
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОИСКИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

DOI: 10.34020/2073-6495-2019-4-286-303

УДК: 311

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИИ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРЫ И ЭЛЕМЕНТОВ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Афанасьев В.Н.

Оренбургский государственный университет
E-mail: vAfanassyev@gmail.com

Динамика тарифов и цен на конкретные услуги и товары в Российской Федерации в значительной степени детерминируется динамикой цен на электроэнергию. Необходимо знать, почему дорожает электроэнергия. В статье представлен анализ системы статистических методов, используемых при изучении изменений в структуре и элементах себестоимости производства электроэнергии; обсуждается статистический инструментарий, позволяющий идентифицировать и измерить факторы роста цен на электроэнергию, провести подробный причинный анализ. Отдельный акцент сделан на статистические технологии, используемые при прогнозировании изменений отдельных элементов и структуры затрат в целом. Основной целью такого прогноза является разработка стратегии поведения экономического субъекта и формирование плана его деятельности.

Ключевые слова: статистические методы, исследование структуры, затраты, электроэнергия, динамика, вариация.

STATISTICAL METHODS IN THE STUDY OF CHANGES IN THE STRUCTURE AND ELEMENTS OF THE COST OF ELECTRICITY GENERATION

Afanasyev V.N.

Orenburg State University
E-mail: vAfanassyev@gmail.com

The growth of tariffs and prices in the Russian Federation is largely determined by the growth of electricity prices. Need to know why electricity is becoming more expensive. The article presents the analysis of the system of statistical methods used in the study of changes in the structure and elements of the cost of electricity production. Statistical tools are being discussed to identify and measure the factors behind the rise in electricity prices, and to conduct a detailed causal analysis. Special emphasis is placed on statistical technologies

used in the study of changes in individual elements and the cost structure as a whole. Special emphasis is placed on statistical technologies used in predicting changes in individual elements and the cost structure as a whole. The main goal of such a forecast is to develop a strategy for the behavior of the economic entity and formulate of its activity plan.

Keywords: statistical methods, the study of the structure, costs, electricity, dynamics, variation.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение экономической эффективности производства электроэнергии в условиях нестабильности российской экономики невозможно без эффективного управления себестоимостью и ее отдельными элементами – конкретными затратами, так как именно себестоимость продукции является основным качественным и количественным показателем, характеризующим результаты деятельности любого экономического субъекта в рыночных условиях, в том числе и теплоэлектроцентрали.

Особое значение в достижении необходимого уровня эффективности затрат ТЭЦ отводится стратегическому планированию, которое в совокупности со структурно-системным подходом позволяет рассматривать себестоимость электроэнергии ТЭЦ как сложную стохастическую систему, сформированную жестко детерминированной природой связи ее элементов. При этом применение статистического инструментария в исследовании экономической информации о затратах ТЭЦ и о факторах, их формирующих, является перспективной частью современных методологий формирования релевантной прогнозной информации для принятия эффективных управленческих решений по управлению затратами.

В связи с этим считаем, что исследование проблем формирования и планирования затрат на производство электроэнергии с позиции статистической методологии является актуальной задачей.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИЗУЧЕНИИ СТРУКТУРЫ ЗАТРАТ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ

Главный фактор, определяющий необходимость исследования структуры себестоимости, – ее оптимизация, которая выступает основной предпосылкой повышения эффективности предприятия и его устойчивого развития в будущей перспективе. В работе «Статистическое исследование динамики структуры затрат на производство электроэнергии ТЭЦ Оренбургской области» [2] применена система методов исследования структуры себестоимости. Остановимся на основных из них.

На наш взгляд, при проведении статистического исследования структуры себестоимости и ее элементов (конкретных затрат), важно различать абсолютные и относительные показатели структуры (табл. 1).

Так, абсолютные показатели (первичные учетные показатели) характеризуют величину отдельных элементов структуры себестоимости и измеряются, как правило, в денежных единицах. В целом эти показатели не дают полного представления об изучаемой совокупности, поскольку статистически не характеризуют ее структуру – соотношение между отдельными затратами.

Таблица 1

**Структуры производственной себестоимости электроэнергии ТЭЦ
в Оренбургской области, 2008 и 2018 гг., %**

Статья затрат	СТЭЦ		ОТЭЦ-1		КТЭЦ		Средняя геометрическая	
	2008 г.	2018 г.	2008 г.	2018 г.	2008 г.	2018 г.	2008 г.	2018 г.
Топливо на технологические цели	58,0	83,5	41,1	76,1	55,0	82,3	50,8	80,6
Вода на технологические цели	1,7	1,3	1,6	2,3	7,0	3,7	2,7	2,2
Основная оплата труда производственных рабочих	1,1	0,9	3,6	2,3	1,8	1,1	1,9	1,3
Дополнительная оплата труда производственных рабочих	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Отчисления на соц. нужды с оплаты производственных рабочих	0,5	0,3	1,3	0,8	0,6	0,4	0,7	0,4
Амортизация производственного оборудования	6,8	2,6	8,0	2,8	3,8	1,0	5,9	2,0
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	18,0	5,4	22,7	6,2	19,8	4,8	20,1	5,4
Цеховые расходы	8,4	4,7	9,4	7,1	7,1	5,8	8,3	5,8
Общезаводские расходы	5,4	1,3	12,2	2,1	4,8	0,8	6,8	1,3
Итого условно-постоянные затраты	42,0	16,5	58,9	23,9	45,0	17,7	48,1	19,1
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	x	x

Относительными величинами структуры следует называть показатели, характеризующие доли (удельные веса) конкретных затрат в их общем итоге [1, 7, 14]. Подобные определения относительных величин структуры даются во всех работах, посвященных исследованию структуры, структурных сдвигов и структурных различий нескольких совокупностей.

