

An aerial night view of a city, likely New York City, with a glowing blue network of lines and nodes overlaid on the buildings, suggesting a smart grid or energy network. The city lights are visible, and the sky is dark.

**SIEMENS**

# Справочник по энергетике

Издание 7.0

[www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy)

Ответы для энергетики

**Издатель**

Siemens Aktiengesellschaft  
Сектор энергетики  
Freyeslebenstrasse 1  
91058 Erlangen, Germany  
[www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy)

Сектор инфраструктуры и городов  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 Munich, Germany  
[www.siemens.com/infrastructure-cities](http://www.siemens.com/infrastructure-cities)  
Publishing House:  
Publicis Pro, Erlangen, Germany

DTP:  
Mario Willms  
Publicis Pro, Erlangen, Germany

Выпуск 7.0

© 2012 by Siemens Aktiengesellschaft  
Munich and Berlin, Germany.

Уважаемые читатели!

Эта обновленная версия хорошо известного Справочника по энергетике (Power Engineering Guide) представляет собой руководство для каждого, кто связан с производством, передачей и распределением электроэнергии - от разработки систем до реализации и управления. Цель данного руководства - помочь инженерному, ремонтному персоналу, проектировщикам и научным руководителям, а также стажерам/практикантам и преподавателям в области электротехники и энерготехнологий. Также мы надеемся, что данный Справочник будет полезен и как руководство по техническим вопросам, а также поможет в процессе обучения в данной технической области.

В данном справочнике идет речь обо всех продуктах Siemens, предназначенных для передачи и распределения электроэнергии, включая высокое, среднее и низкое напряжение, распределительные устройства, трансформаторы и коммутационную аппаратуру. Справочник составлен в соответствии с конкретными продуктами и задачами. Он также описывает решения в области интеллектуальных сетей - автоматизации и управления в энергетике, сетевых коммуникаций, а также сервиса и поддержки. Ключевые термины и аббревиатуры приведены в приложении. Также в справочнике приводятся ссылки на соответствующие ресурсы в интернете для получения более подробной информации.

Siemens AG - мировой лидер в области электроники и электротехники. Продукты, системы и интегрированные комплексные решения Siemens помогают пользователям в решении широкого круга задач. Компания предоставляет ключевые технологии будущего и устанавливает мировые стандарты. Все наши разработки и инновации отличаются энергоэффективностью, экономичностью, надежностью, устойчивостью и экологичностью. Перечень продуктов включает решения по передаче и распределению электроэнергии, решения для интеллектуальных сетей, для низкого и среднего напряжения, а также автоматизации в энергетике.

Важность электроэнергии особо подчеркивается быстрым расширением сферы ее применения. Также следует отметить, что требования к надежности и качеству будут постоянно расти в ближайшие десятилетия. Чтобы помочь потребителям справиться с грядущими непростыми задачами, достичь успеха и дальнейшего роста, мы продолжаем работать над оптимизацией и улучшением нашей линейки продуктов.

В настоящее время в дополнение к "традиционному" оборудованию для передачи и распределения электроэнергии перечень продукции включает широкий спектр дополнительных услуг. Мы предлагаем сетевым операторам, потребителям электроэнергии, планировщикам и разработчикам энергосистем дополнительную выгоду от применения интегрированной системы передачи данных и автоматизации в энергетике. Наш спектр услуг включает планирование, техническое обслуживание и ремонт всех систем электроснабжения.

Благодаря нашему обширному опыту в организации проектов по всему миру, мы предоставляем энергетическим и промышленным компаниям, городам, градостроителям и городским узлам (аэропорты и гавани) экономически эффективные и индивидуальные для каждого заказчика решения. Вы всегда можете связаться с Вашим местным отделом продаж Siemens. Контактную информацию Siemens в вашем регионе вы можете найти по ссылкам [www.siemens.com/energy](http://www.siemens.com/energy) и [www.siemens.com/infrastructure-cities](http://www.siemens.com/infrastructure-cities).

Редакция Справочника по энергетике





Интеллектуальные сети и новый этап в энергетике	6	<b>1</b>
Решения по передаче и распределению электроэнергии	14	<b>2</b>
Распределительные устройства и подстанции	64	<b>3</b>
Продукты и устройства	142	<b>4</b>
Трансформаторы	224	<b>5</b>
РЗА подстанций, качество электроэнергии и измерения	254	<b>6</b>
Управление электроэнергетическими системами	408	<b>7</b>
Решения для коммуникаций в интеллектуальных сетях	448	<b>8</b>
Планирование энергосистем	470	<b>9</b>
Сервис и поддержка	482	<b>10</b>
Глоссарий	498	<b>11</b>
Аббревиатуры, торговые марки	506	<b>12</b>

# 1 Интеллектуальные сети и новый этап в энергетике



Рис. 1-1 Siemens предлагает законченные коммуникационные решения по созданию интеллектуальных сетей для энергетических компаний.



Электроэнергия является основой нашей экономики и играет важную роль в каждом аспекте современной общественной и культурной жизни. Тем не менее, постоянный доступ к электроэнергии не гарантирован. Чтобы соответствовать мировым потребностям, мы постоянно сталкиваемся с непростоими задачами в обеспечении оптимальной выработки, передачи и распределения электроэнергии.

