

УДК 621.311

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ
ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ
ДЛЯ ЧП «МОЛОКОЗАВОД – ОЛКОМ»**

Катюха И.А., аспирант*

Таврический государственный агротехнологический университет

Телефон: (067) 416-0-321

Аннотация – в статье применен подход к определению кусочно-непрерывной нечеткой прогнознй модели электропотребления, сочетающий как формальные, так и неформальные процедуры. Показано применение разработанного критерия к задаче прогноза электропотребления предприятием. Приведена оценка точности прогноза по относительной среднемодульной погрешности.

Ключевые слова: прогноз электропотребления, нечеткий регрессионный анализ, критерий оценки качества регрессии, автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии.

Постановка проблемы. В условиях современного энергорынка для крупных предприятий важное значение имеет создание системы прогнозирования потребления электрической энергии, позволяющей минимизировать отклонения потребляемой от заявленной на рынке за сутки вперед мощности.

Анализ последних исследований. Основным инструментом при построении прогнозных моделей является регрессионный анализ. Использование данного аппарата в нечеткой форме целесообразно для прогнозирования электропотребления, поскольку исходные данные при этом несут неопределенность. Нечеткий регрессионный анализ для прогнозных задач в основном используется для построения линейных полиномиальных моделей [1] с нечеткими коэффициентами регрессии. Разработка вида регрессионных зависимостей, отличных от полиномиальных, как правило, не рассматриваются. Модели четко делятся по назначению на долгосрочны и краткосрочные [2]. Автором совершена попытка применения методики формирования нечеткой прогнознй модели электропотребления [3] на реальном предприятии по переработке молочной продукции.

Формулировка целей статьи (постановка задачи). Применение системы прогнозирования электропотребления промышленного пред-

© Катюха И.А.

*Научный руководитель – Овчаров В.В., д.т.н., профессор

приятия в условиях неопределенности исходной информации на основе нечеткого регрессионного анализа. Оценка точности прогноза по относительной среднемодульной погрешности в сравнении с реальными показателями электропотребления.

Основные материалы исследования (основная часть). Электропотребление предприятий представляет собой циклический процесс, зависящий от ряда внешних и внутренних факторов. К внутренним факторам относятся такие трудно формализуемые в общем виде, как количество смен, наличие перерывов, график выходных и т.п. К внешним относятся такие, как ритмичность заказов, сезонность, климатические особенности и т.п.

Вид прогнозной зависимости определяется на основе анализа исходных данных. При этом процесс определения оптимального вида функции регрессии не формализован, а традиционно применяемый полиномиальный подход часто бесполезен для задач прогноза.

Поскольку в графиках электропотребления наблюдаются четко выраженные периоды в течение суток, то рационально прогнозную функцию строить не в виде непрерывной функции для всего суточного цикла, а в виде кусочно-непрерывной функции.

Приведенные на рис.1 данные позволяют в суточном цикле электропотребления выделено пять участков:

участок 1	$t = (0 - 0,3125)$ сут.,	или $t = (0 - 7,5)$ ч;
участок 2	$t = (0,3125 - 0,4167)$ сут.,	или $t = (7,5 - 10)$ ч;
участок 3	$t = (0,4167 - 0,6667)$ сут.,	или $t = (10 - 16)$ ч;
участок 4	$t = (0,6667 - 0,8958)$ сут.,	или $t = (16 - 21,5)$ ч;
участок 5	$t = (0,8958 - 1)$ сут.,	или $t = (21,5 - 24)$ ч;

Данные, приведенные на рис.2, позволяют предположить, что электропотребление имеет зависимость от дня недели, которую приближенно можно считать линейной.

