

ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 621.311:658.26:35.08

А.В.ПРАХОВНИК, В.А.ПОПОВ, Е.Н.ИНШЕКОВ, А.В.ВОЛОШКО

ЭНЕРГЕТИКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Как отмечалось на экономических саммитах в Давосе в 2007 и 2008 годах, современная цивилизация вступила в конфликт с природой, негативно влияя на окружающую среду и процессы изменения климата, что, по сути, является угрозой ее существованию. В ходе обсуждения данной проблемы еще в 90-х годах прошлого столетия было введено понятие "устойчивое развитие – sustainable development". В частности, в [1] термин "устойчивое развитие" рассматривается как развитие, при котором удовлетворяются потребности в настоящем, не вступая в компромисс со способностью будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности и характеризует гармоничный, сбалансированный, бесконфликтный прогресс всей нашей цивилизации, отдельных стран или их групп. При этом в процессе инновационного, интенсивного (но не экстенсивного) экономического развития стран одновременно решается комплекс проблем сохранения окружающей среды, ликвидация эксплуатации, бедности, всех видов дискриминации.

Для оценки тенденций устойчивости развития региона, страны разрабатываются, рассчитываются и активно используются различные показатели, индикаторы и индексы [2]. Устойчивое развитие – это управляемое развитие, основой которого является системный подход и современные информационные технологии, которые позволяют быстро моделировать, анализировать, прогнозировать результаты различных вариантов развития, выбирать и реализовывать наиболее оптимальные из них. Естественно, для устойчивого развития общества должны быть обеспечены соответствующие условия функционирования всех его подсистем, среди которых одной из важнейших является энергетика.

Крупные гидравлические, тепловые, а позже и атомные станции, связанные в единую энергетическую систему страны – принцип, положенный в основу построения и функционирования энергетики в середине прошлого века, остается преобладающим в Украине и сейчас. Вместе с тем, за прошедшие годы в мире произошли очень большие изменения.

Сокращение легкодоступных запасов органического топлива, беспрерывно увеличивающееся его мировое потребление при постоянном росте цены, проблема глобального потепления в значительной мере связаны с неэффективностью традиционной энергетики. Помимо этого, возникла необходимость ужесточения природоохранных ограничений, все возрастающая стоимость земли и воды, прекращение строительства новых крупных АЭС, отсутствие четкой политики (технологической) относительно развития атомной энергетики, практически полное исчерпание потенциала гидравлических ресурсов, отсутствие финансовых средств на строительство новых электростанций и даже реконструкцию действующих – все это свидетельствует о целесообразности пересмотра существующей концепции развития энергетики Украины.

Даже поверхностный анализ отечественной электроэнергетики показывает, что ее состояние близко к критическому: более 60 % энергоблоков тепловых электростанций, 40% ВЛ, 70 % трансформаторных подстанций исчерпали свой граничный технический ресурс [3]; не менее 60% средств релейной защиты и автоматики (основную массу которых составляют устаревшие электромеханические устройства) также отработали свой нормативный срок; используемое оборудование телемеханики и связи в значительной мере является аналоговым, морально и физически устаревшим; в энергокомпаниях практически не решаются задачи оптимизации эксплуатационного и ремонтного обслуживания электрических сетей, оперативного управления их режимами, что привело к беспрецедентному возрастанию потерь электрической энергии, которые достигают 15%. По мнению экспертов уже сейчас отставание отрасли от современных мировых технологий составляет не менее 15 лет.

Перечисленные выше соображения говорят о необходимости неотложного принятия неординарных мер и формирования новой современной стратегии развития электроэнергетики, в

максимальной степени учитывая экономические, политические, социальные, географические и территориальные особенности Украины. При этом предлагаемые решения не должны требовать чрезмерных одномоментных капитальных вложений, сравнительно быстро давать реальную отдачу, ориентироваться на наиболее передовые технологии.

С появлением новых конкурентоспособных технологий выработки энергии в мире началось достаточно агрессивное вмешательство так называемой «зеленой» энергетики (основанной на возобновляемых источниках энергии) в энергообеспечение потребностей человечества. Уже сейчас в мире насчитываются тысячи успешно реализованных проектов использования альтернативной энергии (ветровой, солнечной, водородной, геотермальной, биологического происхождения и др.). При этом четко прослеживается устойчивая динамика снижения как капитальных, так и эксплуатационных затрат, связанных с применением альтернативной энергетики, что выгодно отличает ее от традиционной. Вместе с тем, параллельно с этим появились и стремительно развиваются новые эффективные источники малой энергетики, основанные на традиционных технологиях, но имеющие высокие показатели использования первичного органического топлива, а значит, не только обеспечивающие его экономно, но и оказывающие меньшее негативное влияние на экологию.

