

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

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/52/38>

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КЫРГЫЗСТАНЕ

©Адылова Э. С., ORCID: 0000-0002-1886-6932, SPIN-код: 6609-9843,

Киргизско-Узбекский университет, г. Ош, Кыргызстан, A_elmira01@mail.ru

©Ташполотов Ы. Т., SPIN-код: 2425-6716, д-р физ.-мат. наук, Киргизско-Узбекский университет, г. Ош, Кыргызстан, itashpolotov@mail.ru

©Токонова Т. С., Киргизско-Узбекский университет, г. Ош, Кыргызстан, tkonova@mail.ru

ANALYSIS OF THE PRODUCTION OF ELECTRICITY IN KYRGYZSTAN

©Adylova E., ORCID: 0000-0002-1886-6932, SPIN-code: 6609-9843,

Kyrgyz-Uzbek University, Osh, Kyrgyzstan, A_elmira01@mail.ru

©Tashpolotov Y., SPIN-code: 2425-6716, Dr. habil., Kyrgyz-Uzbek University, Osh, Kyrgyzstan, itashpolotov@mail.ru

©Tokonova T., Kyrgyz-Uzbek University, Osh, Kyrgyzstan, tkonova@mail.ru

Аннотация. В статье даны статистический анализ объема накопления воды в Токтогульской ГЭС, дисперсионный анализ производства электроэнергии Киргизской Республике, а также динамический анализ производства электроэнергии. Для анализа тенденции накопления воды использован объем накопленной воды за двенадцать лет (2007–2018 гг.). С помощью динамического анализа определено отклонение ежегодного объема воды за 12 лет, и оно отклоняется от среднегодового уровня на 27,94%. С помощью дисперсионного анализа определено, что средней уровень производства электроэнергии за 5 лет составил 14032,04 млрд кв/ч. Методом динамического анализа выявлено, что производство электроэнергии носит нестабильный характер.

Abstract. This article provides a dynamic analysis of the volume of water accumulation in the Toktogul hydroelectric station, a variance analysis of the electricity production of the Kyrgyz Republic, as well as a dynamic analysis of electricity production. To analyze the trend of water accumulation, water volumes for twelve years were used. Using dynamic analysis, the deviation of the annual volume of water over 12 years is determined, and it deviates from the average annual level by 27.94%. The dynamic analysis method revealed that the production of electricity is unstable.

Ключевые слова: динамический анализ, объем накопления воды, дисперсионный анализ, производство электроэнергии, размах вариации, среднеквадратичное отклонение, коэффициент вариации, коэффициент ассоциации, выработка электроэнергии, укрупнения интервалов, скользящая средняя, трендовый анализ данных.

Keywords: dynamic analysis, volume of water accumulation, analysis of variance, power generation, variation range, standard deviation, variation coefficient, association coefficient, power generation, enlargement of intervals, moving average, trend analysis of data.

Для КР электроэнергетика является особо важной отраслью производства. Основная часть производимой электроэнергии идет на развитии экономики: в промышленность, сельскохозяйственное производство и др. Киргизская Республика богата водными ресурсами.



Энергетический потенциал водных ресурсов КР оценивается в 162 млрд кВт·ч электроэнергии (38% запасов в ЦА). Поэтому прогнозный анализ накоплений водных ресурсов на сегодняшний день является актуальной задачей для КР. Для динамического анализа объема накопления воды в Токтогульской ГЭС использовали метод наименьших квадратов [1].

Для анализа тенденции накопления воды за пять лет используем укрупнении интересов. Оно позволит определить тенденцию накопления воды:

$$\begin{aligned} (12,986 + 8,718 + 8,706)/3 &= 10,12 \\ (8,718 + 8,706 + 15,204)/3 &= 10,876 \\ (8,706 + 15,204 + 17,892)/3 &= 13,934 \\ (15,204 + 17,892 + 15,775)/3 &= 16,290 \\ (17,892 + 15,775 + 13,073)/3 &= 15,58 \\ (15,775 + 13,073 + 10,423)/3 &= 13,09 \\ (13,073 + 10,423 + 9,488)/3 &= 10,995 \\ (10,423 + 9,488 + 13,075)/3 &= 10,994 \\ (9,488 + 13,075 + 19,3)/3 &= 10,995 \\ (13,075 + 19,3 + 27,9)/3 &= 16,758 \end{aligned}$$