При исследовании структур сложных экономических систем важно классифицировать их с учетом признака времени. В данном контексте структуры подразделяются на моментные и интервальные. Моментные структуры характеризуют внутреннюю форму экономической системы на конкретный момент времени и отображаются с помощью моментных относительных величин, как правило, на начало и конец периода. Интервальные структуры характеризуют строение экономической системы за конкретный период времени – суммарный объем явления за месяц, квартал, год. По нашему мнению, интервальные структуры абсолютно приспособлены к изучению структуры затрат экономического субъекта, поскольку позволяют охарактеризовать себестоимость и ее составляющие за месяц, квартал или год.

Структура любой экономической системы находится в процессе непрерывного изменения во времени. В связи с этим различия в структурах себестоимости продукции, относящихся к разным периодам времени, характеризуются при помощи показателей абсолютных приростов и темпов роста долей элементов совокупности, которые имеют свои самостоятельные значения [1, 3, 7, 14]. Эти два показателя динамики взаимно дополняют друг друга, позволяя всесторонне изучать структурные сдвиги.

Резкость и сила структурных сдвигов зависит от вариации (колеблемости) показателей абсолютных приростов и темпов роста долей. Чем выше колеблемость абсолютных приростов, тем резче и сильнее абсолютные структурные сдвиги; чем выше колеблемость темпов роста, тем, соответственно, резче и сильнее относительные структурные сдвиги.

В связи с этим для более тщательного анализа динамики структуры затрат экономического субъекта возникает вопрос об использовании показателей колеблемости абсолютных приростов и темпов роста удельных весов (долей) для обобщенной оценки структурных сдвигов совокупности затрат [1, 14].

В качестве обобщающих показателей измерения абсолютных структурных сдвигов Л.С. Казинец в [14] предлагает линейный и квадратический коэффициенты абсолютных структурных сдвигов:

$$L_{\text{абс}} = \frac{\sum |d_2 - d_1|}{n}, \quad (1)$$

$$\sigma_{\text{абс}} = \sqrt{\frac{\sum (d_2 - d_1)^2}{n}}, \quad (2)$$

где d_2, d_1 – доли элемента совокупности в базисном и отчетном периоде; n – число элементов совокупности.

Назначение данных коэффициентов заключается в том, чтобы показать, на сколько в среднем отклоняются доли сравниваемых совокупностей затрат.

Как отмечает Л.С. Казинец, данные показатели не тождественны, если в первом случае речь идет о средней арифметической, то во втором о средней квадратической абсолютных приростов долей совокупности. При этом следует помнить, что представленные нами абсолютные показатели структурных сдвигов не следует понимать и ассоциировать с абсолютно именованными величинами [14].

Показателями измерения относительных структурных сдвигов являются линейный и квадратический коэффициенты относительных структурных сдвигов:

$$L_{\text{отн}} = \sum \left| \frac{d_2}{d_1} - 1 \right| d_1 = \sum |d_2 - d_1|, \quad (3)$$

$$\sigma_{\text{отн}} = \sqrt{\sum \left(\frac{d_2}{d_1} - 1 \right)^2 d_1} = \sqrt{\sum \frac{(d_2 - d_1)^2}{d_1}} = \sqrt{\sum \frac{d_2^2}{d_1} - 1}. \quad (4)$$

Данные показатели позволяют ответить на вопрос, на сколько в среднем отклоняются темпы роста долей элементов совокупности от их среднего значения, равного 1.

Как видно из сравнения формулы (3) с формулой (1), относительный линейный коэффициент структурных сдвигов равен произведению абсолютного линейного коэффициента структурных сдвигов на число элементов структуры n . Очевидно, что выражение (3) напрямую обусловлено степенью раздробленности совокупности на части и фактически представляет

его ухудшенный аналог. Подобный вывод можно сделать относительно выражений (4) и (2), что не так очевидно, но справедливо, исходя из установленного нами соотношения выражений (3) и (1). Кроме этого показатель (4) теряет свой смысл в случае, если хотя бы одна из долей d_1 равна 0.

Следует также отметить, что все указанные коэффициенты не являются нормированными и дают сводную количественную оценку структурных сдвигов без выявления и оценки направлений изменения конкретных долей элементов совокупности в сторону роста или снижения. При отсутствии структурных изменений себестоимости продукции данные коэффициенты будут равны 0.

Помимо вышеперечисленных показателей, для количественной оценки существенности изменений в структуре затрат более предпочтительными с точки зрения экономической интерпретации и нормирования являются показатели абсолютных структурных сдвигов К. Гатева:

$$L_{\text{норм}} = \frac{1}{2} \sum |d_2 - d_1|, \quad (5)$$

$$\sigma_{\text{норм}} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum (d_2 - d_1)^2}, \quad (6)$$

$$K_{\text{инт}} = \sqrt{\frac{\sum (d_2 - d_1)^2}{\sum d_2^2 + \sum d_1^2}}. \quad (7)$$

Нормированные и интегральные коэффициенты значительно дополняют возможности анализа структурных сдвигов совокупности затрат предприятия, показывают их существенность, характеризуют значимость скорости и степени изменений в составе совокупности [1, с. 105].

Кроме вышеуказанных коэффициентов известны и иные интегральные показатели А. Салаи (8) и В.М. Рябцева (9):

$$I_S = \sqrt{\frac{\sum \frac{(d_2 - d_1)^2}{(d_2 + d_1)^2}}{n}}, \quad (8)$$

$$I_R = \sqrt{\frac{\sum (d_2 - d_1)^2}{\sum (d_2 + d_1)^2}}. \quad (9)$$

Очевидно, что основным недостатком коэффициентов (7)–(9) является наличие признака условности в связи с отсутствием реального экономического смысла знаменателей этих выражений.

