

# АКТИВНО-АДАПТИВНАЯ СЕТЬ – НОВОЕ КАЧЕСТВО ЕЭС РОССИИ

В статье поднимается проблема создания активно-адаптивных электрических сетей, как одного из возможных направлений их развития с целью повышения надежности и экономической эффективности их работы. Рассматриваются предпосылки к созданию подобного рода сетей во всем мире. Предлагаются основные технические решения, направленные на создание активно-адаптивных сетей. Приведен грубый анализ экономической эффективности развития активно-адаптивных электрических сетей до 2020 года.

**ДОРОФЕЕВ В.В.**, член комитета по стратегии при Совете директоров ОАО «ФСК ЕЭС»

**МАКАРОВ А.А.**, директор Института энергетических исследований РАН, д. э. н., проф., академик РАН

Электроэнергетика – наиболее динамичный, технологически развитый и инновационный сектор антропогенной энергетики (созданной людьми для обеспечения своих энергетических потребностей). Это порождение конца XIX века как ничто другое способствовало облегчению производственной деятельности и повышению качества жизни людей. Специфические свойства электроэнергии, ее широкая доступность и приемлемая стоимость революционизировали в первой половине XX века электропривод и получение инновационных материалов (алюминий и др.), а затем стали необходимым условием возникновения современного приборостроения и информационных технологий – от детекторного радиоприемника до глобального телевидения, суперкомпьютеров и Интернета.

Взрывной характер электрификации в первой трети XX века объяснялся «младенчеством», развитием от нуля. Но и последние 30 лет мировая электроэнергетика росла вдвое быстрее добычи топлива и расходовала ее пятую часть. Эта тенденция сохраняется в прогнозах международных организаций, по крайней мере, до 2030 года. И если до 1975 года каждый процент прироста мирового ВВП требовал такого же роста общего производства энергоресурсов, то к настоящему времени их достаточно увеличить на 0,5 %, но нужно на 1,2 % прирастить производство электроэнергии (рис. 1). Без развития электроэнергетики в современном мире не может быть успешным ни одно государство.

Главная причина победного шествия электрификации – объединение электростанций сетями и системой управления во все более мощные энергосистемы, постепенно охватившие целые страны и достигшие трансконти-

нентальных масштабов, как интеграция Единой энергосистемы (ЕЭС) СССР с энергообъединением «Мир» стран-членов СЭВ. Это повышало надежность электроснабжения и сдерживало рост цен на энергию строительством крупных и специализированных электростанций и более полной их загрузкой благодаря совмещению электрических нагрузок потребителей. Но одновременно возрастали требования к автоматизации и качеству диспетчерского управления энергообъединениями.

Развитие электроэнергетики ассоциируется прежде всего с ростом мощности электростанций, и по этому показателю Китай недавно кратно превзошел прежние мировые рекорды, вводя ежегодно около 100 ГВт мощностей (почти половина мощности всех электростанций России). Но в результате бурного роста генерации «ахиллесовой пятой» отрасли стали два других ее компонента – электрические сети и системы управления.

Первой с этим столкнулась самая мощная в мире (но относительно слабо интегрированная) электроэнергетика США. Еще в 1965 году недостатки сетей и управления обесточили 25 млн. человек в Новой Англии и Нью-Йорке, в 1977 году авария в мегаполисе оставила на ночь без света «только» девять миллионов (вызвав, кстати, знаменитый бум рождаемости). Были и другие black-out, но все превзошла августовская авария 2003 года в США и Канаде, где в энергосистемах общей мощностью 164 ГВт отключились 62 ГВт, обесточив 50 млн. человек. Основные версии причин аварии, по материалам комиссии США, – недостаток развития линий электропередачи и проблемы в коммуникации между системными операторами.

За северо-американской последовали такие же каскадные аварии в странах Европейского союза. От последней из них в ноябре 2006 года пострадало несколько миллионов человек в Германии, Франции, Италии, Бельгии и Испании: отключились две линии электропередачи в долине Рейна из-за резких скачков мощности ветровых электростанций.

В России в мае 2005 года в результате аварии на ПС 500 кВ «Чагино» были остановлены 3,5 ГВт мощностей в Московском регионе, что, хотя и на порядок меньше, чем при крупных зарубежных авариях, но не имело прецедентов в истории ЕЭС России.