По полученным данным составим неравенство:

$$10,12 < 10,876 < 13,934 < 16,290 > 15,58 < 13,09 > 10,995 > 10,994 < 10,995 < 16,758$$

Вывод: с I по VI периоды наблюдается повышение уровня воды на Токтогульском водохранилище. Оно достигла от 10,8 до 16,3 млрд м³. Начиная с VII по IX периоды наблюдается снижение уровня воды. За последние 2017–2018 годы снова произошло увеличение объема накопления воды. Объем накопления показан в Таблице 1.

Таблица 1.
 ОБЪЕМ НАКОПЛЕННОЙ ВОДЫ В ТОКТОГУЛЬСКОЙ ГЭС (млрд м³) [2]

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
12,936	8,718	8,706	15,204	17,892	15,775	13,073	10,423	9,488	13,075	19,3	17,9

Для глубокого анализа состояния накопления воды определяем среднее арифметическое значение:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{n} \quad \text{или} \quad \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

$$\bar{X} = \frac{12,94 + 8,72 + 8,71 + 15,02 + 17,89 + 15,78 + 13,07 + 10,42 + 9,49 + 13,08 + 19,3 + 17,9}{12} = \frac{162,32}{12} = 13,53 \text{ млрд м}^3$$

Это означает что за 12 лет средний уровень воды, накопленной в Токтогульской водохранилище составляло 13,53 млрд м³.

Для глубокого анализа производим динамический анализ. Элементарным способом динамического анализа является нахождения размах вариации. Оно определяется по формуле

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (2)$$

X_{\max} — максимальное значение признака,

X_{\min} — минимальное значение признака,

$$R = 19,3 - 8,71 = 10,59 \text{ млрд м}^3$$



Полученное значение показывает, что в течение 12 лет объем воды в водохранилище составлял около 10,59 млрд м³. Самыми низкими показателями отмечаются в 2009 г. Это объясняется засухой и маловодием в регионе.

Высокий уровень накопления воды наблюдался в 2017 г. (объем воды достигла 19,3 млрд м³). Это объясняется тем, что в 2017 г. выпало много снега и год был дождливым.

Размах вариации имеет ряд недостатков. Они показывают лишь колебание двух периодов. Для детального изучения производим динамический анализ за 12 лет.

Оно определяется по следующей формуле:

$$\delta^2 = \frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n} \quad \bar{d} = \frac{\sum|x-\bar{x}|}{n} \quad (3)$$

Таблица 2.

№	Объем воды x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1.	12,94	-0,59	0,35
2.	8,72	-4,81	23,14
3.	8,71	-4,82	23,23
4.	15,02	+1,49	22,20
5.	17,89	+4,36	19,0
6.	15,78	+2,25	5,06
7.	13,07	-0,46	0,21
8.	10,42	-3,11	9,67
9.	9,49	-4,04	16,32
10.	13,08	-0,45	0,20
11.	19,3	+5,77	33,29
12.	17,9	+4,37	19,1
Σ	162,33	36,52	171,77
Ср.	13,53	3,04	14,31

$$\bar{x} = \frac{162,33}{12} = 13,53$$

$$\bar{d} = \frac{\sum|x-\bar{x}|}{n} = \frac{36,04}{12} = \pm 3,04 \text{ среднее линейное отклонение.}$$

При расчете среднего линейного отклонения нарушается математический закон сложения, потому что сумма отклонения определена по модулю $|x - \bar{x}|$. Поэтому определяем (δ^2) дисперсию:

$$\delta^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n} = \frac{171,77}{12} = \pm 14,31$$

Среднее квадратичное отклонение определяется по следующей формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{171,77}{12}} = \pm 3,78 \quad (4)$$

А коэффициент вариации определяется:

$$V = \frac{\delta}{\bar{x}} * 100\% = \frac{3,78}{13,53} * 100\% = 27,94\% \quad (5)$$

Это означает, что ежегодный объем воды за 12 лет отклоняется от среднегодового уровня на 27,94%.

