

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ УСЛУГ СИСТЕМНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

© 2011 Л.А. Сосунова, Ж.С. Аймешева*

Ключевые слова: услуги, системный оператор, электроэнергетика, методы, функции управления, анализ, планирование, прогнозирование.

Рассмотрены методы анализа, планирования и прогнозирования электропотребления. Показано изменение структуры баланса электроэнергии в условиях функционирования оптового рынка электроэнергии. Определены основные направления развития подсистем статистического учета и планирования электропотребления.

В электроэнергетике Российской Федерации используются более современные методы принятия управленческих решений, реализованные в программных продуктах экономико-математического моделирования, чем в управлении электроэнергетическим комплексом Республики Казахстан.

Применяемые на практике методы принятия управленческих решений в электроэнергетике России автоматизированы в программе “Энергостат”. В частности, реализованы такие методы, как анализ, прогнозирование и планирование электропотребления¹.

Предназначенный для решения задач планирования потребления и других задач программный комплекс “Энергостат” состоит из нескольких подсистем, реализующих различные технологические задачи, связанные с анализом и планированием электропотребления и балансов.

Так, подсистема “Анализ и планирование балансов электроэнергии” позволяет на единой информационной базе, с использованием однородного пользовательского интерфейса решать задачи анализа и планирования электропотребления. Реализованная в подсистеме задача планирования балансов электроэнергии является одной из задач процесса планирования режимов работы предприятий электроэнергетики. В зависимости от решаемых задач и детальности планирования в состав балансов могут входить компоненты, характеризующие структуру балансов на различных этапах и звеньях технологического процесса. Компоненты могут группироваться по территориальным, технологическим признакам.

Расчеты по планированию балансов, реализованные в подсистеме, осуществляются в соответствии с определенной методологией расчетов, включающей в себя методы, алгоритмы, технологию расчетов, способы и средства обработки данных, необходимые для осуществления всего цикла планирования. Основные этапы реализации методологии:

- ◆ подготовка исходной информации для анализа и планирования;
- ◆ настройка моделей для реализации функций управления;
- ◆ расчет прогнозных и плановых значений составляющих баланса;
- ◆ реализация обмена данными с другими уровнями управления.

В настоящее время, в условиях функционирования оптового рынка электроэнергии, в структуру баланса добавляются новые составляющие:

- ◆ выделяются новые компоненты - энергосбытовые компании, крупные потребители оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ), самостоятельно выходящие на рынок;
- ◆ структура выработки электроэнергии корректируется в связи с образованием генерирующих компаний (ОГК, ТГК);
- ◆ выделяются отдельные группы перетоков между субъектами ОРЭМ в структуре передачи электроэнергии.

Средствами подсистемы формируется иерархическая объектная модель структуры балансов. Основу модели составляют производственные и административные объекты верхнего уровня ОРЭМ. Объекты связаны

* Сосунова Лильяна Алексеевна, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой маркетинга и логистики; Аймешева Жаннат Салаватовна, аспирант. - Самарский государственный экономический университет. E-mail: nauka@sseu.ru.

друг с другом и образуют несколько различных иерархий, пересекающихся на определенных уровнях управления.

Состав объектов верхнего уровня можно разделить условно на две группы:

- ♦ условно-постоянную группу объектов, которая редко подвержена изменениям. В состав группы входят территории энергосистем и объединенных энергосистем; электростанции, группы точек поставки (ГТП) электростанций; филиалы и дочерние компании ФСК - магистральные электрические сети (МЭС), предприятия магистральных электрических сетей (ПМЭС), магистральные сетевые компании (МСК) территорий энергосистем;

- ♦ изменяемую группу объектов, состав которой заранее предполагается переменным и периодически изменяется и пополняется. В эту группу входят крупные потребители ОРЭМ, абоненты крупных потребителей ОРЭМ (промышленные предприятия, строительные организации, организации АПК и т.п.), энергосбытовые компании.

Средства статистического анализа подсистемы позволяют провести расчеты средних величин, сумм, дисперсий, значений приростов в абсолютных величинах и процентах, нарастающих значений за определенный временной интервал. Имеются автоматический поиск и индикация максимальных и минимальных точек статистического ряда, других математико-статистических характеристик.

Система планирования баланса электроэнергии, разработанная в подсистеме, реализует методику централизованной подготовки структуры показателей баланса на верхнем уровне и сбора фактических и плановых балансов от нижнего уровня согласно утвержденной структуре. Важным этапом подготовки является обмен данными между уровнями иерархии. Технология обработки данных для различных объектов верхнего уровня (ОДУ, ТГК, ОГК, энергосбытовые компании), а также объектов нижнего уровня (РДУ, станции, крупные потребители) идентична и различается в основном структурой показателей.

