

METHODS AND ALGORITHMS FOR FORECASTING GRAPHS OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION

Bogdanov A.V. (Russian Federation) Email: Bogdanov52@scientifictext.ru

*Bogdanov Alexey Valer'evich - Graduate Student,
DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER ENGINEERING,
TULA STATE UNIVERSITY, TULA*

Abstract: *basic information for solving problems of short-term planning and operational. Controls are the values of loads of the nodes of the design scheme of substitution of EPS. Traditionally used in operation and in the design of EPS, the methods of forming load values of nodes for modeling electric modes, although they allow solving all the main tasks of long-term mode planning, at the same time they do not provide a sufficiently flexible and universal tool for information support of a number of management tasks. First, we are talking about short-term planning and operational management of electrical regimes, including the functions of the intra-hour forecast of EPS loads, external flows, and energy nodes included in the network replacement scheme.*
Keywords: *energy, forecasting, model, consumption parameters.*

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГРАФИКОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Богданов А.В. (Российская Федерация)

*Богданов Алексей Валерьевич – магистрант,
кафедра электроэнергетика,
Тульский государственный университет, г. Тула*

Аннотация: *базовой информацией для решения задач краткосрочного планирования и оперативного управления являются значения нагрузок узлов расчетной схемы замещения ЭЭС. Традиционно используемые в эксплуатации и при проектировании ЭЭС методы формирования значений нагрузок узлов для моделирования электрических режимов хотя и позволяют решать все основные задачи долгосрочного планирования режимов, в то же время они не предоставляют достаточно гибкого и универсального инструмента для информационного обеспечения ряда задач управления. В первую очередь, речь идет о краткосрочном планировании и оперативном управлении электрическими режимами, включая и функции внутрисетового прогноза нагрузок ЭЭС, внешних потоков, а также энергоузлов, входящих в схему замещения сети.*

Ключевые слова: *энергетика, прогнозирование, модель, параметры потребления.*

Модель оперативного диспетчерского управления ЭЭС России в условиях действия свободного сектора оптового рынка электроэнергии опирается на множество прогнозов потребления электроэнергии и системных условий. Прогнозы позволяют получить участникам рынка необходимые ориентиры при планировании своей хозяйственной деятельности и инвестиционной политики. Долгосрочные прогнозы потребления электроэнергии предусматриваются в отношении каждой объединенной энергосистемы на территории ЕЭС России и ЕЭС России в целом

В новой модели рынка электроэнергии также востребованы краткосрочные и оперативные прогнозы при определении планируемых объемов производства и потребления электроэнергии для каждого участника рынка и составлении диспетчерских графиков загрузки генерирующих мощностей и графиков потребления мощности на каждый диспетчерский интервал на сутки вперед.

В рамках рассматриваемой системы оперативного и краткосрочного прогнозирования (ОКП) [1] предусмотрена прогнозная функция параметров потребления (генерации) электроэнергии. Интеграция и согласование краткосрочного и оперативного прогнозов в одной системе позволяют получать более точные результаты.

В современных АСДУ (автоматизированных системах диспетчерского управления) принята дискретная форма регистрации непрерывных процессов. ТИ (телеизмерения) параметров режима регистрируются в архивах через равные интервалы времени. При этом значение ТИ параметра может отличаться от истинного значения по следующим основным причинам:

погрешности первичных измерений 0.5-1% (класс точности измерительных трансформаторов тока и напряжения, применяемых в эксплуатации, составляет 0.5-1%);

процедуры квантования параметра при его аналого-цифровом преобразовании и округлении величин приводит к погрешности до 5%;

несогласованности во времени отдельных ТИ (задержка передачи отдельных ТИ достигает десятков секунд);

сбоев и «шумов» системы сбора и передачи информации, которые также могут приводить к значительным погрешностям.

Следовательно, в этих условиях целесообразно говорить о вероятном значении параметра для момента времени, полученном на основании обработки ряда измерений. Учитывая «плавность» изменения нагрузки в нормальных электрических режимах, а также случайный характер и относительно небольшую величину нерегулярных колебаний, можно рассматривать задачу восстановления наиболее вероятной траектории по данным дискретных значений, т.е. рассматривать нагрузку узла как нестационарный случайный процесс со случайными флуктуациями. В качестве меры точности восстановления траектории изменения нагрузки целесообразно принять статистические характеристики полученной нерегулярной составляющей.

Использование накопленных данных о поведении нагрузок дает возможность выполнить их оперативный и краткосрочный прогнозы. При решении задачи ОКП используются нелинейные аддитивные модели.