II. Дисперсионный и динамический анализ производство электроэнергии Киргизской Республики

1. Дисперсионный анализ

В Таблице 3 приведены показатели среднегодовой выработки электроэнергии за последние 5 лет с дисперсией.

Таблица 3.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСИИ

№		$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$
1	14011,4	-20,62	425,18
2	14571,4	539,38	290930,78
3	13016,6	-1015,42	1031077,78
4	13118,4	-913,62	834701,5
5	15442,2	1410,28	1988,89
Σ	70160,1	—	2157135,24
\bar{x}	14032,02		431427,05

Определяем среднегодовую выработку электроэнергии за 5 лет [3]:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{70160,1}{5} = 14032,02 \text{ млн кв/ч}$$

Определяем дисперсию

$$\delta^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} = \frac{2157135,24}{5} = 86285,41 \text{ млн кв/час}$$

Определяем среднеквадратичное отклонения

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{86285,41} = \pm 293,74 \text{ млн кв/час}$$

Определяем размах вариации

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 15442,3 - 13016,6 = 2425,7 \text{ млрд кв/час}$$

Определяем коэффициент вариации

$$V = \frac{\delta}{\bar{x}} * 100 = \frac{293,74}{14032,02} * 100\% = 2,09\%$$

Коэффициент ассоциации

$$K = \frac{R}{\bar{x}} * 100\% = \frac{2425,7}{14032,02} * 100\% = 17,3\%$$

Из анализа видно, что производство электроэнергии за 5 лет достигло 70160,1 млрд кв/ч электроэнергии. Ежегодное производство электроэнергии составляют 14032,02 млрд кв/ч. Разница наибольшими и наименьшими выпусками электроэнергии составляют (показатель размаха вариации) 2425,7 млрд кв/ч. Наименьший объем производства наблюдается в 2015 г. Наибольший выпуск соответствует 2017 г. 15442,3 млрд кв/ч. Среднегодовое отклонение от среднего составляют 293,74 млрд кв/ч или $\pm 209\%$.

Динамический анализ производства электроэнергии

Для определения тенденции развития производства электроэнергии необходимо применить метод «укрупнения интервалов» и «скользящей средней», а также «трендовый анализ» данных [2–6].

1 шаг. Определяем средней уровень по трем периодам:

$$\text{Первый период: } 14011,4 + 14571,5 + 13016,6 = 41599,5$$

$$\text{Второй период: } 14571,5 + 13016,6 + 13118,4 = 40706,49$$

Третий период: $13016,6 + 13118,4 + 15442,3 = 41577,3$

Средний уровень периода: $\frac{41599,5}{3} = 3866,5$

$$\frac{40706,49}{3} = 3568,86$$

$$\frac{41577,3}{3} = 3859,1$$

$$13866,5 > 13568,83 < 13859,1$$

На основании составленных неравенств можно судить о том, что производство электроэнергии носит нестабильный характер: в определенные периоды уменьшается, а в другие периоды увеличивается. Это зависит от многих факторов [5–6].

Для детального изучения производим анализ рядов динамики. Иначе его называют «трендовым анализом»

Таблица 4.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА 2013–2017 гг.

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017
Произведено электроэнергии	14011,4	14571,5	13016,6	13118,4	15442,3
Абсолютный прирост $\Delta y_6 = y_6 - y_0$	—	+560,1	-994,8	-893,0	+1430,9
Абсолютный прирост Цепной $\Delta y_{ц} = y_i - y_{i-1}$	—	+560,1	-1554,9	+101,8	+2323,9
Темп роста базисный $K_6 = \left(\frac{y_i}{y_0}\right) * 100$	—	104,0	93,0	93,63	110,21
Темп роста цепной $K_{ц} = \left(\frac{y_i}{y_{i-1}}\right) * 100$	—	104,0	93,20	100,78	117,71
Абсолютное значение 1% прироста А%	140,11	145,72	130,17	131,18	154,42
Темп прироста базисный $\Delta K_6 = K_6 - 100$	—	4,0	-7,0	-6,37	+10,21
Темп прироста цепной $\Delta K_{ц} = K_{ц} - 100$	—	4,0	-6,71	+0,78	+17,71

Определяем абсолютный прирост в среднем за 5 лет. Для этого применяется формула средней арифметической

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{560 + 1430,9 + (-893,0 + 994,8)}{4} = \frac{1990,9 - 1887,8}{4} = \frac{3,1}{4} = 0,775 \text{ млрд } \frac{\text{кв}}{\text{ч}}$$

Это означает, что ежегодно производство электроэнергии возросло в количестве 0,775 млрд кв/ч.