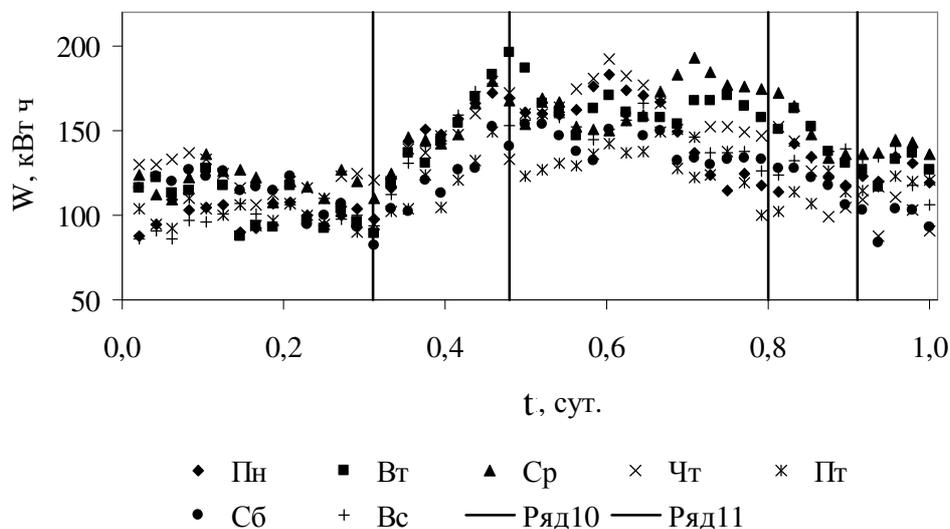


Рис. 1. Фрагменты данных АСКУЭ для характеристики суточного цикла электропотребления ЧП «Молокозавод-ОЛКОМ».

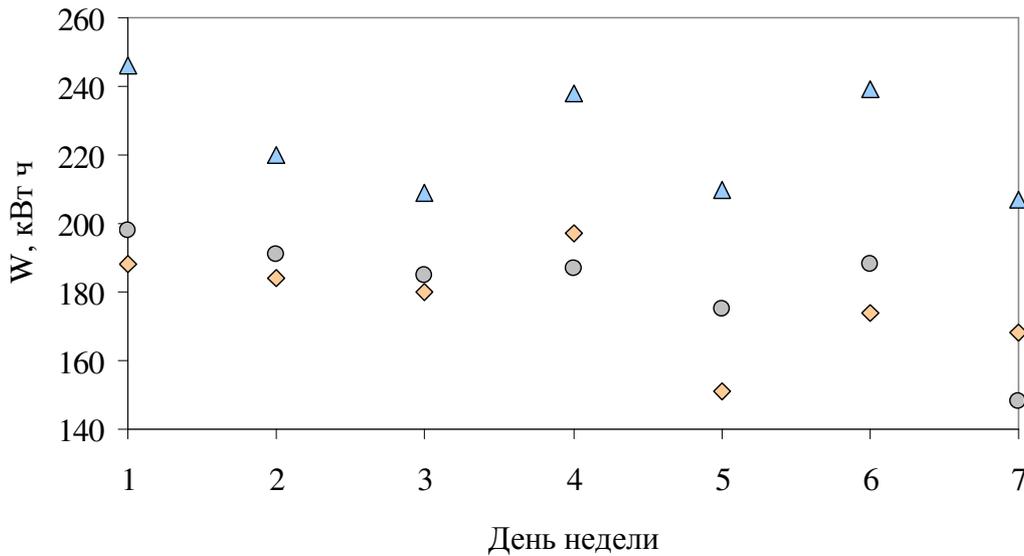


Рис. 2. Фрагменты данных АСКУЭ для характеристики недельного цикла электропотребления ЧП «Молокозавод-ОЛКОМ».

На рис.3 приведены данные АСКУЭ на 12 часов каждого 15 числа каждого месяца, позволяющие сделать вывод, что электропотребление предприятия в течение года меняется нелинейно и данная зависимость от номера недели может быть приближенно описана параболой.

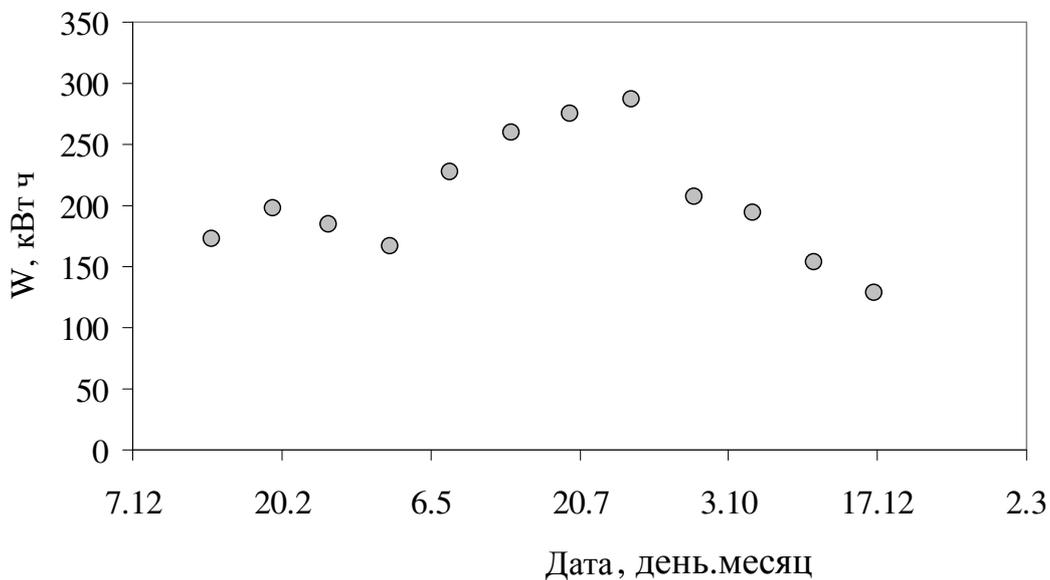


Рис. 3. Фрагменты данных АСКУЭ для характеристики годового цикла электропотребления ЧП «Молокозавод-ОЛКОМ».

