



Автоматизация на службе альтернативной энергетики – перспективный альянс

Дмитрий Швецов

В предлагаемой статье рассматривается мировой опыт применения возобновляемых источников энергии. Проводится сравнительный анализ традиционных и альтернативных способов генерации энергии. Делается обзор современных аналитических систем и порталов для энергетики, способов их интеграции со SCADA и геоинформационными системами.

ОБЩЕМИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Последние несколько лет большей частью западные генерирующие компании инвестируют немалые средства в проекты, связанные с альтернативной энергетикой, в том числе с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ). Во всём мире за это время было открыто более ста новых центров перспективных исследований в области передовых технологий получения энергии. Такие центры создаются при университетах, национальных лабораториях и коммерческих организациях с участием как государственных, так и частных компаний. Направления исследований в этих центрах призваны сформировать основу будущего развития энергетики. Что же побудило государственные и частные компании на столь масштабные инвестиции в не самое благоприятное для этого время? Главная причина – это дефицит новых мощностей и изношенность старых. В нынешних условиях, когда заметен рост цен на энергоносители и очевиден дефицит земли для строительства новых станций, прежний путь развития энергетики становится неэффективным. В то же время возобновляемые источники энергии практически не требуют дополнительного землеотвода, затрачиваемые на них ресурсы практически неисчерпаемы, а себестоимость киловатт-часа стремительно приближается к значениям, типичным для традиционных технологий генерации энергии. В табл. 1 приведены сравнительные данные о капитальных

вложениях и себестоимости производства киловатт-часа по различным способам генерации электрической энергии за 2005 г. и на долгосрочную перспективу в 2030 г.

На спотовом рынке электроэнергии (это рынок наличного товара, на котором цены определяются на основе конкурентного механизма отбора ценовых заявок, сообщаемых электростанциями оператору рынка за сутки вперёд до реальной поставки электроэнергии) некоторых штатов США, а также государств Европы наблюдается дефицит мощностей, стоимость электроэнергии уже превышает 20 центов за кВт·ч. Такие показатели на сегодняшний день уже сопоставимы с себестоимостью электроэнергии возобновляемых ис-

точников. Важно отметить, что за счёт постоянных внедрений инновационных решений в ВИЭ их себестоимость постоянно падает. Например, если самые дешёвые модули солнечных батарей в 2003 году стоили \$5/Вт·ч, то в настоящее время их стоимость снизилась до \$1,5/Вт·ч. Уже сейчас существуют производственные программы, которые к 2012 году позволят снизить себестоимость этих модулей до \$1,1/Вт·ч. Технологии генерации электроэнергии, основанные на использовании ветра и биомассы, уже конкурируют по себестоимости с технологиями на основе сжигания угля, газа и нефтепродуктов. Между тем, в отличие от постоянно снижающейся стоимости как самих ВИЭ, так и вырабатываемой ими

Таблица 1

Структура капитальных вложений и себестоимости в долгосрочной перспективе по способам генерации энергии

(источник – U.S. Energy Information Administration)

СПОСОБЫ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	КАПИТАЛЬНЫЕ ВЛОЖЕНИЯ, USD/КВТ (НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ)		СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА, ЦЕНТ/(КВТ·Ч)	
	2005 ГОД	2030 ГОД	2005 ГОД	2030 ГОД
Технологии на основе биомассы	1000–2500	950–1900	3,1–10,3	3,0–9,6
Геотермальная энергетика	1700–5700	1500–5000	3,3–9,7	3,0–8,7
Традиционная гидроэнергетика	1500–5500	1500–5500	3,4–11,7	3,4–11,5
Малая гидроэнергетика	2500	2200	5,6	5,2
Солнечная фотоэнергетика	3750–3850	1400–1500	17,8–54,2	7,0–32,5
Солнечная теплоэнергетика	2000–2300	1700–1900	10,5–23,0	8,7–19,0
Приливная энергетика	2900	2200	12,2	9,4
Наземная ветроэнергетика	900–1100	800–900	4,2–22,1	3,6–20,8
Морская ветроэнергетика	1500–2500	1500–1900	3,1–10,3	3,0–18,4
АЭС	1500–1800	–	3,0–5,0	–
ТЭС на угле	1000–1200	1000–1250	2,2–5,9	3,5–4,0
ТЭЦ на газе	450–600	400–500	3,0–3,5	3,5–4,5



Рис. 1. Доли разных источников в получаемой мировой экономикой первичной энергии (источник – International Energy Agency)

электроэнергии, стоимость получения энергии традиционными способами имеет устойчивую тенденцию к росту.

