



Луиджи ДЕБАРБЕРИС
Окончил Политехнический университет в Турине, Италия. Защитил диссертацию (PhD) в РНЦ «Курчатовский институт», Москва. Начальник отдела энергетической безопасности в Энергетическом институте Европейского объединенного научного центра (EC JRC-IE). Руководитель нескольких международных проектов по обеспечению поставок энергоресурсов в европейские страны. Научные интересы – атомная энергетика, радиационное материаловедение, вопросы энергетической безопасности. Почетный член Венгерской инженерной академии.
E-mail:
Luigi.DEBARBERIS@ec.europa.eu



Корина АЛЕКУ
Окончила университет в Бухаресте (1991 г.) и университет Марии Кюри в Париже (1999 г.). Защитила диссертацию (PhD) в университете Бухареста (2008 г.). Занималась проблемами дистанционного сбора информации для метеорологии в Румынии. С 2009 г. работает в Энергетическом институте Европейского объединенного научного центра (EC JRC-IE), занимается проблемами оценки рисков обеспечения поставок электроэнергии и энергетической безопасности на основе использования геоинформационных систем (ГИС).
E-mail:
Corina.ALECU@ec.europa.eu

Проблемы эксплуатации, повышения надежности и эффективности электросетей приобретают первостепенное значение в современном обществе. Европейские электросети стареют, на выбор направления их развития влияют подчас противоречивые тенденции и факторы. Статья посвящена оценке текущей ситуации и обоснованию перспективного направления развития электросетей в Европе. Проводится анализ современного состояния и возможностей внедрения новых перспективных технологий в области передачи и распределения электроэнергии. Определены основные препятствия, затрудняющие развитие существующих электросетей и проектирование будущих, сделана попытка найти пути их преодоления. Затронуты вопросы возможной синергетики с другими отраслями экономики. Успешная разработка будущих электросетей потребует проведения ряда мероприятий как на европейском, так и на национальном уровне.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

направления развития систем передачи и распределения электроэнергии в Европе, энергетическая безопасность, новые технологии, инвестиции в энергетику, вертикально интегрированные энергокомпании, дерегулирование и либерализация рынков электроэнергии в Европе, синергетика сетевых инфраструктур Евросоюза.

Перевод Татьяны КАРАСЕВИЧ

Оригинал статьи на английском языке опубликован на сайте журнала www.e-c-m.ru



Жанлука ФУЛЛИ
Окончил университет La Sapienza в Риме, Италия. Занимался вопросами энергоснабжения в итальянской компании GRN/TERNA. В настоящее время работает в Энергетическом институте Европейского объединенного научного центра (EC JRC-IE), занимается вопросами безопасности поставок электроэнергии в страны Евросоюза. Принимает активное участие в реализации европейских программ в рамках Европейской энергетической стратегии.
E-mail:
Gianluca.FULLI@ec.europa.eu



Флавия ГАНГАЛЕ
Окончила юридический факультет университета La Sapienza в Риме, Италия. Стажировалась в области экономики и охраны окружающей среды в Миланском университете. Работала в Итальянском государственном агентстве по новым технологиям, энергетике и охране окружающей среды. Занималась вопросами снижения вредных выбросов в атмосферу. С января 2009 г. в EC JRC-IE занимается вопросами изменения климата и возобновляемыми источниками энергии.
E-mail:
Flavia.GANGALE@ec.europa.eu

Развитие электросетей в Европе: состояние и перспективы

Переоснащение и повышение технической úrovни сетей передачи и распределения электроэнергии являются первоочередной задачей Европейской системы электроснабжения. Действующие сети стареют, они рассчитаны главным образом на централизованное производство большой мощности при слабых межсистемных связях. Кроме того, на их надежность влияют постоянно возрастающие сетевые перегрузки, увеличивающаяся популярность возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и распределенных энергетических ресурсов (DER) (см. рисунок) [1, 2].