Участившиеся крупные системные аварии порождают предчувствие концептуального кризиса в электроэнергетике, заставляя искать выходы. Американцы наряду с конструктивными мерами по технологическому совершенствованию электрических сетей (новые материалы проводов и опор, управляемые электропередачи FACTS и др.) обсуждают и футуристические проекты. Например, покрыть всю территорию страны равномерной сетью сверхпроводящих электропередач так, чтобы генераторы и потребители энергии размещались где им удобно. Такая сверхпроводящая «медная доска», возможно, снимет все сегодняшние проблемы, но наверняка породит новые и неизвестно, сколько будет стоить.

Европейцы предпочитают разрабатывать «умные энергосистемы» (Smart Grid) прежде всего для надежной и эффективной интеграции электрогенераторов на возобновляемых источниках энергии (ветер, солнце, малые ГЭС и др. с их плохо предсказуемыми режимами работы) с потребителями и традиционной энергосистемой.

Представляется, что для ЕЭС России, уникальной по территории параллельной работы, конфигурации электрических сетей и централизации оперативного управления большей частью электроэнергетики страны, потребуется своя концепция перехода на качественно новый уровень технологий и управления. Это тем более актуально, что ее основные фонды наполовину физически и морально изношены, во многих районах едва справляются с максимумами нагрузки потребителей, а новая структура хозяйственного управления затрудняет сохранение технологической целостности системы, а особенно ее эффективное и надежное развитие. В таких условиях концепция дальнейшего развития ЕЭС России как целостной системы крайне актуальна и заслуживает самого серьезного внимания.

Принципиально новыми являются подходы, при которых ведущая роль отводится ядру электроэнергетической системы – электриче-



Рис. 1. Рост ВВП, энерго- и электропотребления

ской сети как структуре, обеспечивающей надежность и эффективность связи генерации и потребителя. Современные технические средства корректировки параметров электрических сетей вместе с новыми системами сбора, передачи и обработки информации, быстродействующими программами оценки состояния (текущего режима) и прогнозирования будущих узких мест энергосистемы, а также гибкой системой управления (сочетание централизованного и локального управления) всеми ее элементами способны вывести электроэнергетику на качественно новый уровень. Реализация этой концепции существенно повысит надежность и экономичность функционирования и развития ЕЭС России, улучшит качество обслуживания потребителей электрической энергии при удешевлении поставляемой электроэнергии и сопутствующих услуг.

Сегодня уже созданы объективные предпосылки, но требуются большие скоординированные усилия (от научно-проектных разработок до массового изготовления и монтажа аппаратов и систем управления) для создания электроэнергетических систем с активно-адаптивной сетью (ЭСААС). Это будет прорывом на качественно новый технологический уровень, по последствиям сопоставимый с формированием ЕЭС СССР.

Активно-адаптивные сети применимы в энергетических системах разной сложности (в том числе и для изолированного электроснабжения потребителей собственными источниками), но новое качество и главный народнохозяйственный эффект они дадут в ЕЭС России, ее составных частях и элементах.

### ЧТО ЖЕ ТАКОЕ АКТИВНО-АДАПТИВНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ?

Активно-адаптивной сетью назовем совокупность подключенных к генерирующим источ-

никам и потребителям электрической энергии линий электропередачи устройств электромагнитного преобразования электроэнергии, коммутационных аппаратов, устройств защиты и автоматики, информационно-технологических и управляющих систем. Данный комплекс, являющийся ядром технологической инфраструктуры электроэнергетики, обеспечит сочетанием централизованного и распределенного автоматизированного управления всей энергосистемой адаптивную реакцию (в том числе в реальном режиме времени) на различные виды возмущений и отклонений от заданных параметров. Управляющие воздействия, вырабатываемые по данным информационно-измерительной системы ЭСААС, обеспечат надежную и экономичную параллельную работу всех объектов электроэнергетической системы. Ее отличия от обычной сети обусловлены:

