

## ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТ СМАРТ МЕРЕЖ

Праховник<sup>1</sup> А.В., докт.техн.наук, Денисюк<sup>2</sup> С.П., докт.техн.наук, Коцар<sup>1</sup> О.В., канд.техн.наук,

<sup>1</sup> – Національний технічний університет України «КПІ»,

пр. Перемоги, 37, 03056, Київ, Україна,

<sup>2</sup> – Інститут електродинаміки НАН України,

пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна.

*Розглянуто питання організації взаємодії компонент на етапі впровадження та функціонування Смарт мереж. Визначено основні положення їх сумісності з урахуванням застосування принципу «приєднуйся та працюй». Висвітлено особливості визначення рівнів та видів сумісності за умов спільного погодженого функціонування як окремих компонент між собою, так і компонент з електричною мережею. Бібл. 1.*

**Ключові слова:** Смарт мережі, сумісність компонентів електромережі, принцип – «приєднуйся та працюй».

Одним із головних аспектів питання ефективного функціонування Смарт мереж є сумісність компонент на різних рівнях електричної мережі (ЕМ), тобто питання стандартів, які однозначно визначають та закріплюють основні принципи функціонування мережі та взаємодії її компонент. В разі успішного вирішення цього завдання на перших етапах запровадження Смарт мереж в подальшому інтеграція до мережі нових компонент буде відбуватися за загальновідомим принципом «plug and play» (/PnP/ – «приєднуйся та працюй» [1]), що забезпечить сталий та «самостійний» розвиток Смарт мереж.

Безперечно, провідна роль з визначення головних стратегічних напрямків розвитку електроенергетики лишається за енергосистемою. Мова йде про створення інтелектуальних систем вимірювання, контролю, обліку, діагностування та керування режимами роботи мережі, формування високопродуктивного інтегрованого інформаційно-обчислювального системного ядра, впровадження нових технологій та силових пристроїв, в т.ч. операційних аплікацій нового покоління для цих пристроїв, які забезпечують високу маневреність та керованість об'єктів та режимів ЕМ у всіх режимах роботи. Хоча при цьому передбачається перехід від жорсткого диспетчерського планування та регулювання до організації скоординованої роботи всіх об'єктів мережі.

Визначимо рівні й види сумісності компонент ЕМ. Кожний зразок обладнання встановленого класу повинен узгоджено функціонувати в ЕМ і, за необхідності, здійснювати комунікації з іншими компонентами. Разом з тим, такий зразок під час свого функціонування (а відповідно й на момент приєднання до ЕМ) не повинен чинити негативний вплив на інші компоненти. Тому мережа повинна бути «саморегульованою» таким чином, щоб під час приєднання до неї нових компонент контролювалися б змінення синергетичного впливу усіх компонент, включаючи знов приєднані, та пов'язані з цими зміненнями відхилення параметрів роботи мережі від нормальних значень і вживалися б відповідні заходи з метою унормування її режиму роботи. При цьому для контролю узгодженого функціонування різних компонент в єдиній ЕМ необхідно розробити методи виокремлення впливу кожної компоненти із синергетичного результату дії усіх компонент.

Для забезпечення спільного погодженого функціонування різних компонент в ЕМ, здійснення комунікацій між ними та з метою запобігання негативному взаємному впливу компонент мережі для кожного зразку обладнання встановленого класу, що приєднується, повинні бути висунуті вимоги щодо його сумісності з цією мережею. Тобто, повинні бути погоджені його технічні характеристики з аналогічними характеристиками інших компонент ЕМ і власне самої мережі, в т.ч. (але не виключно) в частині інформаційної взаємодії.

Доцільно визначати два рівні сумісності компоненти з ЕМ, до якої вона приєднується. Перший, обов'язковий, рівень сумісності «приєднуйся» повинен реалізовувати принцип «не зашкодь». Іншими словами, компонента, що приєднується до ЕМ, не повинна «заважати» приєднанню та роботи інших компонент в будь-якому режимі їхнього функціонування, в т.ч. нормальному, аварійному, післяаварійному тощо, а також забезпечувати ефективне використання електроенергії споживачами. Без реалізації вимог щодо першого рівня сумісності неможливе приєднання компоненти до ЕМ, а, тим більш, її функціонування. Другий, рекомендований, рівень сумісності «працюй» повинен власне і реалізовувати принцип PnP. На цьому рівні повинне забезпечуватись узгоджене функціонування компоненти, що приєднується, з іншими вже приєднаними до мережі компонентами, з якими ця компонента має взаємодіяти. Йдеться про стандарти взаємодії компонент в спільній ЕМ. Втім, «зацікавленість» в ефективній взаємодії повинна «виходити» від самої компоненти, що приєднується.

Для устаткування встановленого класу є сенс висувати обов'язкові однотипні вимоги щодо сумісності першого рівня для запобігання негативному впливу цього устаткування на інші компоненти мережі. Разом з тим, для кожного зразка устаткування можуть бути сформульовані індивідуальні рекомендації щодо сумісності другого рівня в частині погодженості його технічних характеристик з технічними характеристиками інших зразків устаткування, наприклад, для узгодженого виробництва та споживання електроенергії, узгодженої інформаційної взаємодії компонент мережі, узгодженого керування компонентами мережі тощо.