Следует отметить, что ещё одним стимулом для использования ВИЭ являются жёсткие требования мирового сообщества по охране окружающей среды. Большинство стран мира подписали Киотский протокол, в рамках которого для генерирующих компаний устанавливаются ограничения на выбросы парниковых газов в атмосферу. Соблюдение этих ограничений можно путём внедрения более энергоэффективных технологий, ориентированных на снижение выбросов углекислого газа, или покупки на открытом рынке так называемых «карбонных» квот на выброс парниковых газов. Но стоимость этих квот постоянно растёт, и количество их не бесконечно, поэтому многие ведущие энергетические компании стали осуществлять крупные инвестиции в альтернативные источники энергии. Из всей получаемой мировой экономикой первичной энергии менее 14% (рис. 1)

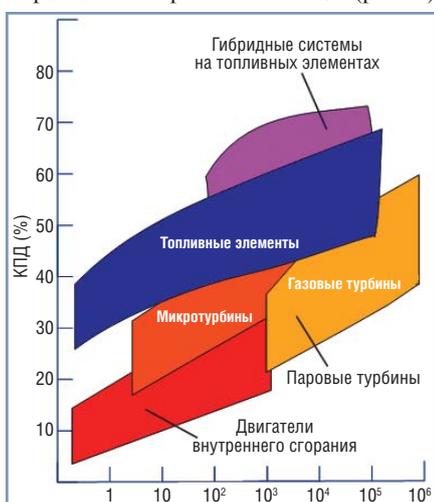


Рис. 2. Сравнение эффективности энергетических установок

приходится на возобновляемые источники (гидроресурсы, биомассу, ветер, поступающее на землю солнечное излучение, морские приливы, геотермальные источники), немногим более 6% вырабатывается атомной энергетикой и почти 80% мировой потребности в первичной энергии обеспечивают невозобновляемые природные ресурсы (нефть, уголь,

газ). В настоящее время на энергетическом рынке доминирует нефть, на её долю приходится до 40% общего потребления. Между тем, в существующих традиционных энергоустановках извлечение энергии из углеводородного топлива сопровождается процессами горения с большими потерями и с загрязняющими атмосферу выбросами. Общее потребление энергии в мире за последнее столетие возросло более чем в 15 раз. Поэтому неудивительно, что только за последние полвека из-за сжигания нефти и других видов ископаемых энергоресурсов концентрация в атмосфере диоксида углерода увеличилась в 4,5 раза. Таким образом, мировая экономика стоит перед дилеммой: с одной стороны, без энергии нельзя обеспечить материальное благополучие людей, а с другой – сохранение существующих методов производства энергии и темпов роста её потребления может привести к разрушению окружающей среды и, как следствие, к снижению качества жизни населения.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОРТАЛЫ

В связи с возросшей популярностью использования альтернативной энергетики многие страны всерьёз делают ставку на энергию солнца, ветра, воды, земных недр и на водородную энергетику. На сегодняшний день возросли инвестиции в различные системы автоматизации для возобновляемых источников энергетики. Сравнение эффективности различных технологий преобразования альтернативных источников энергии в электрическую приведено на рис. 2. Как видно из графика, наиболее эффективным способом получения энергии являются системы с комбинированным циклом и газовые турбины низкого давления. Многие зарубежные компании стали внедрять комплексные системы управления, мониторинга генерации и потребления энергии, полученной благодаря ВИЭ. Эти системы мониторинга получили условное название «Энергетические порталы» (Energy Analytics Portal). Аналитические системы, интегрированные в эти порталы, позволяют получать оперативные сводки и аналитические данные об эффективности контролируемых систем. Можно привести ряд примеров аналитических порталов для энергетики: EnergyPoint™ компании Factory IQ, модуль Energy Analytics программного комплекса BizViz компании ICONICS, Smart Grid компании GridPoint, комплексные решения в области энергетики компании GramEner и многие другие. На примере Energy Analytics компании ICONICS рассмотрим особенности эффективных технологий визуализации и управления в энергетике (рис. 3).

