

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



**«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» X ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР
ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE X INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**

Нұр-Сұлтан, 2022

УДК 656/621.31
ББК 39/31
А43

Редакционная коллегия:

Председатель – Мерзадинова Г.Т., Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: X Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 17 марта 2022 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2022. – 597с.

ISBN 978-601-337-661-5

В сборник включены материалы X Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 17 марта 2022 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



© ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, 2022

Сборник докладов XV научнотехнической конференции по релейной защите и автоматике энергосистем. – М., 2002. – С. 162–163.

6. Семенов О.Ю. Параметры электромагнитной совместимости технических средств при ненормированных показателях качества электроэнергии / Иванова Е.В., Иванов М.Н., Спирёв С.М., Толашко Т.А., Иванов Д.М., Семенов О.Ю. // III Всероссийская научно-практическая конференция Север России: стратегии и перспективы развития: материалы III Всерос. науч.–практ. конф.: в 3 т. – Сургут. гос. ун-т. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2017. – Т. II. – С. 248–250.

7. Интернет ресурс: <https://www.esri.com/library/brochures/pdfs/gis-sols-for-power-generation.pdf>

8. Интернет ресурс: https://www.ripublication.com/irph/ijert_spl/ijertv6n6spl_06.pdf

9. Интернет ресурс: <https://www.tdworld.com/smart-utility/article/20973162/the-future-of-gis-part-4-to-the-geospatial-future-and-beyond>

10. Интернет ресурс: World Energy Outlook 2019 www.iea.org/weo

11. Интернет ресурс: <https://www.power-technology.com/projects/waigaoqiao-power-station-shanghai/>

12. Интернет ресурс: <https://hydrogeneurope.eu/fuel-cell-and-hydrogen-joint-undertaking-fch-ju>

13. Интернет ресурс: https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0312_002.html

14. Интернет ресурс: <https://www.hydrogen.energy.gov>

15. Интернет ресурс: <https://www.globalsyngas.org/resources/world-gasification-database/apport-arthur-hydrogen-plant-i>

16. Интернет ресурс: <https://www.nrcan.gc.ca/science-and-data/funding-partnerships/funding-opportunities/current-investments/shell-canada-energy-quest-project/18168>

17. Интернет ресурс: <https://www.cslforum.org/cslf/Projects/Tomakomai>

18. Интернет ресурс: <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/hydrogen-energy-supply-chain-pilot-project>

19. Интернет ресурс: https://unece.org/sites/default/files/2021-01/RUSUNECE_14.11.20.pdf

УДК 62-5; 620.91

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИЙ

Алиев Асхат Калимжанович

askhataliyev13@gmail.com

докторант кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Глазырин Сергей Александрович

glan-sergey@yandex.ru

доцент кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Бимурзина Зарина Аскарвна

bimurzina_z@mail.ru

инженер отдела перспективного развития АО «Астана-Энергия», Нур-Султан, Казахстан

1. Проблемы автоматизации и способы их преодоления.

1.1 Проблема «Умных» городов.

В настоящее время большая часть населения мира живет в растущих городах, руководство большинства которых придерживается инициативных, рациональных подходов к управлению городской инфраструктурой с использованием интегрированной сети датчиков и анализа данных. В центре внимания администраций более продвинутых «умных» городов – повышение качества жизни, конкурентоспособности и устойчивости развития.

Солнечно-ветровая энергетика находится на пересечении этих целей, поскольку способствует снижению загрязнения окружающей среды и выбросов углекислого газа и повышению устойчивости энергосетей, обеспечивая при этом экологически чистую мобильность, развитие экономики и рост бизнеса.

«Умные» города, использующие возобновляемую энергию, получают преимущества от такой взаимосвязи. Крупнейшие из них добиваются этого путем трансформации существующей инфраструктуры, а недавно созданные – посредством выстраивания ее с нуля.

Первое поколение «умных» городов нулевого цикла подвергалось критике. Их называли «городами-призраками», поскольку в таких проектах технологиям уделялось больше внимания, чем жителям.

1.2 Рассредоточение – как способ решений вопросов автоматизации.

- **Распределенная генерация** из возобновляемых источников (прежде всего фотоэлектрических солнечных) снижает спрос в солнечные часы дня.