В течение последнего десятилетия состояние электросетей оставалось практически неизменным, несмотря на технологические новшества и развитие экономической и законодательской базы. В настоящий момент остро встал вопрос модернизации сетей для обеспечения безопасного и бесперебойного электроснабжения с учетом задач европейской энергетической политики в условиях изменяющегося климата.

Новые технологии и перспективы их развития

В ближайшие годы планируются большие инвестиции в строительство будущих электросетей. Согласно сценарию, разработанному в 2008 году Международным энергетическим агентством (International Energy Agency), потребуется инвестировать более 1,5 триллиона евро за период с 2007 по 2030 г. для переоборудования электрических систем, начиная от генераторов (две трети инвестиций) и до систем передачи и распределения (одна треть). По оценкам ENTSO-E (Европейской сети операторов передающих систем), инвестиции в системы передачи и распределения энергии составят 500 миллиардов евро к 2030 году, 75% пойдет на системы распределения и 25% на системы передачи. В соответствии с анализом специалистов из Совета энергообъединения европейских стран (UCTE, в настоящий момент вошел в состав ENTSO-E), 17 миллиардов евро должны быть потрачены на модернизацию электрических сетей с 2008 по 2012 год с целью увеличения воз-

можностей объединения Европейских систем передачи [1, 2, 10]. Инвестиции являются ключевым фактором построения гибких, согласованных и эффективных электрических сетей на основе новых архитектурных схем и инновационных технических решений.

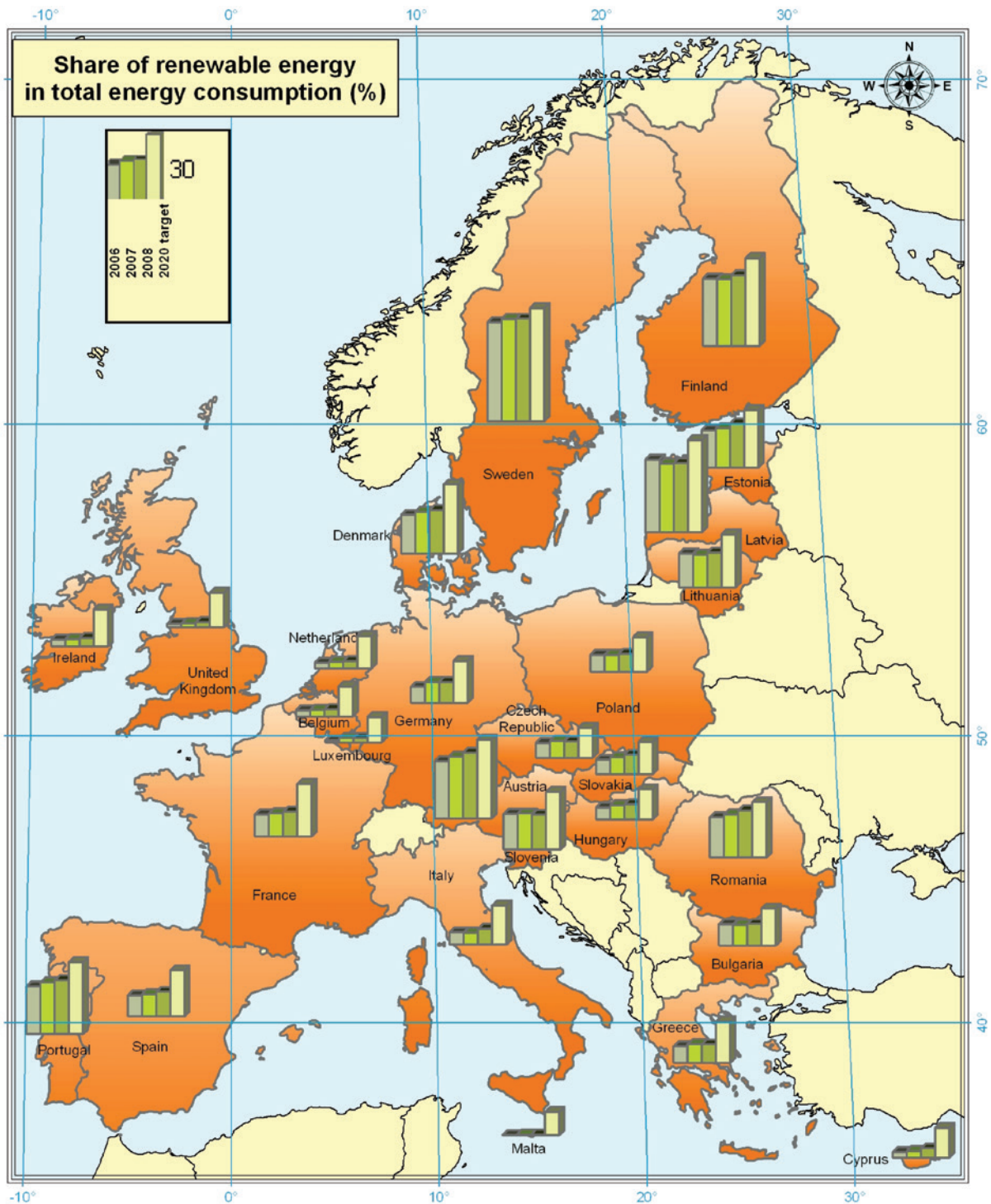
Развитие ВИЭ потребует больших изменений в области разработки и управления сетями. Директивами Европейской комиссии ЕС 2009/29 поставлены сложные, юридически обязательные требования по доле возобновляемых источников в общем объеме конечного потребления энергии. Согласно директиве, эта доля должна быть увеличена до 20%, включая 10% в транспортном секторе, к 2020 году. Однако, по оценкам специалистов, к 2020 году эта цифра возрастет до 30–35% в общем объеме конечного потребления энергии [1, 4, 5]. Интеграция возобновляемых источников энергии и обеспечение высокого уровня надежности электросистем потребуют в ближайшие годы больших инвестиций как в Европе, так и за ее пределами.