Помимо перечисленных коэффициентов оценки структурных сдвигов, предполагается возможным использование коэффициента колеблемости (10) и коэффициента вариации (11) абсолютных структурных сдвигов:

$$w = \frac{\sum ||d_2 - d_1| - \overline{|d_2 - d_1|}|}{n \overline{|d_2 - d_1|}}, \quad (10)$$

$$v = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum (|d_2 - d_1| - \overline{|d_2 - d_1|})^2}}{\overline{|d_2 - d_1|}}, \quad (11)$$

$$\text{где } \overline{|d_2 - d_1|} = \frac{\sum |d_2 - d_1|}{n}.$$

При этом в случае, если совокупность состоит из двух частей, величины $|d_2 - d_1|$ и $\overline{|d_2 - d_1|}$ всегда равны друг другу, в связи с этим показатели (10) и (11) окажутся тождественно равными 0. Такая особенность данных коэффициентов не позволяет дать строгое научное обоснование оценке структурных сдвигов в совокупности затрат экономического субъекта.

Резюмируя, отметим, что из всех рассмотренных нами коэффициентов структурных сдвигов наиболее предпочтительными для исследования изменений структуры затрат являются нормированные показатели (5) и (6), имеющие нижнюю и верхнюю границы изменения и не зависящие от числа элементов совокупности.

Для обобщенной характеристики динамики изменения структуры затрат также возможно применение аналитических индексов, что в целом помимо обобщенной оценки позволяет измерить вклад изменений отдельных элементов структуры в совокупное изменение результативного признака.

Расчет агрегатных индексов производится по формулам Ласпейреса (12), Пааше (13) и Фишера (14):

$$I_q^L = \frac{\sum q_1 - p_0}{\sum q_0 - p_0}, \quad (12)$$

$$I_q^P = \frac{\sum q_1 - p_1}{\sum q_0 - p_1}, \quad (13)$$

$$I_q^F = \sqrt{\frac{\sum q_1 p_0}{\sum q_0 p_0} \cdot \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_0 p_1}}. \quad (14)$$

В статистике кроме перечисленных выше широко применяемых индексных показателей структурных сдвигов Т.Н. Агапова выделяет специфические показатели интенсивности изменения структуры, относительно характеризующие преобразования структуры. Это показатели: линейной меры интенсивности (15); линейной ранговой меры интенсивности (16); ранговой квадратической меры интенсивности (17); корреляционной меры интенсивности (18):

$$I_L = \sum |d_1 - d_2| : 2, \quad (15)$$

$$I_{L.P} = \frac{\sum \|p_1 - p_1\|}{n^2 : 2} = \frac{\sum \|p_1 - p_1\|}{(n^2 - 1) : 2}, \quad (16)$$

$$I_{P.K} = \frac{\sum (p_1 - p_2)^2}{(n^3 - n) : 3} = \frac{3 \sum (p_1 - p_2)^2}{(n^3 - n)}, \quad (17)$$

$$I_k = \frac{1-r}{2}, \quad (18)$$

где r – коэффициент корреляции долей структур базисного и отчетного периодов.

Являясь относительной характеристикой преобразований структуры, данные показатели позволяют оценить фактически произошедшее изменение структуры к предельной величине такого изменения.

Для оценки различий структур себестоимости продукции отчетного и базисного периодов также возможно применение непараметрических показателей корреляции, не предъявляющих требования о нормальности исследуемой совокупности, к числу таких показателей относят коэффициенты рангов (ранговые коэффициенты корреляции) Спирмена (19) и Кэндела (21).

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum (d_i^1 - d_i^0)^2}{n(n^2 - 2)}. \quad (19)$$

Ранговый коэффициент корреляции Спирмена принимает значения от -1 до 1 . Чем ближе значение коэффициента k -1 , тем более схожи структуры базисного и отчетного периодов.

Оценка значимости коэффициента Спирмена производится на основе t -статистики (20):

$$t = \frac{|\rho| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho^2}}, \quad (20)$$

$$\tau = \frac{2(P-T)}{n(n-1)}. \quad (21)$$

Значимость коэффициента Кэндела оценивается на основе расчета u -статистики (22):

$$u = \frac{|\tau| \sqrt{9n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}. \quad (22)$$

При наличии объединенных рангов коэффициенты Спирмена и Кэндела определяются по формулам (23) и (24):

$$\rho = \frac{\frac{1}{6}(n^3 - n) - \sum (R_i^X - R_i^Y)^2 - T_X - T_Y}{\sqrt{\left[\frac{1}{6}(n^3 - n) - 2T_X \right] \left[\frac{1}{6}(n^3 - n) - 2T_Y \right]}}, \quad (23)$$

где $T = \frac{\sum (n_k^3 - n_k)}{12}$;

$$\tilde{\tau} = \frac{\tau - \frac{2(d_1 + d_0)}{n(n-1)}}{\sqrt{\left(1 - \frac{2d_1}{n(n-1)}\right) \left(1 - \frac{2d_0}{n(n-1)}\right)}}, \quad (24)$$

где $U = \frac{\sum n_k(n_k - 1)}{2}$.

Исследование структуры экономических систем не сводится только к анализу соотношений между ее элементами, их составу, долям их объемных признаков в разные периоды времени. Важная роль в исследовании структуры себестоимости принадлежит структуре связей между признаками ее элементов.

Исследование динамики взаимосвязей опирается на общие основы методики статистического изучения динамики, новым является лишь объект и вытекающие из его свойств особенности методики и подсистема статистических показателей.

Прежде чем перейти к рассмотрению конкретных методов исследования связей структуры затрат, следует указать основные направления исследования динамики связей, которые, по нашему мнению, можно представить в виде следующих:

- анализ причинной структуры модели со сложной сетью взаимоотношений переменных;
- измерение изменений (динамики) тесноты связи, т.е. коэффициентов корреляции, детерминации;
- разложение динамики показателей тесноты связи на тренд и колеблемость, характеристика устойчивости связей;
- изучение динамики коэффициентов регрессионных моделей (коэффициентов регрессии, эластичности и т.д.);
- изучение изменения по форме связи (линейная, параболическая и т.д.) и направлениям;
- индексный анализ структуры изменения результативного показателя системы за счет отдельных сторон взаимосвязей (общей детерминации, величин факторных признаков, коэффициентов регрессии, т.е. удельного влияния каждого из факторов);
- изучение и измерение влияния структуры общего коэффициента детерминации в регрессионных моделях на его составляющие (структура системы связей);
- изучение динамики сложных стохастических процессов или процессов со стохастической составляющей (спектрально-структурный анализ) [1, с. 156–157].

