

УДК 332.055  
JEL classification: M 11; L 29; O 31

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/28>

## ПРОГНОЗ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МЕТОДОМ «ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ТЕНДЕНЦИИ»

©Адылова Э. С., ORCID: 0000-0002-1886-6932, SPIN-код: 6609-9843,  
Киргизско-Узбекский университет, г. Ош, Кыргызстан, A\_elmira01@mail.ru

### PREDICT POWER GENERATION USING THE 'EXTRAPOLATION OF THE TREND'

©Adylova E., ORCID: 0000-0002-1886-6932, SPIN-code: 6609-9843,  
Kyrgyz-Uzbek University, Osh, Kyrgyzstan, A\_elmira01@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье приведен анализ прогнозов, разработанных нами, а также рассмотрен прогноз потребления электроэнергии. На основе расчета проанализирована динамика выработки электроэнергии и потребления энергии по видам экономической деятельности в Кыргызстане. Также рассчитан линейный коэффициент корреляции и на основе этого коэффициента определен линейный коэффициент детерминации. Сравнивая полученный коэффициент детерминации с шкалой Чеддока определена высокая связь между выработкой и потреблением электроэнергии в Киргизской Республике. Для того, чтобы найти коэффициент эластичности и прогнозировать выработку и потребления электроэнергии нами использовано уравнение регрессии. И в итоге определено, что рост выработки на 1% приводит к росту потребления на 0,5%.

*Abstract.* This article analyzes the forecasts developed by us, as well as the forecast of electricity consumption. Based on the calculation, the dynamics of electricity generation and energy consumption were analyzed by types of economic activity in Kyrgyzstan. A linear correlation coefficient was also calculated, and a linear determination coefficient was determined on the basis of this linear correlation coefficient. Comparing the obtained coefficient of determination with the Cheddock scale, a high relationship is determined between the generation and consumption of electricity in the Kyrgyz Republic. In order to find the elasticity coefficient and predict the production and consumption of electricity, we used the regression equation. And in the end, it was determined that the growth in output by 1% allows consumption growth by 0.5%.

*Ключевые слова:* прогноз, электроэнергия, экстраполяция тенденции, коэффициент корреляции, динамический анализ.

*Keywords:* forecast, electric power, trend extrapolation, correlation coefficient, dynamic analysis.

Энергетика является основной областью развития экономики Кыргызстана [1]. Прогноз энергопотребления — это основа прогноза развития всей отрасли. Для прогнозирования за несколько лет применяется метод «экстраполяция тенденции», который производится по следующей формуле:

$$\bar{y}_t = \bar{y}_n + \bar{\Delta y} * t$$

*Первый шаг:* определяется абсолютный прирост цены по данным рядов динамики:

$$\begin{aligned} \Delta Y_{ц} &= Y_i - Y_{i-1} \\ \Delta Y_{ц} &= 14571,5 - 14011,4 = +560,1 \\ 1306,6 - 14571,5 &= -1554,9 \\ 13118,4 - 13016,6 &= +101,8 \\ 15442,3 - 13118,4 &= +2323,9 \end{aligned}$$

*Второй шаг:* определяется средний уровень за пять лет. Оно определяется по формуле среднеарифметической:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{+560,1+101,8+2323,9}{4} = \frac{1430,8}{4} = 357,7 \text{ млрд. кв/час}$$

*Третий шаг:* Производим прогнозирование до 2025 г и до 2050 г:

$$\hat{y} = Y_{п} + \overline{\Delta y} * t = 15442,3 + 375,7 * 6 = 17588,5 \text{ млрд. кв/час}$$

*Четвертый шаг:* проводим прогноз до 2030 г:

$$\hat{y} = Y_{п} + \overline{\Delta y} * t = 15442,3 + 11 * 357,7 = 19377,0 \text{ млрд. кв/час}$$

#### ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КР

Таблица 1.

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017
Потребления всего	1065,9	1769,8	1828,7	1740,2	2072,0
$\Delta Y_{б} = Y_i - Y_0$	—	-196,1	-137,2	225,7	146,1
$\Delta Y_{ц} = Y_i - Y_{i-0}$	—	-196,1	58,9	-88,5	331,8
$K_{б} = \frac{Y_i}{Y_0} 100$	—	90,0	93,0	90,35	105,4
$K_{б} = \frac{y_i}{y_{i-1}} 100$	—	90,0	103,3	95,16	119,07
$\Delta K_{б} = K_{б} - 100$	—	-10,0	-7,0	-9,65	+5,4
$\Delta K_{ц} = K_{ц} - 100$	—	-10,0	+3,33	-4,84	+19,07
$A\% = \frac{y_i}{100}$	19,629	17,698	18,287	17,402	20,72

#### Вывод

Из расчетов видно, что объем потребления электроэнергии вырос от 1965,9 млрд кв/час до 2072,0 млрд кв/час. Между периодами — снижение потребления электроэнергии.

