

**Щодо звіту  
Спільної Робочої Групи технічних комітетів CIGRE C1 / C2 / C6.18  
(СРГ CIGRE)**

**«Подолання обмежень для максимального впровадження відновлюваної енергії» (підсумковий документ CIGRE № 527)**

Відновлювальні джерела енергії в найближчому майбутньому будуть відігравати значну роль в електричних системах в усьому світі. В основному очікується розвиток не синхронних джерел відновлюваної енергії. Зокрема, більш високий пріоритет буде надаватись таким відновлювальним джерелам енергії, як сонячна, вітрова, гідроенергетична, біомаса і геотермальні енергетичні системи. Для розуміння наслідків масштабного впровадження відновлювальних джерел енергії на стійкість і надійність електричних систем була створена Спільна Робоча Група технічних комітетів CIGRE C1 / C2 / C6.18 (далі СРГ CIGRE) у роботі якої прийняли участь більше 50 членів CIGRE, які представляли 24 країн (Канада, Франція, Португалія, США, Австралія, Італія, Швеція, Данія, Південна Африка, Фінляндія, Нова Зеландія, Іспанія (материк і Канарські острови), Великобританія, Ісландія, Угорщина, Ірландія, Норвегія, Китай, Німеччина, Єгипет, Японія, Індія, Аргентина і Бразилія). СРГ CIGRE розробила відповідний опитувальник та отримала 30 завершених звітів з 19 країн Європи, Північної Америки, Океанії та Азії, 17 операторів ліній електропередач (TSO), двох операторів систем розподілу (DSO), двох незалежних системних операторів (ISO), чотирьох комунальних служб, двох дослідницьких асоціацій, одного регіонального оператора передачі (RTO) і одного університету.

З метою вивчення стану розвитку і можливості максимального впровадження відновлюваних джерел енергії у вже існуючі електричні системи, СРГ CIGRE провела низку веб-нарад і 2 наради в Парижі на яких було розглянуто матеріали отриманих звітів та безпосередній стан справ у 18 країнах (США, Китай, Канада, країни ЄС, Великобританія та інші)

При проведенні аналізу були застосовані наступні основні положення і напрямки:

1. Відновлювальні джерела були розділені на: не синхронні відновлювальні джерела енергії (НВДЕ, VNSR), синхронні відновлювальні джерела (СВІ, SR) і взагалі всі поновлювані джерела (ВДЕ, RES);
2. Визначення низького, середнього і високого рівня впровадження відновлюваних джерел енергії для різних енергосистем;
3. Вплив збільшення генерації НВДЕ на роботу енергосистеми. Вплив додавання значних обсягів генерації НВДЕ на роботу енергосистеми. Зв'язок ступеня впливу від характеристик існуючої енергосистеми,

рівня впровадження НВДЕ, який необхідно досягти, і одночасно з будь-якими додатковими інвестиціями, пов'язаними з можливістю контролю і управління енергетичною системою.

4. Мережева інфраструктура, необхідність підвищення стійкості енергосистеми при збільшенні впровадження НВДЕ до середнього і високого рівнів. Проблеми для енергосистеми при інтеграції до неї великої кількості НВДЕ.

Зважаючи на аналіз таких мережевих питань як:

4.1. Оцінка підходу до ремонту електричних мереж - вплив на організацію ремонту та технічного обслуговування впровадження відновлювальних джерел енергії.

4.2. Розгляд можливості управління енергосистемою:

- розроблення і застосування стандартів, оцінювання стандарту енергосистеми з впровадженням ВДЕ, виходячи з того, що Стандарт енергосистеми розроблений з поліпшеною можливістю управляти ВДЕ;

- необхідність забезпечення узгодженості забезпечення безпеки оперативного управління енергосистемою і гнучкості енергосистеми при роботі з ринковими структурами споживання та виробництва електроенергії;

- потреба в гнучкості і продуктивності енергосистеми при збільшенні НВДЕ які інтегруються до енергосистеми.

4.3. Оцінка стратегії управління. Стабільність напруги, перехідна стабільність, реактивна потужність і контроль напруги.

