

ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ (Smart Grid)

Заболотный И.П., Гришанов С.А., Осипов Д.Ю. (*ДонНТУ, ivp@elf.dontu.donetsk.ua*)

Введение. В последние годы за рубежом реализуется новая концепция научно-технологического преобразования электроэнергетики, получившая название Smart Grid. Анализ ряда работ позволяет отметить, что концепция инновационного развития электроэнергетики разработана на основе целостного представления ее роли в обществе с учетом перспективы развития и определяет требования, принципы построения и основные направления их реализации. Из анализа опубликованных материалов по этому вопросу следует, что в таких странах, как США и ряде стран ЕС состояние ЭЭС позволяет использовать концепцию преобразования электроэнергетики в целом. Уровень управляемости ЭЭС Украины, изношенность оборудования, степень использования альтернативных источников определяет необходимость использования концепции преобразования электроэнергетики и для отдельных функциональных и технологических составляющих.

Цель работы состоит в выявлении и понимании основных положений концепции Smart Grid на основе зарубежных публикаций, рассмотрении проблем и подходов к их решению, определении особенностей исследования при создании интеллектуальной ЭЭС.

Результаты анализа. Необходимость развития ЭЭС нынешнем этапе развития энергетики Украины обусловлена рядом факторов, среди которых можно выделить следующие:

1) несоответствие между условиями обеспечения экономической эффективности деятельности субъектов рынка электрической энергии и услуг и возможностями для обеспечения необходимого уровня надежности и живучести ЭЭС;

2) усложнение технологических процессов потребителей электрической энергии, включая потребителей с непрерывной технологией, которые имеют повышенные требования к надежности электроснабжения и качеству электрической энергии;

3) обеспечения свободного доступа к электрическим сетям (гарантированного минимума энергоснабжения населения и производства), предотвращение ущербов от аварийных и ограничительных отключений;

4) непрерывное возрастание объемов потребления электрической энергии. Согласно прогнозу МЭА, мировой спрос на электроэнергию растет вдвое быстрее. Вторая существенная проблема – это воздействие на окружающую среду. Применение современных технологий сжигания угля на ТЭС не решает экологические проблемы;

5) возрастающее использование цифровых технологий во всех сферах деятельности человека требует энергии высокого качества и ее надежной поставки, поскольку сбои в системах электроснабжения могут привести к значительным экономическим потерям;

6) постоянное повышение стоимости электроэнергии. В условиях открытого доступа к электрической сети выделяют два основных фактора, влияющих на ценообразование: системные ограничения (сетевые и технические по режиму работы генерирующих мощностей) и технические потери, связанные с передачей электроэнергии по сети.

Появление и развитие новых технологий создают основу для развития традиционных ЭЭС и систем управления их режимами, которые обеспечивают решение технологических задач на качественно новом уровне. Обеспечение свободного доступа к сетям, гарантированного электроснабжения, сочетания эффективного управления для решения коммерческих интересов субъектов оптового рынка и требований по обеспечению надежности и живучести режимов электрических систем невозможно решить путем совершенствования традиционных ЭЭС.

Наиболее масштабные программы и проекты по Smart Grid разработаны и реализуются в США и странах Евросоюза. Их анализ позволяет сделать вывод, что интеллектуальная ЭЭС представляются как комплекс, обладающий экологической чистотой и безопасностью для общества; отсутствием ограничений; доступностью, надежностью электроснабжения и качеством электроэнергии; высоким уровнем информационных технологий при управлении электрической сетью; гибкостью при интеграции отдельных источников энергии и систем; приемом в сеть энергии от самых различных источников генерации.

Структура системы Smart Grid является интеграцией традиционных ЭЭС и распределенной генерации электрической энергии и условно в ряде работ представлена в виде трех уровней:

1) уровень крупных источников энергии, без которых проблематично электроснабжение крупных потребителей и обеспечение целесообразных темпов роста электропотребления, с трансформацией на напряжение 110 кВ и выше и выходом в сети высших напряжений для передачи электроэнергии к крупным центрам потребления;

2) уровень установок распределенной генерации, которые устанавливаются в распределительной сети 6-35 кВ;

3) уровень установок распределенной генерации на напряжении 0,4 кВ, которые устанавливаются у небольших потребителей (мини- и микро-ГЭС, ВЭУ, солнечные электростанции, топливные элементы и т.п.).

В развитии архитектуры и технологий, реализуемых на первом уровне интеграции ЭЭС, следует выделить:

1) новые технологии энергосистем: использование вставок постоянного тока для межсистемных линий; применение гибких линий электропередачи; новые методы планирования развития систем;

2) новые технологии подстанций и ЛЭП: компактные и комбинированные устройства; применение устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости и нанотехнологий; полностью автоматизированные подстанции;

3) повышение надежности на основе углубленного контроля и управления параметрами оборудования;

4) интегрированные системы управления.

5) повышение автоуправляемости за счет следующих технологий: мониторинга состояния и диагностика в режиме “on-line”; цифровых терминалов защит и управления; гибких линий электропередачи;

6) увеличение пропускной способности ЛЭП за счет использования композитных проводов и компактных линий.

Проблемы и задачи. 1. Распределенная генерация - это новые элементы ЭЭС, во многом с новыми динамическими характеристиками и возможностями управления, которые могут создавать проблемы при управлении режимами ЭЭС как в

стационарных режимах, так и в аварийных режимах. Так, мощные ВЭС, СЭС являются источниками возмущений для традиционных электрических сетей.

2. Необходимость разработки методов управления, поскольку каждый субъект рынка электроэнергии и услуг имеет свой критерий управления, в общем случае не совпадающий и даже противоречащий критериям остальных участников. Удовлетворить всех субъектов одновременно, т.е. найти такие управления, чтобы достигался оптимум критерия каждого субъекта, невозможно. Развитие теории многокритериального управления – одна из «точек роста» в исследованиях рыночных механизмов.

3. Адресность и определение вклада источников электроэнергии в покрытие нагрузок. Эта информация необходима для определения ответственности за величину потерь в каждом элементе ЭЭС, платы за транзит, цен на электроэнергию с учетом потерь, доли участия станций в регулировании частоты и напряжений и цен за эти услуги, определение источников искажений синусоидальности тока и напряжений и появления высших гармоник в процессе функционирования ЭЭС, и др.

4. Анализ неоднородностей ЭЭС и выявление наиболее чувствительных узлов к возмущениям. Возможность протекания уравнительной мощности в уровне распределенной генерации. Обнаружение и подавление влияния слабых мест позволяет существенно улучшить управляемость ЭЭС.

5. Построение финансово-технологических моделей, поскольку допустимая область функционирования ЭЭС определяется уже больше финансовыми показателями, своевременной оплатой электроэнергии и тепла.

6. Решение проблем, связанных с согласованием взаимного влияния традиционных устройств регулирования, микропроцессорных терминалов, устройств FACTS, накопителей энергии, PMU и др.

Выводы. Комплекс задач, связанных с обоснованием развития и управлением режимами ЭЭС, распадается на несколько направлений исследований.

Первая группа связана с развитием методов и моделей обоснования структуры интеллектуальной ЭЭС и ее подсистем (традиционные электрические системы, распределенная генерация).

Задачи, связанные с управлением режимами интеллектуальных ЭЭС формируют второе направление исследований.