

УДК 621.316.11

Щедрін І.І.¹, Федоша Д.В.²

¹ студ. гр. Е-514м НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

СПЕЦІАЛІЗОВАНА БІБЛІОТЕКА PYTHON ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Мова програмування python вже стала інструментом наукових досліджень, через наявність ефективних та простих у використанні бібліотек для: основні математичних функції (тригонометричні функції та обробка комплексних чисел), роботи з багатовимірними масивами (операції елементами масивів та зрізами), лінійна алгебра, пошуку рішень, роботи з базами даних для статистичного аналізу, візуалізації досліджень (відображення діаграм, залежностей, графіків, графів, схем).

Але вже зараз для python на основі вище згаданих бібліотек створюються спеціалізовані бібліотеки моделювання електроенергетичних систем, однією з таких є pandapower

Pandapower - це сучасний, відкритий інструмент на Python, що об'єднує можливості бібліотеки pandas і розв'язувача PYPOWER. Завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу та широкому функціоналу вже зараз pandapower може допомагати інженерам, дослідникам і практикам швидко конструювати моделі електромереж, проводити розрахунки потоків потужності, оптимізувати розподіл навантаження та розв'язувати задачі аварійного аналізу.

Pandapower містить еквівалентні моделі основних елементів мережі: ліній передачі, трансформаторів, вимикачів та інших компонентів. Це дає змогу створювати моделі, що відтворюють фізичну поведінку розподільчих мереж і забезпечують можливість детального аналізу в різних сценаріях функціонування мережі.

Серед найбільш затребуваних функцій - розрахунок потоків потужності, а також оптимізація розподілу навантаження. Можливість визначення оптимального потоку розподілу допомагає розробити найкращі стратегії управління мережею для мінімізації втрат енергії та підвищення стабільності системи. Такий функціонал особливо актуальний в умовах зростання навантаження та інтеграції відновлюваних джерел енергії.

Pandapower інтегрує інструменти для проведення аналізу короткого замикання, оцінювання стану системи та виконання топологічних перевірок мережі. Ці функції допомагають своєчасно виявляти проблемні зони, проводити профілактичні заходи та мінімізувати ризики аварійних ситуацій, що має вирішальне значення для безпеки експлуатації електромереж.

Розроблений з упором на автоматизацію аналітичних процесів, pandapower дає змогу легко інтегрувати обчислювальні моделі в більші програмні рішення. Користувачі можуть налаштовувати розрахунки, створювати сценарії та запускати пакетне опрацювання даних, що істотно спрощує проведення комплексних досліджень. Гнучкість інструменту особливо цінна як для освітніх проєктів, так і для розробки інноваційних промислових рішень.

Відкрита ліцензія BSD робить pandapower доступним для вільного використання, модифікації та поширення. Інсталяція відбувається за допомогою менеджера пакетів `pip`, що полегшує інтеграцію в різні середовища розробки, або з дистрибутиву Anaconda, який вже включає необхідні бібліотеки для наукових обчислень.

Щоб встановити pandapower, достатньо виконати команду: `pip install pandapower[all]`.

Переваги використання pandapower:

- простота і доступність - завдяки відкритій ліцензії та зручному встановленню pandapower доступний для всіх, хто хоче заглибитися в моделювання електромереж;

- багатофункціональність - інструмент об'єднує в собі можливості моделювання, розрахунку потоків потужності, оптимізації мереж і проведення аварійного аналізу;

- гнучкість інтеграції - Можливість інтегрувати pandapower у власні робочі процеси дає змогу адаптувати його під специфічні задачі та проєкти;

- активне співтовариство розробників - постійне оновлення та підтримка забезпечують актуальність і надійність інструменту в швидко мінливих умовах енергосистем.

На рисунку 1 наведено приклад, що демонструє створення простої мережі з двома шинами джерелом живлення, та силовим трансформатором.

```
# Підключимо бібліотеку pandapower
import pandapower as pp

# Створюємо порожню мережу
net = pp.create_empty_network()

# Створюємо дві шини: 110 кВ і 20 кВ
bus_high = pp.create_bus(net, vn_kv=110, name="110 кВ шина")
bus_low = pp.create_bus(net, vn_kv=10, name="10 кВ шина")

# Додаємо зовнішнє підключення на шину високої напруги
pp.create_ext_grid(net, bus_high, vm_pu=1.02, name="Підстанція")

# Додаємо трансформатор для з'єднання шин
pp.create_transformer(net, hv_bus=bus_high, lv_bus=bus_low, std_type="25 MVA 110/10 kV", name="Трансформатор")

# Додаємо навантаження на шину низької напруги
pp.create_load(net, bus_low, p_mw=10, q_mvar=2, name="Навантаження")

# Візуальне представлення або виведення частин мережі у вигляді масиву
print(net)
```

Рисунок 1 – Проста модель на python за допомогою pandapower.