Поэтому при возрастании спроса на энергию территориально близко расположенных потребителей небольшой и средней мощности (жилые дома, коммунальные объекты, транспорт), в современных условиях наиболее эффективным способом его удовлетворения является расширение применения децентрализованного энергоснабжения на базе объединения отдельных источников энергии, принадлежащих различным коммерческим и промышленным владельцам, а также генераторов, расположенных в жилом секторе и на предприятиях сферы услуг.

Отличительная черта новой энергетической стратегии состоит в том, что она базируется на вовлечении в процесс энергообеспечения множества небольших децентрализованных источников энергии (распределенная генерация), а не ориентируется исключительно на крупные централизованные энергетические системы. На первый взгляд создание подобной структуры может показаться нереальной идеей, но два с половиной десятилетия назад так же маловероятным представлялось появление персональных и портативных компьютеров и сети интернета. Важно подчеркнуть, что все экономически развитые страны, не зря на уровень их обеспеченности собственными энергетическими ресурсами, уже много лет активно работают в направлении децентрализации энергетики. Так, например, средняя мощность вновь вводимых энергоблоков в мире постоянно снижалась с 600 МВт в середине 80-х годов прошлого века до 100 МВт в 1992 году и 21 МВт – в 1992 году [4].

Вне зависимости от того, как скоро останется позади крупномасштабная централизованная модель электроэнергетики как бесспорный реликт XX века, человечество уже вступило в период создания децентрализованных систем, которые в большинстве случаев оказываются экономически и экологически более привлекательными. Безусловно, ближайшее будущее мира за интегрированными системами энергоснабжения потребителей, поскольку на протяжении значительного периода времени будут одновременно сосуществовать как централизованные, так и децентрализованные системы, с постепенным расширением последних. И сегодня исключительно важной задачей является сделать такое «сосуществование» бесконфликтным, гармоничным и максимально эффективным.

В этой связи в Европейском Союзе принята новая платформа энергообеспечения Euroreap Technology Platform SmartGrids [5], базирующаяся на преимуществах указанных систем энергоснабжения, которые являются наиболее выгодными для обеспечения энергопотребления с позиций безопасности, надежности (бесперебойности), качества поставляемой энергии и предоставления энергетических услуг, доступных по цене и привлекательных по экологическим последствиям (в первую очередь по выбросам CO₂) – интегрированных систем, с последующим увеличением их доли, основанной на распределенной (в том числе альтернативной) генерации. Решение данной задачи рассматривается как фундамент для достижения глобальной цели – обеспечения стабильного развития общества, гарантирующего устойчивый рост экономики, уровня жизни населения, защиту окружающей среды. Хотелось бы отметить, что подобные цели формулировались еще в работах В.И. Вернадского про ноосферу [6], где подчеркивалась необходимость согласования трех составляющих развития общества: экономической, социальной и экологической. Основная мысль работы заключается в том, что развитие человечества от поколения к поколению не должно ухудшать состояние окружающей среды при социальном прогрессе, который призван удовлетворить потребности каждого человека.

Мировое техническое сообщество признает, что используемые сегодня принципы

организации энергоснабжения не обеспечивают решение задач, которые ставит перед человечеством 21 век. Новая идеология построения и функционирования электрических сетей, естественно, потребует больших инвестиций, должна реализовываться последовательно, но одновременно по нескольким параллельным и тщательно скоординированным направлениям: развитие новых альтернативных и традиционных технологий генерации и аккумуляции энергии; совершенствование структуры и методов управления действующими электрическими сетями с учетом широкой интеграции в них источников распределенной генерации; создание и внедрение новых коммуникационных технологий для многостороннего обмена информацией между производителями электроэнергии, распределительными компаниями и потребителями: так называемая, усовершенствованная инфраструктура измерений – Advanced Metering Infrastructure (AMI), WEB и BPL - PLC технологии; разработка принципиально новых технических и программных средств защиты и автоматизации электрических сетей; совершенствование регуляторной и тарифной политики в направлении реализации операций купли – продажи энергии и других видов сервиса в реальном времени; реформирование энергорынка с целью его дальнейшей либерализации. Реализация указанных этапов трансформации энергетического сектора требует постановки и решения большой группы технических, экономических, организационных задач, большинство из которых ранее в мировой практике практически не рассматривались.

