

© Поляков С. В.

канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий,
Владимирский филиал РАНХиГС

© Орлова Н. А.

магистрант Владимирского филиала РАНХиГС

ВЫБОР МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Рассмотрены модели динамики потребления электроэнергии в регионе. Дана оценка качества моделям. Выполнен выбор модели для прогноза.

Ключевые слова: потребление электроэнергии, временной ряд, модель, прогноз.

Abstract. The models of the dynamics of electricity consumption in the region. The estimation of the quality of models. Selected models for forecasting.

Keywords: electricity consumption, time series, model, forecast.

В период экономического кризиса особенно остро встают вопросы, связанные с экономией потребления энергоресурсов. Несмотря на то, что тарифы на электроэнергию растут, спрос на энергоресурсы продолжает также расти. В связи со спросом на услуги электроэнергии встает вопрос о ее нехватке в мегаполисах. Города разрастаются, и мощности электростанций на их содержание не хватает. Такая же ситуация складывается, как ни странно, в сельской местности, в основном там, где организуются коттеджные поселки или фермерские хозяйства. Их появление, особенно в последнее время, объясняется соответствующими решениями Правительства РФ [1, 2].

В таблице 1 приведены данные потребления электроэнергии во Владимирской области за 2008-2014 гг. (URL: www.gks.ru (дата обращения: 12.04.2016)).

Таблица 1

Год	Номер года	Потребление электроэнергии (млн кВт·ч)
x	t	y
2008	1	7025,6
2009	2	6724,3
2010	3	6979,1
2011	4	7019,3
2012	5	7078,1
2013	6	6983,2
2014	7	7275,6

С целью прогнозирования потребления электроэнергии во Владимирской области проведем спецификацию [4] модели зависимости потребления электроэнергии (y) от года (x) и от номера года (t).

На рис. 1 приведена диаграмма рассеяния потребления электроэнергии во Владимирской области (y) от соответствующих лет (x), полученная по данным таблицы 1. По виду диаграммы можно сделать первоначальный вывод, что если ставить задачу прогнозирования, то исследуемый процесс можно описать только линейной зависимостью $y_{\text{лин}} = bx + a$. Линейная модель процесса получена методом наименьших квадратов

[4] и имеет следующий вид: $y_{\text{лин}} = 48,8 \cdot x + (-91153)$. Параметр $b = 48,8$ млн кВт·ч/год показывает, что каждый год потребление электроэнергии во Владимирской области растет в среднем на 48,8 млн кВт·ч.



Рис. 1. Диаграмма рассеяния потребления электроэнергии во Владимирской области (y) от соответствующих лет (x)

Средний коэффициент эластичности лучше оценивать по модели зависимости потребления электроэнергии во Владимирской области от номера года t (см. таблицу 1). В этом случае модель для оцененных параметров принимает вид $y_{\text{лин}} = 48,8 \cdot t + 6816,9$. Для этой модели средний коэффициент эластичности составляет $\varepsilon_{\text{ср}} = 0,028$, т.е. потребление электроэнергии во Владимирской области в среднем увеличивается на 0,028 % при увеличении номера года t на 1 %.

Средняя ошибка аппроксимации моделей потребления электроэнергии во Владимирской области (y), построенных в зависимости от года (x) или номера года (t), составляет $A_{\text{ср}} = 1,3$ %, что означает достаточно хорошее качество полученных моделей $y_{\text{лин}} = f(x)$ и $y_{\text{лин}1} = f(t)$.

По полученной линейной модели $y_{\text{лин}} = 48,8 \cdot t + 6816,9$ был выполнено прогнозирование потребления электроэнергии во Владимирской области на 2015 и 2016 годы. Расчеты показали, что действительное потребление электроэнергии в 2015 году с вероятностью 95 % попадает в диапазон от 6744,5 млн кВт·ч до 7670,4 млн кВт·ч, а в 2016 году от 6694 млн кВт·ч до 7819 млн кВт·ч соответственно. На рис. 2 приведены интервальные диапазоны прогноза потребления электроэнергии во Владимирской области на 2015 и 2016 год, номер года 8 и 9 соответственно.

