

**Корпоративная система управления  
распределенными энергетическими  
ресурсами**

## **Введение**

Активное экономическое и социальное развитие России и связанный с этим рост потребностей в электрической и тепловой энергии создает для энергетической отрасли следующие проблемы: текущая нехватка генерирующих мощностей и в ближайшей перспективе – неразвитость инфраструктуры транспортировки и распределения энергии. С помощью ввода новых и ремонта действующих тепло и электростанций можно решить краткосрочную проблему, но только применение распределенных систем позволит развивающимся бизнесам решить и краткосрочную и долгосрочную проблемы в комплексе.

Построение корпоративных энергетических систем управления стало возможным благодаря появлению альтернативных технологий генерации электрической и тепловой энергии, которые позволили приблизить генерирующие мощности к потребителям энергии. Но, кроме физической близости, распределенные энергетические системы обеспечивают для корпоративных организаций следующие стратегические преимущества:

- **Количество.** Модульная архитектура распределенных систем позволяет оперативно добавлять или даже перемещать генерирующие мощности, следуя за изменениями потребления.
- **Качество.** Развитие концепции микросети (microgrid) и разработка международных стандартов в области взаимодействия распределенных систем с центральной сетью позволяют создавать решения, отвечающие требованиям конкретного потребителя. Кроме того, распределенная система может работать в двух режимах:
  - Параллельно с центральной сетью. При наличии напряжения в сети распределенная система генерирует электроэнергию с параметрами, полностью соответствующими сетевым, т.е. является «идеальным» потребителем с точки зрения центральной сети. В случае аварии сети распределенная система переключается в автономный режим и следует за параметрами нагрузки. При возврате напряжения в сети распределенная система вновь переключается в режим следования за параметрами центральной сети.
  - Полностью автономно. В местах, где отсутствует центральная сеть и прокладка ее экономически и технически нецелесообразна, распределенная система может покрыть оперативные и долгосрочные потребности в энергии, параметры которой соответствуют потребностям нагрузки конкретного оборудования.
- **Дерегулирование.** Построение распределенных корпоративных энергетических систем позволит снизить риски, связанные с появлением свободного рынка энергоресурсов. При появлении большого числа производителей энергии и посредников возрастает потребность в мониторинге и контроле качества потребляемой энергии и для производителей и для потребителей.
- **Экология.** Участие России в различных международных программах и мировые тенденции в области снижения «вредных» выбросов обуславливают необходимость учитывать экологический фактор при выборе решений для удовлетворения потребностей в энергии.
- **Контроль и оптимизация стоимости энергии.** Несмотря на то, что наблюдается постоянный рост цен не только на энергию, но и на топливо для ее производства, использование возобновляемых источников энергии в

сочетании с современными технологиями энергосбережения и комбинированной генерации электрической и тепловой энергии (combined heat and power - CHP), позволяют лучше контролировать прямые и косвенные расходы на корпоративном уровне, связанные с производством и потреблением необходимой энергии.

### **Количество и качество**

Виртуализация экономики, пристальное внимание к экологии и дерегулирование энергетического рынка формируют новый набор требований к управлению производством и потреблением энергии, которые могут быть разрешены с помощью распределенной генерации – системы децентрализованных малых и средних генерирующих станций, которые могут снабжать электрической и тепловой энергией объекты корпоративной или социальной инфраструктуры, а также передавать (продавать) излишки электроэнергии в центральную сеть. При этом под малыми понимаются станции, производящие от 10 кВт до 1 МВт электроэнергии, под средними – от 1 до 30 МВт. Владельцами таких распределенных систем могут быть корпоративные производственные и сервисные организации, коммунальные службы (компании), независимые производители и поставщики энергетических ресурсов, а также нефтяные и газовые компании, которые сегодня расширяют сферы своей деятельности от простой добычи и переработки топлива до производства энергии и других видов готовой продукции.

Активное применение распределенной генерации в международной практике привело к появлению стабильно работающих, высокотехнологичных и безопасных систем, стоимость внедрения и владения которыми позволяет компаниям различного профиля деятельности использовать эти решения для получения конкурентных преимуществ на своем сегменте рынка. Виртуализация экономики, выражающаяся, в первую очередь, в повсеместном распространении интернет в качестве универсальной коммуникационной среды для управления технологическими и бизнес процессами в реальном масштабе времени, использование электронных хранилищ корпоративных данных, приводит к тому, что надежность традиционных энергосетей, выражающееся цифрой 99.9 (эквивалентно 8 часам простоя в год), не соответствует требованиям электронного бизнеса. Повышение надежности центральной сети является трудной и дорогостоящей задачей хотя бы потому, что магистральные линии передач подвержены различного рода повреждениям (животные, климатические катаклизмы и т.п.).