Для осуществления функций прогнозирования используется система моделей прогнозирования, позволяющая в условиях эксплуатации осуществлять планирование компонент с различным характером колебаний и

объемом данных. Выбор моделей может производиться как при внедрении программного обеспечения разработчиками, так и в процессе эксплуатации производственным персоналом.

Подсистема "Анализ и планирование балансов электроэнергии" в настоящее время внедрена во многих филиалах ОАО "СО ЕЭС".

Другая подсистема - "Анализ и планирование электропотребления" - по различным тарифным группам потребителей предназначена для выполнения основных функций, связанных с анализом, прогнозированием и планированием месячных, квартальных и годовых значений потребления электроэнергии группами потребителей. Состав групп потребителей может быть различным - промышленные потребители, сельское хозяйство, строительство, население, транспорт и, а также могут включаться отдельные крупные потребители. В соответствии с принятой методикой множество потребителей разбивается на укрупненные группы, по каждой из которых ведется учет электропотребления (полезного отпуска).

Группы потребителей могут разбиваться на более подробные составляющие, образуя иерархию баланса групп потребителей.

Используемые методы статистического, корреляционного и регрессионного анализа включают в себя следующие виды расчетов:

- ♦ расчет нарастающих итогов, приростов в процентах и абсолютных значениях по отношению к предыдущим аналогичным периодам;

- ♦ расчет сумм, средних, максимумов, минимумов, дисперсий;

- ♦ моделирование временных рядов полиномами Фурье и степенными полиномами. Определение оптимальной степени полинома;

- ♦ расчет регрессионных зависимостей и коэффициентов корреляции для оценки степени взаимного влияния параметров. Оценка влияния метеофакторов на электропотребление различных потребителей. Представление результатов расчетов в табличном и графическом виде.

Структура баланса потребления электроэнергии группами потребителей является достаточно сложной и включает в себя следующие основные признаки классификации:

♦ группы территориальной структуры - показатели групп потребителей для отделений и филиалов;

♦ группы показателей по уровням напряжения - высокому, среднему и низкому;

♦ отдельные крупные потребители и их филиалы, выделенные в тех или иных районах и группах.

Каждая из указанных групп может в дальнейшем структурироваться на составляющие второго и последующих уровней иерархии.

Следующая подсистема комплекса - "Энергостат-Диспетчер" - включает в себя программные компоненты, предназначенные для использования дежурным диспетчерским персоналом. Состав задач (компонент) подсистемы постепенно расширяется, в настоящее время он включает в себя задачи регистрации команд диспетчера, расчета отклонений диспетчерских графиков, контроля допустимых нагрузок линий. В состав диспетчерских задач может входить также подсистема учета состава и состояния энергетического оборудования.

Контроль допустимых нагрузок линий предназначен для обработки данных состава линий (ЛЭП) 110-220 кВ, измерений перетоков по ЛЭП, данных по температуре, последующего расчета допустимых токовых нагрузок ЛЭП и анализа нарушений предельных нагрузок в режиме реального времени с целью оперативного информирования диспетчера.

С точки зрения предоставляемых пользователям прав, подсистема управления правами пользователей диспетчерских задач разделяет их на три уровня:

♦ посетители (только просмотр данных, без возможности ввода и редактирования);

♦ диспетчеры (полный объем оперативных функций - ввод, редактирование диспетчерских команд, расчет и хранение данных, прогнозирование и анализ отклонений);

♦ администраторы (полный набор функций по просмотру, редактированию и настройке подсистемы, внесение изменений в список пользователей и представляемые им права).

Программный комплекс включает также подсистему "Энергостат-Трейдера", которая используется для управления оптовым и розничным рынками электроэнергии. Техноло-

гические расчеты производятся в два этапа: подготовительный и расчетный. Подготовительный этап включает в себя подготовку информации, расчетный - проведение необходимых вычислений, запись рассчитанных значений в базу данных и формирование отчетов. Эта подсистема позволяет решать наиболее трудоемкие задачи, с которыми сталкивается энерготрейдер в условиях работы на оптовом и розничном рынках электроэнергии. Кроме того, решается ряд задач автоматизации, которые позволяют облегчить ежедневную работу энерготрейдера. В совокупности подсистема позволяет вести сбор всей необходимой информации, производить расчеты и анализ исходных и расчетных данных. Модули подсистемы позволяют осуществлять следующие типы расчетов:

♦ расчет объемов электроэнергии, поставляемых по регулируемым ценам;

♦ расчет объемов электроэнергии, поставляемой по регулируемым ценам крупным потребителям (свыше 750 кВА);

♦ расчет объемов электроэнергии, поставляемой по регулируемым ценам частичным участникам;

♦ расчет свободных цен и объемов электроэнергии, поставляемых по свободным ценам;

♦ расчет частичных участников оптового рынка электроэнергии;

♦ расчет стоимости регулируемых договоров;

♦ прогнозирование цен;

♦ расчет экономического эффекта деятельности организаций на ОРЭМ.