Конечным итогом данного проекта должно быть создание интерактивной электрической сети, предназначенной для предоставления комплекса разноплановых энергетических услуг. Отдельные генерирующие источники или микросистемы, интегрированные в сети централизованного электроснабжения, смогут работать изолированно, совместно с энергосистемой, представлять вращающий резерв и т.п. При этом конкретный режим их работы должен определяться оперативными требованиями энергорынка. При такой архитектуре системы потребители в виде собственных источников генерации и аккумуляции энергии или потенциала управления нагрузкой также рассматриваются в виде активных элементов процесса энергообеспечения.

Большинство объектов малой энергетики подключаются к электрическим сетям через электронные преобразовательные устройства. Благодаря этому, по отношению к потребителям, микросистемы приобретают потенциал повышения надежности, регулирования реактивной мощности, фильтрации высших гармоник, устранения колебаний и несимметрии напряжений. Более того, интеллектуализация сетей даст возможность реализовать функции автоматического обнаружения повреждений, их локализации, изоляции и восстановления электроснабжения. Это позволит в будущем сделать сети самоуправляемыми и самовосстанавливаемыми. Экономичность их управления будет достигаться за счет возможности комплексного воздействия на параметры режима. Например, регулирование напряжения помимо использования традиционных средств может быть реализовано путем изменения генерации активной или реактивной мощности, воздействием на средства аккумуляции энергии, управлением нагрузкой. Основой управления SmartGrid является интеллектуальная распределительная система менеджмента (Smart Distribution Management System – SDMS).

Стремление Украины к более тесной интеграции с электроэнергетическим сектором стран ЕС заставит отечественные энергокомпании работать по установленным там правилам, где рынок электрической энергии предъявляет очень жесткие требования не только к экономичности, но и надежности и качеству электроснабжения. Для этого необходимо создать условия, чтобы решение указанных вопросов постоянно находилось в поле зрения энергокомпаний, а не являлось бы только их реакцией на рекламации потребителей. В этом плане важную роль может сыграть НКРЭ, ужесточив контроль за выполнением соответствующих нормативных актов, вплоть до применения строгих экономических санкций к нарушителям.

Повышение энергоэффективности требует существенного ускорения процессов автоматизации учета потребления электрической энергии, полного исключения в перспективе ручного съема показаний счетчиков. Более того, замена систем автоматического считывания показаний измерительного прибора (AMR) на усовершенствованную инфраструктуру измерений (AMI), позволит расширить функциональные возможности системы посредством использования общих аппаратных средств и единой архитектуры программного обеспечения, способных собирать данные и передавать их другим системам. Помимо этого, указанная технология также служит для пересылки информации через сеть в обратном направлении, т.е. к измерительным приборам для инициирования сбора дополнительных данных, контроля состояния электрооборудования, обновления математического обеспечения.

Учитывая приведенные выше аргументы относительно преимуществ интегрированных

систем энергообеспечения, важность, но, вместе с тем, сложность трудоемкость и длительность их создания, имеющиеся реально в стране финансовые возможности, существующую нормативно - правовую базу Институтом энергосбережения и энергоменеджмента НТУУ "КПИ" начата разработка первого этапа формирования новой платформы энергообеспечения Украины – энергетики устойчивого развития регионов. Для конкретизации исследований, возможности выработки практически ориентированных решений разрабатываемая энергетическая платформа адаптируется к условиям конкретного региона – Автономной Республики Крым.

На первом этапе исследований предусматривается решение следующего круга вопросов.

1. Выбор наиболее рациональной номенклатуры источников распределенной генерации, их параметров и зон размещения, способов агрегирования с целью формирования виртуальных электрических станций или микросистем.

Первоначально рассматривается достаточно ограниченная группа источников, не включающая технологии, которые хотя и перспективны, но пока не представлены в промышленном объеме на рынке энергетического оборудования Украины. По мере расширения ассортимента генерирующих источников, новое оборудование может быть включено в общую систему без кардинальной коррекции используемой методологии. В качестве базовых анализируются как источники распределенной генерации на основе органического топлива (когенерационные установки, дизель-генераторы, теплоаккумулирующие системы, тепловые насосы), так и возобновляемые источники энергии (сетевые и автономные ветроэнергетические установки, тепловые насосы с питанием от других возобновляемых источников, солнечные коллекторы, биоэнергетические и геотермальные установки).

