

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ СЭС В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

I ТРЕБОВАНИЯ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ БАЗ ДАНЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Введение

Уже начиная с 70-х годов прошлого столетия специалисты в области энергетики обращали внимание мировой общественности на серьезные диспропорции, складывающиеся в отрасли. Особую тревогу вызывало ее многолетнее недофинансирование, в особенности секторов, связанных с передачей и распределением электрической энергии. Убедительным доказательством обоснованности таких опасений явились масштабные нарушения в электроснабжении, имевшие место в конце прошлого века в США, Канаде, Италии, России.

Еще большую тревогу должно вызывать состояние указанных секторов электроэнергетики в государствах постсоветского пространства, в частности, в Украине. Существующее положение дел в отрасли нашло конкретное отражение в [1]. По оценкам экспертов технико-экономические характеристики значительной части эксплуатируемого в отечественных энергосистемах оборудования соответствует уровню тридцатилетней давности многих европейских стран.

Помимо этого, в энергосистемах Украины недостаточно внимания уделяется решению задач внедрения новых информационных технологий, оптимизации эксплуатационного и ремонтного

обслуживания оборудования, управления режимами электрических сетей. Следствием этого явились низкая надежность электроснабжения, неудовлетворительное качество электрической энергии, беспрецедентно высокий уровень ее потерь.

Приведенные факты говорят о необходимости безотлагательной, широкомасштабной модернизации отечественной электроэнергетики. Однако, как показывает мировой опыт, обновление, реконструкция и развитие электроэнергетических объектов в прежних параметрах и при сохранении существующей структуры по техническим и экономическим соображениям трудноосуществимо и даже более того – нецелесообразно.

1 Основные направления реформирования электроэнергетики

В настоящее время большинство экономически развитых стран мира подошли кардинально к решению накопившихся в энергетике проблем, приступив к формированию принципиально новой платформы энергообеспечения, получившей название Sustainable energy system, в основу которой положена так называемая Smart Grid технология [2– 4]. Принципиальная идея данной концепции заключается в том, что для обеспечения стабильного развития общества, гарантирующего устойчивый рост экономики, уровня благосостояния населения, защиты окружающей среды необходимо иметь безопасную, высоконадежную и эффективную структуру энергообеспечения, предусматривающую возможность оказания широкого спектра услуг, доступных по цене для различных классов потребителей и привлекательных с позиций экологии.

В качестве новой структуры электроэнергетического сектора, адекватной поставленным задачам, служат интерактивные электрические сети, где отдельные генерирующие источники относительно небольшой мощности, расположенные в непосредственной близости от потребителей или образованные ими микросистемы, могут работать изолированно на выделенную группу нагрузок, параллельно с системами централизованного электроснабжения, обеспечивать вращающий резерв и т.д. При этом конкретный режим их работы в каждый отдельный момент времени определяется оперативными (режимными) требованиями и интересами энергорынка (т.е. экономическими соображениями). При реализации указанной архитектуры электроснабжения предполагается, что и потребители в качестве собственных источников генерации и аккумулирования энергии или, используя потенциал управления нагрузкой, будут являться активными участниками энергорынка.

Очевидно, что реализация столь масштабных проектов потребует длительного времени и очень больших финансовых средств. И, что не менее важно, в процессе трансформации традиционной структуры электроэнергетической отрасли необходимо будет решить комплекс сложнейших задач технического, экономического, управленческого характера, которые ранее при традиционной вертикально - интегрированной централизованной организации энергообеспечения даже и не рассматривались. В первую очередь сказанное касается таких звеньев электроэнергетики как передача и распределение электроэнергии.

Безусловно, формирование новой структуры энергообеспечения, начиная с «чистого листа» является нереальной задачей не только для Украины, но и для экономически развитых стран. В связи с этим, очевидно, что ближайшая перспектива электроэнергетики все же связана с существующими системами централизованного электроснабжения, в которые постепенно будут интегрироваться источники распределенной генерации. При этом удельный вес и роль последних будут существенно возрастать. Поэтому на данный момент исключительно важной задачей является совершенствование методов планирования развития и управления функционированием электрических сетей с традиционной архитектурой, последовательно адаптируемых к условиям широкой интеграции в них децентрализованных источников энергии различного типа.