Формирование вида прогнозной зависимости

Поскольку в данном случае выделено пять участков, вид прогнозной зависимости для суточного цикла соответствует виду кусочно-непрерывной прогнозной функции на сутки [3]. Тогда примем уча-

стки 2 и 4 в качестве переходных, на участках 1, 3 и 5 примем квадратичную зависимость электропотребления от времени суток.

Для участков 2 и 4 можно воспользоваться уже известными зависимостями [3].

Особенность данных АСКУЭ заключается в том, что среди череды рабочих дней несистемно включены нерабочие дни, где электропотребление на фоновом уровне. Соответственно, для нерабочих дней при обработке учитывались только данные участков 1 и 5.

Обработка данных АСКУЭ за год

По результатам данных АСКУЭ за 2013 год с помощью усовершенствованного нечеткого регрессионного анализа получены значения коэффициентов регрессии (рис.4).

Степень совмещения оценок и исходных данных составила: $\mu_{\cap} = 0,53$. Соответственно среднемодульная погрешность регрессионной зависимости составила: $МАПЕ = 12,86 \%$. Степень нечеткости 0,535.

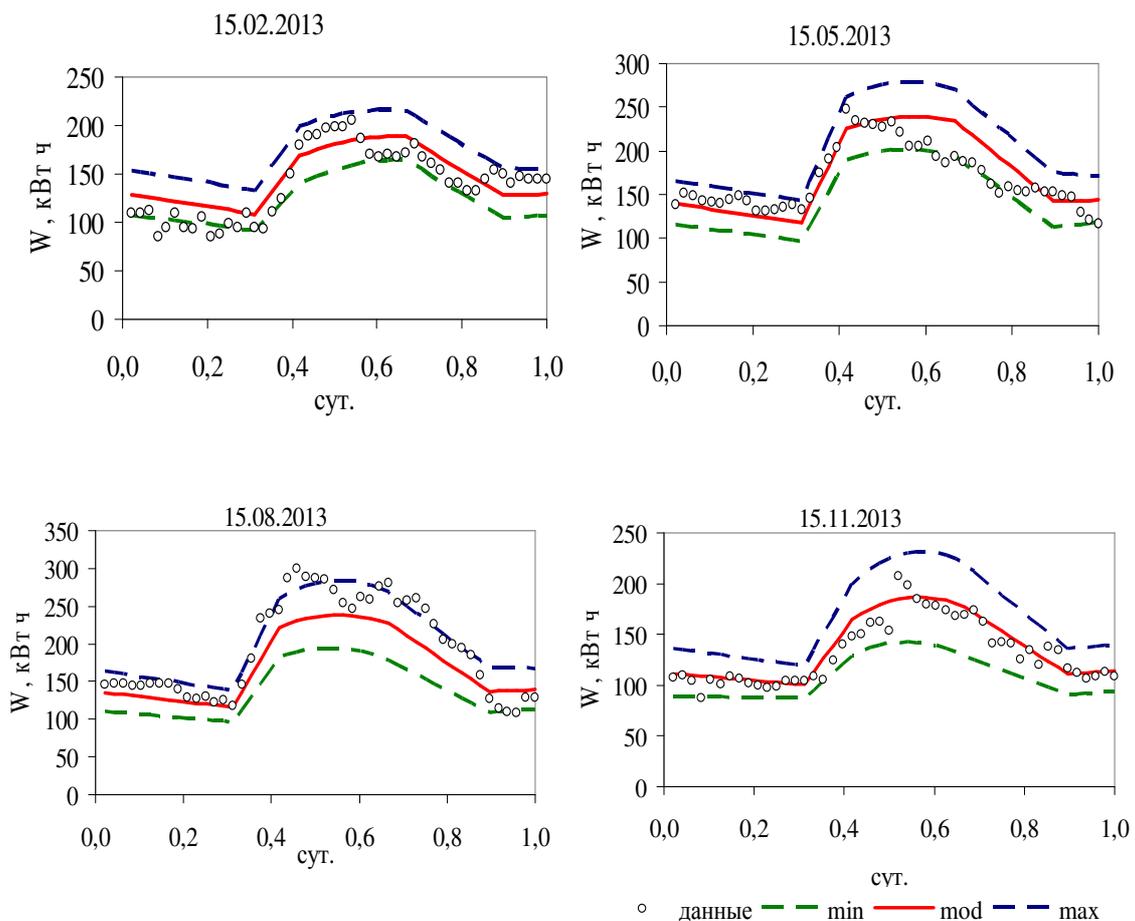


Рис. 4. Результаты обработки данных АСКУЭ
ЧП «Молокозавод-ОЛКОМ».