В 2014 г. снижение составило — 196,1 млрд кв/час, а в 2015 г. — 137,2 млрд кв/час.

В 2017 г. темп роста по сравнению с 2013 г. составил 105,4%, т. е. рост на 5,4%, более детального изучения тенденции определяем средние показатели:

1. Средний абсолютный прирост:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{(-196,1 + 88,5) + 58,9 + 331,8}{4} = \frac{106,4}{4} = 26,53 \text{ млрд. кв/ч}$$

Это означает ежегодно объем потребления возросло в среднем на 25,53 млрд кв/час.

2. Средний темп роста определяется по формуле средней геометрической:

$$K = \sqrt[n]{K_1 * K_2 * K_3 * \dots * K_n} = \sqrt[4]{0,90 * 1,0333 * 0,9516 * 1,1907} = \sqrt[4]{1,0537} = 1,0265 \text{ или } 102,65\%$$

Это означает, что за 5 лет средний темп роста составил 102,65%. Ежегодный прирост — 2,65%.

3. Значение в % прироста от 17,69 до 20,72 млрд кв/час показано в Таблице 2.

Таблица 2.

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ  
 ПО ВИДАМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ [1]

Вид экономической деятельности	2013	2014	2015	2016	2017	2017 к 2013 в %
Всего	1965,9	1769,8	1828,7	1740,2	2072,0	105,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	—
Добыча полезных ископаемых	198,9	51,3	103,0	133,9	231,2	116,24
Обрабатывающие производства	10,12	2,9	5,63	7,7	11,16	—
Обеспечение электроэнергией, газом, паром	958,6	902,9	852,3	809,0	975,1	101,7
Водоснабжение, очистка и обработка отходов	48,76	50,0	46,6	46,5	46,1	—
	577,6	604,9	646,9	589,2	622,6	107,8
	29,4	34,2	35,4	33,86	30,0	—
	230,7	210,8	226,4	208,1	243,1	105,4
	11,73	11,9	12,4	11,96	11,73	—

Вывод

Большой удельный вес в потреблении электроэнергии занимает обрабатывающая промышленность. Потребление — 46–50,0% от всего потребляемого энергии. На 2 месте находятся обеспечение электроэнергией газом, паром и кондиционированным воздухом (29,4–35,4% от общего потребления). Рост потребления — 105,4% (по сравнению с 2013 г.).

Таблица 3.

РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ

Произведено электроэнергии x	Потреблено электроэнергии y	x <sup>2</sup>	x*y	y <sup>2</sup>	ŷ
14,01	13,66	196,28	191,38	186,6	14,0
14,57	14,78	212,28	215,34	218,45	14,3
13,02	13,58	169,52	176,81	184,42	13,5
13,12	13,31	172,13	174,63	177,15	13,56
15,44	14,24	238,39	219,86	202,78	14,72
<b>∑x = 70,16</b>	<b>∑y = 69,5</b>	<b>∑x<sup>2</sup> = 988,6</b>	<b>∑x * y = 978,02</b>	<b>y<sup>2</sup> = 969,4</b>	<b>70,08</b>
<b>x̄ = 14,03</b>	<b>ȳ = 13,9</b>	<b>x̄<sup>2</sup> = 197,72</b>	<b>x̄ * ȳ = 195,6</b>	<b>ȳ<sup>2</sup> = 93,88</b>	<b>ȳ̂ = 14,0</b>

Для практических вычислений при малом числе наблюдений n ≤ (20 ÷ 30) линейный коэффициент корреляции удобнее исчислять по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}} \quad (1)$$

Значений линейного коэффициента корреляции важно для исследование социально-экономических явлений и процессов, распределение которых близко к нормальному оно принимает значения в интервалом —  $1 \leq r \leq +1$ .

Отрицательные значения указывают на обратную связь. При  $r=1$  линейная связь отсутствует. Чем ближе коэффициент корреляции по абсолютный величине к единице — тем теснее связь между признаками. И, наконец при  $r=1$  связь функциональная [2].