Для обеспечения необходимой надежности и качества функционирования системы прогнозирования в рамках АСДУ ЭЭС сформулированы следующие требования:

1. Точность моделирования. Оценки значений нагрузок узлов должны быть в пределах допустимых погрешностей. Допустимая относительная погрешность зависит от мощности нагрузки и лежит в следующих пределах:

для ОЭС большой мощности (20 – 30 ГВт) - <1-2%;

для ЭЭС средней мощности (5 – 8 ГВт) – 2-5%;

для ЭУ небольшой мощности (0.1 – 1 ГВт) – 5-15%;

Требования по точности определяются относительными погрешностями первичных измерений.

2. Интервальность. Поскольку значения нагрузок имеют вероятностный характер, то кроме наиболее вероятного значения нагрузки, целесообразно определять и доверительный интервал, в пределах которого располагаются фактические значения нагрузок с заданным уровнем достоверности.

3. Баланс нагрузок. Значения нагрузок, оцененных по моделям, должны быть согласованы по разным иерархическим уровням, исходя из условия баланса мощности и электроэнергии.

4. Надежность. Данное требование подразумевает безотказную работу алгоритмов в реальных условиях эксплуатации (численная устойчивость), а также обеспечение приемлемых оценок нагрузок узлов при потере части данных или наличии грубых ошибок в исходной информации.

5. Адаптивность. Автоматическая перенастройка (коррекция) параметров системы в реальной информационной среде с целью обеспечения условий для оптимального выполнения решаемых задач.

6. Экономичность. Выполнение вышеперечисленных требований должно сопровождаться по возможности минимальными затратами с точки зрения использования машинных ресурсов. Экономичность алгоритмов по использованию машинного времени (быстродействие) обусловлена также ограничениями по времени при работе в оперативном цикле управления.

7. Возможность использования разнородной информации (данных, полученных в дни контрольных измерений и эпизодических измерений).

8. Автоматизированность (интерактивность). Система должна работать в автоматическом режиме контроля достоверности нагрузок узлов, вместе с тем необходимо обеспечить интерактивный режим работы комплекса с обслуживающим персоналом.

Для получения прогнозных значений нагрузок узлов на установленных интервалах упреждения необходимо решать следующие задачи:

краткосрочный прогноз потреблений ОЭС и ЭЭС,

краткосрочный прогноз нагрузок узлов,

коррекция краткосрочного прогноза нагрузки методом скользящих суток,

оперативный прогноз нагрузок узлов и потребления ЭЭС.

Краткосрочный прогноз потребления ОЭС и ЭЭС выполняется методом ожидаемых значений потребления для каждой половины часа суток, следующих за текущими. Краткосрочный прогноз выполняется в 19 часов текущих суток. Значения краткосрочного прогноза потребления ЭЭС на суточном интервале представляются аппроксимацией рядом Фурье.

В качестве дублирующего способа краткосрочного прогнозирования предусмотрено использование метода нелинейных связей, использующего устойчивые связи между отдельными параметрами (графиками нагрузки).

Особенностью моделей, применяемых в оперативном цикле, является использование для расчета прогнозных траекторий результатов краткосрочного прогноза. Учет текущих данных в суточном разрезе

позволяет уточнить краткосрочный прогноз и, как следствие, улучшить оперативный прогноз. Коррекция краткосрочного прогноза нагрузки выполняется методом скользящих суток [1].

Задача оперативного прогноза нагрузок решается методом аппроксимации значений нагрузки на интервале моделирования нелинейной аддитивной функцией с учетом данных краткосрочного прогноза. Параметры нелинейных аддитивных моделей рассчитываются модифицированным методом Гаусса.

В заключение отметим, что прогнозная функция в составе адаптивной модели ЭЭС позволяет легко вводить и учитывать новые параметры, возникающие в ходе реструктуризации и переходе энергосистем к рыночным условиям функционирования. Для этого достаточно добавить в обучающую выборку на ретроспективном интервале и/или интервале упреждения значения заданного параметра с некоторым весовым коэффициентом. Кроме того, ввод плановых часовых значений на интервале упреждения позволяет улучшить оперативный прогноз. Подобным образом можно учитывать, например, значения заявок участников рынка на объемы потребляемой электроэнергии при расчете оперативного прогноза узловой нагрузки.

Список литературы / References

1. Бердин А.С. Формирование параметров модели ЭЭС для управления электрическими режимами / А.С. Бердин, П.А. Крючков. Екатеринбург. УГТУ, 2000. 107с.