Оценку и моделирование структуры себестоимости экономического субъекта необходимо начинать с элиминирования влияний между учтенными в модели факторами и выделения непосредственного влияния каждого фактора на моделируемый итоговый показатель себестоимости продукции y . Практическое использование подобной модели предполагает, что уровни факторов можно изменять независимо друг от друга, однако в реальных условиях изменение одного фактора не может происходить при неизменности других, оно вызывает цепную реакцию по всей системе взаимосвязанных показателей.

Наличие связей может иметь как прямой $x_i \rightarrow y$, так и косвенный характер $x_i \rightarrow x_k \rightarrow y$ или $x_i \rightarrow x_j \rightarrow y$ и т.д. Таким образом, при исследовании причинно-следственного механизма формирования итогового показателя себестоимости продукции важно определить структуру взаимосвязей и измерить полное (прямое и косвенное) влияние факторов на каждый из элементов исследуемой структуры. Данная задача решается с помощью построения системы уравнений нескольких уровней (рекуррентной модели).

По нашему мнению, любую из связей системы затрат можно охарактеризовать на основе коэффициентов регрессии и детерминации. Расчет этих величин способствует разработке комплекса мероприятий по управлению производством путем воздействия на управляемые факторы.

В большинстве случаев экономические системы состоят из множества уровней, т.е. являются многоуровневыми системами. Факторы более высокого порядка определяются факторами нижележащего уровня и т.д. Кроме этого подобные системы не обладают строгими иерархическими структурами, в системах существуют связи факторов нижележащего уровня с факторами не только вышележащего, но и с факторами более высокого порядка и даже результативным показателем.

В связи с этим исследование факторов с влиянием на несколько уровней имеет особое значение для эффективного существования экономической системы.

Динамика в регрессионных моделях и показателях корреляционных связей исследуется уже достаточно давно. Данной теме посвящено множество научных трудов, отечественных и зарубежных статистиков – Т.Н. Агаповой, И.И. Елисейевой, А.М. Дуброва, О.П. Крастиня, В.С. Мхитаряна, А.А. Френкеля, М.М. Юзбашева и др. Распространение данных методик создало необходимость для статистической науки изучения структуры моделей и ее динамики. Общая для всех стохастических систем закономерность сочетания тенденции и колеблемости означает, что структура регрессионной модели не постоянна, ей также свойственны тенденция и колебания. Регрессионная модель, как и любая структурированная система, состоит из совокупности элементов (набора факторов), а также из связей между этими факторами, с одной стороны, и с итоговым показателем – с другой. При исследовании стохастической связи регрессионной модели необходимо выделить ее элементный состав факторов и тесноту связи с каждым фактором, между ними и в целом с их комплексом [1, с. 166].

При построении регрессионных моделей элементов структуры затрат предприятия необходимо основываться на их объективном содержании, что подразумевает не субъективный набор факторов автором модели, а конструирование объективно существующей системы факторов, в большей степени определяющей вариацию результативного показателя.

Опыт регрессионного моделирования доказывает, что можно выделить два основных элемента регрессионной модели. Это «основное ядро» факторов, оказывающих постоянное воздействие на вариацию элемента себестоимости (обеспечивающих не менее 75 % детерминации) и «периферийную часть» факторов, воздействие которых неустойчиво, т.е. влияние которых существенно в одни периоды и несущественно в другие [1, с. 168–169].

Доли основных или периферийных факторов определяются на основе некорректированных коэффициентов множественной детерминации, потому что при отделении части несущественных факторов, данный коэффициент может возрасти относительно некорректированного (при учете всего спектра факторов). Это подтверждается следующим выражением:

$$R_{\text{корр}}^2 = 1 - (1 - R_{\text{некорр}}^2) \frac{n-1}{n-k-1}, \quad (25)$$

где n – число лет при корреляции рядов динамики; k – число факторов модели.

Оценка структуры системы при помощи данного коэффициента не является необходимой, поскольку он используется при анализе генерального коэффициента детерминации по выборке.

Особого внимания заслуживает вопрос об отнесении факторов к основным или периферийным, факторов, влияние которых существенно не во всех временных промежутках динамического ряда, а в их большей части (доля детерминации которых не меньше чем у факторов, отнесенных к «основному ядру»). Для этого необходимо измерить роль фактора в общей детерминации вариации резульативного признака всей совокупности факторов, т.е. разложить по факторам коэффициент множественной детерминации. Данная методология является важнейшим аспектом исследования структуры связей системы [1, с. 170].

В статистических работах по корреляционно-регрессионному анализу наиболее часто встречается способ разложения по формуле (26):

$$R_{YX_1 \dots X_k}^2 = \sum r_{YX_j} \cdot \beta_j, \quad (26)$$

где r_{YX_j} – парные коэффициенты корреляции; β – бетта-коэффициенты (коэффициенты стандартизированной регрессии).

И.И. Елисеева, А.М. Ерина, М.М. Юзбашев называют данные показатели «коэффициентами раздельной детерминации» [8, 10, 35]. Как подчеркивает Т.Н. Агапова, «этот способ имеет свои недостатки, поскольку коэффициенты раздельной детерминации имеют гетерогенный характер, они объединяют коэффициенты парной корреляции, измеряющие нечистое влияние фактора, с бетта-коэффициентом, измеряющим условно чистое влияние фактора, абстрагированное от влияния других факторов, входящих в уравнение связи. Поэтому возможна ситуация, когда знаки парного коэффициента корреляции и бетта-коэффициента не совпадут при существенной взаимосвязи между факторами, а из-за этого могут возникнуть неинтерпретируемые отрицательные величины коэффициентов раздельной детерминации» [1, с. 172]. К тому же утверждение о том, что сумма влияния каждого фактора равна совокупному влиянию всех факторов, противоречит системному подходу к исследованию сложных экономических систем.