- **Распределенное аккумулирование** хранит электрическую энергию локально для использования в пиковые периоды или в качестве резервного питания, выравнивая пики и спады спроса.

- **Энергоэффективность** позволяет снизить энергопотребление, предоставляя те же услуги, что снижает общий спрос.

- **Управление спросом** позволяет контролировать использование энергии в периоды пикового спроса и высоких цен, снижая пиковый спрос.

1.3 Распределенная генерация.

В большинстве случаев в настоящее время используется распределение генераций в форме солнечных PV крышных технологий. За счет этого цены на бытовые солнечные фотоэлектрические системы стали более доступными, что влияет на развитие распределенной генераций. В связи с этим односторонний поток электроснабжения не справляется с нуждами современной реалий.

Традиционная структура регулирования системы электроснабжения была разработана для ограниченного числа крупномасштабных централизованных генерирующих активов, подключенных к сети, по которой электричество передавалось потребителям, и делилось односторонним потоком энергии с различными стоимостями для различных типов потребителей.

При распределенной генерации, распределительные сети становятся активными, и электроэнергия течет в обоих направлениях, с большим количеством активных потребителей, участвующих в управлении и изменении профиля нагрузки, снижая спрос со стороны централизованной генерации. Требования, которые позволяют управлять потоком электроэнергии в режиме реального времени, включая пересмотренные роли сетевых операторов и надлежащие сетевые технологии, еще не полностью разработаны в большинстве стран.

Для потребителей солнечная энергия может быть привлекательным и экономичным вариантом, особенно в солнечных районах, где PV установки вырабатывают больше электроэнергии. Для системы в целом и для коммунальных услуг распределенная генерация может поставлять электроэнергию напрямую некоторому проценту потребителей и, в зависимости от состояния сетевой инфраструктуры, позволяет откладывать капитальные вложения на техническое обслуживание и модернизацию сетей и связанных с ними услуг, в периоды, когда они становятся менее экономичными.

1.4 Распределенное аккумулирование.

По мере появления новых мощностей возобновляемых источников энергии потребность в аккумулировании будет становиться все более острой.

Аккумуляция за счетчиком обеспечивает не только многочисленные функции системы, но и является эффективным способом дополнения пиковых электростанций.

Аккумулятор до сих пор не воспринимается, как актив и недостаточно интегрирован в процесс планирования, и, как следствие, нет ценовых сигналов для распределения

аккумуляции.

Некоторые вопросы перегрузки местного характера также могут быть решены на уровне распределения. Поэтому можно избежать некоторых возможных инвестиций в обновление сетевой инфраструктуры.

На системном уровне аккумуляция может быть реализована, и способно предоставлять услуги управления сетью (регулирование частоты, поддержка напряжения), сетевые услуги (адекватность ресурсов, снижение перенасыщений) и обслуживание потребителей (резервное питание, снижение платы за потребление).

2. Технологии возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

2.1 Энергоэффективность.

В странах Международного энергетического агентства (МЭА), инвестиции в повышение эффективности производственных процессов с 1990 года помогли уменьшить расходы на освещение более чем на 75%, которое заключалось в замене ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы и светодиоды. На данный момент в США бытовые устройства с маркировкой Energy Star EPA, подтверждающей их эффективность, составляют более 50%.

Но проблема, связанная с продолжительностью циклов замены приборов и оборудования, остается. В основном это происходит из-за технологических новшеств.

Программы переработки и сбыта, которые основаны на одобрении потребителями, приняты не полностью,

Несмотря на сложности, программы энергоэффективности имеют большое значение, так как снижение спроса в киловатт-часах – это самый доступный вариант. Энергоэффективность является экономически эффективным ресурсом и значительно дешевле, чем инвестиции в дополнительную генерацию (Рисунок 1).

2.2 Цифровизация

Для оптимизаций и управления сетью в реальном времени и сбора информации используются интеллектуальные счетчики, новые интеллектуальные датчики / IoT- датчики, сетевые системы дистанционного управления и автоматизации, а также цифровые платформы.

Устаревшее управление сдерживает развертку цифровых технологий. С развитием цифровизации большое значение имеет взаимодействие между цифровыми устройствами.

Нехватка технологических стандартов может тормозить развитие инфраструктуры или задерживать инновации.

Но формирование новой измерительной структуры связи дает хорошие возможности роста качества сервиса, внедряя интеллектуальные счетчики и различные системы обнаружения перебоев, что в свою очередь помогает ускорить дальнейшее внедрение.