Одним из ключевых условий успешной реализации Smart Grid технологии является формирование адекватной информационной среды, включая внедрение современных систем измерений, передачи, хранения, обработки и отображения данных, каналов дистанционного управления, что позволит получать, обрабатывать информацию, принимать решения, передавать и реализовывать управляющие воздействия практически в реальном времени. Помимо этого, при новой идеологии организации и функционирования электрических сетей, существенно увеличивается номенклатура решаемых задач, которые должны опираться на единую информационную модель. Резко возрастает и ответственность за корректность и адекватность принимаемых решений, что накладывает особые требования к качеству информационного обеспечения. Это связано с тем, что при интеллектуализации электрических сетей большинство управляющих воздействий должно приниматься и реализовываться автоматически на основе

анализа поступающей информации, без участия представителей оперативно – диспетчерской службы энергокомпании.

Наибольшая нагрузка в процессе формирования интегрированных систем ложится на распределительные сети. Вместе с тем, с позиций информационного обеспечения данное звено является наиболее слабым во всей цепочке генерация – передача – распределение – преобразование и потребление электроэнергии. Особенно это касается электроэнергетики Украины. В большинстве распределительных энергокомпаний развитых стран уже давно успешно функционируют такие информационные системы как SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), DMS (Distribution Management System), OMS (Outage Management System) и сегодня на повестке дня стоит вопрос относительно их интеграции с целью повышения общей эффективности информационного обеспечения. К сожалению, в Украине работы по созданию подобных систем в сфере распределения электроэнергии находятся на начальной стадии. Таким образом, вопрос качественного информационного обеспечения становится одним из ключевых в процессе реализации новой энергетической стратегии.

2 Организация информационного обеспечения в СЭС

По отношению к системам электроснабжения (СЭС) все используемые для решения задач оперативно – диспетчерского характера исходные данные можно разделить на несколько групп. Геоинформационные системы нашли сегодня достаточно широкое применение в энергетических компаниях. Данные системы позволяют не только абсолютно адекватно отображать конфигурацию (топологию) электрических сетей, места расположения электросетевого оборудования, коммутационных, защитных аппаратов, но и предусматривают возможность хранения всей паспортной информации, конструктивно – строительной документации, детальных сведений об имевших место в сети повреждениях, проведенных ремонтах (будучи интегрированными с OMS) и т.д. Совершенно иная ситуация складывается с данными относительно электрических нагрузок, которые являются принципиальным параметром, определяющим адекватность моделируемых режимов, а, соответственно, и их технические и экономические показатели, обоснованность решений, связанных с оптимизацией характеристик элементов и режимов электрических сетей.

Крайний дефицит информации относительно электрических нагрузок является традиционной проблемой, возникающей при решении задач моделирования и управления режимами распределительных сетей. Долгие годы основным источником данной информации были периодические замеры, связанные с оценкой зимнего и летнего максимумов нагрузки и проводимые оперативным персоналом энергокомпаний на низковольтных линиях распределительных трансформаторов и фидерах подстанций.

В принципе, возможность использования для моделирования режимов результатов измерений (телеизмерений) на питающих подстанциях позволяет повысить достоверность оценок нагрузок. Однако с точки зрения дальнейшего применения получаемой при этих измерениях информации в настоящее время можно выделить три характерных ситуации. У нас в стране существует значительное число подстанций, работающих без постоянного обслуживающего персонала и не оснащенных средствами телеизмерений. В этом случае измерения нагрузок могут быть реализованы персоналом энергокомпаний, что обычно происходит 1 – 2 раза в году и совпадает по срокам с проведением компании контрольных замеров. Часть подстанций имеет постоянный обслуживающий персонал. В этом случае при отсутствии телеизмерений диспетчер энергокомпании имеет возможность получить актуальные данные о параметрах режима практически в любое время, но «в ручном» режиме. Помимо этого, хотя и медленно, но все же растет объем подстанций, оснащаемых средствами телеизмерений, что, по крайней мере, теоретически предоставляет возможность получения соответствующих результатов измерений в реальном времени.

В отечественных энергосистемах ситуация с телеизмерениями усложнялась еще и тем, что при отсутствии единой технической политики установленные в предыдущие годы в электрических сетях различные устройства телеизмерений и телемеханики часто использовали различные протоколы обмена информацией, что затрудняло их совместное применение.

В мировой практике уже сейчас, помимо подстанций и распределительных пунктов, различными цифровыми телеизмерительными системами (IED – Intelligent Electronic Devices) массово оснащаются отдельные потребители и узлы сети, где, например, размещены телеуправляемые коммутационные аппараты, служащие для секционирования линий.

Широкое внедрение вычислительной техники в практику расчетов и оптимизации распределительных сетей позволило задействовать для целей моделирования режимов новые виды

исходных данных. В частности, типовые графики показали себя как эффективный инструмент при оценке электрических нагрузок. В последние десятилетия в электроэнергетике активно внедряются системы учета электропотребления, в том числе и автоматизированные (АСКУЭ). При этом данными средствами оснащаются как питающие подстанции, так и потребители энергии. При соответствующей организации и построении АСКУЭ, использовании многофункциональных счетчиков появляется возможность дополнительно к основным функциям учета электропотребления также измерять и фиксировать отдельные режимные параметры.

