

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ НА БАЗІ КОНЦЕПЦІЇ SMART GRID

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Зростання частки електроенергії генерованої відновлювальними джерелами енергії (ВДЕ) в загальному балансі електроенергетичної системи України породжує нові завдання перед спеціалістами галузі. Одним з першочергових завдань є пошук шляхів для інтегрування такого генерування. Одним з широко розповсюджених засобів є застосування концепції Smart Grid. В роботі розглянуто основні засади функціонування даної концепції, досліджено шляхи та засоби інтегрування ВДЕ в електричні мережі.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, технологія Smart Grid, електричні мережі, зелений тариф, ринок електричної енергії України, автоматизація підстанцій і комунікацій

ANALYSIS OF FUNCTIONING OF ELECTRIC NETWORKS WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES AT THE SMART GRID CONCEPT BASIS

Abstract

The growth of the share of electricity generated by renewable energy sources (RES) in the overall balance of the electricity grid of Ukraine raises new challenges for industry specialists. One of the top priorities is to find ways to integrate this kind of generation. One of the widespread means is the application of the concept of Smart Grid. The paper considers the main principles of the operation of this concept, explores the ways and means of integrating RES into electrical networks.

Keywords: renewable energy sources, Smart Grid technology, electricity grids, green tariff, Ukrainian electricity market, automation of substations and communications

Вступ

Традиційно електричні мережі проектувалися з розрахунком живлення споживачів виключно від джерел, що мають керований графік видачі потужності: ГЕС, ТЕС, АЕС. В такій системі поява реверсивних перетікань потужності від ВДЕ ускладнює процес керування режимами електричних мереж. Також, складність в керуванні обумовлена тим, що відновлювальні джерела енергії, мають імовірнісний графік видачі потужності (ВЕС, ФЕС). Стабільна робота мережі в цьому випадку забезпечується шляхом інтегрування функцій моніторингу і контролю та засобів узгодження графіків генерування ВДЕ та навантаження.

Основою функціонування електричної мережі на базі концепції Smart Grid є наявність технологічної платформи з великою кількістю комунікацій між процесами генерування, передачі, розподілу та споживання електричної енергії. Відповідно технологічна платформа Smart Grid – це «електричні мережі, що відповідають вимогам ефективного та надійного функціонування енергосистеми. Це забезпечується за допомогою координованої взаємодії та організації двосторонніх комунікацій між елементами електричних мереж, електричними станціями, акумулюючими пристроями і споживачами».

Метою роботи здійснити аналіз функціонування електричних мереж з відновлювальними джерелами енергії на базі концепції Smart Grid

Результати дослідження

Концепція Smart Grid розроблялась, перш за все, для забезпечення надійного та безперебійного електропостачання, а також інтегрування електростанцій, що працюють на використанні вітру, сонця, води тощо, в традиційні енергосистеми [1].

В наш час можна виділити 5 основних груп стандартів, що відносять до Smart Grid для енергетичної галузі:

IEC 61970 та IEC 61968 – описують «загальну інформаційну модель» (CIM), необхідну для обміну даними між апаратурою та мережами, насамперед у передавальному секторі (IEC 61970) і розподілі (IEC 61968);

IEC 61850 – сприяє автоматизації підстанцій і комунікацій, так само як і сумісності на основі єдиного формату даних;

IEC 60870-6 – описує інформаційний обмін між центрами управління;

IEC 62351 – вирішує завдання безпеки комунікаційних протоколів, що визначені на основі попередніх стандартів IEC.

Розглянуті стандарти передбачають впровадження таких функціональних властивостей системи :

Самовідновлення під час аварійних ситуацій: енергосистема і її елементи повинні постійно підтримувати свій технічний стан на рівні, що може забезпечити необхідний рівень надійності та якості електропостачання.[2,3]

Мотивація активної поведінки кінцевого споживача: забезпечення можливості споживачам самостійно змінювати об'єм та функціональні властивості (рівень надійності, якості і т.д.) отримуваної електроенергії на основі балансу власного споживання та можливостей енергосистеми на основі інформації про ціни на електроенергію згідно зонного тарифу. Такий механізм функціонує завдяки впровадженню автоматизованих систем керування власним споживанням електроенергії.

Розширення ринків електроенергії: відкритий доступ до ринків електроенергії «активного споживача» (рис. 1), дозволить підвищити конкурентність на ринку електроенергії.