Очевидно, что создание подобной технологии стало возможным только с



Рис. 3. Аналитический портал ICONICS для предприятий энергетической отрасли

помощью IT-технологий, геоинформационных систем (ГИС) и 3D информационных моделей. Одной из важных особенностей этих технологий является возможность представления сложных данных наиболее простым и доступным для понимания способом — визуальным. Наиболее естественное восприятие данных либо трёхмерное, соответствующее тому, как мы видим этот мир, либо плоское, как вид сверху. Трёхмерная визуализация, синхронизированная с реальными объектами, помогает пользователю охватить одним взглядом всё происходящее в реальном времени. В подобного рода 3D виртуальной реальности можно осуществить даже то, что нельзя сделать в реальной жизни, например заглянуть внутрь реального объекта, практически мгновенно перенестись из одного конца завода в другой, одновременно получать оперативные данные и видеть на одном или нескольких экранах то, что происходит на разных объектах. Примерами применения могут послужить и прикладные решения в сфере бизнеса. Так, транснациональные компании в настоящее время в силу многопрофильности и сложности бизнес-процессов перешли на использование аналитических порталов для глобальной оценки и визуализации общей эффективности своих предприятий. У ICONICS подобные решения основаны на использовании пакета Productivity Analytics. Интеграция технологий оценки показателей эффективности (KPI) и общей оценки эффективности оборудования (ОЕЕ) на единой платформе сделала возможным контролировать все процессы во всех отделах предприятий и в разных странах. Подобные технологии позволили «окинуть одним человеческим взглядом» всё одновременно происходящее как на том или ином конце предприятия, так и на том или ином конце Земли. Ещё одной причиной создания подобных инструментов стала всё более

возрастающая сложность управления предприятиями и качеством их производственных процессов. Как менеджмент коммерческих и технических структур может узнать о том, что происходит в компании или в регионе? Как правило, они получают эту информацию в виде отчётов, состоящих из огромного количества цифр, таблиц и графиков. Разобраться в таком количестве данных — большой труд. Гораздо проще воспринимать информацию в виде хорошо продуманного и скомпонованного трёхмерного изображения, поскольку это естественная для человека схема восприятия любой информации в реальной жизни.

До внедрения новых технологий отчёты всегда представляли устаревшую информацию, так как на их ручную подготовку нужно было время. Очень часто это были не дни, а недели. Кроме того, отчёты от разных подразделений дают разрозненную и часто противоречивую информацию о том, что уже произошло, с их помощью невозможно узнать, что происходит в настоящую минуту или может произойти в будущем. Появившиеся информационно-аналитические порталы (PortalWorX) с поддержкой Web-технологий, ГИС, с интегрированной подсистемой сбора и агрегации данных и публикации отчётов из поступающих данных в реальном времени дают возможность в любой момент времени получать актуальную информацию о ситуации на объектах управления. Это достигается путём сбора и интеграции всех необходимых для системы управления данных в регионе, на предприятии, в цехе в режиме реального времени (BridgeWorX). С дру-

гой стороны, часто возникает задача оценить или увидеть процессы в динамике или на основе исторических данных, и сделать это тоже можно с помощью нового пакета сбора и отображения данных Hyper Historian, в котором, как и в реальной жизни, имеется ещё одно измерение — время. С помощью полученных данных мы можем ускорять или замедлять его для того, чтобы провести анализ событий в мельчайших деталях и нюансах. Ещё одна ситуация, в которой не обойтись без помощи визуализации данных, — это ситуация, когда требуется сделать оценку, как могут развиваться события, которые в принципе могут произойти, но не могут быть натурно смоделированы. К ним относятся в первую очередь все виды аварийных событий на предприятии. Нам не требуется создавать аварийную ситуацию просто для того, чтобы посмотреть, отчего и как это происходит. Единственная возможность смоделировать какую-либо ситуацию и, самое главное, предусмотреть возможные последствия при наступлении такого случая — это создать и просчитать её модель в виртуальной реальности с помощью компонентов GENESIS64 и BizViz. При использовании реальной или виртуальной модели мы можем визуализировать происходящие события, пользоваться текущими характеристиками объектов или вводить новые виртуальные параметры для



Рис. 4. Геопорталы ICONICS с привязкой к SCADA и аналитическим подсистемам

оценки функционирования всей системы в целом.

