

УДК 621.31

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Алексеев Д.М., студент гр. АЭБ-211, II курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Прогнозирование потребления электроэнергии на горном предприятии является очень важным инструментом для оптимизации производства и сокращения расходов на электроэнергию, тем самым остается всегда актуальной проблемой. Прогнозирование является сложной задачей, которая зависит от многих факторов. Некоторые из этих факторов могут включать:

- 1) сезонность;
- 2) производственный процесс;
- 3) изменение производственной нагрузки;
- 4) цены на электроэнергию.

Учет оценки этих данных оказывает влияние на разработку более эффективных технических решений для рационализации процессов энергопотребления [1].

Цель настоящей работы – проанализировать методы прогнозирования электроэнергии на предприятиях.

Для прогнозирования потребления электроэнергии на горном предприятии может быть использовано множество методов, включая статистические методы, машинное обучение и нейронные сети. Важно учитывать все факторы, влияющие на потребление электроэнергии, при выборе подходящего метода прогнозирования. Прогнозное моделирование электропотребления является важной задачей для энергетических компаний, которые хотят оптимизировать свою работу и предотвратить возможные сбои в энергоснабжении.

Одним из наиболее распространенных методов прогнозирования электропотребления является статистический подход, основанный на анализе временных рядов. Для этого используются математические модели, которые могут учитывать сезонность, тренды, цикличность и случайные факторы. Другим подходом к прогнозированию электропотребления является машинное обучение, которое может использоваться для анализа больших объемов данных и создания более точных прогнозов. Например, можно использовать нейронные сети, которые могут обучаться на основе исторических данных и выдавать прогнозы на будущее. Однако, независимо от выбранного метода, для успешного прогнозирования электропотребления необходимо учитывать следующие факторы. Временной горизонт прогнозирования: необходимо определить, на какой период времени будет строиться прогноз. В некоторых

случаях это может быть только на несколько часов вперед, а в других – на несколько месяцев. Разнообразие источников данных: для более точного прогнозирования электропотребления необходимо учитывать разнообразные источники данных, такие как метеорологические условия, праздники и события, влияющие на потребление электроэнергии. Учёт изменений в производственном процессе: если в производственном процессе происходят изменения, необходимо обновлять модели прогнозирования, чтобы учитывать эти изменения [2].

Один из возможных подходов – это моделирование зависимости электропотребления от метеорологических условий, таких как температура, влажность, скорость ветра, атмосферное давление и др. Для этого можно использовать регрессионный анализ или машинное обучение, такие как градиентный бустинг или нейронные сети. Другой подход – это использование временных рядов для моделирования электропотребления и прогнозирования его будущих значений. Этот метод может быть особенно полезен, если есть исторические данные по электропотреблению и метеорологическим условиям. В любом случае, для достижения более точных прогнозов необходимо учитывать не только метеорологические условия, но и другие факторы, которые могут повлиять на электропотребление, например, день недели, праздники, сезонность и т.д.

На данный момент самым эффективным методом прогноза считается PАРМ. Прогнозная адаптивная полиномиальная модель (PАРМ) – это метод, который может быть использован для прогнозирования электропотребления с учетом различных факторов, таких как метеорологические условия, день недели, праздники и т.д. PАРМ основана на полиномиальной регрессии, где зависимость между электропотреблением и факторами моделируется как функция полиномиальной степени. Эта модель также может быть адаптирована к новым данным, что позволяет ей более точно прогнозировать электропотребление в будущем.

Процедура создания PАРМ включает следующие шаги.

1. Сбор данных: необходимо собрать данные по электропотреблению и различным факторам, таким как метеорологические условия, день недели, праздники и т.д.

2. Предварительный анализ: проанализировать данные на наличие выбросов, пропусков и других аномалий.

3. Моделирование: на основе данных построить полиномиальную регрессионную модель, которая описывает зависимость между электропотреблением и факторами. Модель может быть адаптирована к новым данным с помощью метода регуляризации, такого как Ridge (англ. ridge regression), Lasso (Least absolute shrinkage and selection operator).

4. Проверка модели: оценить точность прогнозов, используя различные метрики, такие как среднеквадратичная ошибка или коэффициент детерминации.