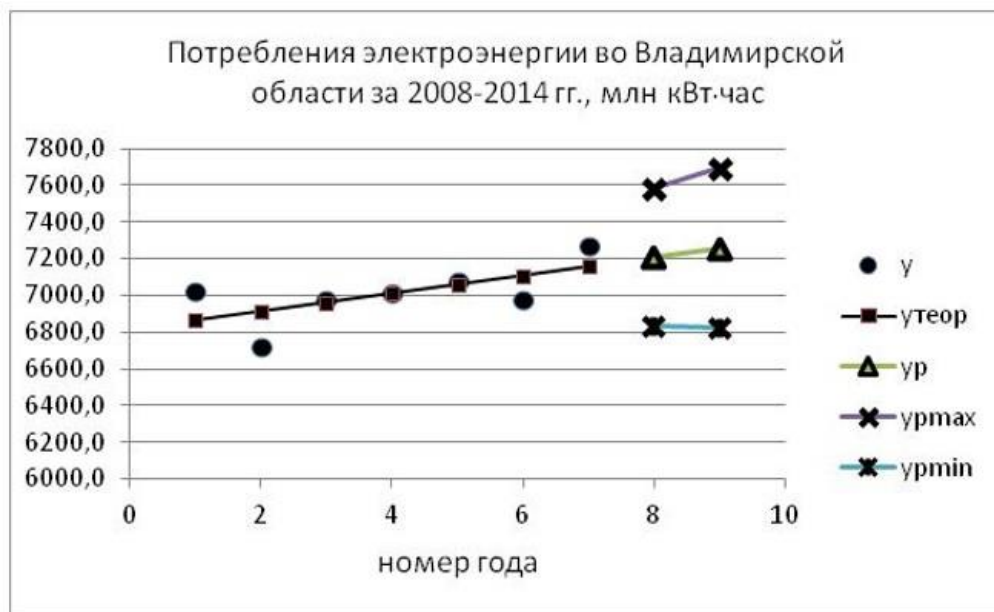


Рис. 2. Интервальные диапазоны прогноза потребления электроэнергии во Владимирской области на 2015 и 2016 год

Отметим, что коэффициент детерминации для линейных моделей составляет $R^2 = 0,42$. Т.е. линейная модель объясняет долю дисперсии результирующего признака y (потребление электроэнергии во Владимирской области) от года (x) или номера года (t) только на 42 %, что явно недостаточно.

Полином второй степени, описывающий исследуемую зависимость потребления электроэнергии во Владимирской области от номера года, полученный методом наименьших квадратов, имеет следующий вид $y_{\text{поли2}} = 14,967 \cdot t^2 - (70,919) \cdot t + 6996,5$. В этом случае коэффициент детерминации составляет $R^2 = 0,54$. Таким образом, полином второй степени более полно описывает исследуемую зависимость. При этом средняя ошибка аппроксимации составляет то же значение, что и для линейной модели, а именно: $A_{\text{ср}} = 1,3 \%$. Интервальный прогноз потребления электроэнергии с вероятностью 95 % составил для 2015 года диапазон от 6885,8 млн кВт·ч до 7888,3 млн кВт·ч, для 2016 года – от 7024,3 млн кВт·ч до 8116,8 млн кВт·ч.

Диаграмма прогноза по полиному второй степени показана на рис. 3.

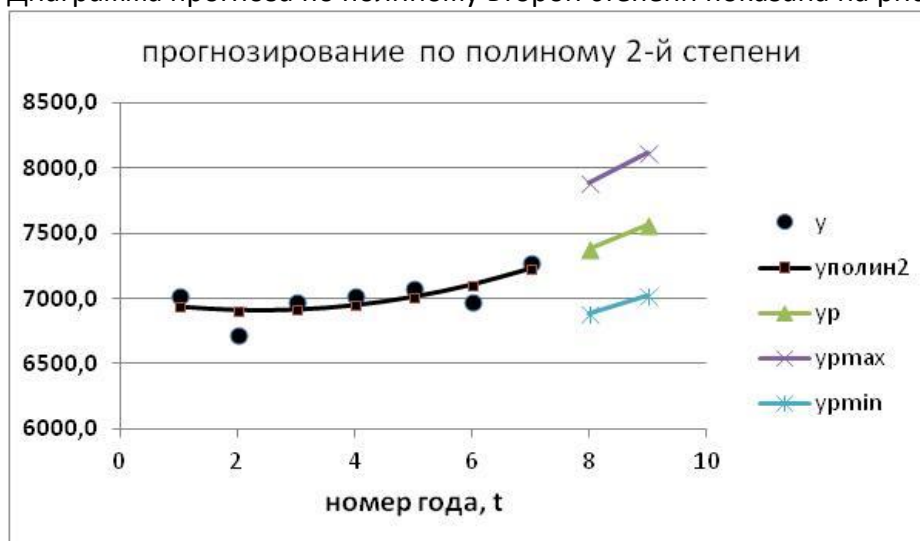


Рис. 3. Прогноз по полиному второй степени

Следует ожидать, что более сложная модель должна быть и более качественной, а, следовательно, прогноз по такой модели должен быть точнее. Возьмем полином третьей степени. По данным таблицы 1 получена модель вида $y_{\text{поли3}} = (-2,997) \cdot t^3 + 50,933 \cdot t^2 + (-193,81) \cdot t + 7104,4$. Коэффициент детерминации для этой модели составляет $R^2 = 0,55$, что означает незначительное улучшение качества модели.