- насыщенностью сети (как в ее узлах, так и территориально распределенными) активными элементами, позволяющими изменять топологические параметры сети;
- достаточно большим количеством датчиков, измеряющих текущие режимные параметры для текущей оценки состояния сети в нормальных, предаварийных, аварийных и послеаварийных режимах энергосистемы;
- системой сбора, передачи и обработки информации (включая программное обеспечение) и программами адаптивного управления с возможностью воздействия в реальном масштабе времени на активные элементы сети и электроустановки (токоприемники) потребителей;
- наличием необходимых исполнительных органов и механизмов, позволяющих в реальном масштабе времени изменять топологические параметры сети, а также воздействовать на смежные энергетические объекты (генерацию и потребление);
- системой управления в реальном масштабе времени, обеспечивающей взаимодействие сети с генерирующими установками и позволяющей адекватно реагировать на изменения режимной ситуации в энергосистеме;
- возможностью автоматической (программными средствами) оценки текущей и прогнозирования будущей ситуации в энергосистеме и ее отдельных частях, а также воздействия на энергетические объекты и оборудование для предотвращения нарушений электроснабжения, их локализации в случае возникновения и послеаварийного восстановления системы;
- высоким быстродействием управляющей системы и информационного обмена с целью управления, организация циклического контроля состояния системы, ее частей и элементов с разными временными циклами на разных уровнях управления.

В основу построения активно-адаптивной сети и принципов управления энергосистемой закладывается приоритетность системных факторов и условий: надежность и экономичность системы в целом. Признак собственности (принадлежность) сетевых элементов не может быть существенным фактором при выборе средств управления сетью, поскольку различия интересов собственников не дадут возможность сформировать эффективно работающую активно-адаптивную сеть. Средства и принципы управления должны быть общими для всей единой электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью и определяться нормативными документами (сетевым кодексом), принимаемыми на уровне законов и постановлений правительства, что обуславливает обязательность их исполнения всеми собственниками сети.

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ С АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТЬЮ

При разработке любой системы управления, а особенно системы управления ЕЭС России с активно-адаптивной сетью необходимо определить **цель, объект и средства управления.**

**Цель управления** – обеспечить в реальном масштабе времени надежное и экономически оптимальное функционирование единой электроэнергетической системы России в любых (нормальных, предаварийных, аварийных и послеаварийных) режимах, а также предпосылки ее развития для надежного обеспечения потребителей возможно более дешевой электроэнергией заданного качества.

**Объект управления** – ЕЭС России как набор энергетических объектов и технологических систем, работающих параллельно с единой частотой электрического тока и представляемых генерирующими источниками, потребителями электроэнергии, а также электрическими сетями, связывающими их между собой. Конкретные энергетические объекты различаются назначением, технико-экономическими показателями и принадлежат разным собственникам со своими бизнес-интересами, что нужно учитывать при управлении.

**Средства управления** должны создавать единое информационное пространство и адекватную систему управления всеми энергетическими объектами и технологическими системами. Построение системы управления с активно-адаптивной сетью, обеспечивающей реализацию поставленной выше цели, достигается сочетанием использования новых силовых элементов, включаемых в электрическую сеть, и систем управления, построенных по централизованно-распределенному иерархическому принципу, с высокой степенью автоматизации и быстродействием решений по управлению энергосистемой.

Технологическая взаимосвязь всех элементов электроэнергетической системы России, работающих на единой частоте переменного тока с соблюдением общих требований к качеству электроэнергии и критериев надежности, обуславливает необходимость единых принципов управления энергосистемой и сетью. Это необходимое условие создания, функционирования и развития активно-адаптивной сети. Наличие же современных информационно-измерительных систем, средств передачи информации и управления единым технологическим процессом при безусловном исполнении регламентов всеми собственниками элементов активно-адаптивной сети – достаточное условие ее создания, функционирования и развития.

### **СТРУКТУРА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ**

Структура сети ЕЭС России определяется функциональными свойствами и учитывает административное деление Федерации с его особенностями. Развитие электроэнергетической системы России целесообразно осуществлять по принципу энергетических сегментов – части электроэнергетической системы, находящейся на территории одного или нескольких смежных субъектов Федерации, в пределах которой осуществляется попытка достижения сбалансированности по мощности. Наиболее существенный критерий, выделяющий энергетический сегмент в энергосистеме, – условие обеспечения в пределах сегмента свободного перетока мощности (отсутствие сетевых ограничений) в нормальных и аварийных условиях функционирования электроэнергетической системы при заданных критериях надежности. Эти условия должны учитываться в функционально различных видах электрических сетей. В частности:

