

УДК 621

Степаненко В.А., аспірант

Науковий керівник: к.т.н., доцент Замулко А. І.

к.т.н., доцент Веремійчук Ю.А.

Кафедра електропостачання

ОСОБЛИВОСТІ ВРАХУВАННЯ РИЗИКІВ ПРИ ІНТЕГРАЦІЇ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДО СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Анотація: Робота присвячена розвитку методології, що дозволяє поєднувати якісні та кількісні оцінки різних факторів ризику для прийняття інтегрального рішення при приєднанні відновлюваних джерел енергії до системи електропостачання. Інтеграція кількісної інформації та якісно представлених знань шляхом створення відповідних алгоритмів дозволяє суттєво розширити можливості проведення ризик-аналізу об'єктів відновлюваних джерел енергії та утворених енергетичних систем і обґрунтування заходів щодо управління ними.

Ключові слова: оцінка ризикових подій, відновлювані джерела енергії, система електропостачання, сонячна електростанція.

Abstract: The work is devoted to the development of a methodology that allows combining qualitative and quantitative assessments of different risk factors to make an integrated decision when connecting renewable energy sources to the electricity supply system. The integration of quantitative information and qualitatively presented knowledge through the creation of appropriate algorithms allows to significantly expand the possibilities of risk analysis of renewable energy facilities and established energy systems and justification of measures to manage them.

Keywords: risk assessment, renewable energy sources, electric power supply system, solar power plant.

Вступ. Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2035 р. розвиток енергетики на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є важливим напрямком, який підвищує рівень енергетичної безпеки і знижує антропогенний вплив на навколишнє середовище. Передбачається збільшення частки ВДЕ у загальному балансі встановлених потужностей до рівня 25% до 2035 р., що за базовим сценарієм становить близько 24 млн т н.е. [1].

Однак електромережі повинні підтримувати свій баланс за допомогою управління ресурсами та прогнозування попиту на певний часовий горизонт. Сонячні електричні станції (СЕС) належать до тієї категорії, що забезпечують нерегулярне живлення через метеорологічні та атмосферні умови. Тому питання коливань виробленої потужності стає більш вираженим у міру збільшення проникнення цих відновлюваних джерел в електричну мережу. Таким чином, їх стохастичний характер стане помітним на якості електроенергії в мережі. Тому підтримка надійності, стабільності та ефективності електричної системи стає складним питанням для розподільчих мереж із змінними енергетичними ресурсами. Незважаючи на вищезазначені побоювання, значна присутність встановленої потужності на основі СЕС вже має місце в електричних мережах. Проте подальший рух у напрямку збільшення частки СЕС у генерації енергосистеми становить великий виклик для ефективного управління розподільчою мережею та серйозну загрозу її нормальному функціонуванню.

Мета та завдання. Метою статті є розвиток методології, що дозволяє поєднувати якісні та кількісні оцінки різних факторів ризику для прийняття інтегрального рішення при приєднанні ВДЕ до системи електропостачання. Завданнями статті є ідентифікація та оцінка основних факторів та подій, що призводять до проблем інтеграції СЕС в енергосистему країни.

Матеріал і результати досліджень. Відомо, що ключовими особливостями великомасштабних і складних систем є різноманітність та взаємозалежність елементів, що входять до них, велика кількість осіб, що приймають рішення в умовах високої невизначеності та ризиків, а також унікальність цих об'єктів [2]. Однією з ключових проблем ефективного управління такими системами є оцінка та аналіз ризикових подій, що впливають на їх успішне функціонування.

Для аналізу ризиків складних систем можуть використовуватися різноманітні підходи та методи, у т. ч. аналітичні моделі, імітаційне моделювання, методи аналізу. Проте використання цих інструментів нашою хується на ряд проблем, пов'язаних з відсутністю необхідної кількісної інформації, складністю обґрунтування коректності результатів розрахунків, високою трудомісткістю оцінок, відсутністю необхідних програмних засобів та ін.

Варто зазначити, що у багатьох випадках найпростішим підходом є комбіноване використання різних моделей та методів, коли кожен із них більшою мірою відображає особливості роботи відповідних підсистем. Такі комплексні моделі називають "гібридними".