Мировой спрос на электроэнергию устойчиво возрастает на 3% в год, быстрее, чем рост мирового спроса на первичную энергию, возрастающий на 2% в год. Существует много факторов, влияющих на этот процесс, включая быстрый рост численности населения и увеличение продолжительности жизни. Продолжает ускоряться процесс урбанизации, и необходимо поставлять все большие объемы электроэнергии в густонаселенные территории, причем обычно на значительные расстояния. Также постоянно возрастает плотность и сложность городских систем электроснабжения (рис. 1-1).

С другой стороны, ископаемые виды топлива становятся все более дефицитными, а поиск и добыча нефти и газа становятся более дорогими. Для снижения угрозы изменения климата необходимо снижать выбросы углекислого газа по всему миру; для систем электроснабжения это означает увеличение интеграции возобновляемых источников энергии, таких как гидро-, ветро- и солнечная энергия. Также это означает увеличение энергоэффективности систем электроснабжения для защиты окружающей среды и климата, а также для удержания цен на электроэнергию под контролем. Рост рынка международной торговли электроэнергией, подкрепляемый либерализацией рынка электроэнергии и интеграцией энергетических сетей в пределах целевых регионов, требует больше инвестиций в электроэнергетические системы для обеспечения стабильности работы системы и надежного электроснабжения.

Для решения всех этих задач необходима развитая и гибкая инфраструктура, интеллектуальное производство электроэнергии и «умные» дома. Для достижения этих целей потребуется фундаментальный переход от однонаправленного потока энергии и связи к реверсивному потоку энергии. (рис. 1-2). В традиционных системах электроснабжения генерация электроэнергии определяется нагрузкой, но в будущем, потребление электроэнергии будет определяться генерацией, а не наоборот.

Современные и будущие системы энергоснабжения должны объединять все виды генерации электроэнергии для сокращения растущих дистанций между источниками электроэнергии, например, морскими ветроэлектростанциями и потребителем.

Задачи, стоящие перед интеллектуальными сетями, настолько многообразны, насколько они захватывают и амбициозны. Вместо перегрузок, нехватки ресурсов и длительных отключений интеллектуальные сети будут гарантировать надежность, устойчивость и эффективность электроснабжения. Системы связи и обработки информации в пределах сети будут постоянно расширяться и автоматизироваться. Значительно возрастет уровень автоматизации, а оснащенные соответствующим образом «умные» подстанции помогут снизить стоимость и трудозатраты на планирование и эксплуатацию. Постоянный и всеобъемлющий мониторинг улучшит условия работы предприятий и электросети.

Распределенная система генерации и накопители электроэнергии будут объединены в виртуальные электростанции так, что они смогут принимать участие в развитии рынка сбыта. Устойчивость к повреждениям будет значительно снижена с применением «самовосстанавливающихся» систем, которые отслеживают и резервируют повреждения на локальном уровне. Потребитель будет выступать в качестве конечного пользователя с использованием интеллектуальных счетчиков энергии, которые обеспечат лучший контроль над потреблением энергии, и в целом сделают управление энергопотреблением проще, исключая пики нагрузок, за счет тарифов. Потенциал интеллектуальных сетей огромен и включает в себя использование зданий и электротранспортных средств, объединенных в сеть в качестве контролируемых потребителей энергии, генераторных и накопительных модулей.

Технологии связи и обработки информации формируют важное звено между генерацией, передачей, распределением и потреблением энергии. Интеллектуальные сети создадут сплошную структуру, оптимизируют производство электроэнергии и уравновесят изменяющийся режим генерации с режимом потребления (рис. 1-3).

Siemens играет ведущую роль в создании и расширении интеллектуальных сетей. Siemens не только занимает исключительное положение в области передачи и распределения энергии, но и является лидером в области автоматизации в энергетике, что играет решающую роль в создании интеллектуальных сетей.



Рисунок 1-2: Силовая матрица «Энергетическая система» трансформируется. Распределенная система генерации электроэнергии развивается, увеличивая сложность системы. Энергетическая цепочка развивается в многогранную систему с огромным числом новых участников - в силовую матрицу. Это отражает действительность энергетической системы. Индивидуальные силовые матрицы появляются в каждой стране и регионе в зависимости от конкретной обстановки, трудностей и задач. Siemens знает рынок и потребности своих заказчиков и предлагает инновационные и перспективные решения для любой части силовой матрицы.



Рис. 1-3: Интеллектуальная сеть гарантирует, что источники возобновляемой энергии смогут лучше интегрироваться в общую систему благодаря двустороннему перетоку энергии (оранжевая линия) и реверсивному обмену коммуникационными данными (синяя линия). Тогда как генерация энергии в традиционных системах зависит от уровня потребления, интеллектуальная сеть способна контролировать потребление в зависимости от доступности электрической энергии в сети.

**Планирование сети**

Построение интеллектуальной сети это чрезвычайно сложная задача, которая начинается с количественной оценки системных требований, определения точных актуальных задач и требуемого уровня исполнения, а также детализации концепций системы и оборудования. В результате требуется комплексный подход к построению интеллектуальной сети, включая ту часть сети, которая относится к системе электроснабжения.