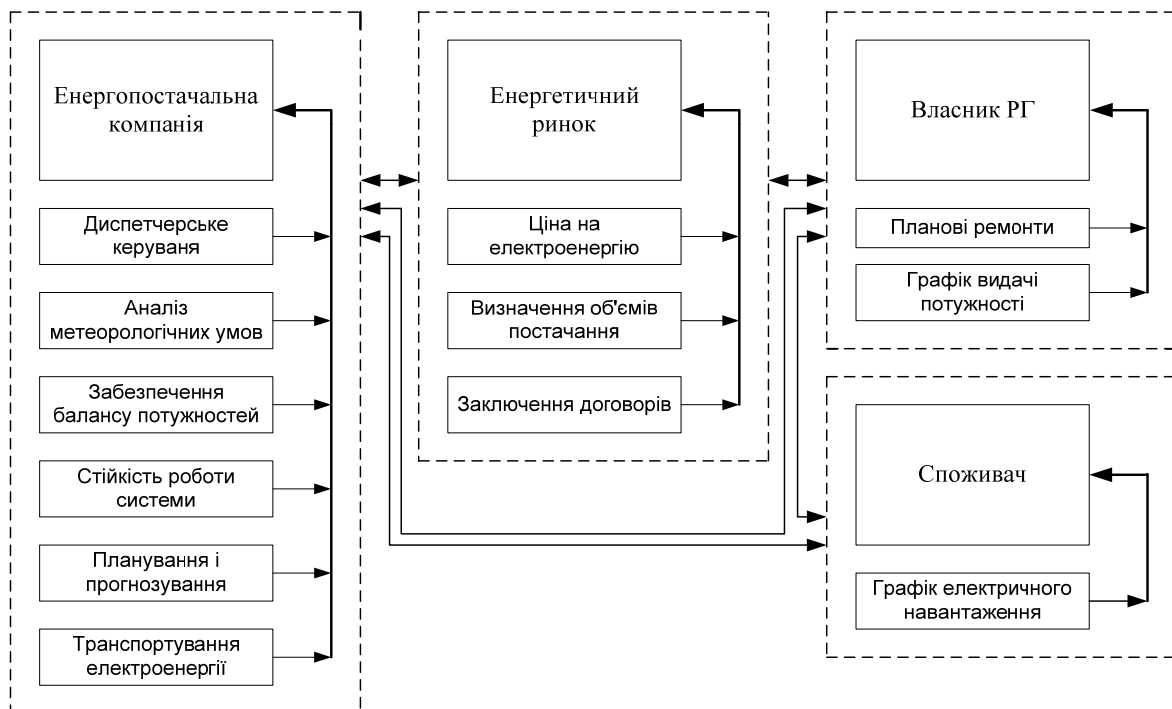


Рис. 1. Модель зв'язку між учасниками енергоринку на базі концепції Smart Grid

В умовах впровадження змін до Закону України «Про ринок електричної енергії України», модель ринку електроенергії (рис. 2) передбачає укладення двосторонніх договорів (позабіржова торгівля) з купівлі-продажу електричної енергії, у той час як на етапі за добу наперед буде організовано централізований ринок.

Регулятор має забезпечувати мінімальну участь на «Ринку на добу наперед», щоб підтримувати достатню ліквідність. Безперервний Внутрішньодобовий ринок (ВДР) повинен бути організований з метою забезпечення більшого хеджування (страхування від небалансів) учасників ринку перед Оператором системи передачі (ОСП). ВДЕ за «зеленим тарифом», так само як ТЕС за регульованим тарифом, укладають договори з Гарантованим покупцем, який бере на себе зобов'язання продавати ці обсяги на оптовому рівні. Наприклад, за двосторонніми договорами та/або на РДН, або/та на ВДР.