Полином четвертой степени, полученный по исходным данным таблицы 1, имеет вид $y_{\text{поли4}} = 11,834 \cdot t^4 + (-192,34) \cdot t^3 + 1073,7 \cdot t^2 + (-2317,1) \cdot t + 8443,3$. При этом коэффициент детерминации резко увеличился и составил $R^2 = 0,95$, т.е. полином четвертой степени на 95 % намного точнее описывает зависимость потребления электроэнергии (y) от номера года (t). Средняя ошибка аппроксимации модели составляет $A_{\text{ср}} = 0,36$ %. Следовательно, следует ожидать, что и прогноз будет существенно точнее, чем по предыдущим моделям. Действительно, прогноз потребления электроэнергии во Владимирской области на 2015 год (номер года $t = 8$) составил диапазон от 8452,4 млн кВт·ч до 8782,2 млн кВт·ч, а для 2016 года (номер года $t = 9$) от 11806,4 млн кВт·ч до 12165,8 млн кВт·ч соответственно с 95 %-й вероятностью. Интервальный прогноз (разница между верхним $y_{\text{рmax}}$ и нижним $y_{\text{рmin}}$ значениями интервала) существенно уменьшился по сравнению с прогнозированием по линейной модели и моделям полиномов второй и третьей степеней. Но, если посмотреть на среднее значение прогноза $y_{\text{рполи4}}$, выполненного по модели полинома четвертой степени (рис. 4), то можно сделать заключение о невозможности такой модели для прогнозирования, поскольку по модели получаем, что потребление электроэнергии за 2015 и 2016 года должно увеличиться примерно в 1,7 раза, что нереально.

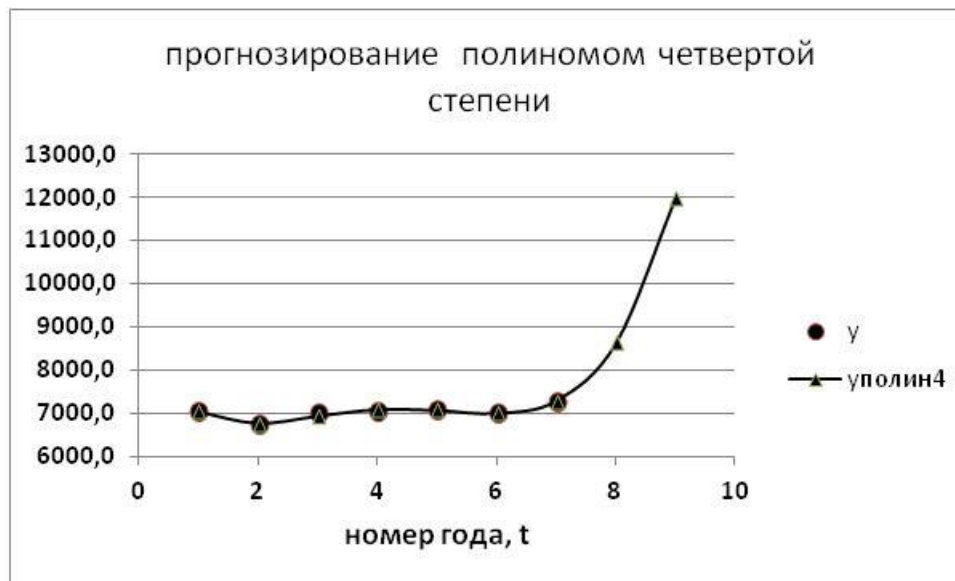


Рис. 4. Прогноз по полиному четвертой степени

Таким образом, для прогнозирования не следует стремиться использовать сложные модели описания временных рядов (рядов динамики процесса). Должно соблюдаться разумное сочетание точности и сложности модели. В рассмотренном примере можно выбрать для прогнозирования потребления электроэнергии во Владимирской области модель полинома второй или третьей степени.

Прогнозирование потребления электроэнергии позволит в случае необходимости строить вполне определенные планы по наращиванию энергетических мощностей и оценке возможностей существующих мощностей в будущем.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 июля 2013 г. № 598 «О федеральной целевой программе "Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 годы и на период до 2020 года"» [Электронный ресурс]. URL: http://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/22047.342.htm (дата обращения: 17.05.2016).
2. Постановление Правительства РФ от 17.12.2010 № 1042 «Об утверждении Правил распределения и предоставления субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на поддержку экономически значимых региональных программ развития сельского хозяйства субъектов Российской Федерации» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 28.07.2011 № 628, от 22.02.2012 № 138, от 27.12.2012 № 1433) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mcx.ru/navigation/docfeeder/show/340.htm> (дата обращения: 17.04.2016).
3. URL: www.gks.ru (дата обращения: 12.04.2016).
4. Костюнин В. И. Эконометрика: учебник и практикум. – М. : Юрайт, 2014.