Современные требования к надежности составляют от 99.9999 до девяти девяток. К тому же это не единственный показатель, используемый для измерения качества энергоресурсов, необходимых для питания электронного оборудования, которое весьма чувствительно к колебаниям и перепадам напряжения сети. Единственный путь к управлению качеством – использование корпоративной управляемой системы энергообеспечения, подключенной непосредственно или по коротким линиям передачи к конечному потребителю. Такая система является также и средством удовлетворения растущих количественных потребностей – в США на сегодняшний день 10% всей генерируемой электроэнергии потребляется компьютерным оборудованием. Плотность энергопотребления компьютерных центров сегодня составляет 1-1.5 кВт на 1м<sup>2</sup>, что уже почти в два раза больше, чем для наиболее ресурсоемких промышленных потребителей и доля расходов на электроэнергию в операционных расходах современных компаний постоянно растет.

## ***Дерегулирование***

Один из эффектов дерегулирования энергетической отрасли, по опыту зарубежных стран, состоит в том, что генерирующие и транспортные компании с большей неохотой идут на риски крупных капиталовложений в случае, если нет гарантий роста потребления. Лимитирование энергоресурсов во всех случаях остается безопасной альтернативой более дорогим опциям, связанным с покупкой энергии у соседних генерирующих компаний или с созданием новых централизованных генерирующих мощностей, строительство которых составляет годы, после чего они простаивают большую часть времени. Но даже если централизованные мощности построены, существует риск того, что они останутся в изоляции, ограниченные пропускной способностью региональных и межрегиональных транспортных сетей. Статистика показывает, что потери энергии, использованной для производства электричества, на пути от центральной станции до конечного потребителя составляют до 68%.

## ***Экология***

Строительство и эксплуатация новых централизованных генерирующих ресурсов связано с длительными согласованиями экологических аспектов в государственных инстанциях, которые постоянно ужесточают допустимые уровни выбросов вредных веществ. Нередки также случаи, когда население успешно задерживало или даже блокировало строительство станций вблизи мест проживания.

Разрешительный процесс для распределенных систем гораздо проще и, при установке сертифицированного оборудования на корпоративной территории, состоит только в инспекционной проверке на местном уровне. Одной из ключевых целей, которые ставятся при разработке распределенные системы, является обеспечение экологических параметров как можно ниже допустимых значений. В результате для эксплуатации распределенных систем не требуется специальных экологических разрешений.

В результате компактные, чистые энергетические комплексы, построенные на базе микротурбин, топливных элементах или солнечных батареях, являются гораздо менее рискованным объектом для инвестирования, чем дорогие, экологически грязные централизованные мощности. В сочетании с системами мониторинга и управления в реальном масштабе времени, распределенные энергосистемы позволяют снизить не только стоимость центральной сети, но и ее влияние на экологию.

## ***Контроль и оптимизация***

Энергия – это уникальный товар. Стоимость и сложность ее хранения настолько высоки, что производство, транспортировка и потребление должны происходить в реальном масштабе времени. До недавнего времени системы мониторинга и контроля за энергоресурсами использовались только на уровне предприятий, управляющих центральной сетью. Появление распределенные системы обусловило необходимость применения инструментов управления всеми участниками рынка, включая конечных потребителей, использование которых направлено не только на решение корпоративных задач, но и на поддержание стабильности работы сети в целом.

Опыт дерегулирования энергетической отрасли США (стоимость рынка 250 млрд. долларов) показал, что сезонные перебои с поставкой электроэнергии и разброс цен последних лет были вызваны, в немалой степени, неготовностью конечных потребителей участвовать в рынке энергоресурсов в реальном масштабе времени

и отсутствием у них систем оперативного управления собственным энергопотреблением в ответ на рыночные колебания цен.

Использование корпоративных распределенных ресурсов, снабженных системой управления, позволяет, не дожидаясь сообщений от центральной сети о лимитировании потребления или росте цен, сформировать собственную стратегию эффективного использования энергоресурсов. Такой подход, в свою очередь, окажет положительное влияние на свободный рынок в части сглаживания скачков потребления и ценовых колебаний.