В общем случае, в данный список могут быть также включены и малые ГЭС. Но к началу 70-х годов прошлого века политика развития исключительно сверхмощных централизованных источников генерации привела к тому, что практически все существовавшие малые ГЭС были закрыты или законсервированы.

2. Выработка рекомендаций по модернизации действующего генерирующего оборудования и совершенствование оперативно-диспетчерского управления существующей системой энергообеспечения с учетом перспективы ее интеграции с децентрализованными системами.

Для эффективного управления режимами энергетических систем, в частности систем электроснабжения, потребуются коррекция методов решения большинства традиционных задач: выбора нормальных схем электрических сетей, компенсации реактивной мощности, определения параметров средств регулирования напряжения, секционирования воздушных распределительных линий и т.д. Более того, очевидно, что в условиях широкого применения средств распределенной генерации и аккумуляции энергии даже методы нормирования потерь электрической энергии, определения их отчетных значений в том виде, в каком они используются сегодня, не будут работать корректно.

3. Реализация проектов по повышению энергоэффективности.

С одной стороны, сюда включены вопросы энергосбережения на ряде промышленных объектов, в гостиничных и курортно-оздоровительных комплексах АР Крым, создание пилотного проекта интеллектуального энергоэффективного дома. С другой стороны, необходимо гармонизировать применение централизованного и децентрализованного энергообеспечения, в частности, с целью минимизации суммарных затрат (включая потери) на генерацию, передачу и распределение энергии. Отдельно следует выделить вопрос создания так называемой маневренной нагрузки. В качестве такой нагрузки может рассматриваться, например, электроотопление, используемое в ночное время. Подобные решения в большинстве случаев дают интегральный эффект: выравнивают суточный график электрических нагрузок, снижают требуемый объем маневренной генерации, упрощают обеспечение нормируемого качества электрической энергии и т.д.

Важным элементом данного пункта исследований является планирование оптимальной формы применения распределенной генерации по мере ее поэтапного расширения. Как известно, возможно несколько принципиальных вариантов использования распределенной генерации [7-9].

• В качестве базового электроснабжения.

В этом случае предполагается, что источники распределенной генерации задействованы не менее 6000 часов в году, полностью или в значительной мере удовлетворяют потребности потребителя в электрической энергии. Здесь в качестве потенциально заинтересованных объектов, прежде всего, рассматриваются промышленные предприятия, хотя в последнее время интерес к данной форме электроснабжения проявляют и крупные торговые центры, госпитали, учебные заведения и т.д. В случае формирования виртуальных электрических станций, как показывает зарубежный опыт, потребителями могут быть отдельные кварталы городов и сел.

- Для совместного электро- и теплоснабжения.

Многие из альтернативных технологий генерации предполагают одновременное производство электрической и тепловой энергии. Для условно усредненной тепловой станции две трети энергии топлива преобразуется именно в тепловую энергию. Очевидно, что чем ближе расположены генерирующие источники к потребителям, тем с большей эффективностью можно использовать тепловую энергию. Таким образом, когенерация в значительной мере повышает энергетическую эффективность, является экономически выгодной как для энергоснабжающих организаций, так и для потребителей, снижает общий уровень эмиссии и стоимость энергии.

Генерируемая тепловая энергия используется в форме технологического пара, горячей воды, для целей отопления. Специальное оборудование позволяет использовать эту энергию и для целей охлаждения. Основной сферой применения здесь рассматриваются промышленные потребители.

- Для покрытия пиковых нагрузок.

Для этой цели распределенная генерация используется порядка 500...3000 часов в году во время максимальных нагрузок, т.е. периодов времени с наиболее высокой стоимостью электроэнергии. Эффективность такого решения связана с относительно невысокими затратами на установку индивидуального генерирующего оборудования, его быстрым и легким пуском, невысокими эксплуатационными затратами. Кроме промышленности, интерес к использованию распределенной генерации для указанных целей проявляют многие коммерческие и коммунально-бытовые потребители, имеющие соответствующий график нагрузки и работающие по дифференцированным тарифам.

Во многих случаях, в подобных структурах энергоснабжения планируется использование накопителей энергии и тепловых насосов, которые могут быть задействованы в периоды пиковых нагрузок.

- Для генерации вспомогательной мощности, которая может служить, например, для создания вращающего и оперативного резервов, маневренной генерации.