Модернизация не будет связана с какими-либо прорывами в области технологии, однако потребует эффективного внедрения и использования технологических процессов, большая часть которых уже разработана или находится на последней стадии разработки.

Системы передачи электроэнергии

Европейская система передачи электроэнергии¹ представляет собой сеть высокого напряжения, не менее 110–150 кВ, которая сильно отличается от системы распределения, обладающей низким напряжением и соединяющей систему передачи с оборудованием потребителя, по функциональному назначению, структуре и принципам планирования и эксплуатации. На выбор направления развития обеих систем влияют порой противоречивые тенденции и факторы. При оценке будущих электросетей все чаще используются прилагательные «супер» и «умный», которые как бы намекают на их повышенную эффективность,

¹ В российской практике применяется термин магистральные сети.



Доля возобновляемой энергии в общем объеме потребляемой энергии

гибкость, надежность и управляемость [3, 4].

Европейская электроэнергетическая отрасль переходит от регулируемой структуры с вертикально интегрированными энергокомпаниями к дерегулированию, либерализации и организации региональных рынков. В большинстве стран Европы единый оператор передающих сетей (TSO) отвечает за эксплуатацию, содержание и развитие энергосистем. С июля 2009 года на территории ЕС действуют 42 оператора передающих систем, входящих в состав ENTSO-E. Европейская сеть операторов электросистем заменена 5 региональными ассоциациями TSO (см рисунок). Объединение локальных региональных сетей, являющееся ключевым фактором эффективного

функционирования рынка электроэнергетики, и продолжающийся процесс либерализации позволяют увеличить уровень межсетевых обмена мощностью. В настоящее время уровень, частота и разнообразие перегрузок свидетельствуют о недостаточном уровне межсетевых объединения.

Объединение береговых ветряных электростанций в передающую систему приобретает все большую популярность в Европе. Поскольку ожидается дальнейшее развитие береговой и офшорной ветровой энергетики, других видов возобновляемых источников энергии с прерывистым характером генерирования, встает вопрос об их надежном объединении в общую Европейскую энергетическую систему [1, 5, 6].