Рассмотрим широко распространённую архитектуру сетевой геоинформационной системы на базе серверной системы Microsoft Bing, которая имеет традиционную структуру клиент-сервер. Экранные формы, объекты которых имеют привязку к ГИС, интегрированы в структуру специализированного портала PortalWork. Данные порталы основаны на стандартной платформе MS SharePoint. Примеры реализации ГИС SCADA и портала приведены на рис. 4. По запросу пользователя геоинформация выбирается из удалённой БД и обрабатывается на ГИС-сервере. Затем картографический результат преобразуется в растровое изображение, интегрируется с экранными формами SCADA GENESIS64 и пересылается пользователю. Полученные картографические изображения, «совмещённые» с экранными формами, в том числе и в 3D, могут просматриваться с помощью любого Web-браузера. Возможность охвата такого широкого круга Web-браузеров стала доступной после того, как разработчики ICONICS начали использовать технологию Microsoft Silverlight. Эта технология обеспечивает наиболее простой подход к публикации геоинформации в сети Интернет без снижения качества передаваемого изображения. На сервере можно использовать настольные ГИС; поскольку отсутствует прямой доступ к базе данных, то данные достаточно просто защитить от несанкционированного доступа. Вместе с тем имеется ряд ограничений: ошутимое время ожидания на каждой транзакции при передаче большого растрового изображения от сервера к клиенту, а также низкая интерактивность при обслуживании динамических запросов и при выполнении операций в случае передачи данных представленными графиками в широко распространённых форматах GIF и JPG.

Ситуация в России

На современном этапе экономика России характеризуется высокой энергоёмкостью. Удельная энергоёмкость ВВП страны в 2,5 раза выше среднемирового показателя. Причинами такого положения, кроме суровых климатических условий и территориального фактора, являются сформировавшаяся в течение длительного периода времени структура промышленного производства, а также недооценка стоимости

энергоресурсов, не стимулирующая энергосбережение. В соответствии с расчётными параметрами энергетической стратегии России удельная энергоёмкость ВВП должна снизиться по отношению к уровню 2000 года на 26–27% к 2010 году и на 45–55% к 2020 году. Это позволит при росте экономики за двадцать лет от 2,3 до 3,3 раза ограничиться ростом потребления энергии лишь в 1,25–1,4 раза и электроэнергии – в 1,35–1,5 раза. В табл. 2 приведены данные в процентном соотношении о планируемом распределении потребляемой энергии по отраслям промышленности и видам потребителей.

А как у нас обстоит дело с альтернативной энергетикой? Ответ на этот вопрос содержит табл. 3. В конце концов, если мы претендуем на роль энергетической сверхдержавы, то должны соответствовать этому не только по количеству произведённой энергии, но и по её качеству.

Основная особенность отечественной электроэнергетики – недостаточно развитая сетевая инфраструктура. Только 30–35% территории России охвачено Единой энергетической системой (ЕЭС), остальная часть обслуживается электростанциями, работающими в автономном режиме, или локальными энергосистемами. Поэтому перспективы развития ВИЭ, видимо, следует рассматривать с учётом этих обстоятельств,

то есть в зоне ЕЭС и вне её, так как в каждой из этих зон вопросы развития ВИЭ решаются по-разному. В некоторых регионах ВИЭ смогут восполнить пробел между спросом и предложением энергетических ресурсов. Но в энергоёмких регионах не удастся решить эту проблему только за счёт ВИЭ – слишком уж большие мощности потребуются вводить в строй для покрытия дефицита. Также с помощью ВИЭ можно решать вопросы, связанные с повышением надёжности, жизнестойкости и качества электроэнергии. Так, например, в случае аварийного отключения различных объектов жизнеобеспечения от центральной энергосети автономные электростанции на основе ВИЭ могут использоваться в качестве резервных мощностей. В необходимости такого резервирования можно было убедиться во время системной аварии в мае 2005 года в Московской и смежных энергосистемах. Участившиеся в последнее время аварии в сетях, как правило, связаны с пиковыми нагрузками. Например, в летнее время при усиленном использовании кондиционеров нагрузка существенно возрастает, и подключение дополнительных мощностей, например на солнечных батареях, наиболее эффективно работающих в солнечную погоду, могло бы сопоставить пику потребления пик генерации и таким образом способствовать предотвращению

Таблица 2

Планируемое на период до 2020 года распределение мощностей по отраслям и видам потребителей (источник – Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике)

ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	ЗДАНИЯ	СООРУЖЕНИЯ	ПЕРЕДАТОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА	СИЛОВЫЕ МАШИНЫ	РАБОЧИЕ МАШИНЫ	ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА
Вся промышленность	29	20	11	8	27	5
Электроэнергетика	13	17	34	33	1	2
Химия и нефтехимия	34	15	12	3	31	5
Чёрная металлургия	29	17	8	6	37	3
Машиностроение	42	8	5	5	36	4

Таблица 3

Установленная мощность различных видов ВИЭ в России и соответствующие объёмы производства электроэнергии (источник – Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике)