**Висновок.** Кінцеву пропозицію щодо реалізації базуютьоруючих принципів забезпечення функціонування Смарт мереж можна сформулювати наступним чином. В першу чергу повинні бути визначені та сформовані обов'язкові вимоги до компонент, які приєднуються до ЕМ загального користування, щодо сумісності

першого рівня. Ці вимоги повинні виконуватися як на етапі приєднання компоненти до ЕМ загального користування, так і під час функціонування цієї компоненти в мережі у всіх штатних і позаштатних режимах компоненти і мережі та унеможливити негативний вплив компоненти на інші компоненти та власне на саму мережу. Крім того, на всіх етапах повинно бути забезпечено запобігання виходу ЕМ з унормованого режиму роботи при дії усіх компонент, а також визначати граничні рівні показників ефективного використання енергії мережі компонентою, яка приєднується, у всіх штатних та позаштатних режимах функціонування цієї компоненти та мережі. В цілому ці вимоги повинні розроблятися на базі кращих чинних стандартів і нових стандартів, доцільність використання яких повинна бути визначена під час розроблення вимог щодо сумісності першого рівня. Вони повинні бути максимально мінімізовані і не перешкоджати сталому розвитку ЕМ.

Для всіх компонент, які вже приєднані до ЕМ загального користування, повинен бути встановлений термін для виконання вимог щодо сумісності першого рівня. Приєднання нових компонент здійснюється виключно на умовах виконання вимог щодо сумісності першого рівня.

Передбачається, що будуть визначені першочергові заходи та сформований регламент «м'якого» адміністрування ЕМ загального користування на етапі приєднання нових компонент та під час їхнього функціонування. Ці дії повинні бути направлені на підвищення ефективності функціонування та забезпечення технічних умов приєднання до ЕМ кращих зразків сучасного енергоефективного устаткування, в т.ч. установок розподіленої генерації електроенергії з нетрадиційними та відновлюваними джерелами енергії.

Що стосується розробки та запровадження рекомендації щодо сумісності другого рівня, які мають забезпечувати взаємодію компонент ЕМ загального користування, то вони повинні базуватися на результатах експлуатації за умов забезпечення технічної і економічної доцільності та враховувати основні положення кращих світових стандартів, ефективність яких доведена багаторічним практичним застосуванням.

Реалізація таких базують принципів запровадження та застосування Smart Grid забезпечить сталий розвиток електричних мереж, а також створить умови для ефективного використання електричної енергії і врешті решт дозволить досягти головної мети – скорочення використання викопного палива та покращення екології довкілля.

1. *Standards For Transmission and Distribution System Integration: Towards «plug and play» of Utility Applications // SISCO, Inc., 2003. – [http://www.sisconet.com/downloads/Utility\\_PnP\\_08.pdf](http://www.sisconet.com/downloads/Utility_PnP_08.pdf).*

УДК 621.31

#### ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТ СМАРТ СЕТЕЙ

А.В.Праховник<sup>1</sup>, докт.техн.наук, С.П.Денисюк<sup>2</sup>, докт.техн.наук, О.В.Коцар<sup>1</sup>, канд.техн.наук,

<sup>1</sup> – Национальный технический университет Украины «КПИ», пр. Победы, 37, 03056, Киев, Украина,

<sup>2</sup> – Институт электродинамики НАН Украины, пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Украина.

*Рассмотрены вопросы организации взаимодействия компонент на этапе внедрения и функционирования Смарт сетей. Определены основные положения совместимости компонент с учетом применения принципа «подключайся и работай»). Освещены особенности определения уровней и видов совместимости при условии совместного согласования функционирования как отдельных компонент между собой, так и компонент с электрической сетью. Библи. 1.*

**Ключевые слова:** Смарт сети, совместимость компонент электрической сети, принцип - «подключайся и работай».

#### PRINCIPLES OF THE ORGANIZATION OF INTERACTION COMPONENT OF THE SMART GRID

A.V.Prakhovnyk<sup>1</sup>, S.P.Denysiuk<sup>2</sup>, O.V.Kotsar<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> – National Technical University of Ukraine «KPI», Peremogy pr., 37, 03056, Kyiv-56, Ukraine,

<sup>2</sup> – Institute of Electrodynamics National Academy of Science of Ukraine, Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine.

*The questions of organization of interaction components at an implementation and functioning stage «Smart Grid» are considered. The substantive provisions of compatibility of components are certain taking into account application of principle "plug and play". The features of determination of levels and types of compatibility are lighted up on condition of joint coordination of functioning of both separate components and components with an electric network. References 1.*

**Key words:** Smart Grid, compatibility of components of electric network, principle – "plug and play".

1. *Standards For Transmission and Distribution System Integration: Towards «plug and play» of Utility Applications // SISCO, Inc., 2003. – [http://www.sisconet.com/downloads/Utility\\_PnP\\_08.pdf](http://www.sisconet.com/downloads/Utility_PnP_08.pdf).*

Надійшла 23.01.2012

Received 23.01.2012