Как мы подчеркнули ранее, любая сложная экономическая система обладает свойством эмерджентности («системным эффектом»), т.е. характеризуется несводимостью свойств системы с суммой свойств, присущих ее компонентам. Таким образом, действие системы не сводится к сумме воздействий ее элементов, данный аспект необходимо учитывать при разложении коэффициента множественной детерминации. Для этого И.И. Елисеева и М.М. Юзбашев предлагают пользоваться следующим выражением (27):

$$R_{YX_1 \dots X_k}^2 = \sum \beta_j^2 \cdot \eta^2, \quad (27)$$

где η^2 – «системный эффект» (эмерджентность), величина вариации резульативного показателя, объясняемая совместной деятельностью системы факторов.

Показатель η^2 имеет важное аналитическое значение, чем больше его величина (доля детерминации), тем значительнее взаимосвязь факторов и наоборот, чем ниже данный показатель, тем ничтожнее доля его детерминации, тем «несистемнее» факторы.

Для решения вопроса динамичности структуры затрат целесообразно использовать методы, разработанные статистикой временных рядов. Временной ряд называется также рядом динамики и представляет собой ряд последовательно расположенных во времени числовых значений соответствующего элемента совокупности. Он состоит из двух компонентов:

1) периода времени, за который приводится числовое значение уровня того или иного элемента структуры затрат;

2) числового значения того или иного элемента структуры затрат, называемого уровнем ряда [7, с. 108].

Согласно статистики временных рядов, выделяют два основных элемента динамики – тенденцию (определяется «основным ядром» факторов) и колеблемость (зависит от влияния «периферийных факторов»). Соотношение этих элементов в разных временных рядах неодинаково, и тем более в редких случаях встречается один из элементов в чистом виде. Ряд без колеблемости уровней представляет собой тренд в чистом виде, а ряд без тенденции динамики – это стационарный временной ряд.

Считается, что уровни временного ряда содержат следующие элементы: тренд (детерминированную составляющую) u_i ; регулярные колебания относительно тренда (циклическую компоненту) v_i ; сезонные колебания относительно тренда (сезонную составляющую) s_i ; случайную компоненту (случайный эффект) ε_i .

Методика исследования динамики временных рядов структуры себестоимости заключается в том, чтобы рассматриваемый период разделить на несколько подпериодов, различных по характеру, типу тренда, его наличию или отсутствию, по характеру или природе колебаний. В основе данной методики лежит спектральный анализ, согласно которой для каждого подпериода определяется тренд, измеряются колебания относительно него, в случае если в динамическом ряду присутствует сезонная составляющая, колебания разделяются на сезонные и случайные.

При анализе временных рядов затрат значительной проблемой считается исследование случайной компоненты ε_i , ее сравнение с другими случайными величинами и вычисление ее статистических характеристик. Поскольку при краткосрочном и среднесрочном прогнозировании результаты прогнозов тесно связаны с данной составляющей, в случае же долгосрочного прогноза основное место отводится выявлению и определению тенденций и взаимосвязей между факторами [16, с. 18].

Для выявления сезонной составляющей динамики себестоимости продукции можно использовать как спектральный, так и дисперсионный анализ, анализ автокорреляционной и частной автокорреляционной функции, далее рассчитать индексы сезонной составляющей. Наличие сезонной составляющей или периодических колебаний уровней временного ряда, устойчиво повторяющихся из года в год, на протяжении нескольких лет, также можно определить на основе графического анализа.

Обобщающим показателем сезонной колеблемости служит коэффициент сезонности, рассчитываемый по формуле (28):

$$K_{\text{сезон}} = \frac{\sum |I_{\text{сезон}} - 100|}{ns}, \quad (28)$$

где ns – число внутригодовых интервалов (кварталов, месяцев).

Итоговое выражение взаимозависимости между результативным показателем и показателями, определяющими его уровень, принято получать в виде моделей, характеризующих уровень себестоимости произведенной продукции и в конечном итоге эффективность экономического субъекта. Данные модели принято строить на основе регрессионных уравнений и их систем, которые позволяют осуществлять прогнозирование.

Прогнозирование как неотъемлемый элемент современного управления составляет самостоятельный этап в разработке стратегии развития и плана деятельности экономического субъекта [3, с. 227]. Выбор метода прогнозирования необходимо осуществлять исходя из назначения получаемого прогноза.

Для построения долгосрочного прогноза, учитывающего общую тенденцию показателя себестоимости продукции, возможно использование трендовых моделей в виде кривых роста с учетом сценарных условий и экспертных заключений. В целях получения краткосрочных и среднесрочных прогнозов целесообразно использовать адаптивные методы (самокорректирующиеся экономико-математические модели, различные модификации экспоненциального сглаживания), которые способны оперативно реагировать на изменение условий путем учета результата прогноза, сделанного на предыдущем шаге, и учета различной информационной ценности уровней ряда [3, с. 244].

Рассмотрим один из адаптивных методов получения прогноза затрат – экспоненциальное сглаживание, а также его основные модификации.

Простое экспоненциальное сглаживание приемлемо для стационарных временных рядов, при этом используется рекуррентная формула (29):

$$S_t = \alpha y_t + \beta S_{t-1}, \quad (29)$$

где S_t – значение экспоненциальной средней в период t ; α – параметр сглаживания, $\alpha = \text{const}$, $0 < \alpha < 1$; $\beta = 1 - \alpha$.

Величина S_t является взвешенной суммой всех членов ряда, при этом веса уровней ряда убывают по мере удаления в прошлое, в соответствии с экспоненциальной функцией.

Для учета тренда при прогнозировании нестационарных временных рядов используется двухпараметрическое экспоненциальное сглаживание – модель Холта, включающее два уравнения (30) и (31):

$$S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}), \quad (30)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}. \quad (31)$$

С целью учета тренда в уравнении (29) S_{t-1} заменяется на $(S_{t-1} + b_{t-1})$.