Основой для проектирования эффективной интеллектуальной сети является детальный анализ требуемого уровня качества системы. Это ключевая задача для стратегического планирования сети. Сохранение строгой направленности на систему в целом гарантирует, что ее структура и конфигурация обеспечит необходимый уровень качества, а также обеспечит выполнение других требований. Решение будет включать в себя самые инновационные технологии в области производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии с учетом изменений во времени каждой системы и текущих условий. В большинстве случаев невозможно осуществить переход от современных систем энергоснабжения к интеллектуальной сети будущего за один шаг. В данном случае требуется поэтапный план модернизации.

См. гл.9, стр. 478

**Силовая электроника (ЛЭП ВН ПТ/FACTS)**

Решения Siemens в области силовой электроники для линий электропередач высокого напряжения на постоянном токе (ВНПТ) и гибких систем передачи переменного тока (FACTS) направлены на решение наиболее сложных задач в области передачи энергии.

Устройства FACTS могут значительно повысить производительность существующих систем передачи переменного тока (AC) и увеличить максимальные расстояния передачи электроэнергии на переменном токе за счет баланса потребления реактивной мощности в системе. Компенсация реактивной мощности используется для контроля напряжения переменного тока, увеличивая устойчивость и уменьшая потери при передаче электроэнергии.

Самые современные устройства FACTS включают в себя фиксированные продольные компенсаторы (FSC), управляемые тиристорные продольные компенсаторы (TCSC) или статические компенсаторы реактивной мощности (SVC) для динамической поперечной компенсации. Последнее поколение компенсаторов Siemens SVC называется SVC PLUS. Это стандартизированные компактные устройства, которые могут с легкостью применяться в требуемых условиях сети. Например, позволяют подключить крупную морскую ВЭС.

Технология переменного тока доказала свою эффективность в производстве, передаче и распределении электрической энергии. Однако, существуют задачи, которые не могут быть эффективно решены с точки зрения экономики или с точки зрения точности техники при использовании переменного тока. Такие задачи включают в себя передачу энергии на очень большие расстояния между станциями, работающими асинхронно или на разных частотах. Напротив, уникальная особенность систем ВНПТ - это их способность передавать энергию в сети, которые не могут допустить дополнительного увеличения тока короткого замыкания.

Передаваемая мощность одной системы ВНПТ в последнее время была увеличена за счет системы передачи постоянного тока ультра высокого напряжения (УВНПТ). При мощности свыше 7 ГВт и низком уровне потерь передача УВНПТ это наилучшее решение, гарантирующей высокую эффективность передачи энергии на расстояния 2000 км и больше. Электроэнергетические сети сверхвысокого напряжения, основанные на УВНПТ, может соединять регионы, находящиеся в разных климатических зонах и часовых поясах, позволяя использовать сезонные изменения,

географические и суточные особенности для получения максимальной выгоды.

Новейшая разработка компании Siemens в области ВНПТ передач называется HVDC PLUS. Ее ключевой компонент – инновационный модульный многоуровневый преобразователь (ММС), который работает практически без гармоник. Преобразовательные подстанции HVDC PLUS очень компактны, поскольку в данном случае нет необходимости в применении сложных сетевых фильтров. Эта особенность делает HVDC PLUS особенно подходящими для установки на морские платформы, например, при подключении ВЭС.

См. гл. 2.2, стр. 19 (HVDC) и гл. 2.4, стр. 27 (FACTS)

**Объемная интеграция возобновляемых источников**

Для выполнения плана требований по охране климата до 2020 года необходимо повышать энергоэффективность и снижать выбросы углекислого газа. Соответствующим образом должна измениться генерация энергии. Большие электростанции будут поддерживать базовую генерацию, но также будут использованы возобновляемые источники энергии, которые локально меняют уровень генерации в зависимости от погоды и других условий.

**Система управления энергопотреблением (EMS)**

На электростанциях основное внимание уделено обеспечению надежности снабжения с эффективным использованием генерирующих ресурсов и снижением потерь на передачу энергии. Система управления энергопотреблением (EMS) контролирует это за счет удовлетворения требованиям системы передачи, элементов генерации и потребителей. Интеллектуальные системы аварийной сигнализации (IAPs) снижают предельное время, необходимое для анализа повреждений в сети и устранения неисправностей, а также снижают риск от ошибочного анализа. Приложение Анализатор стабильности напряжения (VSA), работающее автоматически и независимо, оповещает оператора перед появлением критической ситуации, которая подвергает опасности стабильность напряжения, давая оператору время для принятия превентивных действий, избегая принятия решений в условиях стресса. Повышение надежности работы сети обеспечивается за счет Системы оптимального потокоразделения (OPF), которая работает постоянно, решая задачу поддержания уровня напряжения, и позволяет избежать неверных условий работы. Любые требуемые контрольные измерения могут выполняться автоматически в режиме управления с обратной связью.