Такое решение в условиях энергорынка может оказаться экономически более аргументированным, по сравнению с традиционными используемыми подходами. Однако возможность успешной реализации данной идеи зависит от интенсивности развития распределенной генерации, ее локализации и правил функционирования конкретного энергорынка.

- Для повышения эффективности функционирования энергетических компаний: компенсация недостаточной пропускной способности элементов системы, управление реактивной мощностью, регулирование напряжения, обеспечение надлежащего уровня надежности электроснабжения, снижение выбросов в атмосферу.

4. Совершенствование информационного обеспечения, систем учета электропотребления и средств передачи данных. Задача заключается в максимальном содействии активному внедрению систем АСКУЭ на промышленных, коммунальных предприятиях, объектах социальной сферы. Планируется реализовать, по крайней мере, на уровне пилотного проекта, размещение электронных счетчиков энергии с двусторонними каналами передачи данных, реализованных на основе одной из современных коммуникационных технологий.

В плане совершенствования информационного обеспечения, прежде всего, внимание будет уделено созданию организационных и технических возможностей для аккумулирования всей возможной информации о параметрах электрических сетей и их режимов, разработке методики более полного и эффективного использования накопленных данных.

Реализация перечисленного выше достаточно ограниченного круга задач (в основном технического характера) уже потребует коррекции ряда действующих нормативных документов. Но более серьезные трудности в этом плане возникнут на последующих этапах формирования новой энергетической платформы.

Стоимость генерируемой энергии все время изменяется в зависимости от нагрузки и, соответственно, характера генерирующих единиц, задействованных в этом процессе. Энергорынок сегодня определяет почасовые значения стоимости электроэнергии. В отличие от энергоснабжающих компаний, потребители зачастую не ощущают этого, т.к. в подавляющем большинстве случаев дифференциация стоимости электроэнергии осуществляется только для пикового и полупикового периодов, режима минимальных нагрузок, различных дней недели и сезонов года. По мере дальнейшей либерализации энергорынка все большее количество потребителей получит возможность выбирать поставщиков электроэнергии, планировать свою собственную стратегию поведения в плане регулирования нагрузки, становясь, таким образом,

активним учасником процесу енергообеспечення.

Очевидно, що перегляд нормативно-правової бази, лібералізація енергоринку з виходом в кінцевому ітогу на тарифи реального часу, являється одним з ключових моментів пропонуваного реформування енергетики.

В заклучення необхідно ще раз підкреслити, що економічні можливості нашої країни, баланс енергетических ресурсів, структура побудови електричних мереж і характеристики використовуваного електросетевого обладнання, якість електричної енергії і надійність електропостачання, системи управління, вимірювань і передачі інформації, використовуване програмне забезпечення (включаючи бази даних енергокомпаній), кліматическі умови, законодавча база суттєво відрізняються від аналогічних характеристик зарубіжних країн, що робить абсолютно неефективним безпосереднє копіювання або впровадження вироблених там рекомендацій і рішень. В складившихся умовах необхідно орієнтуватися на вітчизняні розробки, створювані з урахуванням передового зарубіжного і власного досвіду.

Література

1. WCED (World Commission on Environmental and Development), 1987. Our Common Future, - Oxford, UK: Oxford University Press (Brundtland Report 1987).
2. Згуровський М.З. Сталій розвиток у глобальному і регіональному вимірах: Аналіз за даними 2005 р. – К.:НТУУ «КПІ», 2006. – 84 с.
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Інформаційно-аналітичний бюлетень «Відомості Мінпаливенерго України». Спеціальний випуск. Київ, 2006.- 113 с.
4. Стан світу 2000. Доповідь інституту всесвітнього спостереження про прогрес до сталого суспільства/ Ластер Браун та інші, Київ «Інтелсфера», 2000, 312с.
5. European SmartGrids Technology Platform / European Commission. Directorate-General for Research Sustainable Energy System, EUR 22040, 2006, 44pp.
6. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. – Успехи современной биологии. – 1944, №8, вып.2, С.113-120.
7. Распределенная генерация: состояние и перспективы. - Праховник А. В., Попов В. А., Ткаченко В.В., Farret F A., Canha L, Freitas S / Новини енергетики №3-1, 2003, С.54-58.
8. Distributed Energy Storage for Power Systems - selected problems / K.Feser, Styczynski, A. Prakhovnik, O.Razumovsky, Aachen: Mainz, 1998, EU-Project DISS 2140.
9. Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения. – Киев.: Освіта України, 2007.-464с., ил.