**Собственно конечные потребители.** Схемы их присоединения к сети должны строиться по принципу стандартного технического интерфейса для каждой из категорий (возможно групп категорий) потребителей. Схема интерфейса должна обеспечивать надежность и качество выдачи присоединяемой мощности. Кроме того, для реализации функций активно-адаптивной сети, интерфейс должен обеспечить: автоматический учет потребления электроэнергии, внешнее управления нагрузкой при нестандартных ситуациях в энергосистеме, автоматический перевод на резервное питание, регулирование напряжения (управления потреблением реактивной мощности), обмен информацией и сигналами с центрами управления сетями по объемам и условиям текущего потребления.

**Сети потребителей.** Эти электрические сети не являются сетями общего пользования и на-

ходятся в собственности одного из потребителей. Однако к ним могут быть подключены другие конечные потребители, а также генерирующие источники, работающие параллельно с энергосистемой. К этой категории относятся также сети коммунального назначения, принадлежащие местному (муниципальному) хозяйству. В этих сетях должно выполняться условие самодиспетчирования с пунктом контроля и управления данной сетью при взаимодействии с центром управления распределительными сетями общего пользования по требованиям стандартного технологического интерфейса.

**Распределительные сети (сети общего пользования напряжением 220(150)–110–35–20–10–0,4 кВ).** Это наиболее протяженные сети, обеспечивающие основные связи между потребителями и генерирующими источниками в основном в субъектах Федерации. В состав энергетического сегмента могут входить несколько распределительных сетевых компаний. Основные генерирующие источники подключены к единой национальной электрической сети, поэтому распределительные сети выполняют функции передачи и распределения между потребителями основных потоков мощности от этих генерирующих источников. Данные сети являются областью массового применения практически всех видов устройств, обеспечивающих реализацию идеологии активно-адаптивной сети, повышая надежность и качество энергоснабжения потребителей.

**Сети, относимые к единой национальной электрической сети (сети ЕНЭС напряжением 220 кВ и выше),** являются системообразующими и включают: **сети энергосегментов (а), магистральные транспортные (б) и межгосударственные (в) сети.**

**Сети ЕНЭС в пределах энергетических сегментов (а)** выполняют функцию надежного соединения основных генерирующих источников с узлами центров питания распределительных сетей. При этом, как было сказано выше, эти сети обеспечивают передачу электроэнергии без технологических ограничений в пределах сегмента. Для повышения пропускной способности и надежности этих сетей будет все более распространяться создание контуров разных уровней напряжения с включением в них устройств, изменяющих сопротивления элементов сети, а также изменяющие напряжения (как по величине, так и по фазе) в различных точках сети энергетического сегмента. Более полно будут использоваться возможности сочетания переменного и постоянного тока (регулируемых вставок постоянного тока), а также современных устройств ограничения токов короткого замыкания с применением менее мощных коммутационных аппаратов. Данные факторы ведут к снижению затрат на реконструкцию сети.

**Магистральные транспортные сети (б)** предназначены для связи энергетических сегментов между собой в единую энергетическую систему России. Цель связи: возможность передачи потоков мощности между энергетическими сегментами, обеспечение балансовой (системной) надежности при связи энергетически сбалансированных сегментов, возможность сглаживания суточной и сезонной неравномерности нагрузки (в том числе за счет различия во времени изменения нагрузки для разных часовых поясов), а также маневрирования первичными энергетическими ресурсами.

Для этих сетей целесообразно применение устройств, изменяющих сопротивления элементов сети и напряжения (как по величине, так и по фазе) в точках подключения передачи к сети, а также возможности сочетания переменного и постоянного тока при организации передачи электроэнергии.

**Межгосударственные сети (в)** по своему характеру вне зависимости от класса напряжения относятся к межсистемным. Необходимо заключение межгосударственных соглашений с описанием присоединений между сетями государств и их использованием, с учетом различий в подходах к построению электроэнергетических систем в сопредельных государствах, включая различия в законодательстве стран. По технологическим средствам данные сети принципиально не отличаются от других сетей ЕНЭС. Конкретное применение этих технических средств будет зависеть от характера и условий присоединения.