Проверка прогнозных возможностей долгосрочной прогнознoй модели для годового цикла

Для проверки взяты данные АСКУЭ за 2012 и 2014 год на предприятии «Молокозавод--ОЛКОМ», не подвергавшиеся обработке регрессионным анализом. Оценка точности показала: $\mu_{\cap} = 0,53$, $МАПЕ =$

Таблица 2 – Качество краткосрочного прогноза

Прогноз на...,дни	Степень нечеткости	Степень совмещения	МАРЕ,%
2012 г.			
1	0,411	0,512	10,42
2	0,417	0,513	10,16
3	0,392	0,494	10,51
4	0,432	0,545	9,44
5	0,434	0,566	8,95
6	0,412	0,524	10,39
7	0,423	0,523	9,79
2013 г.			
1	0,431	0,513	12,047
2	0,418	0,498	12,025
3	0,406	0,483	10,692
4	0,424	0,504	11,001
5	0,432	0,512	11,282
6	0,421	0,502	11,199
7	0,413	0,497	11,103
2014 г.			
1	0,561	0,59	12,26
2	0,532	0,53	12,12
3	0,564	0,60	10,73
4	0,467	0,47	14,00
5	0,542	0,56	11,62
6	0,555	0,57	11,36
7	0,534	0,53	12,58

12,08%, степень нечеткости 0,48 для данных 2012 года; $\mu_{\cap} = 0,39$, $МАПЕ = 20,50\%$, степень нечеткости 0,57 для данных 2014 года.

Проверка прогнозных возможностей найденной регрессионной зависимости для краткосрочного прогноза

Для проверки использовались данные АСКУЭ за 2012, 2013 и 2014 годы. Расчеты проводились для +1...+7 дней от текущей даты. Коэффициенты регрессии уточнялись по данным электропотребления за две недели, предшествующие текущей дате. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Вывод. Подход к определению кусочно-непрерывной нечеткой прогнознoй модели электропотребления достаточно просто применим на практике. Наблюдается увеличение точности прогноза по

сравнению с годовой прогнознoй моделью, что проявляется в увеличении степени близости прогнозных оценок и исходных данных и снижении среднемодульной погрешности вследствие уменьшения степени неопределенности прогноза. В то же время зависимость точности прогноза от числа дней до начала прогноза от текущей даты не столь выражена, что говорит об удовлетворительном качестве долгосрочной прогнознoй зависимости.

Список использованных источников.

1. *Таранцев А.А.* Принципы построения регрессионных моделей при исходных данных с нечетким описанием / *А.А.Таранцев* // Автоматика и телемеханика. - №11. – 1997. – С.215-220.
2. *Srinivasan D.* A novel approach to electrical load Forecasting based on a neural network / *D. Srinivasan* [et al.] // INNC-91. - Singapoure, 1991. - P. 1172-1177.
3. *Тимчук С.А.* Методика формирования нечеткой прогнозной регрессионной модели электропотребления / *С.А.Тимчук, И.А.Катюха* // Проблемы энергозабезпечення та енергозбереження України: вісник ХНТУСГ.- Харків, 2014. - Вип. 154. - С. 51-53.

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ПРОГНОЗНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ДЛЯ ПП МОЛОКОЗАВОД-ОЛКОМ

Катюха І.А.

Анотація – в статті запропоновано підхід до визначення кусочно-безперервної нечіткої прогновної моделі електроспоживання, яка поєднує як формальні, так і неформальні процедури. Розроблений критерій якості підбору коефіцієнтів регресії максимально повно враховує особливості довгострокових і корот-строкових виробничих циклів. Показано використання розробленого критерію до задачі прогнозування електро-споживання підприємством. Приведена оцінка точності прогнозу за відносною середньомодульною помилкою.

USE OF INDISTINCT EXPECTED MODEL OF THE POWER CONSUMPTION AT THE ENTERPRISES "OLKOM"

I. Katyukha

Summary

The approach to definition of piecewise and continuous indistinct expected model of a power consumption combining both formal and informal procedures is applied. The criterion of quality of selection of coefficients of regression which is most fully considering features of long-term and short-term production cycles is developed. Application of the developed criterion to a task of the forecast of a power consumption by the enterprise is shown. The assessment of accuracy of the forecast for a mean absolute percent error is given.