5. Прогнозирование: использовать созданную модель для прогнозирования электропотребления на будущий период.

РАРМ является достаточно гибкой моделью, которая может быть адаптирована к различным условиям и использована для прогнозирования электропотребления в различных отраслях, таких как энергетика, производство и транспорт.

Трендовые аддитивная и мультипликативная прогнозные модели являются эффективными методами прогнозирования электропотребления с учетом фактора сезонности. Трендовая аддитивная модель (ТАМ) моделирует зависимость между электропотреблением и временем как сумму тренда, сезонности и случайной ошибки. Тренд может быть линейным или нелинейным, а сезонность – периодической функцией, которая повторяется через определенный интервал времени (например, каждую неделю, месяц или год). Модель может быть описана следующим образом:

$$Y(t) = T(t) + S(t) + e(t),$$

где  $Y(t)$  – электропотребление в момент времени  $t$ ,  $T(t)$  – тренд,  $S(t)$  – сезонность и  $e(t)$  – случайная ошибка.

Трендовая мультипликативная модель (ТММ) также моделирует зависимость между электропотреблением и временем, но в отличие от ТАМ, ТММ использует умножение, а не сложение для моделирования взаимодействия между трендом и сезонностью. Модель может быть описана следующим образом:

$$Y(t) = T(t) \cdot S(t) \cdot e(t),$$

где  $T(t)$  – тренд,  $S(t)$  – сезонность и  $e(t)$  – случайная ошибка.

При использовании ТАМ и ТММ для прогнозирования электропотребления с учетом сезонности, данные разбиваются на периоды, например, недели или месяцы, и для каждого периода рассчитывается среднее значение электропотребления. Затем, используя методы наименьших квадратов или максимального правдоподобия, моделируются тренд и сезонность, а также оценивается случайная ошибка. После моделирования и оценки параметров, модели могут быть использованы для прогнозирования электропотребления на будущий период. Также, важно учитывать возможные факторы, которые могут повлиять на электропотребление, такие как изменения цен на электроэнергию или метеорологические условия. В целом, ТАМ и ТММ предоставляют эффективный способ прогнозирования электропотребления с учетом фактора [3].

Также, для оценки влияния фактора энергосбережения можно использовать модель с переменной структурой. Такая модель позволяет учитывать не только влияние различных производственных факторов на объем электропотребления, но и учитывать изменение структуры производства и эффект от

использования энергосберегающих технологий. Для построения модели с переменной структурой можно использовать различные методы, например, регрессионный анализ или нейронные сети. В качестве объясняющих переменных можно использовать данные о производственных факторах, такие как объем производства, число рабочих мест, уровень доходов и т.д. Также в модель можно включить данные об энергосберегающих технологиях, такие как использование энергоэффективных оборудования, установка солнечных панелей и т.д.[4].

Подбор типа модели прогнозирования зависит от количественных и качественных характеристик временных рядов, структуры связи между рядами, цели и задач моделирования. Достоверность прогноза может быть повышена в процессе построения всевозможных вариантов сценарных и комбинированных моделей. Постоянное развитие модели, ее наладка на практическую ситуацию, обновление или замена статистической основы позволяет учесть при прогнозировании новые нюансы и тенденции развития производства.

Выражаю благодарность за научное руководство Черниковой Татьяне Макаровне, профессору Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева.

#### Список литературы:

1. Шаюхов, Т.Т. Математическое моделирование влияния внешних факторов на параметры электропотребления/ Т.Т. Шаюхов// Наукоедение. – 2017. №9(5).
2. Lozinskaia, A., Electricity consumption forecasting for integrated power system with seasonal patterns/ A. Lozinskaia, A. Redkina, E. Shenkman //Applied Econometrics.– 2020.–№5–С. 25.
3. Бугаец, В.А. Краткосрочное прогнозирование электропотребления энергорайонов с учетом влияния метеофакторов: дис. ... канд. техн. наук. Новочеркасск.– 2015.– 241 с.
4. Карпенко, С.М. Эконометрическое моделирование энергопотребления с учетом влияния производственных факторов/ С.М. Карпенко, Н.В. Карпенко// Энергобезопасность и энергосбережение. –2020.–№ 1. – С.14–17.