Использование самых эффективных средств - это сложная задача в условиях растущих ограничений по воздействию на окружающую среду, усиления конкуренции на рынке и роста сложности договорных отношений. Интегрированный набор тесно взаимодействующих инструментов, начиная с офис-приложений, таких как годовое планирование оптимизации ресурсов и техническое планирование графиков нагрузки агрегатов электростанций и графика нагрузки ГЭС на неделю или сутки вперед, до онлайн-контроля с обратной связью генераторных установок гарантирует максимальную эффективность работы, основанную на мощных алгоритмах оптимизации и математических моделях. SCUC (Модуль управления составом оборудования с учетом системных ограничений) стал важнейшим средством для управления самым сложным рынком энергоресурсов в Калифорнийском МКС. SCUC увеличивает эффективность сети и рынка, уменьшает барьеры для использования альтернативных источников энергии, таких как генерация, управляемая спросом, и экологически чистая генерация и предоставляет диспетчерам новые инструменты для управления электропередачей в «узких местах» (с малой пропускной способностью) и для распределения нагрузки по наиболее дешёвым электростанциям.

См. гл. 7, стр. 402

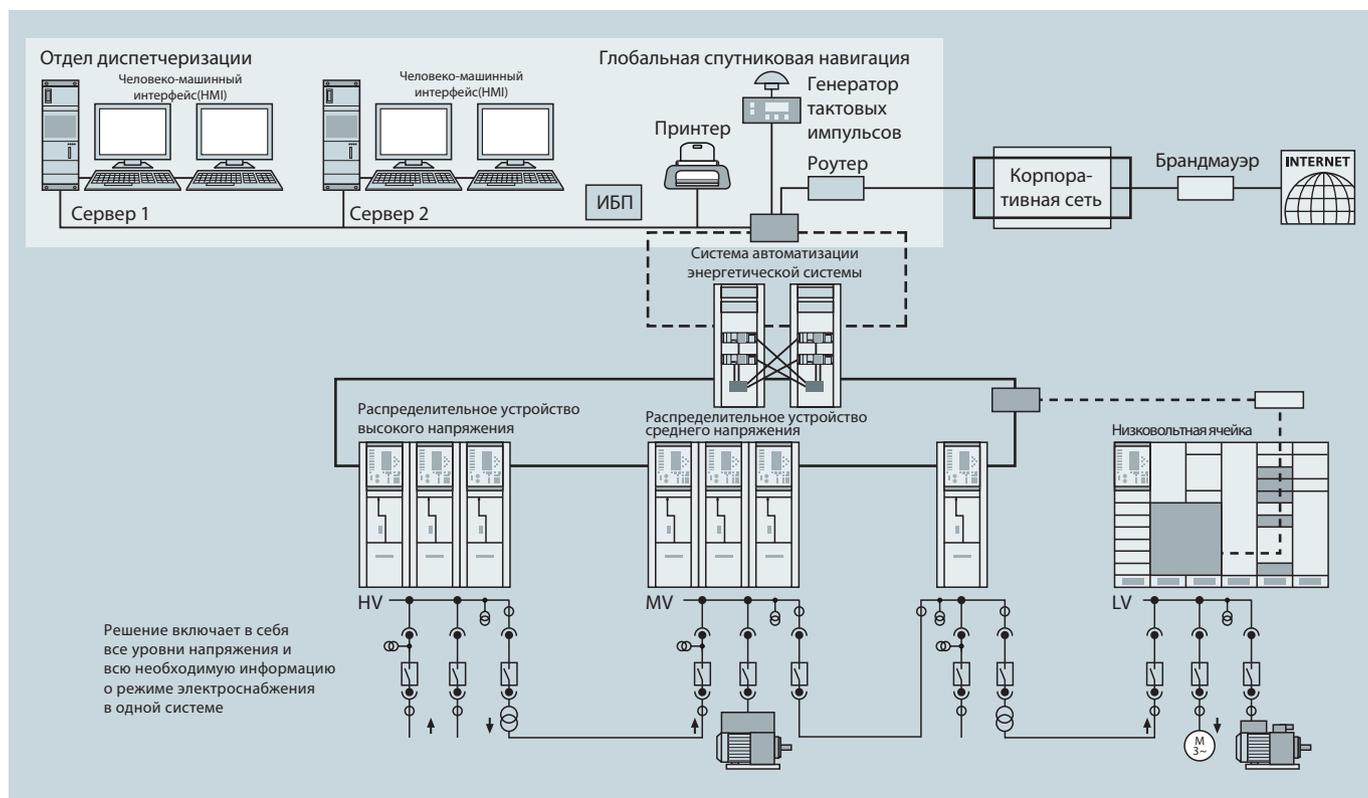


Рис. 1-4: Интеллектуальные системы автоматизации подстанций

## Интеллектуальная автоматизация подстанций и защита

Для точного соответствия растущим требованиям будущих интеллектуальных сетей необходимо усовершенствовать автоматизацию и защиту подстанций. Подстанция на стадии сооружения является точкой сбора всей информации в обслуживающей IT сети от распределительных сетей до конечного потребителя. Например, данные об устройствах автоматизации питающих линий, качестве электроэнергии, счетчиках, распределенных (децентрализованных) источниках питания и системах бытовой автоматизации будут собираться и анализироваться для дальнейшего улучшения системы. Помимо новых сложных задач интеллектуальных сетей, традиционные задачи по защите, контролю и автоматизации должны выполняться максимально эффективно. Задачи, возложенные на подстанции, начинают расширяться за рамки стандартных функций, охватывая эксплуатацию, техническое обслуживание и требования безопасности. Интеллектуальные решения для подстанций и их отдельные компоненты должны проектироваться с учетом общих тенденций и рамок. Использование микропроцессорных вводных ячеек, открытой IEC 61850 архитектуры связи, мощных компьютеров на подстанциях, модулей обработки данных и местных накопителей позволяет реализовать этот подход. Автоматизированная подстанция для интеллектуальной сети должна включать в себя все аспекты интеллектуальных вычислительных средств - от средств защиты, автоматизации и дистанционного управления до устройств операционной безопасности перспективной системы сбора данных. Выходя за рамки традиционной концепции управления и защиты, новые автоматизированные подстанции должны удовлетворять потребностям операторов и обслуживающего персонала, чтобы стать лучшей в своем классе системой, которая проста как с точки зрения управления, так и с точки зрения обслуживания. Интеллектуальная система автоматизации подстанций гарантирует быстрое и, самое главное, точное срабатывание в случае непредвиденных системных событий. Возможность надежного электроснабжения может быть гарантирована только при рассмотрении системы