Вместе с тем указанные средства, в большей своей массе, все же ориентированы на измерение косвенных параметров и не позволяют полностью решить проблему определения электрических нагрузок и моделирования режима даже при существующей структуре построения электрических сетей. Еще большие сложности возникнут при попытке реализации указанной задачи после реформирования электроэнергетического сектора, когда наличие актуальной и достоверной информации будет играть принципиальную роль.

3 Принципы формирования оценок электрических нагрузок

СЭС общего назначения характеризуются большой размерностью, наличием десятков тысяч потребителей, множеством нагрузочных узлов, рассредоточенных по большой территории. В ближайшее время сюда нужно будет включить и генерирующие (а в общем случае и аккумулирующие) источники различного типа, интегрированные в СЭС как на уровне сетей низкого или среднего напряжения, так и на уровне шин подстанций.

Подобные системы даже в обозримом будущем не могут быть оснащены необходимым объемом средств измерений, достаточным для получения исчерпывающей информации о нагрузках всей массы потребителей или даже только всех ТП в реальном времени. Проблемы возникнут и с каналами передачи результатов измерений, несмотря на то, что для этой цели будут использовать сами электрические сети (применяя PLC технологию) или ориентироваться на иные современные информационные технологии. Требуемый объем инвестиций для полномасштабной реализации подобных задач сегодня непосилен даже для экономически развитых стран.

В сложившейся ситуации альтернативным путем повышения объема, качества и адекватности данных относительно электрических нагрузок является изменение принципов формирования их оценок. Учитывая, что в распределительных энергокомпаниях для целей моделирования и оптимизации режимов используются различные информационно – вычислительные системы (АСДУ), то в данном случае речь может идти о кардинальном изменении структуры, принципов построения и функционирования блока формирования электрических нагрузок соответствующих баз данных. Один из возможных путей заключается в формировании оценок нагрузок на основе корректного агрегирования всех разрозненных (в том числе и ретроспективных), а также разнородных исходных данных, которые могут быть использованы для данной цели.

Помимо этого необходимо подчеркнуть следующее. В принципе, принятие решений в рыночных условиях всегда связано с неопределенностью, поскольку предсказать точно поведение рынка и его влияние, в частности, на режим электропотребления невозможно. Кроме того, представленный выше анализ источников информационного обеспечения убедительно демонстрирует, что неопределенность исходных данных есть и, по крайней мере, в ближайшей перспективе будет неизбежным фактором всех задач, связанных с моделированием и управлением режимами СЭС.

Процесс формирования интегрированных СЭС и интеллектуализация электрических сетей, с одной стороны, предполагает существенное расширение информационной базы, активную автоматизацию процессов передачи данных, но, с другой стороны, масштабная интеграция в распределительные сети, в первую очередь, альтернативных источников энергии, усиливает влияние фактора неопределенности. Например, режим работы солнечных батарей или ветрогенераторов зависит от трудно прогнозируемых метеорологических факторов. Устанавливаемые отдельными потребителями когенерационные установки могут менять баланс производства электрической и тепловой энергии в зависимости от температуры окружающей среды.

Таким образом, корректный учет фактической неопределенности исходной информации становится одним из основополагающих факторов, обеспечивающих корректность всех процедур подготовки данных и адекватность получаемых на основе их анализа результатов. Однако в настоящее время энергокомпании применяют различное программное обеспечение, в подавляющем своем большинстве ориентированное на детерминированную информацию. Поэтому для возможности его использования следует предусмотреть вариант представления сформированных с учетом неопределенности нечетких оценок параметров некоторым детерминированным аналогом.