В странах Европы расширение сети с помощью обычных высоковольтных и кабельных линий переменного тока (HVAC) является одним из наиболее стандартных решений вопроса увеличения пропускной способности энергосистемы с меньшими потерями. Капитальные затраты на передающие технологии в значительной степени зависят от различных параметров, таких, как мощность оборудования, действующее напряжение, характеристики окружающей среды, затраты на материалы и рабочую силу. Затраты на оборудование для стандартной передающей линии HVAC 400 кВ составляют 400–700 тысяч евро/км для монополярной системы и 500–1000 тысяч евро/км для биполярной системы. Оборудование для подземных или подводных высоковольтных кабельных линий переменного тока стоит от 1000 до 5000 тысяч евро/км [5, 7].

Преодолеть препятствия, сдерживающие строительство и замену традиционной инфраструктуры энергосистем, поможет ряд интересных альтернативных технологий, уже имеющихся на рынке в различной степени готовности [4, 5, 7].

- Высоковольтные линии постоянного тока (HVDC) – технологии, которые уже разработаны и используются для передачи электроэнергии на дальние расстояния, под водой и стабилизации между несинхронизированными системами. Современные достижения в области силовой электроники вместе с характеристиками традиционных HVDC позволят этим технологиям выйти на новый уровень, что в итоге повысит эффективность эксплуатации и будет способствовать развитию береговых и, возможно, офшорных передающих электросетей в Европе. В частности, это относится к системам высоковольтных линий постоянного тока с преобразователем источника напряжения (VSC-HVDC), которые обладают высокой гибкостью, большими возможностями управления активной и реактивной мощностью и легко преобразуются в мультитерминальные линии. Демонстрация возможностей VSC-HVDC для больших установок является одной из задач пилотного проекта Kriegers Flak, в рамках которого будет исследована возможность создания офшорной передающей электросистемы, которая объединит электросистемы Дании, Швеции и Германии и соединит большое число ветроустановок (общей мощности до 1800 МВт). Стоимость оборудования для воздушных линий передачи HVDC может составить 300–400 тысяч евро/км и 1000–2500 тысяч евро/км для кабельных линий. В эти цифры не входит стоимость преобразователя HVDC, а цена стандартного преобразователя может составлять 40–70 тысяч евро/МВт, цена же преобразователя VSC-HVDC может достигать 50–80 тысяч евро/МВт [5, 6, 8, 9].

- Гибкие передающие системы переменного тока (FACTS) – устройства на основе силовой электроники, позволяющие повышать эффективность использования действующих передающих систем, что в итоге снижает потребность в строительстве новых линий электропередачи. Они обладают хорошими возможностями управления потоками активной и реактивной мощности, динамической поддержкой реактивной мощности и возможностью контролировать напряжение. Стоимость оборудования для FACTS зависит от уровня возможностей управления и конфигурации этих устройств. Устройства, уже имеющиеся на рынке, стоят от 30 до 170 тысяч евро/МВА [5].

- Новые типы проводников: линии с газовой изоляцией (GIL) и высокотемпературные сверхпроводящие (HTS) кабели еще находятся в стадии демонстрации, но уже показывают многообещающие результаты, так как обеспечивают высокую пропускную способность с меньшими потерями электричества. Стоимость GIL оценивается в 4–9 миллионов евро/км. Кабельные линии первого поколения на основе HTS-технологии стоят примерно 150 евро/кА-м [8].

Следует отметить, что в сильно разветвленной электросети, такой, как в Европе, широкое использование HVDC и FACTS станет реально выгодным только при наличии согласованного и иерархического контроля.

Программное обеспечение, информационные и коммуникационные технологии (ICT) будут способствовать увеличению эффективности и эксплуатационной надежности системы, снижая тем самым потребность в строительстве новой инфраструктуры, а также повышая возможности ее управления и регулирования.

Технологии на основе процессов динамической тепловой мощности позволяют использовать временно перегруженные проводники в благоприятной окружающей среде (при низких температурах) без механических и термических напряжений. Системы мониторинга переходных режимов (WAMS) используются для наблюдения, доступа и оптимизации протекания переходных процессов в энергосистеме с помощью измерения параметров космическими спутниками [4, 5].