электроснабжения в целом (рис. 1-4).

Интеллектуальные системы автоматизации подстанций нацелены на решение следующих задач:

- Гарантированное и надежное электроснабжение
- Гарантия высокого уровня защиты устройств и людей
- Снижение количества ручных переключений для увеличения скорости операций по самовосстановлению нормальной работы системы
- Реализация интеллектуального дистанционного контроля, определения и составление отчетов об ошибках
- Возможность профилактического тех. обслуживания в соответствии с текущим техническим состоянием
- Поддержка технологии «plug-and-play» (включил и работай) при разработке и тестировании
- Упреждающая информация от распределительных подстанций для всех заинтересованных сторон
- Снижение затрат на монтаж и эксплуатацию

Решения Siemens в области интеллектуальных систем автоматизации подстанций всегда выполняются в соответствии со специфическими требованиями каждого заказчика. Использование стандартных компонентов позволяет системе развиваться во всех направлениях. Решения Siemens предлагают полностью интегрированный и автоматизированный подход к эксплуатации подстанций в нормальных и аварийных ситуациях. Система является гибкой и открытой для дальнейшей модернизации, облегчая развитие подстанций с одновременной интеграцией новых функций интеллектуальных сетей.

См. гл. 6, стр. 254

## Интегрированный мониторинг состояния подстанции (ISCM)

Интегрированный мониторинг состояния подстанции - это модульная система для мониторинга всех действующих компонентов подстанции, начиная от трансформаторов и распределительных устройств до воздушных линий электропередач и кабелей. Основанная на известных и проверенных устройствах телеметрии и автоматизации подстанций, ISCM предоставляет комплексное решение, отлично подходящее к условиям подстанции. Она постепенно интегрируется в уже существующую коммуникационную инфраструктуру и отображает текущую информацию от станций и управляющего центра.

См. гл. 10.1.3, стр. 488.

## Коммуникационные решения

Новый этап в электроэнергетике характеризуется сочетанием как централизованной, так и децентрализованной генерации электроэнергии, что требует реверсивного потока энергии, включая энергию от «умных» домов и жилых районов, где потребители становятся «злоупотребляющими». Ключевая предпосылка для этой парадигмы это однородная прямая связь между конечными пунктами, которая обеспечивает достаточную пропускную способность для всех элементов сети.

Телекоммуникационные системы для силовых линий электропередачи имеют длинную историю в электроэнергетической промышленности. На сегодняшний день в магистральных сетях почти все подстанции интегрированы в общую сеть передачи данных, что позволяет обеспечить онлайн-мониторинг и контроль с помощью системы управления энергопотреблением (EMS).

В распределительных сетях ситуация немного другая. В то время как высоковольтные подстанции чаще оборудованы цифровой связью, информационно-коммуникационная инфраструктура на нижних распределительных уровнях очень слаба. В большинстве стран менее, чем 10% трансформаторных подстанций и блоков кольцевых магистралей (RMU) могут контролироваться и управляться удаленно.

Коммуникационные технологии продолжают быстро развиваться последние несколько лет, и Ethernet стал утвержденным стандартом в секторе электроснабжения. Международные стандарты связи, такие как IEC 61850, в дальнейшем облегчат обмен данными между различными партнерами по системе связи. Тем не менее, последовательные интерфейсы продолжают играть роль в малых системах.

Из-за демополизации рынка электроэнергии, разделения организационной структуры с вертикальной интеграцией, резкого увеличения децентрализованного производства энергии и растущей потребности в применении интеллектуальных сетей, требования к коммуникациям быстро возрастают. Это касается не только увеличенной пропускной способности, но и также новыми требованиями интеллектуальных сетей, такими как интеграция RMU и частных домов в энергосистему общего пользования.

Для этих сложных коммуникационных требований Siemens предлагает индивидуальные и эффективные коммуникационные сетевые решения для оптоволоконных, силовых линий и беспроводных устройств, основанных на стандартах энергетической промышленности.

Важный элемент в создании и эксплуатации интеллектуальной сети это всеобъемлющая, непрерывная связь, обладающая достаточной пропускной способностью и совместимостью с IP/Ethernet. Сети такого типа в конечном итоге должны быть проведены к индивидуальным потребителям, которые будут интегрированы в них посредством системы интеллектуального учета. Непрерывная сквозная связь помогает удовлетворить требованиям online контроля всех компонентов сети и, кроме всего прочего, создает возможности для развития новых бизнес-моделей для системы интеллектуального учета и интеграции распределенной генерации электроэнергии.

