

УДК 621.31

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Носов Е.Р., студент гр. ЭПБ-211, II курс

Научный руководитель Черникова Т.М., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Прогнозирование потребления электроэнергии является очень важным фактором в работе промышленных предприятий, так как накопление электрической энергии в больших объемах невозможно и нужно правильно рассчитать количество энергии необходимой для технологического процесса.

Так же прогнозирование дает немаловажные плюсы в том, что предприятие может грамотно составить график ремонтов, проводить расчеты перспективных режимов работы и сократить затраты на электроэнергию.

Таким образом получается, что качество самого прогнозирования имеет очень важную роль и должно иметь современных методы решения проблемы, которые будут давать более точный способ оценки потребляемой в перспективе энергии.

В данной работе рассмотрены некоторые современные методы прогнозирования потребляемой электрической энергии, которые могут помочь предприятиям избежать перегрузок электросетей.

Прогнозирование энергопотребления может быть осуществлено двумя способами. Один из них – постоянный и непосредственный мониторинг состояния оборудования и прогнозирование его состояния на определенное время в будущем. Этот метод требует построения значительной системы сбора информации и значительного количества времени, затрачиваемого экспертами и аналитиками. В результате он занимает много лет и является дорогостоящим, но является стабильным и обеспечивает полную защиту от риска в долгосрочной перспективе [1].

Другим методом является прогноз потребления электричества. Обычно специалисты понимают потенциальные возможности электросетей, и им понадобится только информация по потреблению, чтобы предсказать возможный ущерб. Этот метод требует небольших затрат и значительного времени для сбора репрезентативных образцов. Информация для прогнозирования собирается с датчиков, установленных на электростанциях и коммунальных предприятиях. Этот метод не дает последовательных результатов, но является более показательным за меньшее время [1].

На сегодняшний день существует около 150 методов прогнозирования. 20-30 методов используются на практике. Методы прогнозирования

классифицируются по трем признакам: степень стандартизации метода, общие принципы работы и способ прогнозирования [2].

Методы прогнозирования можно разделить на интуитивные и формальные, в зависимости от степени их формализации. Интуитивные методы не могут быть описаны математической формулой. Формальные методы используются в тех случаях, когда информация о предприятии носит преимущественно количественный характер, а поведение энергосистемы под воздействием различных факторов, таких как время суток, погодные условия, температурные режимы, может быть описано математическими формулами [2].

Качество прогноза напрямую зависит от компетентности эксперта, что говорит о том, что точность прогнозов, сделанных интуитивными методами, нестабильна, поэтому предпочтительнее использовать формальные методы [2].

#### Формальные методы прогноза.

##### 1. Прогнозная экстраполяция.

Экстраполяция – метод научного исследования, состоящий в распространении выводов, полученных из наблюдения над одной частью явления, на другую его часть; научное прогнозирование событий [3]. Методы оценки надежности, такие как метод наименьших квадратов, метод экспоненциального сглаживания временного ряда и метод скользящего среднего, используются для прогнозирования новых результатов по результатам прошлых и настоящих измерений предприятия (происходит анализ развития объекта). Так же может быть еще один вид экстраполяции – это формальная экстраполяция, которая может быть использована в большинстве случаев для краткосрочного прогнозирования из-за принятия во внимание лишь количественных зависимостей, выявленных в прошлом [2].

##### 2. Метод прогнозирования при помощи нейронных сетей.

С развитием искусственного интеллекта поступило предложение использовать для прогнозирования модели построенный на базе искусственных нейронных сетей (ИНС) [4].

Из-за своих размеров используются многоуровневые нейронные сети. Входной сигнал, подаваемый в сеть, поступает на нейроны входного слоя, последовательно проходит через все скрытые слои и извлекается нейронами выходного слоя. По мере распространения по сети сигнал претерпевает ряд преобразований, которые зависят от начальных значений, функции преобразования и весов связей. Определение структуры ИНС основывается на результатах экспериментальных расчетов и предполагает выбор соответствующей модели нейронов, достаточного количества нейронов в скрытом слое, входных и выходных параметров и формата их представления [4].

В итоге прогнозирование при помощи искусственных нейронных сетей имеет ряд преимуществ и недостатков [4].

Преимущества: простота реализации; при хороших входных данных

получается довольно высокая точность прогноза.

Недостатки: неопределенность долгий процесс обучения; возможность попадания ошибки в локальные минимумы функции ошибки.

### 3. Прогнозирование на основе использования гибридных систем.

Гибридные системы основаны на идеи использования нескольких гетерогенных подсистем, которые имеют общие цели или совместные действия. Такие системы используются в сложных случаях прогнозирования и требуют перебора совмещения различных подсистем для получения качественного результата прогноза. Примером такой системы будет служить объединение нечеткой логики и нейронной сети в сети ANFIS [5].

Недостаток таких систем – это их многорежимность, так как в случае неполноты информации о генерирующей системе, существующие на данный момент методы обработки информации не могут в полной мере оценить и учесть большое количество режимов системы, что ухудшает качество прогноза [5].

Другим примером гибридной системы является использование генетических алгоритмов для регулирования нейронных сетей. Первые генетические алгоритмы были основаны на моделях эволюции живой природы [5].

Теперь рассмотрим преимущества и недостатки гибридной системы [5].

Преимуществом является то, что на основе такой системы возможно получить необходимую нейронную сеть с упрощенным способом ее построения при помощи генетических алгоритмов и, вследствие, построение прогноза потребление электрической энергии. Также важна возможность использования гибридного подхода для краткосрочного прогнозирования [5].

Недостатком является сложность реализации гибридной системы из-за трудоемкого начального процесса конфигурации нейронной сети и наличия необходимого оборудования на предприятии [5].

Таким образом, прогнозирование электрической энергии имеет очень важную роль, и в связи с этим в наше время появляется немало современных методов оценки потребления электроэнергии. Некоторые способы используются больше, некоторые меньше в зависимости от условий при которых хотят применить метод, но в любом случае средства прогнозирования находятся в постоянном развитии и усовершенствовании.

### Список литературы:

1. Прогнозирование объемов потребления электроэнергии. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

[http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/branches/detail.php?ELEMENT\\_ID=644](http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/branches/detail.php?ELEMENT_ID=644)  
(дата обращения 22.03.2023).

2. Методы прогнозирования электропотребления // Евразийский Союз Ученых – публикация научных статей в ежемесячном научном журнале. Технические науки. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://euroasia->

[science.ru/tehnicheskie-nauki/](http://science.ru/tehnicheskie-nauki/) (дата обращения 22.03.2023).

### 3. Экстраполяция. [электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/15245> (дата обращения 22.03.2023).

4. Прогнозирование потребления электрической энергии с использованием нейронных сетей [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-potrebleniya-elektricheskoy-energii-s-iskoristeyem-neyronnuyu-setyu>

[energii-s-ispolzovaniem-neyronnyh-setey](#) (дата обращения 22.03.2023).  
5. Соломахо, К. Л. Применение метода главных компонент для прогнозирования объемов электропотребления энергосбытового предприятия/ К. Л. Соломахо [и др.] // Вестник СамГУ. 2018. № 1. С. 111–116.

Соломахо [электронный ресурс] – Режим доступа:  
[https://www.susu.ru/sites/default/files/dissertation/03\\_text\\_diss\\_5.pdf](https://www.susu.ru/sites/default/files/dissertation/03_text_diss_5.pdf) (дата обращения 22.03.2023).