

Гоєнко А.О.

Кафедра електропостачання

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Чернявський А.В.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРА ВИРОБНИЧОЇ КОМПАНІЇ

Анотація. Актуальність обраної теми зумовлено необхідністю в якісному програмному забезпеченні енергоменеджерів виробничих компаній. Метою статті є огляд сучасних програм які допомагають якісно та ефективно виконувати завдання енергоменеджера. Кількість використаних наукових джерел – 10, кількість рисунків – 1.

Ключові слова: , виробничі компанії, енергоменеджмент, програмне забезпечення.

Abstract The relevance of the chosen topic is due to the need for quality software for energy managers of manufacturing companies. The purpose of the article is to review modern programs that help to efficiently and effectively perform the tasks of an energy manager. Number of used scientific sources - 10, number of drawings - 1.

Keywords: energy management, manufacturing companie, software.

Вступ. В сучасних реаліях важко уявити будь-яку діяльність яку б не спрощувало використання сучасного програмного забезпечення(ПЗ), особливо коли мова йде про інженерів. Зазвичай діяльність енергоменеджера пов'язана з великою кількістю розрахунків, необхідністю визначати економічні параметри проєктів, моделювати можливі заходи з енергозбереження і навіть проєктувати системи тепло- та електропостачання. Кожен з цих видів діяльності може бути суттєво спрощений за рахунок використання програмного забезпечення.

Мета та задачі досліджень. Метою роботи є висвітлення програмного забезпечення, яке може допомогти вирішувати задачі виробничого енергоменеджера. Для досягнення мети в роботі були поставлені та вирішені наступні задачі досліджень:

- проведення аналізу діяльності енергоменеджера і визначення спектру його задач на виробничому підприємстві;
- підбір програмного забезпечення, яке б відповідало сучасним вимогам і викликам енергоменеджера;

Результати. Енергетичний менеджмент – це діяльність, що спрямована на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві або в муніципалітетах, що дозволяє значно оптимізувати обсяги енерговитрат[1]. Важливим елементом роботи енергоменеджера є впровадження системи енергоменеджменту, а ефективне виконання комплексу робіт по розробленню і впровадженню СЕнМ неможливо без наявності відповідного забезпечення(рисунк 1):

- організаційного;
- технічного;
- фінансового;
- програмного;
- інформаційного;
- лінгвістичного;
- математичного;
- ресурсного;
- правового.

В рамках статті цікавість становить програмне забезпечення діяльності, відповідно до [2] посадових обов'язків енергоменеджера належать:

- збір та систематизація даних про об'єкти, що споживають енергоресурси;
- збір та систематизація даних про вузли обліку і точки вводу енергоносіїв на об'єктах.;
- збір та аналіз даних про споживання енергоресурсів;
- збір та аналіз даних про заходи з підвищення енергоефективності, які впроваджувалися, впроваджуються та заплановані до впровадження;
- підготовка пропозицій щодо впровадження заходів з підвищення енергоефективності;
- підготовка пропозицій щодо стимулювання ощадливого енерговикористання та навчання персоналу;

Міністерство енергетики США[3] надає рекомендації по програмному забезпеченні енергоменеджменту які умовно можна поділити на інструменти на рівні підприємства, вони стосуються енергетичного менеджменту та відстеженням енергоефективності та на рівні системи, що включає в себе інструменти розрахунку і моделювання інженерних систем (рисунки 1).



Рисунок 1 – Інструменти енергоменеджера

Задача підготовки пропозицій щодо впровадження заходів передбачає розрахунок можливих варіантів заміни, модернізації, оновлення, тощо різних систем підприємства[4] Програма MEASUR дозволяє вирішити ці задачі, так як дає можливість швидко розрахувати як енергетичні показники можливих заходів з енергозбереження так і економічних.