См. гл. 8, стр. 434

## Система управления распределительными сетями (DMS)

На сегодняшний день система управления распределительными сетями характеризуется применением ручных операций, основанных на опыте персонала. Используя систему управления распределительными сетями (DMS), возможно создать интеллектуальную, самовосстанавливающуюся сеть путем внедрения следующих улучшений:

- Снижение вероятности появления и продолжительности перебоев в работе за счет продвинутой системы локализации сбоя и алгоритмов реконфигурации сети
- Минимизация потерь за счет улучшенного мониторинга
- Оптимальное использование активов посредством регулирования спроса и распределенной генерации электроэнергии.
- Снижение затрат на техническое обслуживание за счет онлайн мониторинга

Интеллектуальное управление распределительными сетями это один из ключевых факторов для достижения высоких целей интеллектуальных сетей.

См. гл. 7.1, стр. 396 и гл. 7.2, стр. 412.

## Система автоматизации и защиты распределительной сети

Предпосылки для комплексной автоматизации и модель защиты определяют требуемый уровень автоматизации и функциональности распределительных подстанций и RMU. Возможно различие между RMU в одной распределительной сети или одном присоединении из-за различий в основном оборудовании или работоспособности связи. Тем не менее, при наличии или отсутствии ограниченного коммуникационного доступа, еще может быть реализован соответствующий возможный уровень автоматизации и функциональности интеллектуальной сети. Следующие уровни автоматизации могут выступать в качестве решения проблемы для модернизации сети на пути к реализации интеллектуальной сети.

### Локальная автоматизация (без систем связи)

- Секционный разъединитель (с автоматическим восстановлением после сбоя путем использования последовательных переключений).
- Регулятор напряжения (автоматическое регулирование напряжения для протяженных фидеров).
- Блок управления устройством АПВ (автоматическое повторное включение выключателей ВЛ).

### Только мониторинг (односторонняя связь с распределительной подстанцией или центром управления)

- Механизм передачи сообщений (например, индикаторы коротких замыканий с односторонней связью с распределительной подстанцией или центром управления для быстрого определения места повреждения).

### Управление, мониторинг и автоматизация (двухсторонняя связь с распределительной подстанцией или центром управления)

- Дистанционный датчик распределительной автоматики (DARTU) с мощной связью и соответствующим уровнем автоматизации применим для выполнения следующих функций интеллектуальных сетей, в частности:
  - Автоматизированные режимы по восстановлению нормальной работы
  - На узловой станции для применения в области качества электроэнергии
  - Накопитель данных для интеллектуальных систем учета
  - На узловой станции для децентрализованной генерации энергии
  - На узловой станции для применения в области регулирования спроса

