

**Омецинська Н. В.,**

*кандидат технічних наук, доцент,  
завідувачка кафедри загальноінженерних дисциплін  
та теплоенергетики*

*Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського  
м. Київ, Україна*

**Дичко А. О.,**

*доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики  
Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського  
м. Київ, Україна*

**Кисельов В. Б.,**

*доктор технічних наук, професор,  
директор Навчально-наукового інституту муніципального управління  
та міського господарства  
Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського  
м. Київ, Україна*

## **ДЕРЕВА РІШЕНЬ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

Енергетична ефективність (ЕЕФ) – це один із принципів розробки енергетичної політики, що підкреслює важливість використання ресурсів при розробці вимог, пов'язаних з енергетикою, системним плануванням та інвестиціями. Застосування принципу ЕЕФ є складним завданням для регулюючих органів. Це пов'язано з тим, що в залежності від галузі в ньому можуть брати участь кілька учасників ринку з різними інтересами, інформацією та можливостями. У результаті перед регулюючими органами постає непросте завдання стимулювати всіх учасників ринку до повної експлуатації ресурсів з боку попиту.

Розглянемо Дерево рішень (Decision Tree), як інструмент аналізу даних у галузі енергоефективності, він дозволяє моделювати та оптимізувати споживання енергії у різних сферах, а також виявляти ключові фактори, що впливають на енергетичну ефективність.

Дерево рішень (Decision Tree) – це графічна модель прийняття рішень, що є ієрархічною деревоподібною структурою і складається з правила виду «Якщо ..., то ...». За рахунок навчальної множини правила генеруються автоматично в процесі навчання.

Дерево рішень – є структурою у вигляді дерева, де кожен вузол є рішенням або тестом на ознаку (змінний), а гілка є можливим

результатом цього рішення. Листя дерева містять кінцеве рішення або прогноз.

Побудова рішень дерева включає кілька основних етапів. Стисло зупинимось на загальних кроках побудови дерев рішень.

*Збір даних:* на цьому етапі відбувається збір даних, які будуть використовуватись для навчання моделей. Це можуть бути структуровані або неструктуровані дані, що містять ознаки та цільову змінну (мету-ціль), які необхідно передбачити.

*Вибір кореневого вузла (перше питання):* на цьому етапі вибирається ознака, яка використовується в кореновому вузлу дерева

*Поділ даних:* Дані поділяються на дві або більше підмножини на основі відповіді на обране питання в кореновому вузлу. Це створює перші два або більше дочірніх вузлів дерева.

*Повторення:* Процес побудови рішень рекурсивно повторюється для кожного дочірнього вузла. Для кожного вузла нова ознака підключається, яка найкраще передає дані у цьому вузлу. Потім дані знову поділяються на підмножини відповідно до нової ознаки та визначають нові дочірні вузли. Цей процес повторюється до стану зупинки.

*Умова зупинки:* Процес будівництва дерева завершується, коли досягнуто однієї з наступних умов:

- Усі дані у вузлу відносяться до одного класу;
- Досягнуто максимальної висоти дерева;
- Досягнуто мінімальну кількість зразків у вузлу;
- Жодна з ознак більше не доступна для поділу.

*Побудова листя дерева:* Вузли, які не поділяються далі, стають листям дерева та асоціюються з кінцевим правилом або класом.

*Оптимізація (постобробка):* Побудова дерева може включати етапи оптимізації, такі як скорочення розміру дерева (відсікання непотрібних гілок) або обробка пропущених даних.

*Оцінка та тестування:* після будівництва дерева необхідно оцінити його продуктивність з використанням відкладених даних (тестових даних) для перевірки його здатності класифікувати або прогнозувати нові дані.

*Інтерпретація:* технологічні рішення мають перевагу інтерпретованості, що дозволяє аналізувати, виявляти ознаки та приймати рішення для отримання результату.

Ці етапи є загальним процесом побудови рішень по дереву, який може прийматися залежно від конкретного завдання та алгоритму.

Дерева рішень можуть успішно застосовуватися в галузі енерго-ефективності та управління енергоспоживанням, а саме:

*Аналіз енергоспоживання:* технологічні рішення можуть бути використані для аналізу даних про споживання енергії в будівлях або

виробничих процесах. Вони можуть виявити фактори, що мають найбільший вплив на енергоспоживання.

Прогнозування енергоспоживання: технологічні рішення можуть застосовуватися для прогнозування майбутнього енергоспоживання на основі попередніх даних та факторів.

Оптимізація систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря(ОВК): нові рішення можуть допомогти покращити роботу систем ОВК у будівлях, враховувати різні параметри, такі як температура, вологість, завантаження приміщень тощо.

Вибір енергозберігаючих технологій: Сучасні рішення можуть допомогти в прийнятті рішень щодо вибору енергозберігаючих технологій та обладнання. Вони можуть враховувати такі параметри, як витрати, періодичність окупності та очікувані показники енергозбереження.

Моніторинг та зворотний зв'язок: технологічні рішення можуть використовуватися для аналізу даних про споживання енергії, виявляти аномалії та попереджати про ефективні заходи щодо зниження енергоспоживання.

Енергетичний аудит: нові рішення можуть сприяти проведенню аудиту, виявляючи потенційні галузі зниження споживання енергії у будівлях та виробничих процесах.

Прийняття рішень щодо розподілу ресурсів: сучасні рішення можуть використовуватися для оптимізації розподілу енергії в мережах та енергосистемах з урахуванням поточної напруги.

Навчання персоналу: технологічні рішення можуть бути інструментами навчання персоналу з питань енергоефективності та надійності пошуку рішень на місцях.

Дерево рішень, як метод може бути використаний у галузі енергоефективності для аналізу та прийняття рішень щодо оптимізації енергоспоживання та ефективності систем управління.

Використання цієї моделі прийняття рішень у галузі енергоефективності може допомогти організаціям та домогосподарствам заощадити, знизити витрати та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

### **Список використаних джерел:**

1. Карпа Д. М., Цмоць І. Г., Теслюк В. М. Засоби підтримки прийняття рішень для визначення пріоритетності виконання енергозберігаючих проектів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 29(2). С. 135–140. <https://doi.org/10.15421/40290228>

2. Yu, S., Mandel, T., Thomas, S. et al. Applying the Energy Efficiency First principle based on a decision-tree framework. *Energy Efficiency* 15, 42(2022). <https://doi.org/10.1007/s12053-022-10049-6>