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ВИЭ, ВСЕГО	МАЛЫЕ ГЭС ДО 25 МВт	ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ				СЖИГАНИЕ БИОМАССЫ И БИОГАЗА
			ВЕТРЯНЫЕ	СОЛНЕЧНЫЕ	ПРИЛИВНЫЕ	ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ	
Установленная мощность, МВт	2186,5	683	12	0,02	1,5	76,5	1413
Объём производства, млрд кВт·ч	8,41	2,8	$9,7 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-5}$	0	0,4	5,2
Доля в совокупном производстве, %	0,9	0,3	0	0	0	0	0,5

аварии и последующего дорогостоящего ремонта. Ещё один пример использования ВИЭ в качестве компенсации потерь в энергосетях: известно, что в зависимости от степени изношенности энергосетей потери в них могут достигать 30% и увеличение мощности в месте производства электроэнергии эту проблему не решает, поскольку приводит к ещё большим потерям, но если, скажем, вдоль линии электропередач разместить ряд подстанций на основе ВИЭ, то энергия с них могла бы компенсировать потери и, что важно, обеспечить потребителя в полном объёме. По «солнечному ресурсу», по крайней мере, часть нашей территории не уступает ведущим потребителям солнечной энергии. И в этом случае проще в некоторых труднодоступных районах установить солнечные батареи, чем тянуть линии электропередачи или пытаться использовать оборудование для генерации электроэнергии на основе сжигания невозобновляемого топлива. Что касается ветряных ресурсов, то в России они находятся вдоль береговых линий, поскольку именно здесь из-за перепада температур ветры достаточно сильны и имеют устойчивый характер. Развитие ветроэнергетики целесообразно в районах Крайнего Севера, на побережьях и островах северных и восточных морей и в ряде других мест. При среднегодовой скорости ветра, превышающей, как правило, 5 м/с, применение современных ветровых энергоустановок (ВЭУ) уже оправданно, так как соответствует использованию установленной мощности ВЭУ в размере примерно 3–5 тыс. кВт·ч в год. Помимо солнечной, ветряной и геотермальной энергетики большой потенциал в России имеют проекты по сжиганию биомассы. К биомассе относятся различные энергоносители растительного происхождения, образующиеся в процессе фотосинтеза, такие как древесина в виде стружек или необработанных остатков, отходы сельскохозяйственной продукции. Традиционный способ сжигания — в котлах высокого давления, однако такой способ обладает низкой эффективностью порядка 50–60%. Оптимальный способ использования биомассы — это её газификация с последующим сжиганием в газовых турбинах. При таком способе КПД использования биомассы достигает значений до 93%, что почти в два раза превышает КПД от прямого сжигания. Предварительные расчёты показывают, что турбогенераторы, рабо-

тающие на продуктах газификации биомассы, могут успешно конкурировать с традиционными тепловыми, ядерными и гидравлическими энергоустановками, однако это справедливо только при выполнении двух главных условий: наличия необходимого количества биомассы и её приемлемой стоимости. Именно поэтому наиболее привлекательными являются проекты по сжиганию биомассы на объектах, расположенных рядом с источниками растительных отходов — целлюлозными фабриками, фермами, центрами переработки сельскохозяйственной продукции.

Вывод

В России есть необходимые природные ресурсы для развития альтернативных источников энергии. Нельзя сказать, что эти ресурсы присутствуют в изобилии и равномерно распределены по территории, но можно утверждать, что системы электро- и теплоснабжения на их основе будут наиболее востребованы в удалённых уголках России (60% территории страны с общей численностью населения не более 20 млн человек).

На сегодняшний день ВИЭ стоят дороже, чем традиционные источники. Вполне очевидно, что именно это отталкивает инвесторов и генерирующие компании от активного инвестирования в них. Подобное положение вещей потенциально может привести к тому, что, когда весь мир будет получать существенную долю электроэнергии из альтернативных источников (а Европа и США планируют довести эту долю до 20% к 2020 году), Россия окажется безнадёжным аутсайдером в этой области и нам придётся покупать лицензии на новые технологии. Изменить ситуацию в лучшую сторону могут только инициативы государства и крупных инвесторов, ориентированные на инновации в области использования ВИЭ и передовых технологий автоматизации. Эффект от этого выйдет далеко за пределы энергетической отрасли, ведь при возникновении спроса на солнечные батареи, ветряные турбины и котлы для сжигания биомассы обязательно должны появиться соответствующие предложения высокотехнологичных решений со стороны отечественных производителей. ●

**Автор – сотрудник фирмы
ПРОСОФТ
Телефон (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**