Подсистема "Энергостат-Трейдера" делится на две компоненты - для оптового и розничного рынка. Основным инструментом для расчетов являются договоры, заключенные на оптовом и розничном рынках электроэнергии. Для осуществления расчетных функций производится формирование базы участников рынка, позволяющей в объектном виде хранить данные о структуре и составе абонентов энергосбыта, о заключенных договорах и их характеристиках. Кроме расчетов, подсистема позволяет автоматизировать стандартные процедуры работы энерготрейдера, такие как подача прогноза на сайт Системного оператора, сбор отчетности с сайта и подача заявки в ОАО "АТС". На основе статис-

тических архивов по результатам работы на рынке возможно решение задачи прогноза цен на электроэнергию, что позволяет повысить экономическую эффективность в договорной работе.

Рассмотренные методы анализа, прогнозирования и планирования в электроэнергетике обладают тем недостатком, что основным объектом их применения является объем необходимого производства электроэнергии (генерируемой мощности), а прогнозирование объемов оказываемых инфраструктурных услуг по их отдельным систематизированным группам, оценка качества услуг, например, системных операторов, распределительных сетевых компаний, энергосбытовых компаний в программном комплексе отсутствуют.

Особое значение имеют услуги по обеспечению системной надежности функционирования оптового и розничного рынков в электроэнергетике.

Так, постановлением Правительства Российской Федерации № 117 от 3 марта 2010 г. утверждены правила отбора субъектов электроэнергетики и потребителей электроэнергии, оказывающих услуги по обеспечению системной надежности, а также правила оказания таких услуг. Завершено формирование законодательной базы для запуска с 1 января 2011 г. рынка системных услуг в электроэнергетике. Рынок системных услуг (услуг по обеспечению системной надежности) - один из инструментов поддержания требуемого уровня надежности и качества функционирования Единой энергетической системы России (ЕЭС России) в условиях полной либерализации рынков электроэнергии и мощности начиная с 2011 г.

Задача обеспечения установленных параметров надежности функционирования ЕЭС России возложена государством на ОАО "Системный оператор Единой энергетической системы"². Важную роль в процессе обеспечения стабильной работы энергосистемы играют регулирование частоты и перетоков мощности, напряжения и реактивной мощности, развитие систем противоаварийного управления. Рынок системных услуг создает источник для финансирования соответствующих расходов владельцев оборудования, которые не могут быть компенсированы в рамках рынка электроэнергии или мощности.

Постановлением правительства определены четыре вида услуг по обеспечению системной надежности:

- ◆ услуги по нормированному первичному регулированию частоты;
- ◆ услуги по автоматическому вторичному регулированию частоты;
- ◆ услуги по регулированию реактивной мощности;
- ◆ услуги по развитию систем противоаварийного управления.

Услуги по обеспечению системной надежности будут оказываться генерирующими компаниями, а также крупными потребителями электроэнергии. Конечными получателями услуг станут субъекты оптового рынка - покупатели электроэнергии и мощности.

В соответствии с постановлением правительства Системный оператор осуществляет отбор субъектов электроэнергетики, оказывающих услуги по обеспечению системной надежности, заключение с такими субъектами договоров и оплату услуг, а также координацию действий участников рынка системных услуг.

Системный оператор будет осуществлять отбор поставщиков системных услуг тремя способами:

- ◆ на основе проведения конкурентного отбора исполнителей услуг по критерию минимальной стоимости оказания услуг, обеспечивающих системную надежность, путем сопоставления поданных ценовых заявок (для услуг по нормированному первичному регулированию частоты и автоматическому вторичному регулированию частоты и перетоков активной мощности);
- ◆ на основе запроса предложений о готовности оказывать соответствующие услуги или заключения договора с единственным возможным исполнителем услуги (для услуг по регулированию реактивной мощности и развитию систем противоаварийного управления);
- ◆ на основе определения объектов по производству электрической энергии, в силу технологических особенностей работы которых для их владельцев устанавливается обязанность оказывать услуги по обеспечению системной надежности.

В данной связи установление обязанности для отдельных субъектов электроэнерге-

тики предполагается использовать как исключительный механизм в тех случаях, когда иные способы отбора не дали результата.