Можна розглянути наступні питання:

- «при якому відсотку впровадження ВДЕ стабільність напруги стане проблемою?»;
- «при якому відсотку впровадження ВДЕ стане проблемною динамічна стійкість?»;
- «при якому відсотку впровадження ВДЕ стане проблемним контроль за реактивною потужністю та напругою?»;
- прогнозування розвитку відновлювальних джерел енергії.

**Висновки роботи СРГ CIGRE можна систематизувати на загальні і конкретні:**

**Загальні висновки.** Не синхронні відновлювальні джерела становитимуть найбільшу частку у виробництві відновлюваної енергії. Через технічні характеристики НВДЕ, динамічні характеристики енергосистеми будуть змінюватися, що робить більш складним завдання для системних операторів -

відповідати вимогам споживача щодо надійності, безпеки і економічності доставки електроенергії.

Розуміння можливих змін вхідних даних та їх рівня достовірності має базове значення для розвитку систем електропостачання - задоволення потреб кінцевих споживачів електричної енергії. Впровадження відновлюваної генерації безпосередньо впливає на операційні стратегії, які будуть використовуватись системними операторами для управління енергосистемою і її характеристиками. Характеристики нової енергетичної системи мають включати в себе стійкість до зовнішніх та внутрішніх загроз, рівні помилок, стабільність напруги і частотний контроль.

**Аналіз документу також дає наступні конкретні висновки, зокрема:**

- суттєвій вплив на розвиток та функціонування великої енергосистеми має рівень потужності відновлювальних джерел - 10%, при цьому слід враховувати, що максимальне значення відновлювальних джерел у балансі може бути значно більшим, особливо під час мінімуму навантажень;
- при суттєвому рівні впровадження відновлювальних джерел необхідно переглянути технічні питання обслуговування та ремонту, управління, впровадження стандартів, стратегії управління, динамічної стійкості, контролю реактивної потужності та напруги;
- при суттєвому рівні впровадження відновлювальних джерел потрібно врахувати необхідність збільшення операційних витрат; витрат на диспетчеризацію, прогнозування; забезпечення стабільності напруги, рівня надійності мереж і обладнання; витрат на мережеве проектування та будівництво, впровадження технологій збереження електроенергії;
- еволюція енергетичних ринків стане критичним фактором, тому що ринки, створені з урахуванням низьких капітальних витрат та високих витрат на виробництво, не дадуть стимулів для будівництва нових відновлювальних джерел. Нові проекти енергетичних ринків повинні враховувати технічні вимоги енергосистем (гнучкість, лінійність, контроль частоти та напруги, зберігання енергії).
- з розширенням не синхронної відновлювальної генерації, управління енергосистемою і змінами в ній, ймовірно, буде все більш складними.
- проблеми в розумінні важливих питань розвитку енергосистем залежать від рівня впровадження ВДЕ, який намагаємося досягти. Для найвищого рівня, ймовірно, буде потрібно вивчити такі характеристики, як стабільність напруги, режими з перехідними і малими рівнями споживання, частотна характеристика системи, а також стандартний аналіз непередбачених обставин. Також необхідний огляд вимог до гнучкості системи, які повинні бути в майбутньому узгоджені з ринковими структурами.

**Підсумки рекомендовані операторам енергосистем для можливості максимального впровадження відновлювальних джерел:**

- необхідно мати широке розуміння політичних цілей, які будуть істотно впливати на роботу енергосистеми. Це може включати рівень збільшення рівня відновлювальних джерел енергії, впровадження заходів з підвищення енергоефективності;
- необхідні дослідження для визначення впливу високого рівня впровадження ВДЕ для конкретних енергосистем. Незважаючи на те, що весь діапазон впливів не ясний, для вивчення впливу впровадження ВДЕ на рівні напруги і з'єднувальні перетоки потрібні додаткові технічні дослідження. Існують побоювання, що багато обмежень інтеграції ВДЕ будуть викликані нестабільністю напруги, реактивною потужністю і стійкістю при перехідних процесах;
- необхідно керувати розвитком і змінами в енергосистемі при впровадженні НВДЕ та нових моделей ринку електроенергії, для чого необхідно удосконалити систему управління енергосистемою, зробити її інтелектуальною, включаючи програмне і апаратне забезпечення, впровадження гнучких систем управління попитом, зберігання енергії.

Із документом CIGRE № 527 на англійській мові можна ознайомитись на сайті CIGRE: <http://www.cigre.org/>.