Другой модификацией экспоненциального сглаживания является трехпараметрический метод Винтера, включающий три константы для сглаживания уровней ряда (32), тенденции (33) и сезонных колебаний (34):

$$S_t = \alpha \left(\frac{y_t}{F_{t-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}), \quad (32)$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, \quad (33)$$

$$F_t = \gamma \left(\frac{y_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)F_{t-L}. \quad (34)$$

Выражения (32) и (33) отличаются от уравнений линейного экспоненциального сглаживания тем, что S_t обозначают десезонализованные сглаженные величины, вычисляемые путем деления наблюдений на F_{t-1} – величину, характеризующую сглаженную оценку сезонности на аналогичный период сезонности предыдущего года.

Подводя итог, сгруппируем основные методы и представим их содержание и назначение при анализе структуры затрат экономического субъекта (табл. 2).

Таблица 2

Статистические методы в изучении структуры затрат и ее элементов [2]

Направление изучения	Метод	Возможность применения при анализе затрат
1	2	3
Анализ структуры и структурных сдвигов	Относительные показатели интервальных структур	Характеризуют удельный вес конкретных затрат на производство продукции, что позволяет определить доминирующие элементы структуры себестоимости, а также характерные особенности производства конкретного продукта
	Показатели абсолютных приростов и темпов роста	Позволяют количественно оценить, на сколько (во сколько раз) изменилась величина отдельных затрат и всей себестоимости
	Абсолютные и относительные показатели структурных сдвигов, коэффициенты колеблемости, коэффициенты вариации	Обобщенно оценивают силу, резкость и существенность изменения (или схожесть) соотношений удельных весов элементов затрат в структуре себестоимости продукции в отчетном и базисном периоде
	Непараметрические коэффициенты корреляции	
	Экономические индексы	Позволяют измерить вклад изменения отдельного элемента структуры затрат в совокупное изменение результативного признака.
	Показатели интенсивности изменений структуры	Дают возможность оценить фактически произошедшие изменения структуры затрат к предельной величине такого изменения

Окончание табл. 2

1	2	3
Анализ динамики элементов затрат	Анализ временных рядов	Позволяет выделить основное направление динамики конкретных затрат, установить наличие и измерить значимость сезонных, циклических изменений, случайных отклонений
Анализ влияния факторов на уровень затрат	Путевой анализ	Графическое представление объективно существующей системы факторов (структуры связей), определяющих вариацию себестоимости продукции и отдельных элементов затрат
	Метод канонических корреляций	Используется для оценки наличия взаимосвязей между блоками системы статистических показателей
	Корреляционно-регрессионный	Позволяет количественно охарактеризовать влияние факторов внешней и внутренней среды на динамику элементов затрат, что способствует разработке мероприятий по управлению производством путем воздействия на управляемые факторы
Прогнозирование и моделирование динамики затрат	Регрессионный анализ	Обеспечивает возможность построения прогноза с учетом подстановки вероятных значений факторов, формирующих динамику отдельных элементов затрат
	Адаптивные методы прогнозирования	Различные модификации экспоненциального сглаживания позволяют построить краткосрочный и среднесрочный прогноз уровня затрат, с учетом различной ценности временного ряда

Таким образом, следует подчеркнуть, что основным результатом практического применения статистического исследования динамики структуры затрат является прогнозирование. В теоретическом отношении статистический прогноз это вероятностная оценка альтернатив развития того или иного явления в будущем, полученная на основе статистических закономерностей, выявленных по данным прошлых периодов. В отношении нашего исследования основное предназначение статистического прогноза структуры затрат заключается в разработке стратегии поведения экономического субъекта и формировании плана его деятельности.

ВЫВОДЫ

1. Статистический анализ является наиболее перспективным подходом в управлении экономическим субъектом, он позволяет представить его как сложную экономическую систему, имеющую широкий причинно-следственный механизм, определяющий условия его существования.

2. Главной целью деятельности любого предприятия является получение и максимизация прибыли, что в основном определяется эффективностью затрат (эффективностью использования ресурсов). Это создает предпосылки статистического исследования детерминированной структуры затрат и результативного показателя себестоимости, а также факторов внешней и внутренней среды, формирующих их уровень.

3. Представление элементов затрат в виде статистических временных рядов, выявление «основных» и «периферийных» факторов, формирующих их уровень, тенденций развития, различных форм колебаний позволяет представить совокупность затрат экономического субъекта в виде сколь угодно сложной детализированной статистической регрессионной модели, на основе которой осуществляется прогнозирование.

4. Залогом успешного функционирования экономического субъекта, в динамичных условиях внешней среды, является стратегическое планирование затрат, что в целом адекватно реализуется на основе статистических методов прогнозирования.

Применение статистических методов отвечает требованиям стратегического управления затратами экономического субъекта, так как является связующим звеном между сбором и анализом необходимой информации о затратах, о внешней и внутренней среде и обоснованием управленческого решения.

В результате статистического анализа структуры затрат на производство электроэнергии ТЭЦ за 2008–2018 гг. доказано, что расходы, калькулируемые по статье «Топливо на технологические цели», доминируют в общей структуре производственной себестоимости электроэнергии на протяжении всего периода.

Предлагаемое в работе методическое обеспечение статистического исследования и прогнозирования затрат на производство (выработку) электроэнергии ТЭЦ рекомендуется для использования в системе стратегического управления себестоимостью электроэнергии, а именно при построении стратегического плана затрат ТЭЦ.