Детальніше розглянемо системний інструмент MEASUR[5] - це пакет, що включає набір ключових програмних платформ і понад 70 калькуляторів. Загалом ці інструменти можуть допомогти виробникам підвищити ефективність промислових систем і визначити потенційні можливості для економії. Програмні платформи в MEASUR є основними оновленнями інструментів оцінки системи, розроблених в 1990-х роках. Нові інструменти більш зручні та сумісні з новішими операційними системами. Поєднуючи

інструменти оцінки системи з калькуляторами на одній платформі, MEASUR дозволяє підвищити рівень взаємодії між різними інструментами. MEASUR безкоштовний у використанні та доступний у середовищі з відкритим кодом. Програмні інструменти MEASUR включають інструменти оцінки промислових систем, здатні виконувати енергетичний аналіз інвестиційного рівня разом із простим обладнанням.

З зростанням актуальності використання альтернативних джерел енергії в якості власної генерації, гостро стає питання розрахунку можливостей встановлення альтернативних потужностей таких як сонячні, вітрові електростанції, використання біомаси, тощо. Вирішення цих задач може забезпечити програма RETScreen[6] – це пакет з відновлюваної енергії та енергоефективності, розроблений урядом Канади. Програма RETScreen Expert була представлена в 2016 році на Міністерській конференції з чистої енергетики у Сан-Франциско. Програмне забезпечення дозволяє комплексно ідентифікувати, оцінювати й оптимізувати технічну й фінансову життєздатність потенційних проєктів з відновлюваної енергії та енергоефективності, а також вимірювати й перевіряти фактичну ефективність об'єктів і визначати можливості зі збереження та виробництва енергії.

Під час енергетичного аналізу підприємства необхідно будувати базові лінії енергоспоживання, та визначати показники(індикатори) енергоефективності. Зазвичай це досить трудомісткий процес, пов'язаний зі збором та аналізом даних. Вирішення цієї задачі може забезпечити «Індикатор енергетичної ефективності (EnPI)»[7] — це інструмент, заснований на регресійному аналізі, розроблений Управлінням передового виробництва Міністерства енергетики США. Інструмент застосовується до підприємств у виробничому секторі, комерційних будівлях, федеральних агентствах, центрах обробки даних або за його межами. Інструмент дозволяє створювати моделі лінійної регресії, враховуючи при цьому багато факторів. Метод розрахунку інструменту при використанні фактичних значень виглядає наступним чином[3]:

Енергоємність:

$$\text{Виробнича } EI_{CY} = \frac{EC}{\text{Загальне виробництво}}$$
$$\text{Будівельна } EI_{CY} = \frac{EC}{\text{Загальна площа виробництва}}$$

де EC - Фактичне джерело (первинне) споживання енергії (MMBtu),
EI - Енергоємність або енергія, нормалізована для відповідних факторів (MMBtu/Од Виробництво або MMBtu/кв. фут),

CY – Поточний рік;

Сумарне покращення (повна зміна) енергоємності порівняно з базовим роком (%):

При використанні виробничої енергоємності:

$$CI_{CY} = (\text{Виробнича } EI_{BY} - \text{Виробнича } EI_{CY}) / \text{Виробнича } EI_{BY}$$

При використанні енергоємності будівлі:

$$CI_{CY} = (\text{Будівельна } EI_{BY} - \text{Будівельна } EI_{CY}) / \text{Будівельна } EI_{BY}$$

Де BY – Базовий рік,

CI - Сумарне покращення (повна зміна) енергоємності порівняно з базовим роком (%);

Щорічне покращення (щорічна зміна) енергоємності за поточний рік (%):

$$AI_{BY} = CI_{CY} - CI_{PY}$$

Де AI – Щорічне покращення (щорічна зміна) енергоємності за поточний рік (%);

Річна економія (загальна економія енергії) з базового року (MMBtu/рік) Наведене

нижче рівняння використовується для розрахунку економії для кожного типу енергії (наприклад, електроенергії, природного газу тощо) і для загальної суми всіх джерел енергії, введених у інструмент:

$$\text{Річна економія}_{CY} = EC_{BY} - EC_{CY}$$

Нові енергозбереження за поточний рік (MMBtu/рік):

$$\text{Нове енергозбереження}_{CY} = \text{Річна економія}_{CY} - \text{Річна економія}_{PY}$$