Активно-адаптивная сеть должна обеспечивать тесное технологическое взаимодействие с генерирующими источниками.

При построении электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью возможно и целесообразно использовать любые типы генерирующих источников, в том числе нетрадиционные, вне зависимости от их мощности, используемого первичного энергоресурса и вида собственности. Важно, чтобы включаемые в электроэнергетическую систему объекты генерации отвечали правилам присоединения и выполняли технические требования при осуществлении подключения и в процессе эксплуатации.

#### **АКТИВНО-АДАПТИВНАЯ СЕТЬ – НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

Обеспечение надежности поставок электроэнергии потребителям с соблюдением показателей ее качества – основная цель модернизации энергосистемы, а введение в энергосистему активно-адаптивной сети серьезно продвигает работы в достижении этой цели. Необходимо решить задачу оптимизации, т.е. обеспечить максимум коэффи-

циента готовности поставки электроэнергии потребителям при минимальных затратах. Общая надежность обеспечивается за счет надежности энергоснабжения, отражающей бесперебойность поставки электроэнергии конечным потребителям и системной надежности, направленной на массовую защиту потребителей от прекращения энергоснабжения (поставки электроэнергии) и предотвращение порчи оборудования субъектов рынка.

Системная надежность обеспечивается четким взаимодействием всех составляющих электроэнергетическую систему объектов. Особенность активно-адаптивной сети в первую очередь состоит в том, что система управления в совокупности с функционально новыми элементами сети (энергосистемы) позволяет обеспечить качественно (и количественно) новый уровень системной надежности. Внедрение новых устройств изменения параметров (комплексных сопротивлений) линий и сечений в сочетании с устройствами ограничения токов короткого замыкания дает принципиально новое качество работы замкнутых контуров сети, в том числе и неоднородных, что резко повышает структурную надежность сети и облегчает работу коммутационных аппаратов, удешевляя и повышая ресурсный срок их использования. При поддержании расчетного уровня системной надежности потребители могут не ощутить ряд нарушений, демпфируемых технологической инфраструктурой рынка.

Важнейшие нормируемые показатели качества электрической энергии – частота электрического тока и напряжение в контрольных точках сети и на границе раздела сеть – потребитель.

Регулирование частоты электрического тока с привлечением (кроме генерации) технических возможностей активно-адаптивной сети, а также регулирование напряжения и реактивной мощности с более широкими возможностями качества такого регулирования позволяют говорить о новых возможностях обеспечения показателей качества поставляемой электрической энергии. Новые технические средства и технология их комплексного использования дают возможность не только более четко обеспечивать показатели качества, но и постоянно контролировать условия их соблюдения.

#### **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ СЕТИ**

Технические средства энергосистемы с активно-адаптивной сетью играют важнейшую роль в построении системы указанного типа.

Новые типы устройств, включаемые в сеть, позволяют:

- плавно и в широком диапазоне регулировать циркуляцию реактивной мощности по сети, поддерживая оптимальные уровни напряжения;
- осуществлять продольное и продольно-поперечное регулирование, маневрируя потоками активной мощности и повышая надежность передачи и поставок электроэнергии;
- повышать надежность схем сети, уменьшать риски отказа оборудования и упрощать коммутационную аппаратуру за счет повсеместного внедрения новых типов устройств, ограничивающих токи короткого замыкания.

Следует отметить важность применения новых типов кабелей как постоянного, так и переменного тока, в том числе на базе высокотемпературных сверхпроводников, устанавливаемых в сочетании с преобразователями электрического тока, что повышает экономичность и надежность передачи электроэнергии. Особенно эффективно применение этих технологий в крупных городах и мегаполисах.

Снижению капитальных вложений в генерацию и повышение маневренности управления балансом мощности, повышению надежности и качества поставок электроэнергии способствует масштабное применение накопителей электрической энергии разных типов, современные конструкции которых достаточно эффективны уже сегодня и тем более в ближайшей перспективе. Фактически в недалекой перспективе можно рассматривать сеть как большой аккумулятор с распределенными параметрами, к которому по стандартным интерфейсам подключаются:

- генераторы, «заряжающие» ее на наиболее выгодных условиях (режим, обеспеченность первичными ресурсами, высокая надежность и эффективная экономика);
- потребители, использующие электроэнергию на приемлемых для себя условиях.