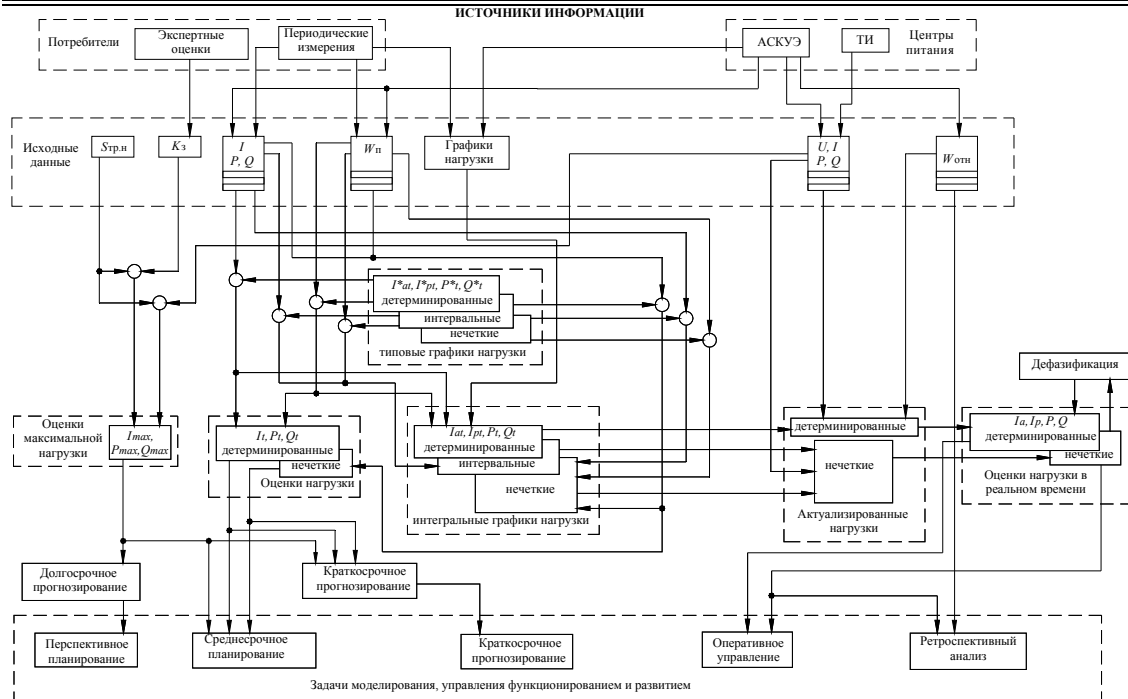


Рис. 1. Структура блока формирования электрических нагрузок

Энергокомпании в процессе своей деятельности решают различные группы задач диспетчерского характера. Одни из них связаны с оперативным управлением электрическими сетями и требуют знания текущих, т.е. определяемых практически в реальном времени, значений нагрузок. Вторая группа задач направлена на решение проблем краткосрочного планирования. Для этой цели нагрузки должны каким-либо образом «в среднем» характеризовать весь расчетный период. Еще одна группа задач связана с развитием и реконструкцией СЭС. В этом случае на первый план выходят процедуры прогнозирования нагрузок (с перспективой на несколько лет), связанные, в первую очередь, с оценкой их максимального значения.

Таким образом, блок формирования электрических нагрузок в современных АСДУ должен предусматривать возможность формирования нескольких оценок электрических нагрузок, каждая из которых будет предназначена для решения только определенного круга задач. Оценки нагрузок должны быть ориентированы на различные по составу и объему группы исходных данных, что предполагает и различные формы их задания с точки зрения представления уровня неопределенности (лингвистические, интервальные, нечеткие оценки, включая их детерминированный аналог).

На рис. 1 приведена структура предлагаемого блока формирования электрических нагрузок, используемая в разрабатываемой версии информационно-вычислительного комплекса ИВК – СЭС, с указанием соответствующих информационных потоков, состава и форм представления исходных данных (справочных, ретроспективных, оперативных), конечных результатов. Результатом работы данного блока является определение ряда оценок электрических нагрузок, отличающихся уровнем неопределенности и ориентированных на решение различных типов задач.

Выводы

Для полноценного функционирования разрабатываемого блока формирования электрических нагрузок необходимо решить ряд относительно независимых, но методологически взаимосвязанных задач: определение нагрузок потребителей на основе интегральных данных об электропотреблении; формирование оценок электрических нагрузок, в том числе с учетом фактора неопределенности информации, на основе агрегирования ретроспективных как однородных, так и разнородных данных; построение типовых графиков нагрузки в форме, удобной для их дальнейшего применения и адекватно отражающей уровень неопределенности используемых для этой цели исходных данных; актуализация оценок нагрузок на основании результатов телеизмерений при различной (с точки зрения учета фактора неопределенности) форме представления исходных данных; прогнозирование (краткосрочное и долгосрочное) электрических нагрузок и др.

Конкретные предложения в плане решения указанных задач, а также возможные подходы к учету неопределенности исходной информации рассматриваются в дальнейших публикациях.

Литература

1. Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 года, Постановление КМУ № 145-р от 15.03.2006 г.
 2. <http://www.smartgrids.eu>.
 3. <http://www.oe.energy.gov/smartgrid.htm>.
 4. <http://www.smartgridaustralia.com.au/>
-
-