Литература

1. *Аганова Т.Н.* Методы статистического изучения структуры сложных систем и ее изменений. М.: Финансы и статистика, 1996. 198 с.
2. *Афанасьев В.Н., Копцев А.И.* Статистическое исследование динамики структуры затрат на производство электроэнергии ТЭЦ Оренбургской области. Оренбург: Изд-во «Университет», 2016. 160 с.
3. *Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М.* Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010. 320 с.
4. *Глинский В.В., Ионин В.Г.* Статистический анализ: учебное пособие. М.: ИНФРА-М; Новосибирск: Сибирское соглашение, 2002. 241 с.
5. *Гусева Н.В., Шевченко Н.Ю., Сошинов А.Г.* Анализ структуры тарифов на электроэнергию в России и за рубежом // Сборник научных трудов Sworld. 2013. № 4. С. 5–9.
6. *Давыдовский Ф.Н.* Проблемы развития оптового рынка электроэнергии и мощности: формирование тарифов и оценка качества товара на основе системы показателей // Экономика, предпринимательство и право. 2012. № 1. С. 15–21.
7. *Елисеева И.И.* Статистика: учебник. М.: Проспект, 2011. 448 с.
8. *Елисеева И.И.* Статистические методы измерения связей. Ленинград: Издательство ЛГУ, 1982. 136 с.
9. *Епишев А.П.* Российская электроэнергетика: плоды реформы созрели, но оказались горькими на вкус // Эксперт. 2011. № 8. С. 63–64.
10. *Ерина А.М.* Математико-статистические методы изучения экономической эффективности производства. М.: Финансы и статистика, 1983. 191 с.

11. Жуков О.А. Электроэнергетика как инфраструктурная отрасль // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2011. № 02. С. 38–40.
12. Зацаринная Ю.Н., Рахматуллин Р.Р., Хабибуллин М.Н. Снижение себестоимости электроэнергии на тепловых электрических станциях // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 8. С. 106–108.
13. Зорина Я.О. Управление конкурентоспособностью теплоэлектроцентралей // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2011. № 1. С. 25–37.
14. Казинец Л.С. Темпы роста и структурные сдвиги в экономике: (Показатели планирования и статистики). М.: Экономика, 1981. 184 с.
15. Капитонов И.А. Трансформация национальной системы энергетической безопасности под влиянием стоимостных факторов в России и за рубежом // Вестник экономической интеграции. 2013. № 7 (64). С. 44–51.
16. Кильдишев Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: Статистика, 1973. 102 с.
17. Кондукова Э.В. АВС – Себестоимость без искажений. М.: Эксмо, 2008. 288 с.
18. Коно Т. Стратегия и структура японских предприятий / пер. с англ. М.: Прогресс, 1987. 383 с.
19. Конторович Г.Г. Анализ временных рядов // Экономический журнал ВЭШ. 2003. № 1. С. 79–103.
20. Кузовкин А.И. Тарифная политика в электроэнергетике и ее влияние на экономику России // Микроэкономика. 2013. № 2. С. 121–125.
21. Летун В.М. Оптимизация режимов работы энергосистем – основа оптового рынка электроэнергии // Энергетик. 2010. № 4.
22. Михайлова Т.М. Новое в теории статистических показателей и их систем. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2007. 163 с.
23. Некрасов А.С. Концепция формирования энергоснабжения территории Российской Федерации для обеспечения возможности модернизации экономики // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 26. С. 27–43.
24. Некрасов С.А. О необходимости построения энергоэффективной среды на основе комплексного подхода к энергоснабжению // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. № 40. С. 25–36.
25. Нигматулин Б.И. О причинах роста тарифов на электроэнергию // Энергия: экономика, техника, экология. 2012. № 1. С. 2–7.
26. Основные направления реформирования электроэнергетики Российской Федерации: Постановление правительства Российской Федерации от 11.07.2001 г. № 526 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2001. № 7.
27. Перова М.Б., Метляхин А.И. Механизм формирования тарифов на электроэнергию, дифференцированных по срокам платежа // Региональная экономика: теория и практика. 2012. № 29. С. 17–27.
28. Пустоветов М.Ю. О себестоимости электроэнергии, генерируемой автономной теплоэлектростанцией // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2002. № 2. С. 51–55.
29. Путинцева Н.А. Рост тарифов на электроэнергию как фактор снижения конкурентоспособности страны // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2013. № 9. С. 73–78.
30. Суслов Н.И., Черная Н.В. Тарифы на электроэнергию как отражение реформ электроэнергетики // Регион: Экономика и Социология. 2012. № 3. С. 152–166.
31. Шевкоплясов П.М., Шевкопляс Е.Ю. Ценообразование на рынках энергии по методу доходности реального капитала электростанций // Энергетик. 2012. № 2. С. 16–26.
32. Шлычков В.В. Электроэнергетика – состояние, проблемы, перспективы развития // Энергетика Татарстана. 2011. № 1. С. 45–49.
33. Юзбашев М.М., Михайлов Б.А. Методы статистического изучения распределений в социальной и финансово-хозяйственной жизни. СПб.: Издательство СПб УЭФ, 1995. 127 с.

34. Инструкция по планированию, учету и калькулированию себестоимости электрической и тепловой энергии в энергосистемах и на электростанциях, затрат на передачу и распределение энергии в электрических и тепловых сетях (2-й выпуск с учетом дополнительных указаний Минэнерго СССР от 17 февраля 1971 г. N ЦБ-6 и от 29 апреля 1971 г. N 26-6/4). [Электронный ресурс]. URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_7458.htm.
35. Об электроэнергетике: федер. Закон: [принят Гос. Думой РФ, 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ]. URL: <http://www.consultant.ru>