К техническим средствам следует также отнести мощную и эффективную систему управления, основанную на самых передовых технологиях сбора, передачи и обработки информации, активного контроля с быстродействующим адаптивным (по ситуации) управлением генерацией, потреблением и активными элементами сети.

### АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Как и любая реконструкция системы, создание ЭСААС требует капитальных вложений, причем весьма значительных. Но дальнейшее традиционное развитие ведет к тупиковой ситуации и резкому снижению надежности энергоснабжения, т.к. управление ЕЭС России



Рис. 2. Экономия генерирующих мощностей



Рис. 3. Экономия капиталовложений

старыми методами становится все более неэффективным и даже опасным.

Расчет экономического эффекта реализации концепции активно-адаптивной сети в электроэнергетике России невозможен без разработки конкретных проектов и схем, тем более, что речь идет о переходе на качественно новый уровень развития. При этом потребуются учитывать следующие основные факторы эффективности:

- управление спросом на электроэнергию (интенсификация электросбережения) и снижение потерь в сетях всех уровней с ликвидацией коммерческих потерь снизят общее электропотребление как минимум на 5 %;
- более четкий контроль и активно-адаптивное регулирование режимов электропотребления уменьшат приросты максимумов электрической нагрузки и необходимые резервы мощности, снижая по меньшей мере на 3–5 % требуемую установленную мощность электростанций;
- существенное повышение пропускной способности действующих и новых линий электропередачи и сечений не менее чем на 20 %

уменьшит капитальные вложения в строительство электрических сетей;

- увеличение надежности электроснабжения за счет превентивного и адаптивного (в зависимости от развития ситуации) управления энергосистемой и ее элементами кратно сократит ущербы от системных аварий и перерывов электроснабжения потребителей;

- снижение площади землеотводов под электросетевые коммуникации, что особенно актуально для крупных городов и мегаполисов типа Москвы и Санкт-Петербурга.

Приведенные числа отражают осторожные экспертные оценки. Они использованы в сугубо предварительном расчете экономии капиталовложений от реализации ЭСААС, выполненном при следующих предположениях:

- исходным принят базовый сценарий развития электроэнергетики в разрабатываемой Энергетической стратегии России на период до 2030 года;

- учтены только первые три из названных факторов эффективности ЭСААС;

- реализация ЭСААС начнется в 2014 и завершится к 2020 году с достижением названных относительных эффектов, которые далее не меняются.

Итоговые результаты расчетов показаны на рис. 2 и 3.

Развитие ЕЭС России с активно-адаптивной сетью уменьшит потребность в новой мощности электростанций на 22 ГВт к 2020 и 35–36 ГВт к 2030 году, что составит, соответственно, 40 % и 25 % ее прироста с 2010 года. В результате капиталовложения в генерацию сократятся более чем на 100 млрд. долл. в 2011–2030 гг., в том числе на 64–65 млрд. долл. до 2020 года. Кроме того, благодаря увеличению с созданием ЭСААС пропускных способностей электропередачи развитие сетей всех уровней потребует за период на 35 млрд. долл. меньше капиталовложений, чем в исходном варианте. В результате суммарные вложения в электроэнергетику России при реализации в 2014–2020 годах концепции ЭСААС уменьшатся на 30 % до 2020 года и на 22–23 % – за весь период.

Эти эффекты нужно сравнить с затратами на создание ЭСААС. Также очень предварительно их можно оценить в 41–42 млрд. долл., включая: 14 млрд. долл. – на оснащение соответствующими средствами Единой национальной электрической сети и 18 млрд. долл. – распределительных сетей, а также 7–8 млрд. долл. – на системы учета и контроля использования электроэнергии и управления электропотреблением у потребителей.

Сопоставление с данными рис. 3 позволяет полагать, что затраты на ЭСААС в полтора

раза окупятся уже ко времени завершения ее формирования даже при неполном учете таких «сопутствующих» факторов, как уменьшение ущербов от перерывов электроснабжения потребителей и системных аварий.