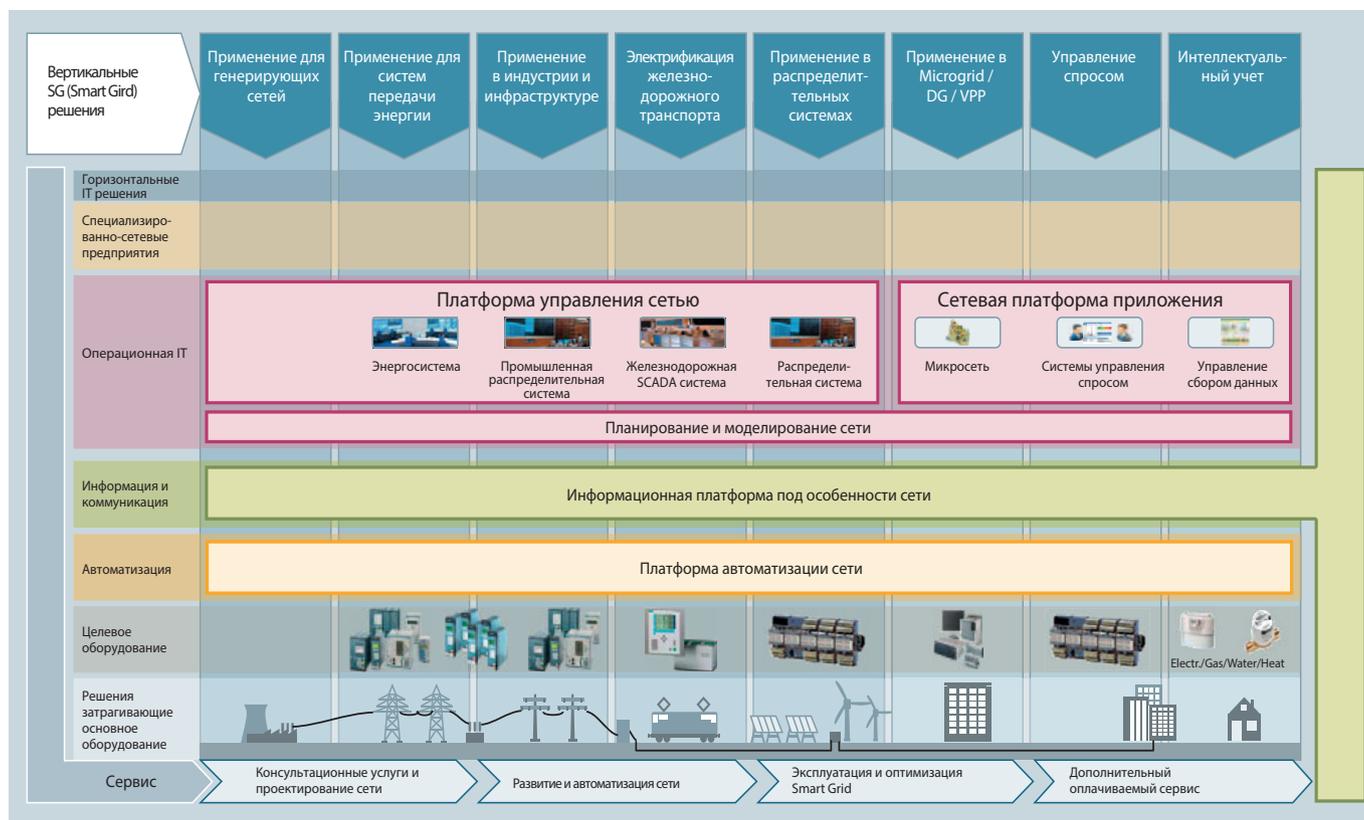


Рис. 1-5: Siemens представляет свой набор услуг для интеллектуальных сетей Smart Grid Suite. Smart Grid Suite включает в себя все необходимое для интеллектуальных сетей: аппаратное и программное обеспечение, IT-решения и сервис для развития интеллектуальных сетей. Это относится не только к электроэнергетическим сетям, но также к газовым сетям, водоснабжению и сетям центрального отопления. Решения Siemens также включают в себя сети электроснабжения для электрификации железнодорожного транспорта.

*Защита, управление, мониторинг и автоматизация (двухсторонняя связь с распределительной подстанцией или центром управления)*

- Блок управления устройством АПВ для воздушных линий электропередач в сочетании с АПВ выключателей с расширенными функциями защиты, с перспективными средствами связи и автоматизации

Для выполнения всех этих требований в системе автоматики питающих линий в интеллектуальных сетях, необходим модульный подход к защитному, контрольному и коммуникационному оборудованию. Siemens предлагает полный набор решений для каждого уровня интеллектуальной сети:

- Надежное основное и вспомогательное оборудование для устойчивой работы при наружной установке
- Гибкие блоки управления вводом/выводом, адаптированные к специфическим требованиям RMU, например, непосредственное управление выключателями с моторным приводом и получение данных с датчиков RMU
- Оптимизированные CPU (центральные процессоры) с расширенными функциями автоматизации и защиты для обеспечения безопасного и надежного электроснабжения, с автоматизированными функциями восстановления системы и удобным удаленным доступом
- Надежные источники (аварийного) питания для питания всех компонентов RMU, например для работы привода коммутационной аппаратуры, работы системы отопления компонентов, используемых для наружного применения или поддержания работы блока управления и модуля связи
- Перспективная высокоскоростная передача данных между различными инфраструктурами, например, GPRS-/GSM модем, волоконно-оптические системы и ВЧ связь по ЛЭП.

- Многоканальные проколы связи, такие как МЭК (IEC) 61850 и DNPi для возможности связи RMU с распределительной станцией, центром управления и с конечным потребителем.
- Функция модульного, стабильного управления для соответствия специфическим требованиям интеллектуальных сетей, таких как определение и локализация места повреждения, функции быстрого действия АПВ после повреждения, регулирование напряжения и потокораспределения и многое другое.
- Удобные в использовании, мощные технические средства с полной интеграцией их в технологический процесс системы автоматизации распределительной сети для максимально эффективного повторного использования данных.
- Открытые интерфейсы для всех компонентов системы, позволяющие внедрение других приложений. Другими словами, система, которая оборудована для дальнейшей модернизации интеллектуальной сети.

Для управления этими задачами в глобальной перспективе крайне важно полностью осознавать общую структуру распределительных сетей: основное и вспомогательное оборудование, уровни напряжения (начиная от высокого и среднего, до низкого напряжения), компоненты внутренней и наружной установки, а также множество местных нормативных актов и правил. Большая польза получается от использования гибких компонентов из одной функциональной линейки для различных устройств автоматики питающих линий. Siemens обеспечивает это и многое другое, используя свой обширный ассортимент Системы Автоматизации Энергетических Систем с расширенными возможностями, который превращает мечту об интеллектуальных сетях в реальность.

## Распределенные источники энергии (DER)

Введение распределенных источников энергии открывает совершенно новую концепцию - виртуальная электростанция. Виртуальная электростанция соединяет множество маленьких станций в общий энергетический рынок совершенно новым образом. Это делает возможным использовать такие каналы сбыта, которые не были бы доступны отдельным станциям. Соединенные вместе в одну сеть, электростанции могут работать гораздо эффективнее, а значит и более экономично, принося выгоду организациям, эксплуатирующих распределенные генерирующие станции.

В виртуальной электростанции система децентрализованного управления производством электроэнергии и связь с генераторным оборудованием играют особую роль, и, благодаря продуктам Децентрализованная система управления производством электроэнергии (DEMS) и блоку управления распределенными источниками энергии (DER controller) контроллеру, эффективно реализуются. Центральным элементом (узлом) является DEMS, который позволяет осуществлять интеллектуальную, экономичную и экономически приемлимую связь с распределенными источниками энергии. DER controller облегчает связь и специально выполнен в соответствии с требованиями распределенных источников энергии.