Источник: Lazard "Levelized Cost of Energy Analysis 9.0", ACEEE "Best Value for America's Energy Dollar", LBL "The Total Cost of Saving Electricity", Greentech Media

Рисунок 1 - График энергоэффективности

2.3 Геоинформационные технологии

ГИС позволяет эффективно управлять информацией о распределении электроэнергии для потребителей и других данных, для улучшения процесса принятия решений и лучшего управления инфраструктурой. Так и для анализа и решения проблемы проектирования системы электроснабжения, для автоматизаций процессов и обеспечение высокого качество обслуживания, перестройки проектов в электросетях.

Для расширения возможности ГИС, нужно соблюдать новым требованиям со стороны компаний, на более точное моделирование базовых активов, отслеживаемыми в ГИС. Моделирование активов должно быть близко к существующим на местах, а не их абстрагированы в ГИС. На базовом уровне они зависят от точной и подробной геопространственной сети и информации об активах.

ГИС используется для планирования и мониторинга ресурсов выработки электроэнергии. Сложный пространственный анализ полезен для определения оптимального потенциала генерации, разработки сценариев «что если», изучения воздействия на окружающую среду и управления активами объекта. ГИС используется для пространственного анализа перегрузки сети, рассмотрения возможностей роста использование возобновляемых источников энергии.

Энергетические компании могут разумно планировать, строить, контролировать и управлять своими сетями передачи, используя технологию ГИС.

3. Препятствий и решений энергетической инфраструктуры некоторых развитых стран

Например, в Италии с начала разработок солнечных фотоэлектрических и ветровых проектов мощность VRE выросла в течение пяти лет в 5 раз. В основном она была установлена в южных регионах, в то время как основные центры нагрузки остаются в городах среднего севера страны. Это изменило схемы потока энергии и привело к перенасыщению и недоотпуску электроэнергии.

Повышение динамической пропускной способности линий (DLR) внесло значительный вклад в снижение недоотпуска электроэнергии из-за ограничений передачи. Повышение DLR - это относительно недорогая мера с коротким сроком реализации, которая сыграла важную роль в значительном сокращении уровней недоотпуска электроэнергии до 1-2% в Италии за очень короткий период. С тех пор такие уровни практически не изменились благодаря другим мерам, таким как развитие магистральных ЛЭП и постоянное развитие интеллектуальных сетей.

Кроме поддержки растущего количества распределенной солнечной PV генерации, которая требует активного управления сетью, проект «умной сети» также должен предусматривать в краткосрочной перспективе поэтапный отказ от крупных угольных электростанций, которые остаются в эксплуатации, для регулирования напряжения в энергосистеме региона. В этом контексте синхронные компенсаторы сократили количество станций, считавшихся необходимыми для безопасности энергосистемы, сэкономяв большое количество денежных средств.

Также в Германии расширение связей между энергосистемами различных областей снижает резервные требования. Ранее резервы закупались четырьмя немецкими TSO – системный оператор магистральных сетей отдельно, что в итоге приводило к одновременной активации резервов в противоположных направлениях (положительное/отрицательное). Немецкое сотрудничество в рамках сетевого кодекса решило эту проблему, что привело к созданию общего рынка контрольного резерва, где участники торгов могут предлагать свою продукцию во всех зонах TSO. Резервные требования и цена снизились, а мощность VRE увеличилась почти на 50 ГВт за тот же период. Кроме того, изменения в сетевом кодексе страны позволили интегрировать больше возобновляемых источников энергии при сохранении надежности энергосистемы. Из-за большого количества фотоэлектрических проектов в распределенной сети (70% от общего числа) в германском сетевом кодексе есть специальные положения, касающиеся требований к реактивной мощности в низковольтных распределительных сетях, а также частотных отклонений, которые могут вызвать лавинообразный эффект из-за одновременных отключений всех фотоэлектрических систем (пресловутая проблема с частотой 50,2 Гц). В связи с этим были введены стимулы для модернизации старых установок.