Таким образом, не вызывает сомнения необходимость скорейшего начала работ. Для этого в качестве первого шага необходимо выполнить эскизный проект «Развитие ЕЭС России с использованием принципов активно-адаптивной электрической сети» в составе начинаемых работ по схеме развития ЕЭС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная статья не претендует на полноту и строгость изложения всех аспектов концепции развития электроэнергетической системы России на основе активно-адаптивной сети. Авторы ставят целью привлечь внимание к общей идее и основным принципам такого развития. Многие поднятые здесь вопросы требуют серьезных исследований и дальнейшей разработки. В то же время необходимо отметить, что затягивание подобных работ может привести к серьезному технологическому отставанию России и, главное, снижению надежности и эффективности функционирования ЕЭС России в самом ближайшем будущем. Целесообразно широко обсудить все аспекты развития электроэнергетики России с использованием активно-адаптивной сети, включая развертывание необходимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с выделением первоочередных направлений внедрения многих уже созданных и опробованных технических средств, реализующих эту концепцию.

Важно подчеркнуть, что способность к адаптации закладывается во все антропогенные, в том числе и энергетические, системы. Но возможность их самонастройки (превращение в «умные» системы) появляется лишь на определенном этапе развития средств регулирования и систем управления. Этот этап явно достигнут в электроэнергетике, к нему приблизились такие системы, как централизованное теплоснабжение и Единая система газоснабжения. Реализация открываемых при этом новых возможностей повышения энергетической и экономической эффективности топливно-энергетического комплекса России на основе самых инновационных технологий снимет, наконец, с него пугало так называемого «ресурсного развития».

Эта проблема вполне заслуживает того, чтобы войти в число приоритетных программ, рассматриваемых в президентской комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России.

Международная конференция Института Адама Смита

# РОССИЙСКАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА: ФИНАНСИРОВАНИЕ И ИНВЕСТИЦИИ

*Управление энергокомпаниями и привлечение  
финансирования и инвестиций в условиях нестабильности*

23-24 ноября 2009, Отель Марриотт Роял Аврора, Москва

**Всем читателям СКИДКА 10%\*!**

**При регистрации обязательно укажите код скидки – ERC8EEX**

\*Это специальное предложение не распространяется на участников, которые уже зарегистрировались на данную конференцию и не может быть использовано в сочетании с любой другой скидкой.

## СРЕДИ ДОКЛАДЧИКОВ:



**Юрий Липатов**  
Председатель комитета  
по энергетике  
Государственная  
Дума РФ



**Дмитрий Пономарев**  
Председатель Правления  
НП "Совет рынка",  
Председатель Правления  
ОАО «АЭС»



**Денис Федоров**  
Начальник управления  
Электроэнергетического развития  
и маркетинга в электроэнергетике  
Газпром



**Сергей Тазин**  
Генеральный директор  
E.ON Russia Power



**Станислав Невейницын**  
Председатель Правления,  
Генеральный директор  
ОГК-2



**Владимир Колмогоров**  
Генеральный директор  
ОГК-3



**Виталий Яковлев**  
Генеральный директор  
Мосэнерг



**Александр Кухмай**  
Генеральный директор  
МРСК Северо-Запада



**Виктор Гвоздев**  
Генеральный директор  
Мечел-Энерго



**Дэвид Хёрн**  
Управляющий директор  
Kalyon Advisers



**Нандита Паршад**  
Директор по энергетике  
EBPP



**Гарри Левзли**  
Исполнительный  
Вице-президент Восточная  
Европа и СНГ  
ContourGlobal

## КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Точка зрения **СТРАТЕГИЧЕСКИХ И ПОРТФЕЛЬНЫХ ИНВЕТОРОВ**, которые обсудят «за» и «против» инвестирования в электроэнергетику России, и как повысить инвестиционную привлекательность

**ПОСЛЕДНИЕ НОВОСТИ ОТ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ:** презентации компаний генерации, распределения и сбыта

**ПРАКТИЧЕСКИЕ СЕССИИ ПО ФИНАНСИРОВАНИЮ:** сложности, с которыми столкнулось финансовое руководство компаний в условиях кризиса, и пути их преодоления

**Горячая тема: ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОГРАММЫ** энергокомпаний

**Акцент на: ЭНЕРГОТРЕЙДИНГ** и перспективы **РЫНКА МОЩНОСТИ** в России

**БИЗНЕС-ПАРТНЕР:**

