	$a_{23} = \frac{w_i}{w_h}$	$a_{24} = \frac{w_n}{w_h}$	$a_{25} = \frac{w_l}{w_h}$
<i>I</i>	$a_{31} = \frac{w_c}{w_i}$	$a_{32} = \frac{w_h}{w_i}$	$a_{33} = \frac{w_i}{w_i}$	$a_{34} = \frac{w_n}{w_i}$	$a_{35} = \frac{w_l}{w_i}$
<i>N</i>	$a_{41} = \frac{w_c}{w_n}$	$a_{42} = \frac{w_h}{w_n}$	$a_{43} = \frac{w_i}{w_n}$	$a_{44} = \frac{w_n}{w_n}$	$a_{45} = \frac{w_l}{w_n}$
<i>L</i>	$a_{51} = \frac{w_c}{w_l}$	$a_{52} = \frac{w_h}{w_l}$	$a_{53} = \frac{w_i}{w_l}$	$a_{54} = \frac{w_n}{w_l}$	$a_{55} = \frac{w_l}{w_l}$

Для отримання вектора пріоритетів матриці A необхідно спершу обчислити власний вектор, а пізніше його нормалізувати [4]. Елементи власного вектора матриці A_e обчислюються так:

$$a_{ce} = \sqrt[5]{a_{11} \times a_{12} \times a_{13} \times a_{14} \times a_{15}}$$

$$a_{he} = \sqrt[5]{a_{21} \times a_{22} \times a_{23} \times a_{24} \times a_{25}}$$

$$a_{ie} = \sqrt[5]{a_{31} \times a_{32} \times a_{33} \times a_{34} \times a_{35}}$$

$$a_{ne} = \sqrt[5]{a_{41} \times a_{42} \times a_{43} \times a_{44} \times a_{45}}$$

$$a_{le} = \sqrt[5]{a_{51} \times a_{52} \times a_{53} \times a_{54} \times a_{55}}$$

Використовуючи значення власного вектора A_e (a_{ce} , a_{he} , a_{ie} , a_{ne} , a_{le}) обчислюємо елементи вектора пріоритетів A_n наступним чином:

$$a_{cn} = \frac{a_{ce}}{a_{ce} + a_{he} + a_{ne} + a_{ie} + a_{le}}$$

$$a_{hn} = \frac{a_{he}}{a_{ce} + a_{he} + a_{ne} + a_{ie} + a_{le}}$$

$$a_{nn} = \frac{a_{ne}}{a_{ce} + a_{he} + a_{ne} + a_{ie} + a_{le}}$$

$$a_{in} = \frac{a_{ie}}{a_{ce} + a_{he} + a_{ne} + a_{ie} + a_{le}}$$

$$a_{ln} = \frac{a_{le}}{a_{ce} + a_{he} + a_{ne} + a_{ie} + a_{le}}$$

На основі аналізу вектора пріоритетів A_n визначається об'єкт для вкладення інвестицій. Для комунального підприємства «Самбірський

водоканал» об'єктом вкладення інвестицій є ізоляція труб.

Третій етап функціонування моделі стосується третього рівня ієрархії, де для кожної із п'яти альтернативних об'єктів *C*, *H*, *I*, *N* і *L* будуються матриці попарних порівнянь і обчислюються вектори пріоритетів. Для побудови таких матриць попарних порівнянь необхідно визначити ваги важливості видів робіт для кожного об'єкту. За результатами аналізу векторів пріоритетів кожного об'єкту та видів робіт можна зробити такі висновки:

- для об'єкту «заміна трубопроводів холодної води» та «заміна трубопроводів гарячої води» вигідніше і ефективніше вкладати гроші в заміну зовнішніх труб з залізобетону та заміну внутрішніх труб з поліетилену;
- для об'єкту «ізоляція труб» вигідніше і ефективніше вкладати гроші в ізоляцію зовнішніх та внутрішніх труб з гарячою водою;
- для об'єкту «заміна насосів» вигідніше і ефективніше вкладати гроші на заміну насосів, всі решта альтернативи рівні між собою;
- для об'єкту «заміна лічильників» вигідніше і ефективніше вкладати гроші на заміну лічильників на лічильники зонного обігу.