Быстрое внедрение VRE в течение последнего десятилетия в Китае сопровождалось значительными недоотпусками электроэнергии. Тем не менее, ряд мер позволил учесть растущие доли солнечной и ветровой энергии, в результате чего значительно снизились уровни сокращения. Сокращение уровня недоотпуска электроэнергии в регионах Китая. Как и во многих других странах, проекты ветрогенерации расположены вдали от центров нагрузки. Кроме того, в тех же регионах, где развивалась ветрогенерация, остальная часть выработки электроэнергии обеспечивалась негибкими угольными электростанциями (ТЭЦ), на которые приходится значительная доля тепловой и электрической энергии. Эти агрегаты имеют решающее значение для подачи тепла в зимний период и, следовательно, работают на высоких эксплуатационных уровнях в течение сезона (минимальная нагрузка составляет 70%). Уровень недоотпуска электроэнергии на ветряных электростанциях снизился до 7% в 2018 году с 13% в предыдущем году, в то время как на солнечных PV станциях он снизился до 3% с 5,8% за тот же период. Негибкость угольных электростанций представляет очень ограниченные возможности для развития VRE генерации. Из-за этого китайское правительство модернизировало старые угольные электростанции, чтобы уменьшить минимальные уровни нагрузки. Это оказалось наиболее выполнимым подходом для добавления гибкости в краткосрочной перспективе из-за более низких сроков и более низких затрат по сравнению с инвестициями в газовые турбины с открытым циклом или 67 гидроаккумулирование, среди других вариантов. Китай с 2016 года также запустил динамическую (ежегодную) систему оповещения о рисках, чтобы предотвратить дальнейшее развитие ветрогенерации в местах, с сетевыми ограничениями, до тех пор, пока не будут приняты необходимые меры, перенаправляя инвестиции туда, где сеть готова поместить дополнительную переменную генерацию

4. Выводы

Успешный переход к эффективной организации автоматизаций ВИЭ требует должного рассмотрения трех ключевых аспектов: технического, экономического и институционального. Приоритет будет отдаваться улучшению координации между операторами сетей передачи и распределения электрической энергии. Во многих странах мира идет активный процесс

создания политических, рыночных и регулирующих условий, а также установление практики планирования и функционирования энергетических систем, которые ускоряют инвестиции, инновации и использование интеллектуальных, эффективных, надёжных и экологически безопасных технологий. Для обеспечения согласованной работы различных типов источников генерации, систем передачи и распределения энергии, систем управления спросом, устройств хранения энергии и других систем ключевое значение имеет комплексное планирование. Также важным аспектом на пути автоматизаций является пересмотр и повышение роли аккумулирования. Стоит отметить, что интеллектуальные датчики и счетчики позволяет не только получать данные состояний ВИЭ, но и собирать статистику и вести анализ для дальнейшего усовершенствование энергетической системы.

Одной из проблем, с которыми в настоящее время сталкиваются многие страны в своем стремлении к крупномасштабному использованию возобновляемых источников энергии, является нехватка квалифицированных технических кадров для изготовления, монтажа, эксплуатации и технического обслуживания технологий ВИЭ.

При этом известно о довольно небольших инициативах по обучению и подготовке техников в области технологий ВИЭ для работ по установке, эксплуатации и обслуживанию систем возобновляемых источников энергии.

И обучение специалистов по контролю за изготовлением и установкой и т.д. технологий использования возобновляемых источников энергии и механики для фактической работы в цехах и для обеспечения ремонта и технического обслуживания крайне необходимо для устойчивого развития и распространения новых энергетических технологий.

Основные решения в результате проведенной работы:

- Создание и развитие действительной технологической основы по использованию ВИЭ;
- Анализ возможных методов к проведению гармонизации технологических принципов государств;
- Формирование общей информационной зоны в области применения ВИЭ;
- Исследование и расширение международного опыта;
- Доступ к статистическим данным для всех заинтересованных государств;

База геоданных ГИС является ключевым компонентом для поддержки и управления точными данными об активах передачи, такими как подстанции, линии и связанные структуры. ГИС используется для оценки уровней надежности энергосистемы и составления планов для повышения надежности, соблюдения требований соответствия, определения местоположения и управления коридорами передачи, инвентаризации и планирования технического обслуживания в пути, а также анализа роста нагрузки или изменений формы нагрузки или нагрузки на мощности подстанции.