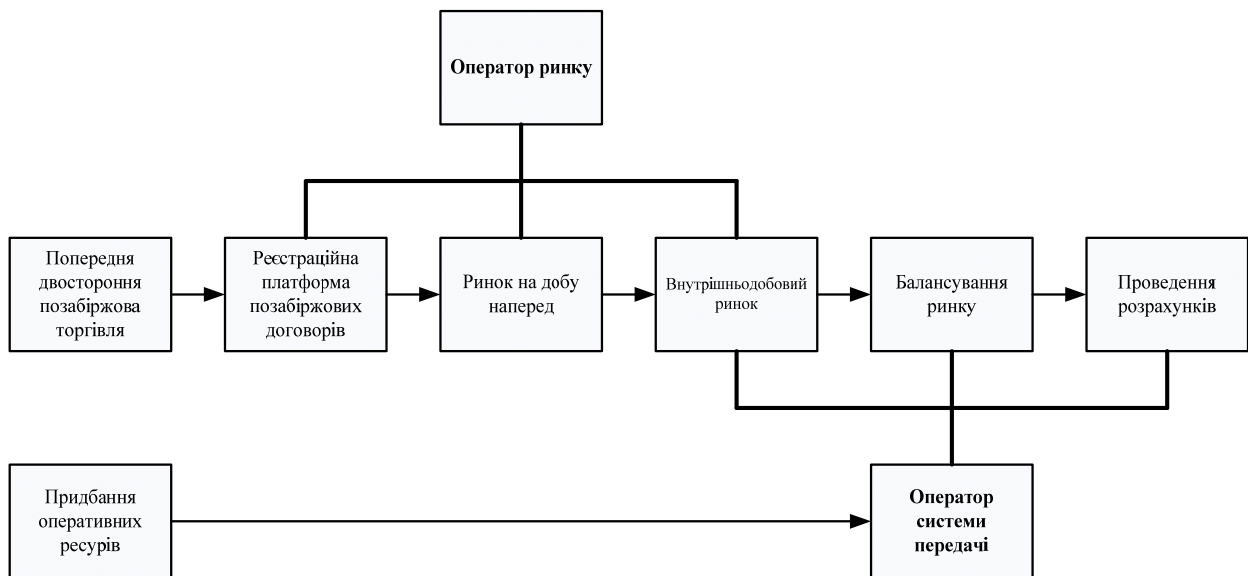


Рис. 2. Модель ринку електроенергії в Україні

Крім того, Гарантований покупець буде зобов'язаним стати Стороною Відповідальною за Баланс (СВБ) перед ОСП щодо обсягів електроенергії, які виробляються виробниками за «зеленим тарифом». Відповідно до Закону «Про електроенергію», приватні сонячні установки домогосподарств, що не перевищують 30 кВт встановленої потужності, укладають договори з постачальниками універсальних послуг. Останні беруть на себе зобов'язання купувати всі обсяги електроенергії, які перевищують відповідне щомісячне споживання домогосподарства, за відповідним «зеленим тарифом».

Для цілей виставлення цих обсягів на оптових сегментах ринку постачальники універсальних послуг завжди будуть враховувати відповідні обсяги в межах власних потреб споживання, тобто ці обсяги будуть сальдовані з навантаженням (підхід від'ємного навантаження).

Поступове збільшення частки електроенергії, що генерована ВДЕ, в балансі ОЕС України суттєво впливає на роботу електричних мереж. Виходячи з цього, потрібно здійснити оцінювання нестабільності генерування ВДЕ для: по-перше, можливості прогнозування обсягів генерування ВДЕ, зокрема ФЕС, з достатньою точністю на добу наперед; по-друге, розробити методи узгодження такого генерування з графіком навантаження споживача.

Оптимізація керування активами: перехід до моніторингу виробничих активів в режимі реального часу, інтегрованому в системи керування, для підвищення ефективності режимів роботи і вдосконалення процесів експлуатації, ремонтів і заміни обладнання за його поточним станом і, як наслідок, зниження загальносистемних витрат.

Можливість протистояти негативним збуренням в роботі енергосистеми: наявність спеціальних методів забезпечення стійкості і живучості, що знижують фізичну і інформаційну вразливість всіх складових енергосистеми.

Наявність різних типів електростанцій, зокрема на базі ВДЕ і систем акумулювання електроенергії: оптимальне інтегрування електростанцій на відновлювальних джерелах енергії в електричні мережі та узгодження їх роботи з графіком навантаження.

Висновки

Використання технології Smart Grid в наш час є ефективною та доцільною. Формування нових умов функціонування ринку електроенергії, дозволяє поряд з дією «зеленого тарифу» залучати нові інвестиції для розбудови ВДЕ. Ця концепція має змогу забезпечити високий рівень надійності та якості електроенергії за рахунок зміни системноорієнтованого підходу (system-based approach) і забезпечити ці властивості клієнтоорієнтованими (customer – based) і підтримувати різні рівні надійності і якості електроенергії в різних цінових сегментах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О.В. Кириленко, І.В. Трач, "Технічні особливості функціонування енергосистем при інтеграції джерел розподіленої генерації", *Праці Інституту електродинаміки НАН України*. – 2009. – Вип. 24. – С. 3-7. ISSN 1727-9895
2. В. В. Павловський, А. О. Стелюк, О. В. Ленґа, А. М. Захаров, "Моделювання інерційного відгуку в ОЕС України в умовах значної частки електростанцій на відновлюваних джерелах енергії", *Технічна електродинаміка*. - 2015. - № 4. - С. 53-56. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/TED_2015_4_11.
3. Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк, "Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні" *Техн. електродинаміка* – 2011. – №5 – С. 52–67. – ISSN 1607-7970

Богатюк М.О. — студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bogatyuk1998@gmail.com

Науковий керівник: **Кравчук Сергій Васильович** — кандидат технічних наук, асистент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sv.kravchuk@ukr.net

Bogatyuk Maxim O. - student, Vinnitsa National Technical University, student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: bogatyuk1998@gmail.com

Supervisor: **Kravchuk Sergey V.** - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), assistant, Vinnitsa National Technical University, assistant of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: sv.kravchuk@ukr.net.