Определяем средний темп роста по данным темпа роста цепной (по сравнению предыдущим годом) [4]. Средней уровень за 5 лет равен 14032,04 млрд кв/ч.

Вывод

Динамика выпуска электроэнергии носит нестабильный характер. За 2 периода 2015–2016 г. произошел спад по сравнению базисным годом соответственно на -994,8 и -893,0 млрд кв/ч, а в 2017 г. выросло по сравнению с 2018 г. на +1430,9 млрд кв/ч.

Средний абсолютный прирост по годам составит всего лишь 0,775 млрд кв/ч. В 2017 г. по сравнению с 2013 г. темп роста составил 110,21% или вырос на 10,2%. Средний темп роста за 5 лет составил 103,58. Скорость развития ежегодно составила 3,53%.

Список литературы:

1. Омурбекова Г. К. Анализ и прогнозирование производства кремния методом наименьших квадратов // Наука образование техника. 2015. №1 (51). С. 10-14.



2. Адылова Э. С. Определение факторов и показателей объемов воды в Токтогульском водохранилище с использованием математических моделей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. №6-1. С. 9-11.
3. Баум Л. Электроэнергетика Кыргызстана: состояние, проблемы, реформы // Центральная Азия и Кавказ. 2008. №6 (60). С. 113-120.
4. Маткеримова А. М. Оценка и анализ состояния производства электроэнергии в Киргизской республике // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. №4. С. 127-130.
5. Абдыров Т. Ш. Анализ конкурентоспособности региональной экономики в Кыргызстане // Известия ВУЗов (Кыргызстан). 2010. №2. С. 64-70.
6. Красиков В. И. Действенные инструменты энергетической политики Киргизской Республики // European Scientific Conference. 2019. С. 117-121.

References:

1. Omurbekova, G. K. (2015). Analiz i prognozirovanie proizvodstva kremniya metodom naimen'shikh kvadratov. *Nauka obrazovanie tekhnika*, (1), 10-14. (in Russian).
2. Adylova, E. S. (2017). Opredelenie faktorov i pokazatelei ob'emov vody v Toktogul'skom vodokhranilishche s ispol'zovaniem matematicheskikh modelei. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, (6-1), 9-11. (in Russian).
3. Baum, L. (2008). Elektroenergetika Kyrgyzstana: sostoyanie, problemy, reformy. *Tsentral'naya Aziya i Kavkaz*, (6), 113-120. (in Russian).
4. Matkerimova, A. M. (2017). Otsenka i analiz sostoyaniya proizvodstva elektroenergii v Kyrgyzskoi respubliky. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, (4), 127-130. (in Russian).
5. Abdyrov, T. Sh. (2010). Analiz konkurentosposobnosti regional'noi ekonomiki v Kyrgyzstane. *Izvestiya VUZov (Kyrgyzstan)*, (2), 64-70. (in Russian).
6. Krasikov, V. I. (2019). Effective Energy Policy Instruments of the Kyrgyz Republic. *In European Scientific Conference*. 117-121. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 30.01.2020 г.*

*Принята к публикации
04.02.2020 г.*

Ссылка для цитирования:

Адылова Э. С., Ташполотов Ы. Т., Токонова Т. С. Анализ производства электроэнергии в Кыргызстане // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. №3. С. 308-313. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/52/38>

Cite as (APA):

Adylova, E., Tashpolotov, Y., & Tokonova, T. (2020). Analysis of the Production of Electricity in Kyrgyzstan. *Bulletin of Science and Practice*, 6(3), 308-313. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/52/38> (in Russian).