Список использованных источников

1. Пантелеев В.И. Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах: монография / В.И.Пантелеев, Л.Ф. Поддубных. – Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2009. С. 194.
2. Денчик Ю.М. Повышение качества функционирования линий электропередачи / Ю.М. Денчик, М.Н. Иванов, Г.А. Данилов, Г.В. Ситников; под ред. В.П. Горелова, В.Г. Сальникова. – Новосибирск: НГАВТ. 2013. С. 559.
3. Клецель М.Я. Проблемы релейной защиты и автоматики энергосистем / М.Я. Клецель // Вестник союза инженеров энергетиков. – Алматы. 2003. № 1. С. 4–6.
4. Иванова Е.В. Электромагнитные помехи в электроэнергетических системах / Е.В. Иванова; под ред. В.П. Горелова и Н.Н. Лизалека. – Новосибирск: НГАВТ. 2006. С. 432.
5. Арцишевский Я.Л. Мероприятия по обеспечению ЭМС микропроцессорных устройств РЗА при техпервооружении действующих энергообъектов / Я.Л. Арцишевский [и др.] //

Сборник докладов XV научнотехнической конференции по релейной защите и автоматике энергосистем. – Москва. 2002. С. 162–163.

6. Семенов О.Ю. Параметры электромагнитной совместимости технических средств при ненормированных показателях качества электроэнергии / Иванова Е.В., Иванов М.Н., Спирёв С.М., Толашко Т.А., Иванов Д.М., Семенов О.Ю. // III Всероссийская научно-практическая конференция Север России: стратегии и перспективы развития: материалы III Всерос. науч.–практ. конф.: в 3 т. – Сургут. гос. ун-т. – Сургут: ИЦ СурГУ. 2017. – Т. II. – С. 248–250.

7. Интернет ресурс: <https://www.esri.com/library/brochures/pdfs/gis-sols-for-power-generation.pdf>

8. Интернет ресурс: https://www.ripublication.com/irph/ijert_spl/ijertv6n6spl_06.pdf

9. Интернет ресурс: <https://www.tdworld.com/smart-utility/article/20973162/the-future-of-gis-part-4-to-the-geospatial-future-and-beyond>

10. Интернет ресурс: World Energy Outlook 2019 www.iea.org/weo

11. Интернет ресурс: <https://www.power-technology.com/projects/waigaoqiao-power-station-shanghai/>

12. Интернет ресурс: <https://hydrogeneurope.eu/fuel-cell-and-hydrogen-joint-undertaking-fch-ju>

13. Интернет ресурс: https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0312_002.html

14. Интернет ресурс: <https://www.hydrogen.energy.gov>

15. Интернет ресурс: <https://www.globalsyngas.org/resources/world-gasification-database/ap-port-arthur-hydrogen-plant-i>

16. Интернет ресурс: <https://www.nrcan.gc.ca/science-and-data/funding-partnerships/funding-opportunities/current-investments/shell-canada-energy-quest-project/18168>

17. Интернет ресурс: <https://www.cslforum.org/cslf/Projects/Tomakomai>

18. Интернет ресурс: <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/hydrogen-energy-supply-chain-pilot-project>

19. Интернет ресурс: https://unece.org/sites/default/files/2021-01/RUSUNECE_14.11.20.pdf

УДК 621.1

ВОЗМОЖНОСТИ КОНЦЕПЦИЙ SMART GRID ДЛЯ РЕШЕНИЙ НЫНЕШНИХ ЗАДАЧ ЭНЕРГЕТИКИ

Алиев Асхат Калимжанович
askhataliyev13@gmail.com

Докторант транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Smart Grid – это электрическая сеть с системами автоматизации, связи и интернет-технологий, которые могут отслеживать потоки энергии от точек генерации к точкам потребления (даже на уровне бытовых приборов) и контролировать энергию или уменьшать нагрузку, чтобы соответствовать норме в режиме реального времени. Умные сети могут быть реализованы за счет внедрения эффективных систем передачи и распределения, системных операций, интеграции потребителей и интеграции возобновляемых источников энергии. Решения для интеллектуальных сетей помогают отслеживать, измерять и контролировать потоки электроэнергии в режиме реального времени, что может способствовать выявлению потерь и, таким образом, могут быть предприняты соответствующие технические и управленческие действия для исправления сбоев и нарушений.

Суть энергетической системы, построенной на принципах smart-grid, состоит в том, что она передает не только энергию, но и информацию.

Для потребителя это получения ряда возможностей: