

«Smart Grid» - новая идея или логичное развитие систем электроснабжения?

Задача создания и развития интеллектуальной энергетики, по словам некоторых специалистов, приближается по своим масштабам и значению к плану ГОЭЛРО, так как стратегическим образом формирует электроэнергетический базис национального хозяйства России в новом, как это модно сейчас говорить, постиндустриальном формате, свойственном реалиям научно-технического развития XXI века.

Сейчас, якобы, в мировой электроэнергетике происходит «гонка инновационных технологий», по аналогии с «гонкой вооружений» в дни холодной войны, и по своему значению – такая же важная.

А может всё идёт естественным путём и незачем делать из этого выдающееся событие?



*«К кому-то принесли от мастера Ларец.
Отделкой, чистой Ларец в глаза кидался;
Ну, всякий Ларчиком прекрасным любовался.»*

«Просил бы обратить внимание на идею создания так называемых интеллектуальных сетей!».

Работа уже ведется — отrapортовал О. Бударгин — «Мы будем не просто видеть все и управлять всем. Это борьба с потерями, это энергоэффективность, это надежное электроснабжение. Мы уйдем от рисков».¹

Сколько конкретно денег необходимо будет на создание «интеллектуальной сети» и каким будет экономический эффект в масштабе всей энергосистемы, представитель ФСК не уточнил. Но сообщил, что деньги на эти цели компания уже заложила в инвестпрограмму 2010 — 2012 гг. (общий объем программы — 519 млрд руб.).²

Что же это за чудо такое, «Smart Grid», экономический эффект от которой не известен, но инвестиции уже заложены и, по-видимому, немалые?

*«Вот входит в комнату механики мудрец.
Взглянув на Ларчик, он сказал: "Ларец с секретом,
Так; он и без замка;
А я берусь открыть; да, да, уверен в этом;»*

- «Умные сети» Холдинга МРСК: 3 года успешной реализации.»
- «Умные» сети изменят привычный облик энергорынка.»
- «Smart Grid» требует создания новых управляющих систем.»

¹ www.premier.gov.ru

² <http://www.smartgrid.su/2010/02/18/umnaya-set/>

Как громко и внушительно: «Smart Grid» - «Умные сети»! А что раньше сети были «глупыми»? Теперь начали «умнеть»? Или мы хотим всем миром (читай государством на основе собранных налогов) заставить сети электроснабжения «поумнеть»?

Разберёмся в терминологии.

Начнём с определения. Грид — вычисления (англ. grid — решётка, сеть) — это форма распределённых вычислений, в которой «виртуальный суперкомпьютер» представлен в виде модулей, соединённых с помощью сети, работающих вместе для выполнения заданий.

Итак, вот основа: нужно, чтобы слабосвязанные звенья начали участвовать в процессе управления! Появляется первичное осознание предмета рассуждения! А что об этом думают специалисты? Возьмём, к примеру, кандидата технических наук, эксперта комитета ТС-94 Международной электротехнической комиссии (МЭК) В. И. Гуревича.³ Да не обидится на меня автор интервью, надеюсь, он и высказывал своё мнение для разворачивания дискуссии.

«Первые применения этого термина на Западе были связаны с чисто рекламными названиями специальных контроллеров, предназначенных для управления режимом работы и синхронизации автономных ветрогенераторов (отличающихся нестабильным напряжением и частотой) с электрической сетью. Потом этот термин стал применяться, опять-таки, как чисто рекламный ход, для обозначения микропроцессорных счетчиков электроэнергии, способных самостоятельно накапливать, обрабатывать, оценивать информацию и передавать ее по специальным каналам связи и даже через Интернет. Причем, сами по себе контроллеры синхронизации ветрогенераторов и микропроцессорные счетчики электроэнергии были разработаны и выпускались различными фирмами еще до появления термина «Smart Grid». Это название возникло намного позже, как чисто рекламный трюк для привлечения покупателей и вначале использовалось лишь в этих областях техники. В последние годы его использование расширилось на системы сбора и обработки информации, мониторинга оборудования в электроэнергетике.»

Ну, сопрягли ветрогенераторы с сетью, включили их в систему электроснабжения, денег экономили, молодцы. А что здесь чудесного инновационного и удивительного? Позволю себе немного отойти от темы...

«Не смейтесь так исподтишка!

Я отыщу секрет и Ларчик вам открою:

В механике и я чего-нибудь да стою.»

Много лет назад, а конкретнее в 1992 году ваш покорный слуга принимал в эксплуатацию технику. Акты писал «от руки», было холодно и голодно, зарплату не платили, а ходить было удобнее всего в резиновых сапогах...

А принимал он ЦОД, оборудованный системами обеспечения проводной и радиосвязи, автоматической системой кондиционирования и отопления, имеющий собственную систему бесперебойного (а если надо и автономного) электроснабжения со 100% резервированием. Состоял ЦОД из двух дублирующих друг друга вычислительных комплексов. Запас запасных частей позволял отремонтировать 90% оборудования. Техническая документация описывала каждый винтик и, (чудо) полностью соответствовала исполнению. (Что, современные ЦОДовцы, завидно?). Только вот стоял он там, куда, в общем-то только на моторной лодке можно доехать (ну, ещё вертолётом), и был НИКОМУ НЕ НУЖЕН!. Как потом (спустя 10 лет) выяснилось – и затащили его (и

³ <http://market.elec.ru/nomer/33/intellektualnye-seti-novye-perspektivy/>

меня заодно) просто по ошибке (а может и по умыслу (может систему NORAD нашу создавали) – теперь не узнать).

Это я тебя, дорогой читатель, подвожу к осмыслению работ классиков марксистско-ленинской философии (Не морщите носики – там полно трезвых мыслей!). А мысль, которую я хочу выковырять это одна из основных идей диалектического материализма: закон перехода количественных изменений в качественные. Позволю себе напомнить:

«Качество — это внутренняя определенность предмета, явление, которое характеризует предмет или явление в целом. Качество — это первая непосредственная определенность бытия. Количество есть определенность, «безразличная для бытия» — внешняя определенность вещи. Качество и количество не могут существовать вне зависимости друг от друга, так как любая вещь или явление определяется и качественной характеристикой и количественными показателями. «Демонстрацией» качественной и количественной определенности выступает мера, то есть соотношение показателей, своеобразное равновесие. Нарушение меры меняет качество и превращает одну вещь в другую, или одно явление в другое.»

«Переход количественных изменений за пределы меры (как интервала количественных изменений, в пределах которого сохраняется качественная определенность предмета) ведет к изменению качества предмета, то есть к его развитию. В этом и заключается закон перехода количества в качество — *развитие осуществляется путем накопления количественных изменений в предмете, что приводит к выходу за пределы меры и скачкообразному переходу к новому качеству.*»⁴

- Ого! – скажете вы.

- А какая же связь между ЦОДом в далёкой лесотундре и законами диалектики?

А вот такая: «КАЖДОМУ ОВОЩУ СВОЙ СЕЗОН!» Поясню: любое изменение чего-либо должно «созреть» внутри предыдущей ситуации, получить основу для развития и утверждения. Да, Советский Союз мог сконцентрировать силы и средства, мог добиться потрясающих результатов, но, чтобы это получило распространение и использование необходима СВОЕВРЕМЕННОСТЬ И ОБЪЕКТИВНАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ. Был мой ЦОД подключен к компьютерной сети, которая покрывала просторы нашей необъятной Родины. Но сеть эта активно не использовалась и работала не стабильно. Почему сейчас интернет такая массовая и полезная штука? Почему так широко распространён? Идеи британского учёного Тим Бернерс-Ли? Может Билла Гейтса? Нет, идеи не причём, просто объективное развитие элементной базы вычислительных систем и средств связи позволило создать надёжные каналы обмена информацией между вычислительными узлами. Связь – важная вещь издавна, и вот, материальная база позволила появиться интернету именно на рубеже XX и XI веков. Поэтому сейчас сеть есть у всех, и задёшево, а в 92-ом была у меня и задорого. Идеи компьютерных сетей с 60-х годов пытались реализоваться, сжирая огромные ресурсы. СССР, мог их реализовать на уникальных объектах, но это влекло за собой огромные расходы ресурсов. И... ни к чему не приводило. Налицо пренебрежение законами диалектики: элементная база не допускала массовости, что сводило на нет саму идею. Дождись формирования основы – потом действуй.

Вернёмся к нашим распределённым интеллектуальным сетям.

⁴ <http://filo-edu.ru/filoBasest4r4part2.html>

*«Вот за Ларец принялся он:
Вертит его со всех сторон
И голову свою ломает;
То гвоздик, то другой, то скобку пожимает.
Тут, глядя на него, иной
Качает головой;
Те шепчутся, а те смеются меж собой.»*

«В настоящее время Холдинг МРСК развивает энергетическое партнерство между Белгородом, где филиал ОАО «МРСК Центра» — «Белгородэнерго» несколько лет внедряет технологии Smart Grid, и городом Сан-Диего (США). Реализация в рамках партнерства концепции «интеллектуальных» электросетей позволит Холдингу МРСК и Белгородской области выйти на мировые стандарты энергоэффективности.»⁵

Как громко и многообещающе! А на самом деле? И что в этой области делаю соседи?

А вот что: Евросоюз разрабатывает концепцию «Европейская электрическая сеть будущего», США — направление Smart Grid («умные сети»). В бюджете Соединенных Штатов в 2011 году на эти цели было запланировано порядка \$ 4,5 млрд, а общий объем инвестиций оценивается в 19 млрд долл. Серьезно!

Теперь обратимся к мнению заместителя председателя правления ОАО «ФСК ЕЭС» В. И. Гуревича, изложенному в интервью⁶:

«Одной из задач новой стратегии является обеспечение перехода к активно-адаптивным сетям. Чем это продиктовано? Что принципиально отличает их от традиционной сетевой инфраструктуры?

- Сегодня в целом по отрасли отмечается общая тенденция к внедрению технологий «Smart Grid», также известных под термином «активно-адаптивная сеть». Методологически понятие активно-адаптивной сети включает в себя не только инновационное, дистанционно управляемое оборудование, но и информационные системы для оперативного и проактивного управления сетью.

Наряду с инновационными технологиями оборудования неотъемлемой частью активно-адаптивной сети являются компьютерные приложения, которые анализируют полученные данные и автоматически предлагают решения или реагируют на события. Аналитическое управление, базирующееся на применении компьютерных приложений, позволит нам сформировать самостоятельный подход к управлению интеллектуальной сетью – ситуационное управление сетью.»

«Как выстроена работа проектного офиса по реализации стратегии? Какие методики и подходы заложены в его деятельность? Как организованно взаимодействие с региональными подразделениями?

- В ходе разработки ИТ-стратегии было принято решение об организационных изменениях в структуре ОАО «ФСК ЕЭС», касающихся управления ИТ-проектами. В частности, на постоянной основе были закреплены менеджеры по автоматизации – от функциональных блоков до руководителей программ автоматизации. Кроме того, одобрено предложение по созданию в ОАО «ФСК ЕЭС» стратегического комитета развития информационных технологий и архитектурного комитета. Такая структура способствует более эффективной реализации новой ИТ-стратегии. Теперь программ-менеджер и функциональный заказчик инициируют новый либо изменяют существующий проект, совместно разрабатывают функциональные требования и предъявляют их куратору соответствующей программы по автоматизации. После согласования с

⁵ Московский Комсомолец № 25944 от 22 мая 2012 г.

⁶ Интервью с заместителем Председателя Правления ОАО «ФСК ЕЭС» Дмитрием Гуревичем 17.04.2012 fsk-ees.ru.

куратором составляются паспорт проекта, ТЭО, ТЗ и архитектура и проект выносятся на стратегических и архитектурный комитет для согласования и определения его стратегической значимости для ОАО «ФСК ЕЭС». Если проект согласован, выполняется корректировка программы автоматизации и инвестиционного бюджета, проводятся закупочные процедуры. И только по завершении данного структурированного процесса реализуется проект по автоматизации.»

Ну, прочитали? *Речь идет о обычной автоматизации, которая, конечно очень необходимая вещь при организации любого процесса.*

А каков взгляд на суть построения «Smart Grid» у коллег?

С точки зрения Министерства энергетики США, интеллектуальным сетям («Smart Grid») присущи следующие атрибуты⁷:

- способность к самовосстановлению после сбоев в подаче электроэнергии;
- возможность активного участия в работе сети потребителей;
- устойчивость сети к физическому и кибернетическому вмешательству злоумышленников;
- обеспечение требуемого качества передаваемой электроэнергии;
- обеспечение синхронной работы источников генерации и узлов хранения электроэнергии;
- появление новых высокотехнологичных продуктов и рынков;
- повышение эффективности работы энергосистемы в целом.

По мнению Европейской Комиссии, занимающейся вопросами развития технологической платформы в области энергетики, «Smart Grid» можно описать следующими аспектами функционирования⁸:

- *Гибкость.* Сеть должна подстраиваться под нужды потребителей электроэнергии.
- *Доступность.* Сеть должна быть доступна для новых пользователей, причём в качестве новых подключений к глобальной сети могут выступать пользовательские генерирующие источники, в том числе ВЭИ с нулевым или пониженным выбросом CO₂.
- *Надёжность.* Сеть должна гарантировать защищённость и качество поставки электроэнергии в соответствии с требованиями цифрового века.
- *Экономичность.* Наибольшую ценность должны представлять инновационные технологии в построении Smart Grid совместно с эффективным управлением и регулированием функционирования сети.

⁷ <http://www.oe.energy.gov/smartgrid.htm> (интернет-ресурс).

⁸ European SmartGrids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.

Paradigma shift: from centralized to decentralized energy supply

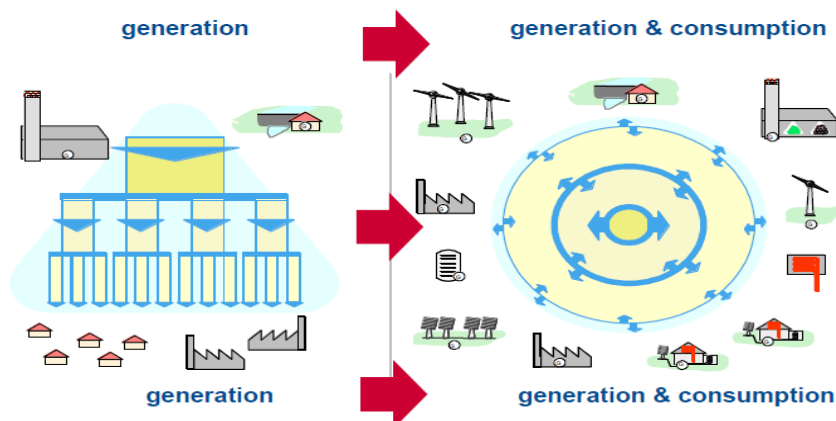


Рис. №1⁹

Итак, мы видим концептуальные определения интеллектуальной сети, указывающие на важную роль «Smart Grid» в дальнейшем технологическом, экономическом и экологическом развитии общества. Помимо решения задач снижения нагрузки на окружающую среду, уменьшения энергетического дефицита за счёт использования возобновляемых источников энергии, повышения качества и надёжности работы энергосистемы в концепциях «Smart Grid» прослеживается ещё один очень важный аспект: Реализация положений данной концепции будет подразумевать развитие инновационных технологий, расширение масштабов производства высокоинтеллектуальной продукции, *с привлечением в энергетику потребителей в качестве активных игроков рынка (возможность продавать электроэнергию, используя локальные генерирующие источники).*

В России идея «Smart Grid» в настоящее время выступает в качестве концепции интеллектуальной активно-адаптивной сети, которую можно описать следующими признаками¹⁰:

- насыщенность сети активными элементами, позволяющими ситуационно изменять топологические параметры сети;
- система сбора и обработки данных (программно-аппаратные комплексы), а также средства управления активными элементами сети и электроустановками потребителей;
- наличие необходимых исполнительных органов и механизмов, позволяющих в режиме реального времени изменять топологические параметры сети, а также взаимодействовать со смежными энергетическими объектами;

⁹ ZVEI – German Electrical and Electronic Manufacturer's Association.

¹⁰ Дорофеев В.В., Макаров А.А. Активно-адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России // Энергоэксперт, 2009, № 4 (15).

Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» в качестве приоритетных направлений научно-технического прогресса в электроэнергетике выделяются следующие¹¹:

- создание высокоинтегрированных интеллектуальных системообразующих и распределительных электрических сетей нового поколения в Единой энергетической системе России (интеллектуальные сети – «Smart Grid»);
- использование низкотемпературных сверхпроводниковых индукционных накопителей электрической энергии для электрических сетей и гарантированного электроснабжения ответственных потребителей;
- широкое развитие распределенной генерации;
- развитие силовой электроники и устройств на их основе, прежде всего различного рода сетевых управляемых устройств (гибкие системы передачи переменного тока – FACTS);
- создание высокоинтегрированного информационно-управляющего комплекса оперативно-диспетчерского управления в режиме реального времени с экспертно-расчётными системами принятия решений;
- создание высоконадёжных магистральных каналов связи между различными уровнями диспетчерского управления и дублированных цифровых каналов обмена информацией между объектами и центрами управления;
- создание и широкое внедрение централизованных систем противоаварийного управления, охватывающих все уровни Единой энергетической системы России;
- создание автоматизированных систем управления спросом на электроэнергию;
- создание водородных систем аккумулирования энергии и покрытия неравномерностей графика нагрузки.

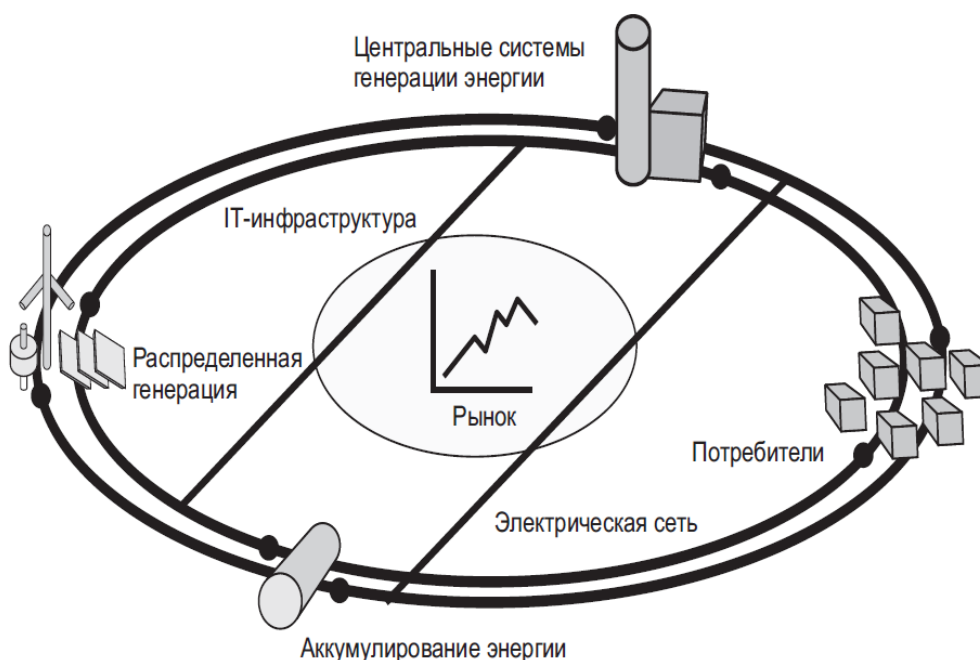


Рис. №2¹²

¹¹ Концепция энергетической стратегии России на период до 2030 года (проект). Прил. к журналу «Энергетическая политика». – М.: ГУ ИЭС, 2007.

Что же имеет Россия в настоящее время. Сегодня электрические сети строятся по иерархическому принципу (генератор, магистральные линии, далее распределительные сети, городские сети и потребители). В большинстве случаев они состоят из радиальных линий с односторонним потоком энергии. Лишь в некоторых случаях электрические сети закольцованы. Есть системы релейной защиты, диспетчерского контроля.

Концепция «Smart Grid» предлагает совершенно иной принцип построения. То есть, в основе, конечно-же генератор, проводящая конструкция (линия) и потребитель, но потребитель участвует в генерации и перераспределении энергии.

Дефицит и стоимость органических видов топлива стимулирует развитие альтернативных источников электроэнергии. То есть генерирующие мощности в будущей системе электроснабжения будут больше распределенными, чем концентрированными, как сейчас. Особенностью таких источников является их относительно небольшая мощность и нестабильность параметров генерируемой мощности. Очевидно, что для стабилизации параметров таких источников и их автоматической синхронизации с сетью необходимо достаточно «интеллектуальные» управляющие устройства.

Согласно концепции «Smart Grid» будущая сеть уже не будет иметь иерархическую структуру и крупные потребители будут в ней перемешаны с большим количеством относительно маломощных источников энергии, а также и единичных мощных станций, регуляторов напряжения, компенсаторов реактивной мощности.

Перетоки мощности по такой сети не будут строго детерминированными. Очевидно, что такая сложная неструктурированная сеть должна иметь мощную управляющую систему, согласовывающую между собой работу всех этих многочисленных компонентов сети. Для этого все компоненты сети должны «общаться» друг с другом и с управляющим центром по специальным сетям связи.

Резкое усложнение мощных компонентов энергосистемы, с одной стороны, и прогресс в области современных компьютеризированных систем, с другой, обуславливает необходимость дальнейшего интенсивного развития диагностических систем мониторинга электрооборудования, позволяющих заранее предотвратить выход из строя важных компонентов сети.

Для надежного функционирования такой сложной системы, какой является «Smart Grid», количество отдельных многофункциональных модулей, обрабатывающих информацию, должно быть сокращено до минимума (то есть будет иметь место тенденция дальнейшей концентрации функций в единичных модулях). Информация от многочисленных компонентов «Smart Grid» должна поступать по сети на мощные серверы, обрабатываться компьютерными центрами и пересылаться по сети на исполнительные элементы. Вся основная функциональность системы должна обеспечиваться на программном уровне.¹³

В концепции «Smart Grid» релейная защита должна быть совмещена с функциями информационно-измерительной системы. Причиной этого является то, что, во-первых, микропроцессорные устройства релейной защиты производят измерения токов, напряжений в векторной форме. Во-вторых, они записывают и накапливают информацию об аварийных режимах и собственных срабатываниях. Эта информация может быть напрямую использована в будущих контрольно-информационно-измерительных системах «Smart Grid», в которых релейной защите будут приданы дополнительные функции измерений, мониторинга и диагностики электрооборудования энергосистем.

Вот такая концепция. Практически живой самонастраивающийся механизм.

¹² Б.Б.Кобец, И.О.Волкова Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid.
¹³ Baldinger F., Jansen T., Riet M., Volberda F. Nobody knows the future of Smart Grid, therefore separate the essential in the secondary system. — Developments in Power System Protection, the 10th IET International Conference (DPSP 2010), 29 March — 1 April 2010, Manchester, UK.