Используя данные Таблицы 3 рассчитаем линейный коэффициент корреляции по формуле (1):

$$\begin{aligned} \sum x &= 40,16 \\ \sum y &= 69,57 \\ \sum xy &= 978,02 \\ \frac{\sum x \cdot \sum y}{n} &= \frac{70,16 \cdot 69,57}{5} = 976,21 \\ \sum x^2 - \frac{\sum x^2}{n} &= 988,6 - 984,4 = 4,2 \\ \sum y^2 - \frac{\sum y^2}{n} &= 969,4 - 968 = 1,4 \\ r &= \frac{978,02 - 976,21}{\sqrt{4,2 \cdot 1,4}} = \frac{1,81}{\sqrt{5,88}} = \frac{1,81}{2,425} = 0,75 \end{aligned}$$

Квадрат линейного коэффициента корреляции  $r^2$  называется линейным коэффициентом детерминации, подсчитанный коэффициент 0,75 указывает на тесную связь между обработкой и потреблением электроэнергии. Коэффициент детерминации  $r^2=0,56$  или 56%. Полученный коэффициент сравнивают по шкале Чеддока.

Для того чтобы найти коэффициент эластичности и установить связь между количеством электроэнергии и потреблением составляем уравнения регрессии. Для получения уравнения регрессии  $\hat{y} = a_0 + a_1x$  составляем систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum x = \sum y \\ a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum x * y \end{cases} \quad (2)$$

Решим эту систему в общем виде:  $a_0 = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x * y \sum x}{n \sum x^2 - \sum x * y}$   $a_1 = \frac{n \sum xy - \sum y \sum x}{n \sum x^2 - \sum x \sum y}$

Параметр уравнений парный линейный регрессии иногда удобно вычислять по формулам, дающим тот же результат:

$$a_1 = \frac{\sum (y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2} \text{ или } a_1 = \frac{\bar{x} * \bar{y} - \bar{x} * \bar{y}}{\bar{x}^2 - \bar{x}^2} a_0 = \bar{y} - a_1 * \bar{x}$$

Определив значения  $a_0$  и  $a_1$  и поставив их в уравнение связи  $\hat{y} = a_0 + a_1x$  необходим значения  $\hat{y}$ , зависящие только от заданного значения  $x$ .

Пользуясь расчетными значениями (Таблица 3), исчисляем параметры для данного уравнения регрессии:

$$a_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} = \frac{195,6 - 14,03 \cdot 13,91}{197,72 - 14,03^2} = \frac{195,6 - 195,16}{197,72 - 196,84} = \frac{0,44}{0,88} = 0,5$$
$$a_0 = \bar{y} - a_1 \cdot \bar{x} = 13,91 - 0,5 \cdot 14,03 = 13,91 - 7,02 = 6,89 \approx 7,0$$
$$\hat{y} = a_0 + a_1x$$
$$\hat{y} = 7 + 0,5x$$

Подставляя значения, определяем  $\hat{y}$  и подставляем в последнюю графу Таблицы 3:

$$7 + 0,5 \cdot 14,01 = 14,0$$

$$7 + 0,5 \cdot 14,57 = 14,3$$

$$7 + 0,5 \cdot 13,02 = 13,5$$

$$7 + 0,5 \cdot 13,12 = 13,56$$

$$7 + 0,5 \cdot 15,44 = 14,72$$

Итого: 70,08

$$\bar{\hat{y}} = \frac{70,08}{5} = 14,0$$

$\bar{y} = \bar{\hat{y}}$  что соответствует средним значениям. Это означает что уравнения регрессии составлено правильно. Определяем коэффициент эластичности:

$$\varepsilon = a_1 \frac{\bar{x}}{\bar{y}} = 0,5 \cdot \frac{14,03}{13,91} = \frac{7,02}{13,91} = 0,5$$

Коэффициент эластичности показывает, что рост выработки на 1% способствует росту потребления на 0,5%.

#### Список литературы:

1. Промышленность Кыргызской Республики 2013-2017. Бишкек: Нацстатком Кырг. Респ., 2018. 330 с.
2. Омурбекова Г. К. Анализ и прогнозирование производства кремния методом наименьших квадратов // Наука, образование, техника. 2015. №1 (51). С. 10-14. \

#### References:

1. Promyshlennost' Kyrgyzskoi Respubliki 2013-2017. Bishkek, Natsstatkom Kyrg. Resp. 2018, 330.
2. Omurbekova, G. K. (2015). Analiz i prognozirovanie proizvodstva kremniya metodom naimen'shikh kvadratov. *Nauka, obrazovanie, tekhnika*, (1), 10-14.

*Работа поступила  
в редакцию 14.06.2019 г.*

*Принята к публикации  
19.06.2019 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Адылова Э. С. Прогноз производства электроэнергии методом «экстраполяции тенденции» // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №7. С. 232-237. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/28>

*Cite as (APA):*

Adylova, E. (2019). Predict Power Generation Using the 'Extrapolation of the Trend'. *Bulletin of Science and Practice*, 5(7), 232-237. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/28> (in Russian).