Конкурентный отбор исполнителей системных услуг допускает участие в нем как субъектов рынка, генерирующее оборудование которых уже готово к работе в особых режимах, так и субъектов рынка, генерирующее оборудование которых потенциально может использоваться для оказания услуг при условии проведения его модернизации. По итогам отбора с исполнителем системных услуг будет заключаться договор, согласно которому Системный оператор обязуется покупать услугу и оплачивать ее, а исполнитель обязуется оказать услугу в определенном объеме и с заданными характеристиками.

Средства на оплату системных услуг будут поступать от покупателей оптового рынка электроэнергии и мощности в соответствии с установленным Федеральной службой по тарифам (ФСТ) специальным дополнительным тарифом на услуги Системного оператора, предназначенным для целевого использования в рамках рынка системных услуг и механизма гарантирования инвестиций.

Состояние и развитие функций управления и методов принятия управленческих решений в электроэнергетической системе Республики Казахстан несколько отстает от российского уровня. Так, среди методов принятия управленческих решений в электроэнергетике преобладают методы учета и контроля за расходованием электроэнергии. Эти методы реализованы в автоматизированной системе коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ)³.

АСКУЭ Республики Казахстан построена как иерархическая, многоуровневая распределенная автоматизированная система сбора, передачи, консолидации, обработки данных в электроэнергетике и включает в себя следующие уровни:

- ◆ локальный уровень - АСКУЭ подстанций;
- ◆ региональный уровень - АСКУЭ региональных центров сбора и обработки информации;
- ◆ центральный уровень - АСКУЭ ЦДС РЭК ТОО “Энергосистема”;
- ◆ верхний уровень - АСКУЭ СО ОРЭ РК АО “КЕГОС”;

◆ смежные уровни - АСКУЭ смежных субъектов РЭК ТОО “Энергосистема”.

Основными функциями АСКУЭ на локальном уровне являются:

- ◆ сбор коммерческих измерений электроэнергии коммерческого и технического учета;
- ◆ сбор информации с точек технического учета с настраиваемым периодом;
- ◆ обработка, хранение и выдача информации с применением защиты от несанкционированного доступа;
- ◆ синхронизация измерений по единому астрономическому времени;
- ◆ решение вычислительных задач.

На региональном уровне обеспечиваются:

- ◆ сбор данных коммерческого и технического учета с подчиненных подстанций и передача их на вышестоящий уровень АСКУЭ;
- ◆ обмен данными учета с заданным интервалом с другими субъектами оптового рынка;

- ◆ обработка, хранение и выдача информации с применением защиты от несанкционированного доступа;
- ◆ синхронизация измерений по единому астрономическому времени;
- ◆ решение вычислительных задач.

Функции центрального уровня включают в себя:

- ◆ сбор данных учета из подчиненных региональных центров сбора и обработки информации;
- ◆ обмен данными по коммерческому учету с ДЦ СО РК АО “КЕГОС”;
- ◆ решение вычислительных задач.

В АСКУЭ РЭК действует прикладное программное обеспечение для коммерческого учета электроэнергии, которое допущено к применению в Республике Казахстан в качестве средства измерений. Программа обеспечивает автоматический параллельный опрос счетчиков с использованием различных каналов связи и коммуникационного оборудования, осуществляет все необходимые расчеты, которые можно вывести на клиентских автоматизированных рабочих местах на изображение в виде различных справок, форм и диаграмм.

Внедрение АСКУЭ в Республике Казахстан позволяет:

- ◆ автоматизировать сбор данных по энергопотреблению предприятия;

- ◆ сформировать балансы потребления электроэнергии по точкам, подстанциям, энергоузлам, субъектам и по предприятиям в целом;

- ◆ обеспечить оперативно-технологический персонал предприятий объективными данными для диспетчеризации электроэнергии и мощности;

- ◆ повысить своевременность и надежность информации для учета, расчетов и ликвидации потерь электроэнергии;

- ◆ усилить взаимообмен информацией по учету электроэнергии с субъектами и операторами оптового и розничного рынков электроэнергии Республики Казахстан.

На основе функций учета электроэнергии, контроля за ее расходом возможно использование современных методов прогнозирования объемов потребления электроэнергии и оценки качества услуг системных операторов. В этом отношении важными являются методология и методы прогнозирования и оценки качества услуг системных операторов в электроэнергетике Республики Казахстан.

¹ *Макоклюев Б.И.* Анализ и планирование электропотребления. М., 2008.

² Электроэнергетика России. Вып. 3. М., 2009.

³ Электроэнергетика Казахстана. URL: <http://www.cdu.ru/articles/detail.php?ID=299736>.

Поступила в редакцию 01.09.2011 г.