

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ РОБОТИ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРИ РІЗНИХ СЦЕНАРІЯХ ФОРМУВАННЯ ЦІНИ НА НАДАНІ ПОСЛУГИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Впровадження систем накопичення та подальшого переносу електроенергії досить важлива задача, що вирішується в різних країнах по-різному, виходячи з типів продуктів, що можуть надаватись системами накопичення енергії. Розроблений алгоритм, що дозволяє визначити найменшу прогнозовану ціну для купівлі електроенергії для заряду накопичувача, або найбільшу прогнозовану ціну для продажу електроенергії/послуги.

Ключові слова: ринок допоміжних послуг; система накопичення енергії; резерв підтримки частоти; резерв відновлення частоти.

Abstract

The introduction of battery energy storage systems and the subsequent transfer of electricity is a very important task, which is solved in different countries in different ways, based on the types of products that can be provided by battery energy storage systems. An algorithm has been developed to determine the lowest estimated price for the purchase of electricity for the storage charge, or the highest estimated price for the sale of electricity / services.

Keywords: additional service market; battery energy storage system; frequency support reserve; frequency recovery reserve.

Вступ

Значний приріст генерування відновлювальних джерел енергії (далі – ВДЕ), що значно залежить від мінливих погодних умов, а також значний ступінь старіння основного генеруючого обладнання теплових електростанцій (далі – ТЕС) змушує фахівців галузі переглянути структуру генерувальних потужностей [1].

Результати досліджень

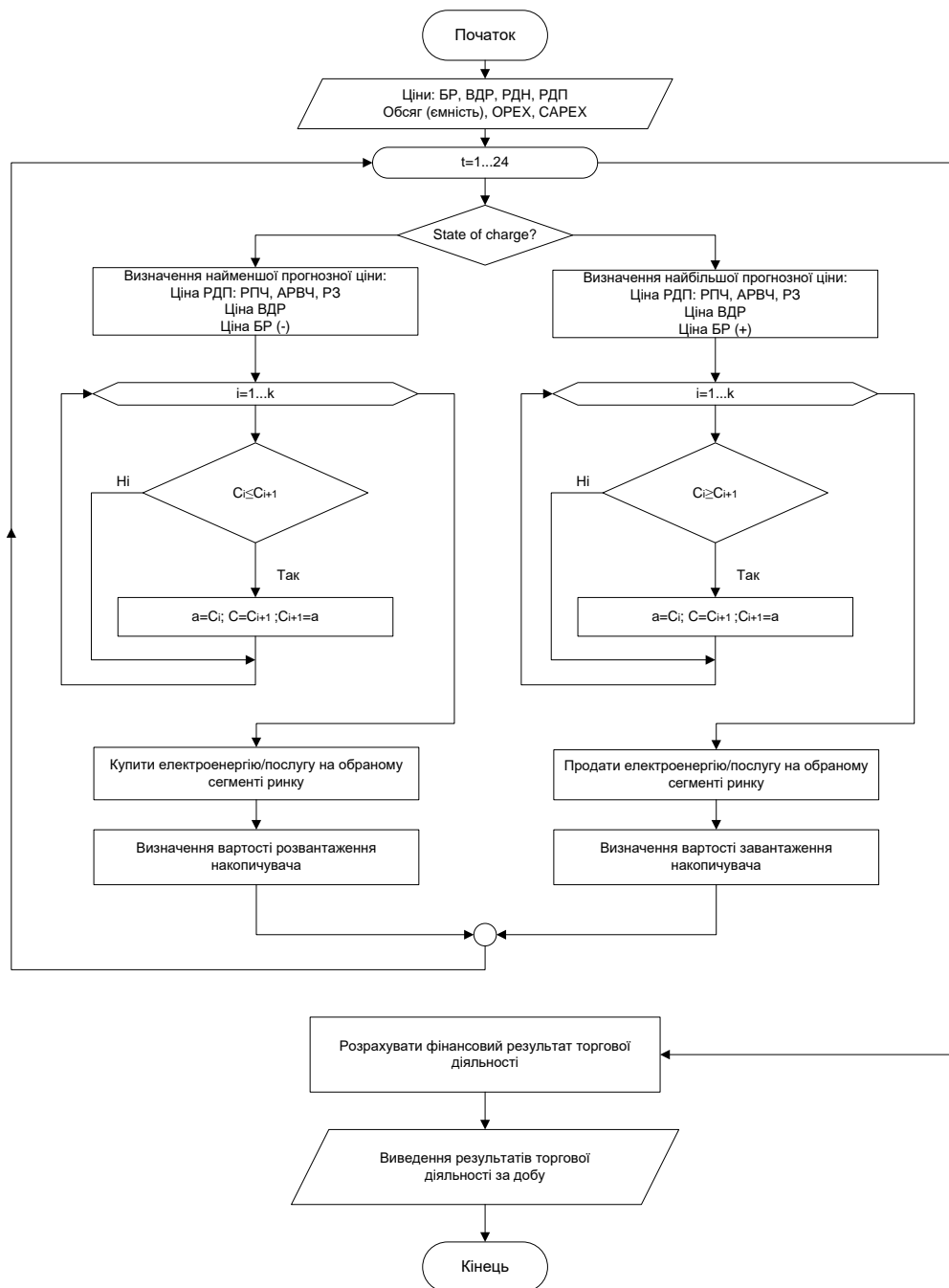
Розроблений алгоритм дозволяє визначити найменшу прогнозовану ціну для купівлі електроенергії для заряду накопичувача, або найбільшу прогнозовану ціну для продажу електроенергії/послуги.