Системы распределения энергии

В процессе реорганизации вертикально интегрированной энергосистемы большое число операторов распределительных систем (DSO) уже отделились или находятся в стадии выделения в независимую структуру, так же как и операторы передающих сетей. Параметры распределительных

²Чаще всего в отечественной практике применяется термин аккумулярование электроэнергии, например гидроаккумуляторными станциями.

систем в разных странах Европы могут в значительной степени отличаться друг от друга. Стоимость оборудования распределительных сетей значительно ниже, чем передающих (не более одной десятой для воздушных и не более одной тринадцатой для кабельных линий), но для их строительства требуется существенно больше составляющих компонентов. Как правило, распределительные сети предназначены для пассивного распределения энергии от генератора, подстанций и передающей системы к конечному потребителю. При данной организации, когда электроэнергия идет главным образом в одном направлении от подстанций к потребителям, у операторов распределительных систем нет необходимости

активно управлять потоками мощности, в отличие от операторов передающих систем.

На развитие распределительных сетей оказывает влияние все возрастающее число небольших электростанций, так называемых распределенных энергетических генераторов (Distributed Generation, DG), или распределенных энергетических ресурсов (Distributed Energy Resources, DER), которые производят электроэнергию для своих собственных нужд и имеют возможности для ее

хранения². С одной стороны, это объясняется развитием технологий когенерации малой и средней мощности (ТЭЦ, теплоэлектроцентрали) и ВИЭ, а с другой стороны, расширением возможностей использования электроустановок, например для электрических автомобилей. При наличии большого числа распределенных энергетических систем, способных вырабатывать и отдавать электроэнергию, т.е. при объединении генераторов, систем распределения и хранения в распределительную сеть, электричество может передаваться и в обратном направлении от рассредоточенных установок в распределительную и далее в передающую сети. В рамках данной концепции изменяются параметры управления, которые становятся более «активными» в системах контроля [2, 9].

Подход к созданию распределительной сети или сети распределенных энергетических ресурсов и, в частности, к распределенному генерированию (DG) в большой степени основан на принципе «собрали и забыли». Установки можно

соединить, они будут функционировать, но при этом отсутствует точный и продолжительный контроль над их влиянием на работу всей сети. Даже если небольшое число установок DER можно уже внедрить в действующую на сегодняшний день распределительную сеть, широкое использование данной технологии потребует новых подходов к принципам их эксплуатации, проектирования и улучшения архитектурных концепций. Если установки DER достигнут широкого применения и будут удовлетворять большую потребность в электроэнергии, они должны быть интегрированы в общую систему управления. Следовательно, они должны быть включены в систему контроля и обеспечения резервами, как и большие традиционные электростанции. Например, даже если широкое использование электрических автомобилей приведет к изменениям в архитектуре и режимах эксплуатации распределительных сетей, это поможет оптимизировать систему управления электроснабжением [2, 5, 9].

Улучшение контроля и управления сетями путем внедрения мониторинговых, телекоммуникационных технологий и систем удаленного управления также будет способствовать обеспечению безопасной и бесперебойной работы электросети с увеличенной долей DER. Интенсивный обмен данными, когда специально разработанные информационно-коммуникационные платформы будут управлять информационными потоками между участниками электросистемы, поможет улучшить торговлю электроэнергией в режиме реального времени, избежать неполадок, управлять активами, контролировать производство энергии и регулировать спрос. В частности, установки «умного» учета вместе с системами управления спросом на энергию смогут оптимизировать потребление энергии и сделать ее выработку и загрузку более гибкой и рациональной. Разработка и улучшение рентабельных и скоординированных систем хранения энергии высокой мощности также будут играть важную роль в ускорении проникновения DER, так как позволят разделить функции выработки и использования энергии [2, 4, 5, 9].