### ***Стабильность и безопасность сети***

Одним из основных вопросов, связанных с распределенной генерацией, является обеспечение стабильности и безопасности сети при подключении к ней большого количества различного генерирующего оборудования и корпоративных микросетей. Исторически, ответственность за стабильную работу сети лежала на компаниях, управляющих централизованной передачей и распределением энергии. генерирующих и транспортных компаниях, но с появлением множества распределенных энергоресурсов, частные производители должны взять на себя часть ответственности.

Для нормального функционирования генерирующего и потребляющего оборудования необходимо поддержание напряжения сети в пределах 5% от установленного значения. В рыночных условиях контроль напряжения сети является сложной задачей в связи с размыванием ответственности между различными генерирующими, передающими, торговыми и регулируемыми организациями. Одной из важных способностей систем распределенной генерации является контроль стабильности напряжения сети с помощью автоматической компенсации реактивной мощности.

Реактивная мощность – величина, характеризующая нагрузки, создаваемые в электротехническом оборудовании колебаниями энергии электромагнитного поля в цепи переменного тока. Наличие реактивной мощности означает, что некоторое количество электрического тока тратится на передачу неиспользуемой (реактивной) энергии, что снижает производительность сети ввиду ограничений пропускной способности линий передачи и трансформаторов. К счастью, источник проблемы является также и ее решением. Практически каждый элемент электротехнического оборудования (линия передач, кабель, трансформатор, мотор, лампа освещения) является либо индуктором, либо конденсатором. Токи в конденсаторах и индукторах, включенных в одну цепь, направлены в противоположные стороны. Таким образом, для поглощения или генерации реактивной мощности, направленной на оптимизацию параметров сети, применяются батареи электрических конденсаторов или синхронные электродвигатели малой мощности, устанавливаемые в узлах сети. В связи с тем, что реактивная мощность постоянно меняется в зависимости от изменения параметров генерации, нагрузки или повреждений линий передач, остается проблема мониторинга реактивной мощности в реальном масштабе времени для повышения эффективности работы и защиты оборудования конечных потребителей, решаемая с помощью корпоративной системы управления оборудованием распределенной генерации.

Другим параметром сети, требующим постоянного контроля, является частота электрического тока. Незначительные колебания частоты возникают при дисбалансе поступающей мощности и потребления. Значительные колебания возникают в момент внезапного обрыва сети. При этом реакция распределенной

системы должна последовать немедленно в виде переключения в автономный режим в течение считанных секунд.

Корпоративная система управления энергоресурсами может обеспечить стабилизацию работы сети со стороны конечного потребителя с помощью контроля напряжения и частоты, управления перегрузками и аварийными ситуациями и автоматического ввода в работу резервных мощностей. Современная реализация инфраструктуры управления энергоресурсами предполагает подключение к интернет (или корпоративной интранет) генерирующего и потребляющего оборудования для передачи управляющих воздействий в реальном масштабе времени. Безусловным требованием к такой инфраструктуре является обеспечение безопасности и контроля доступа.

Для выполнения функций мониторинга, контроля и управления каждый генератор в распределенной системе должен быть снабжен интеллектуальным измерителем (счетчиком), который должен постоянно передавать текущие значения параметров электрического тока на выходе генератора на компьютер дежурного администратора, а также принимать управляющие сигналы от корпоративной системы управления энергоресурсами, связанные с изменением параметров работы генератора. Подключение к центральной сети должно производиться через автоматический контроллер, который отключает генератор от сети в случае потери напряжения, переводит его в автономный режим работы и возвращает обратно соединение с сетью при восстановлении нормальных параметров работы центральной сети.

### **Выводы**

Мир находится в начале нового исторического периода в области производства и потребления энергии. Технологии распределенной генерации электрической и тепловой энергии и создаваемые на их основе корпоративные системы управления энергопотреблением, меняют методы работы центральной сети. Наравне с распределенной генерацией энергии происходит децентрализация и других функций – сбора и анализа данных, коммуникаций. В результате все участники энергетического рынка получают реальные инструменты для мониторинга и управления своими текущими и перспективными потребностями и оптимизации расходов.

Потребители энергии, на основании анализа схем потребления и требуемого качества энергии, могут определить для себя наилучший путь развития – продолжить участие в программах лимитирования нагрузки или создать собственные корпоративные микросети на основе распределенных генерирующих мощностей.