См. гл. 7.2.2, стр. 428.

## Децентрализованная система управления производством электроэнергии (DEMS)

DEMS, являющаяся ядром виртуальной электростанции, в равной степени подходит для систем собственных нужд, промышленной эксплуатации, организаций, эксплуатирующих функциональные объекты, энергетически независимых районов, регионов и обслуживающих энергосетевых организаций. DEMS использует три инструмента: прогнозирование, оперативное планирование и оптимизация в режиме реального времени - для оптимизации мощности. Инструмент прогнозирования прогнозирует электрические и тепловые нагрузки, например в виде функции зависимости от погоды и времени суток. Прогнозирование генерации энергии от возобновляемых источников энергии также очень важно и базируется на прогнозах погоды и индивидуальных характеристиках станции. Краткосрочное планирование для оптимизации эксплуатационных расходов всего установленного оборудования должно предварительно соответствовать техническим и установленным договором условиям каждые 15 минут в течении максимум одной недели. Рассчитанный план минимизирует расходы на производство электроэнергии и эксплуатацию, по мере того как DEMS управляет экономической эффективностью и соответствует экологическим требованиям.

См. гл. 7.2.2, стр. 428.

## Решения для систем интеллектуального учета

Автоматизированная измерительная и информационная система (AMIS) непрерывно записывает данные по энергопотреблению каждого конкретного потребителя, и в дальнейшем потребители смогут получать детальную информацию о своем потреблении энергии. Эксперты оценивают, что использование интеллектуальных счетчиков может сэкономить до 7 ТВт\*час электроэнергии или около 2% от общего потребления. Для расширения интеллектуальных сетей Siemens разработал решение для таких сетей, основанное на системе AMIS, которая обеспечивает как интеллектуальное измерение, так и автоматизацию распределительной системы. Кроме того, компания Siemens впервые внедрила в этом приложении функции автоматизации анализа качества энергии и мультимедиа. Например, моментальная оценка мощности - это первое в мире приложение для интеллектуальных сетей, которое обеспечивает синхронизацию информации о состоянии сети, получаемой от интеллектуальных счетчиков AMIS. Также эту информацию дополняют данные о качестве энергии, с помощью которых можно повысить бесперебойность и надежность работы

сети. Также доступны открытые интерфейсы для планшетных компьютеров и смартфонов, с помощью которых графически могут быть отражены данные о потреблении и качестве энергии. С момента, как Siemens приобрел eMete, MDM компанию в Калифорнии, в январе 2012 года, Система управления данными измерений (MDM) EnergyIP также стала частью решений для интеллектуальной сети.

См. гл. 10.3, стр. 494.

Нет сомнений в том, что будущее принадлежит интеллектуальным сетям, и становится очевидно, что производство электроэнергии значительно изменится с момента реализации интеллектуальных сетей. Большие электростанции будут продолжать обеспечивать базовую генерацию, но будут также появляться возобновляемые источники энергии, которые будут вызывать соответствующие изменения в сети. В недалеком будущем станет возможным удобное промежуточное хранение временного избытка энергии в сети с помощью электрических двигателей и стационарных накопительных модулей. Датчики и интеллектуальные счетчики будут включать и выключать эти модули, гарантируя эффективность управления нагрузкой. Начиная с генерации на морских ВЭС и до передачи данных интеллектуальных счетчиков в домах, Siemens является одним из мировых лидеров по поставке продукции, систем и технологий для интеллектуальных сетей.

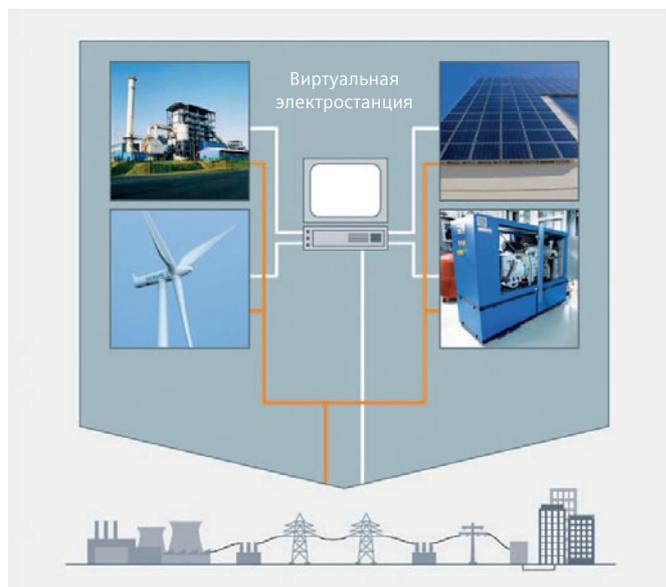


Рис. 1-6: В виртуальной электростанции система децентрализованного управления производством электроэнергии и связь с генераторным оборудованием играют особую роль, и, благодаря продуктам Децентрализованная система управления производством электроэнергии (DEMS) и блоку управления распределенными источниками энергии (DER controller), эффективно реализуются.