Несколько пилотных проектов для тестирования инновационных, интегрированных подходов к распределительной системе уже выполняются или готовы к запуску. Например, в рамках проекта «Умный город» (SmartCity) в Малаге несколько возобновляемых источников энергии будут соединены с распределительной сетью Испании вместе с устройствами для хранения и станциями перезарядки для электромобилей с целью достичь 20% экономии энергии для 11 000 потребителей. В Гетеборге в рамках проекта по



созданию эффективной измерительной инфраструктуры предусматривается установка 90 000 «умных» измерительных устройств для мониторинга и обмена данными в режиме реального времени. В Португалии целью проекта InvoGrid является достижение 20%-ного сокращения потребления электроэнергии за счет внедрения домашних энергетических установок, обеспечивающих эффективное управление потреблением и микрогенерацией.

Интерфейсы передающих и распределительных систем

Нельзя не отметить наличие побочных эффектов, связанных с ростом систем распределенного генерирования (DG) в Европе. Недавние перебои в электроснабжении в Европе показали, что без хорошо скоординированных системных интерфейсов и гибких управляющих устройств перебои на уровне распределения могут негативно сказаться (если не усилиться) на уровне передачи.

Операторы передающих и распределительных сетей должны разработать стратегии, направленные на эффективное решение проблем интерфейса, возникающих в результате перехода к концепциям «умных» электросистем. Для слаженной и безопасной работы передающей и распределительной сетей требуются более согласованные действия на стадии их разработки и эксплуатации. Как передающая, так и распределительная сети должны развиваться не только в сторону увеличения пропускной способности, но и за счет инфраструктуры с использованием прогрессивных информационных и коммуникационных технологий, а также платформ управления [2, 4, 5]. Одним из наиболее интересных проектов в этом направлении является проект Cell (Cell project). Передовая концепция была внедрена в распределительную сеть Дании с целью наблюдения и управления за ее составляющими (подстанциями, местными теплоэлектроцентралями и ветряными турбинами). Пульт управления системы (контроллер ячейки cell controller) активирует устройства распределенного генерирования (DG) в определенной области («ячейке») и объединяет их в так называемые виртуальные генераторы. Виртуальные генераторы смогут размещать предложения на рынке электроэнергии и оказывать дополнительные услуги, такие, как управление реактивной мощностью, а также частотой и напряжением.

Препятствия

Основными препятствиями, затрудняющими развитие уже действующих и разработку будущих электросистем, являются несовершенство

нормативно-правовой (регулирующей) базы, низкий уровень координации в области технологии и исследований и растущее негативное отношение в социальной среде к новым энергетическим установкам.

Процесс инвестирования в значительной мере искажается высоким уровнем дезинтеграции. Действующая система регулирования недостаточно стимулирует инвестиции в развитие электросетей, особенно когда речь идет о строительстве транснациональных сетей. Операторы сетей не очень заинтересованы в развитии всего рынка, и инвестиционные решения вертикально интегрированных компаний больше ориентированы на удовлетворение потребностей поставщиков. Более того, могут возникнуть проблемы с получением долгосрочного финансирования, так как в настоящее время действующая система регулирования отрасли не способствует стимуляции инвестиций.

Действующие нормативы и стандарты либо не согласованы, либо не включены в национальные законодательства. Исследования в странах Евросоюза носят разрозненный характер и ориентированы на получение краткосрочной прибыли. Отсутствуют согласованные и упрощенные процедуры и инструменты сотрудничества между различными участниками рынка, например производителями возобновляемых источников энергии, операторами передающей и распределительной сетей и исследовательскими институтами. Подчас различные операторы передающих сетей не делятся и не согласовывают друг с другом процедуры и общие инструменты, например, в области повышения надежности и оценки вероятностных критериев безопасности, управления сетями, и методы планирования.

В значительной степени расширение общей энергетической системы сдерживается технико-экономическими, экологическими и социальными факторами. Например, отсутствие обоснованного технического решения для многотерминальных HVDC препятствует развитию разветвленной офшорной сети, а также созданию единой Европейской передающей электросистемы. Возрастает негативное отношение в социальной среде к строительству новых линий, чему способствует сильное сопротивление местных властей и негативное общественное мнение. Как правило, на получение разрешения на строительство электрических установок требуется намного больше времени, чем на само строительство (не менее чем в 3–5 раз). Кроме того, в странах Евросоюза отмечен недостаток квалифицированных специалистов [4, 5].