*«В ушах лишь только отдается:
"Не тут, не так, не там!" Механик пуще
рвется.
Потел, потел; но наконец устал,
От Ларчика отстал
И, как открыть его, никак не догадался;
А Ларчик просто открывался.»*

Подведём еще раз итог рассуждениям:

Умные сети («Smart Grid») - это совокупность генерирующих, комбинированных и потребляющих энергию, а также информационно-аналитических и управляющих систем, совокупность линий электропередачи всех классов напряжения, активных устройств электромагнитного преобразования электроэнергии, коммутационных аппаратов, устройств защиты и автоматики, обеспечивающих надёжную и качественную генерацию, перераспределение и передачу электрической энергии от объекта к объекту в нужное время и в необходимом количестве.

Таким образом, прежде, чем мы с вами сможем обсуждать вопросы развития сетей электроснабжения по принципу «Smart Grid» в стране должны сформироваться две предпосылки:

а) весома́я часть потребителей электроэнергии должна обзавестись эффективными источниками её производства;

б) у всех желающих должна появиться возможность продавать излишки электроэнергии (Да, это должно быть ещё и выгодно!).

А до наступления этого светлого времени можно лишь говорить о реконструкции, расширении и модернизации уже имеющихся сетей. Сегодня реально обсуждать можно лишь отдельные компоненты этой грандиозной концепции развития электроэнергетики под названием «Smart Grid». Хотя мне было бы роднее другое название: «Активно-адаптивная энергетическая сеть».

*«Случается нередко нам
И труд и мудрость видеть там,
Где стоит только догадаться
За дело просто взяться.»*

Идея «Smart Grid» реально стимулируется со стороны органов власти развитых стран. **Она не самокупаема и не будет самокупаемой в ближайшем будущем.** Однако таким путем, форсируется развитие технологий – распределенная генерация, аккумуляция тепла и электроэнергии.

Есть ещё одна сторона медали: идеи распределённых сетей идут от технологически развитых стран. Стран, где уже сейчас сформирована культура потребления и генерации электроэнергии. Эти страны уже сейчас имеют множество активных участников электроэнергетического рынка. Попробуйте-ка в России продать электроэнергию электросетевой компании (я не в том смысле, не как учил Аркадий Райкин)! А ведь ещё есть и страны, где такие идеи сейчас совсем не актуальны. Какие спросите. А возьмём Египет. Асуанская плотина, электростанция, состоящая из 12 гидроагрегатов, каждый мощностью 175 000 киловатт, которые вырабатывают 10 миллиардов кВт /ч

электроэнергии в год. Это почти всё энергопотребление страны. Зачем им развивать концепцию распределенных сетей? Только лишние расходы... (Хотя в Египте мне доводилось видеть серьезные ветрогенераторные системы.) Есть над чем подумать...

Сети электроснабжения ремонтировать надо, автоматизировать надо, и деньги на это выделять надо! Просто работать. Менять ЛЭП, подстанции, тянуть линии связи, внедрять системы автоматизации. И дай бог успеха тем, кто реально пытается это сделать. Но не надо путать божий дар с яичницей, нету у нас никакого «Smart Grid»(а) и в ближайшие 20-30 лет не будет (кстати, и в Европе тоже не будет). Сформировались ли у нас предпосылки для формирования такой системы? Можем ли мы отдать функции управления энергосистемой страны обезличенной многоголовой автоматической системе? Это пока вопрос, на мой взгляд, больше философский, чем электротехнический. Оценка готовности рынка электроэнергетики к практически розничной торговле тоже не их вопрос. Мне кажется, у энергетиков и без этого забот хватает. Увлечение "Smart Grid", как мне кажется, напоминает желание быстро-быстро сбежать с горы к молодой телочке из известного анекдота про старого и молодого бычка на пригорке. При разработке программы поддержки развития энергетики такой огромной страны, как наша, нужен более обстоятельный подход, чем желание внедрения новой модной и интересной концепции.

А деньги расходовать надо аккуратно, чтобы не породить аналоги моего ЦОДа в далёкой Сибири, который простоял без загрузки, в полном бездействии 10 лет, после чего, был в полностью исправном состоянии благополучно списан и утилизирован.

2012 г.

ООО «Системс»

Филин С.А.