Початковими даними є ретроспектива цін електроенергії на балансуєчому, внутрішньодобовому, ринку “на добу наперед” та ринку допоміжних послуг, номінальна ємність СНЕ, а також капітальні витрати на будівництво СНЕ (CAPEX) та витрати на обслуговування (OPEX). Розрахунок проводиться для кожної години доби, що дає змогу, при необхідності, щогодини визначити найменшу прогнозовану ціну для купівлі електроенергії/послуги на наступні 50 хв для Балансуєчого ринку, 1 годину для внутрішньодобового та наступну добу для ринку “на добу наперед”.

Пошук оптимальної ціни купівлі-продажу, здійснюється алгоритмом “спливаючої бульбашки”. Алгоритм працює таким чином — у поданому наборі даних (цін на РДП, ВДР та БР) порівнюються дві сусідні ціни. Якщо одна з них менша за попередню (у випадку пошуку найменшої ціни для купівлі) чи більша за попередню (у випадку пошуку найбільшої ціни для продажу), то вони міняються місцями. Прохід по списку цін продовжується доти, доки дані не будуть відсортованими усі елементи набору даних. Даний алгоритм завдяки своїй простоті добре підходить для сортування невеликих масивів даних.

Потім проводиться визначення вартості розвантаження/завантаження накопичувача та розраховується фінальний результат торгової діяльності, на основі відсортованих даних.

Кінцевим результатом даного алгоритму є виведення результатів торгової діяльності на наступних 24 години, з вибраними найвигіднішими цінами для купівлі та продажу електроенергії.:



Висновки

Передумовами впровадження систем накопичення енергії є постійний ріст обсягів негарантованої генерації ВДЕ та фактичне спрацювання свого паркового ресурсу значною частиною теплової генерації, що на сьогоднішній день, разом з гідроелектростанціями є основними засобами балансування енергосистеми. Такі фактори значно впливають на операційну безпеку роботи ОЕС України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Лежнюк П. Д. Оцінювання якості електропостачання в локальних електричних системах з різнотипними відновлювальними джерелами енергії / П. Д. Лежнюк, В. О. Комар, С. В. Кравчук, І. В. Котилко, І. О. Прокопенко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2018. - Вип. 195. - С. 23-25. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdutsg_2018_195_10

[2] Блінов І.В., Парус Є.В., Іванов Г.А. Дослідження організації конкурентної моделі ринку елект-

роенергії України з урахуванням мережевих обмежень в ОЕС України. Пр. Інституту електродинаміки НАН України. 2016. Вип. 45. С. 34 – 39.

[3]Кириленко О.В., Блінов І.В., Парус Є.В. Оцінка роботи електростанцій при наданні допоміжних послуг з первинного та вторинного регулювання частоти в ОЕС України. Технічна електродинаміка. 2013. № 5. С. 55 – 60.

Прокопенко Ігор — Ph.D, аспірант, кафедра ЕСС Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: delfin11071994@gmail.com

Науковий керівник*: **Лежнюк Петро Дем'янович** — доктор технічних наук, професор, кафедра ЕСС Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lezhpd@gmail.com