Потребности

Необходимо пересмотреть принципы планирования расширения передающих и распределительных сетей с целью повышения их надежности и эффективности. Электрические системы в Европе нуждаются в разработке согласованных кодексов для передающих сетей. Не менее важно создание общего технического руководства для операторов распределительных сетей, что будет способствовать выходу на новые рынки и развитию технологии в распределительных сетях. Нельзя не отметить необходимость в четком разделении границ между передающей и распределительной сетями [5].

С одной стороны, существует потребность в создании стандартных правил и руководств, а с другой – в устранении административных препон для развития системы от многочисленных, разрозненных национальных сетей в направлении единой Европейской электрической системы. Необходима разработка стандартов, особенно в области коммуникации, «умных» измерительных систем, сетевой интеграции и межсетевых соединений с целью усиления взаимосвязи между сетями и ускорения интеграции распределенных энергетических ресурсов с наименьшими затратами. Следует задействовать рыночные механизмы для поддержки внедрения инновационных технологий, например «умных» измерительных систем, гибких передающих систем переменного тока (FACTS). Должны быть разработаны меры, направленные на улучшение общественного мнения по отношению к электрической инфраструктуре. Необходимо упростить процедуры получения разрешения на строительство для ускорения модернизации стареющей инфраструктуры электросетей [4, 5].

Необходимо продолжать исследования, направленные на решение технических, экономических и регулирующих вопросов. Доля инвестиций каждой страны – оператора передающих сетей в установлении трансграничных связей должна быть четко определена с целью создания действенной единой европейской сети. Нельзя не отметить значение демонстрационных проектов как движущей силы эволюции концепции «умных» электросетей.

Следует отметить, что крупномасштабная демонстрация с участием населения на различных площадках необходима для доказательства эффективности и надежности технических/экономических/нормативных решений вопросов интеграции ВИС и распределенных ресурсов, а также понимания социальных аспектов инновационной деятельности в сфере технологий и систем [3, 6].

Демонстрационные проекты также могут способствовать ускорению роста европейской электро-технической и электронной отраслей, что приведет к созданию новых рабочих мест.

Несмотря на очевидное лидерство в сфере создания новых продуктов, оборудования и систем, рассматриваемый сектор экономики обладает сильным потенциалом роста и обеспечения занятости в результате привлечения инвестиций и внедрения инноваций на ключевых потребительских рынках Евросоюза. Этот потенциал может быть направлен на выполнение исследовательских программ, составление технологических дорожных карт, разработку инновационных стратегий, а также на защиту и создание основных потребительских рынков с целью ускорения разработки и внедрения новых технологий в Европе, например в области энергетической эффективности и возобновляемой энергии.

Синергетика с другими отраслями

Организации производства, сбыта и потребления электроэнергии должны работать вместе над созданием будущей электрической системы в Европе. Только в консенсусе можно найти эффективные решения важных задач, например по разделению затрат на объединение сетей, инвестиций в их разработку или формирование общих стандартов и правил эксплуатации. Внедрение возобновляемых источников энергии может быть ускорено, если будет создана общая нормативная база, регулирующая европейские электрические системы, например доступ к сети, правила эксплуатации, и будут введены механизмы мониторинга в режиме реального времени, помогающие операторам передающих и распределительных систем. С точки зрения планирования и эксплуатации все имеющиеся технологии, включая управление спросом, хранение и распределенное генерирование, должны способствовать приведению всеобщей энергетической системы в устойчивое состояние с целью обеспечения безопасного и бесперебойного энергоснабжения.