Задача збору, систематизації та аналізу енергетичних даних, а також побудову енергетичних потоків систем: теплопостачання, електропостачання, стисненого повітря, виробництва і доставки пари, тощо, є важливою складовою діяльності енергоменеджера[8]. До задачі роботи з даними можна віднести і створення звітів, дану задачу може суттєво спростити Plant Energy Profiler Excel, або PEREx[9], — це програмний інструмент на основі Excel, наданий Міністерством енергетики США, щоб допомогти керівникам промислових підприємств у Сполучених Штатах визначити, як енергія купується та споживається на їх заводі, а також визначити потенційну економію енергії та витрат. PEREx розроблено таким чином, щоб користувачі могли створити профіль заводу приблизно за годину. PEREx надає користувачам налаштований звіт для друку, який показує подробиці закупівлі енергії, споживану енергію, потенційну вартість та економію енергії, а також список наступних кроків, які можна виконати для економії енергії. PEREx визначає потенційну економію для різного кінцевого обладнання на заводі, задаючи ряд питань про налаштування, робочі параметри та методи обслуговування. Також до задач пов'язаних зі збором даних можна додати Інструмент Energy Footprint[10], розроблений Міністерством енергетики США, що допомагає об'єктам відстежувати споживання енергії, фактори, пов'язані з використанням енергії, і значне кінцеве споживання енергії.

Висновок. Зростання складності розрахунків, процесу збору, аналізу та систематизації даних підштовхують до використання спеціалізованого програмного забезпечення, яке може суттєво підвищити ефективність роботи енергоменеджера. Так як спектр діяльності виробничого енергоменеджера досить широкий, неможливо однією програмою покрити всі задачі, тому було запропоновано програмне забезпечення, яке б допомогло вирішувати такі задачі: надання обґрунтованих пропозицій, щодо впровадження заходів з енергозбереження – програма MEASUR Та RETScreen, встановлення базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності – EnPI, робота з даними та побудова енергетичних потоків – PEREx та Energy Footprint

Перелік використаних джерел:

1. Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018 / А. Чернявський, Є. Іншеков, О. Соловей, О. Бориченко, П. Пертко // За загальною редакцією Є. Іншекова, А. Чернявського. - К.: Проєкт UNIDO/GEF «Впровадження стандарту систем енергоменеджменту в промисловості України», 2021. – 137 с.
2. Посібник енергоменеджера, В. Литвин, О. Гончарук, Н. Власюк, 2019. – 13с.
3. Програмне забезпечення енергоменеджера від Міністерства енергетики США. URL: <https://www.energy.gov/eere/amo/software-tools>.

4. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств, А. Чернявський, А. Сафьянц, Н. Усенко, О. Соловей, О. Бориченко, П. Пертко, Ю. Шишко, А. Гоенко// За загальною редакцією Н. Усенко та А. Чернявського. – К.: Проект «Консультування підприємств щодо енергоефективності» Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ), 2020.
5. Програмне забезпечення MEASUR, URL: <https://www.energy.gov/eere/amo/measur>.
6. Програмне забезпечення RETScreen, URL: <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465>.
7. Програмне забезпечення EnPI, URL: <https://www.energy.gov/eere/amo/articles/energy-performance-indicator-tool>.
8. Енергетичний менеджмент, Ю. Дзядкевич, М. Буряк, Р. Розум, 2010.
9. Програмне забезпечення PEPEX, URL: <https://www.energy.gov/eere/amo/downloads/plant-energy-profiler-excel>.
10. Програмне забезпечення Manufacturing Energy and Carbon Footprints, URL: <https://www.energy.gov/eere/amo/manufacturing-energy-and-carbon-footprints-2018-mecs>.