У зв'язку з перерахованими вище проблемами високої невизначеності та складності великомасштабних систем багато рішень можуть бути отримані шляхом використання якісних оцінок, що базуються на знаннях та досвіді експертів. Для цього широко застосовуються методи SWOT-аналізу, Дельфі, а також найбільш популярний і широко використовується в даний час метод аналізу ієрархій (МАІ), запропонований Т. Сааті [3].

Подальший рух у напрямку збільшення частки СЕС у генерації енергосистеми становить великий виклик для ефективного управління розподільчою мережею та створює проблеми її нормальному функціонуванню. Тому було здійснено ідентифікацію основних факторів, що призводять до проблем інтеграції СЕС, результати якої представлені у табл. 1.

На другому етапі здійснено оцінку ймовірності виникнення та рівня можливих наслідків від реалізації кожного з ідентифікованих факторів ризику за допомогою метода експертних оцінок. При застосуванні даного методу проводилося опитування спеціальної групи спеціалістів різних організацій, які на пряму або опосередковано дотичні до питань використання СЕС.

Статистичну обробку даних було почато з визначення узгодженості думок експертів, числовим вираженням якої є коефіцієнт конкордації. Необхідність у проведенні такої процедури обумовлюється тим, що фактори можуть бути витлумачені неоднозначно в силу індивідуальних особливостей кожного експерта, рівня його знань та уявлень про об'єкт. Оскільки думки експертів були узгоджені, то далі проведено розрахунок вагомості кожного з факторів.

Згідно отриманих результатів найбільший вплив мають такі фактори, як виникнення необхідності модернізації ліній та погіршення якості електричної енергії, а збільшення маневрової потужності здійснює найменший вплив.

Таблиця 1 – Основні факторів, що призводять до проблем інтеграції СЕС

Назва фактору	Короткий опис
Збільшення маневрової потужності	Теплова та гідрогенерація є ключовими інструментами регулювання, які сьогодні забезпечують можливість інтеграції ВДЕ в енергосистему та дозволяють компенсувати різкозмінний режим її роботи, надаючи енергосистемі маневрові потужності.
Погіршення якості е.е.	В процесі експлуатації СЕС в лініях електропередач можливе понаднормове зростання напруги під час максимальної генерації СЕС та мінімуму добового графіка навантаження.
Необхідність модернізації ліній	У зв'язку з великими темпами розвитку ВДЕ виникає необхідність відповідного розвитку та реконструкції існуючих мереж.
Перетікання реактивної потужності	Внаслідок зміни кута запалювання тиристорів в інверторі можна досягати різних кутів між струмом і напругою, що в електричній мережі буде причиною зміни перетоків реактивної потужності.
Зростання заборгованості за "зеленим" тарифом	Збільшення встановленої потужності ВДЕ в рамках моделі підтримки за «зеленим» тарифом створило ряд економічних і технічних викликів, в тому числі, пов'язаних із недостатністю коштів для розрахунку з виробниками електроенергії.
Виникнення вищих гармонік	Проблема з гармоніками виникає в основному від інверторів, які використовуються для перетворення постійної напруги. Ці нелінійні навантаження вводять гармоніки в мережу живлення, викликаючи повне гармонійне спотворення.

Висновки. Розвиток "зеленої" енергетики відбувається без урахування реальних потреб енергосистеми у додаткових генеруючих потужностях, що призводить до таких проблем, як необхідність збільшення маневрової потужності, погіршення якості електричної енергії, виникнення необхідності модернізації ліній, зростання заборгованості за "зеленим" тарифом, виникнення вищих гармонік та перетікання реактивної потужності.

Використання сонячних генеруючих потужностей слід розглядати перед інтеграцією в електромережу, оскільки це допоможе передавальній та розподільчій компаніям передбачити можливий вплив інтеграції та генерації фотоелектричної енергії на стабільність системи.

Відсутність формальної методики, що дозволяє поєднувати якісні та кількісні оцінки різних факторів ризику для прийняття інтегрального рішення при приєднанні об'єктів ВДЕ до мережі, виявляється ключовою проблемою, вирішенню якої і буде присвячено подальшу роботу.

Список використаних джерел

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555.
2. Haimes Y. Y. Risk modeling, assessment, and management. 3rd ed. Hoboken, NJ : J. Wiley & Sons, 2008.
3. Saaty T. L. Principia mathematica decernendi: Mathematical principles of decision making: generalization of the analytic network process to neural firing and synthesis. Pittsburgh, Pa: RWS Publications, 2010. 531 p.