Совместные исследования с участием всех стран Евросоюза и демонстрация систем обеспечения ВИЭ и DER, таких, как системы хранения, информационно-коммуникационные технологии и измерения, являются обязательными как с технической, так и с экономической точки зрения. Использование информационных технологий во всей электрической системе может кардинально изменить представления, заложенные в основу традиционной системы. Функции управления и генерации электричества могут быть распреде-

лены по всей энергетической системе вместе с рядом хорошо согласованных «умных» приборов и нагрузок, способных подстраиваться под режимы электросетей, тем самым оптимизируя работу всей системы [4].

Офшорные проекты могут способствовать созданию линий, которые соединят генерирующие мощности и одновременно увеличат возможности связи передающих сетей между различными региональными рынками. Сложность данного синергетического подхода заключается в том, что придется иметь дело с различными плановыми, регулирующими и экономическими системами.

И наконец, должна развиваться синергетика с другими сетевыми инфраструктурами Евросоюза: телекоммуникационными, транспортными и окружающей среды, например соединения линий электропередачи с инфраструктурами наземного транспорта, такими, как железные и автомобильные дороги [6].

Выводы

Перед странами – членами Евросоюза встали важные задачи развития и содержания надежных и гибких электросетей. Выполнение условий по снижению выбросов углерода, увеличению доли возобновляемой генерации, а также обеспечению эффективности и надежности энергосистемы, ее соответствию задачам развития рынка потребуют больших изменений в электрических сетях. В ближайшие годы потребуются большие инвестиции для стимулирования создания гибких, со-

гласованных и надежных электрических сетей, разработанных в соответствии с новыми архитектурными решениями и с использованием инновационных технологий.

Однако существуют различные препятствия, затрудняющие инвестирование в развитие электросетей. Основные из них – несовершенство действующей нормативно-правовой базы, низкий уровень координации научно-технической деятельности, возрастающее негативное отношение в социальной среде к новым энергетическим установкам. Большая работа должна быть проведена на европейском и национальном уровнях, направленная на стимулирование развития действующей энергосистемы и разработку будущих электрических сетей. Необходимо создать единые европейские кодексы для передающих сетей и общее техническое руководство для распределительных сетей. На национальном уровне усилия должны быть сосредоточены на упрощении процедуры получения разрешений на строительство, устранение административных препон и развитие рыночных механизмов для стимулирования инновационных технологий.

Информационные технологии могут сыграть важную роль в повышении эффективности и надежности систем, поэтому необходимо всячески поддерживать их внедрение на всех участках электрической системы. Необходимо стимулировать улучшение отношений между секторами производства и потребления, а также синергетику с другими сетевыми инфраструктурами Евросоюза.

Список литературы

1. European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E), <http://entsoe.eu/>.
2. European Commission, JRC Report. A. L'Abbate, G. Fulli, F. Starr, S. D. Peteves. Distributed Power Generation in Europe: Technical Issues for Further Integration, 2008. Available online http://ie.jrc.ec.europa.eu/publications/scientific_publications/2008/EUR23234_EN.pdf, last viewed 01.02.2010.
3. European Commission, European Smart Grids Technology Platform – Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future, 2006. Available online http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/smartgrids_en.pdf, last viewed 01.02.2010.
4. European Commission, Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, Report on progress in creating the internal gas and electricity market, COM (2009) 115, March 2009.
5. REALISEGRID, FP7 Project, <http://realisegrid.cesiricerca.it>.
6. European Commission, Green Paper, Towards a secure, sustainable and competitive European energy networks, COM (2008) 782, November 2008.
7. RELIANCE, FP6 Coordination Action, www.ca-reliance.org
8. NREL, Superconducting Power technology, in: Power Technologies Energy Data Book, available online http://www.nrel.gov/analysis/power_databook/chapter2.html, pp. 81-85, last viewed 01.02.2010.
9. Union of the Electricity Industry – EURELECTRIC Annual Convention & Conference, 15-16 June 2009, Highlights. Available online www.eurelectric.org/AfterBucharest2009/Closing.htm, last viewed 01.02.2010.
10. European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Second Strategic Energy Review – An EU Energy Security and Solidarity Action Plan, COM(2008) 781, November 2008.