Висновки.

1. З використанням методу аналізу ієрархій розроблено модель визначення об'єкту вкладення інвестицій для підвищення енергоефективності підприємства.

2. Модель визначення об'єкту вкладення інвестицій для підвищення енергоефективності підприємства є трирівнева: перший рівень - формулювання мети вибору альтернатив; другий - складається з груп об'єктів, які впливають на енергоефективність підприємства; третій - відображає види робіт для кожного об'єкта.

3. Шляхом обчислення та аналізу векторів пріоритетів визначено об'єкти та види робіт вкладення інвестицій для підвищення енергоефективності підприємства.

1. Fuller M. C., Portis S. C., Kammen D. M. Toward a low-carbon economy: municipal financing for energy efficiency and solar power //Environment: Science and Policy for Sustainable Development. – 2009. – Т. 51. – №. 1. – С. 22-33.
2. Hu J. L., Wang S. C. Total-factor energy efficiency of regions in China //Energy policy. – 2006. – Т. 34. – №. 17. – С. 3206-3217.
3. Mallaburn, Peter S.; Eyre, Nick. Lessons from energy efficiency policy and programmes in the UK from 1973 to 2013. Energy Efficiency, 2014, 7.1: 23-41.
4. Saaty, Thomas L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. European journal of operational research, 1990, 48.1: 9-26.
5. Saaty, Thomas L.; Vargas, Luis G. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. Springer Science & Business Media, 2012.
6. Schmoltdt, Daniel, et al. (ed.). The analytic hierarchy process in natural resource and environmental decision making. Springer Science & Business Media, 2013.
7. Бідюк П.І., Коршевнюк Л.О. Проектування комп'ютерних інформаційних системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. – Київ: ННК "ІПСА" НТУУ КПІ 2010.-340с.

УДК 004.451.36:681.5

В. І.Сабат, Українська академія друкарства, м.Львів

ВИКОРИСТАННЯ СЕМАНТИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДОКУМЕНТООБІГУ

Анотація. У статті проаналізовано методи семантичного аналізу тексту документів в автоматизованих системах документообігу (АСДО) при використанні мережних технологій.

Ключові слова: системи документообігу, глибинний аналіз тексту, семантика.

Вступ. Перехід від паперових до електронних документів стимулює подальший розвиток нових технологічних рішень та напрямків для автоматизації процесу створення, опрацювання та використання документів і, відповідно, аналізу інформації, яка в них міститься. З розвитком інформаційних технологій та засобів мережного зв'язку з'являються нові автоматизовані системи документообігу (АСДО), які об'єднують не тільки сам процес обігу документів на їхньому життєвому циклі, — від проєктанта до виконавця чи замовника, але й відкривають нові можливості для аналізу великих масивів тексту документів, їх захисту та контролю виконання управляючих дій, які містяться в документах.

Основна частина. На сьогодні для глибинного аналізу тексту використовується концепція контент-аналізу (Text Mining). Контент-аналіз — це якісно-кількісний метод вивчення документів, яке характеризується об'єктивністю висновків і строгістю процедури і складається з обробки, квантифікації тексту, з подальшою інтерпретацією результатів. [1] Отже, контент-аналіз в рамках дослідження електронних інформаційних масивів — це відносно новий напрям, який передбачає аналіз безлічі текстових документів.

Якщо розглянути *кількісний контент-аналіз*, то він у більшості випадків зводиться до пошуку частоти появи в документах певних характеристик змісту (ключових слів, фраз, понять). Показники можуть відрізнятися або, навпаки, бути близькі за абсолютним значенням, яке буде враховуватися при інтерпретації результатів обробки. Завдання можна ускладнити поставивши в якості попередньої умови виділення всіх змістовних у смислового відно-