Bibliography

1. *Agapova T.N.* Metody statisticheskogo izuchenija struktury slozhnyh sistem i ee izmenenij. M.: Finansy i statistika, 1996. 198 p.
2. *Afanas'ev V.N., Koptsev A.I.* Statisticheskoe issledovanie dinamiki struktury zatrat na proizvodstvo jelektroenergii TJeC Orenburgskoj oblasti. Orenburg: Izd-vo «Universitet», 2016. 160 p.
3. *Afanas'ev V.N., Juzbashev M.M.* Analiz vremennyh rjadov i prognozirovanie: uchebnik. M.: Finansy i statistika; INFRA-M, 2010. 320 p.
4. *Glinskij V.V., Ionin V.G.* Statisticheskij analiz: uchebnoe posobie. M.: INFRA-M; Novosibirsk: Sibirskoe soglasenie, 2002. 241 p.
5. *Guseva N.V., Shevchenko N.Ju., Soshinov A.G.* Analiz struktury tarifov na jelektroenergiju v Rossii i za rubezhom // Sbornik nauchnyh trudov Sworld. 2013. № 4. P. 5–9.
6. *Davydovskij F.N.* Problemy razvitija optovogo rynka jelektroenergii i moshhnosti: formirovanie tarifov i ocenka kachestva tovara na osnove sistemy pokazatelej // Jekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. 2012. № 1. P. 15–21.
7. *Eliseeva I.I.* Statistika: uchebnik. M.: Prospekt, 2011. 448 p.
8. *Eliseeva I.I.* Statisticheskie metody izmerenija svjazej. Leningrad: Izdatel'stvo LGU, 1982. 136 p.
9. *Epishev A.P.* Rossijskaja jelektroenergetika: plody reformy sozreli, no okazalis' gor'kimi na vkus // Jekspert. 2011. № 8. P. 63–64.
10. *Erina A.M.* Matematiko-statisticheskie metody izuchenija jekonomicheskoj jeffektivnosti proizvodstva. M.: Finansy i statistika, 1983. 191 p.
11. *Zhukov O.A.* Jelektroenergetika kak infrastrukturalnaja otrasl' // FJeS: Finansy. Jekonomika. Strategija. 2011. № 02. P. 38–40.
12. *Zacarinnaja Ju.N., Rahmatullin R.R., Habibullin M.N.* Snizhenie sebestoimosti jelektroenergii na teplovyh jelektricheskijh stancijah // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2013. № 8. P. 106–108.
13. *Zorina Ja.O.* Upravlenie konkurentosposobnost'ju teplojelektrocentralej // Vestnik UrFU. Serija: Jekonomika i upravlenie. 2011. № 1. P. 25–37.
14. *Kazinec L.S.* Tempy rosta i strukturnye sdvigi v jekonomike: (Pokazateli planirovanija i statistiki). M.: Jekonomika, 1981. 184 p.
15. *Kapitonov I.A.* Transformacija nacional'noj sistemy jenergeticheskoy bezopasnosti pod vlijaniem stoimostnyh faktorov v Rossii i za rubezhom // Vestnik jekonomicheskoj integracii. 2013. № 7 (64). P. 44–51.
16. *Kil'dishev G.S., Frenkel' A.A.* Analiz vremennyh rjadov i prognozirovanie. M.: Statistika, 1973. 102 p.
17. *Kondukova Je.V.* AVS – Sebestoimost' bez iskazhenij. M.: Jeksmo, 2008. 288 p.
18. *Kono T.* Strategija i struktura japonskijh predpriyatij / per. s angl. M.: Progress, 1987. 383 p.
19. *Kontorovich G.G.* Analiz vremennyh rjadov // Jekonomicheskij zhurnal VJeSh. 2003. № 1. P. 79–103.
20. *Kuzovkin A.I.* Tarifnaja politika v jelektroenergetike i ee vlijanie na jekonomiku Rossii // Mikrojekonomika. 2013. № 2. P. 121–125.

21. *Letun V.M.* Optimizacija rezhimov raboty jenergosistem – osnova optovogo rynka jelektrojenergii // *Jenergetik*. 2010. № 4.
22. *Mihajlova T.M.* Novoe v teorii statisticheskikh pokazatelej i ih sistem. SPb.: Izd-vo SPbGUJeF, 2007. 163 p.
23. *Nekrasov A.S.* Koncepcija formirovanija jenergosnabzhenija territorii Rossijskoj Federacii dlja obespechenija vozmozhnosti modernizacii jekonomiki // *Nacional'nye interesy: priorityty i bezopasnost'*. 2013. № 26. P. 27–43.
24. *Nekrasov S.A.* O neobходимosti postroenija jenergojeffektivnoj sredy na osnove kompleksnogo podhoda k jenergosnabzheniju // *Nacional'nye interesy: priorityty i bezopasnost'*. 2012. № 40. P. 25–36.
25. *Nigmatulin B.I.* O prichinah rosta tarifov na jelektrojenergiju // *Jenergija: jekonomika, tehnika, jekologija*. 2012. № 1. P. 2–7.
26. Osnovnye napravlenija reformirovanija jelektrojenergetiki Rossijskoj Federacii: Postanovlenie pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 11.07.2001 g. № 526 // *Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii*. 2001. № 7.
27. *Perova M.B., Metljahin A.I.* Mehanizm formirovanija tarifov na jelektrojenergiju, differencirovannyh po srokam platezha // *Regional'naja jekonomika: teorija i praktika*. 2012. № 29. P. 17–27.
28. *Pustovetov M.Ju.* O sebestoimosti jelektrojenergii, generiruemoj avtonomnoj teplojelektrostanciej // *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshhenija*. 2002. № 2. P. 51–55.
29. *Putinceva N.A.* Rost tarifov na jelektrojenergiju kak faktor snizhenija konkurentosposobnosti strany // *Jekonomika i upravlenie: analiz tendencij i perspektiv razvitija*. 2013. № 9. P. 73–78.
30. *Suslov N.I., Chernaja N.V.* Tarify na jelektrojenergiju kak otrazhenie reform jelektrojenergetiki // *Region: Jekonomika i Sociologija*. 2012. № 3. P. 152–166.
31. *Shevkopljasov P.M., Shevkopljas E.Ju.* Cenoobrazovanie na rynkah jenerгии po metodu dohodnosti real'nogo kapitala jelektrostancij // *Jenergetik*. 2012. № 2. P. 16–26.
32. *Shlychkov V.V.* Jelektrojenergetika – sostojanie, problemy, perspektivy razvitija // *Jenergetika Tatarstana*. 2011. № 1. P. 45–49.
33. *Juzbashev M.M., Mihajlov B.A.* Metody statisticheskogo izuchenija raspredelenij v social'noj i finansovo-hozjajstvennoj zhizni. SPb.: Izdatel'stvo SPb UJeF, 1995. 127 p.
34. Instrukcija po planirovaniju, uchetu i kal'kulirovaniju sebestoimosti jelektricheskoi i teplovoj jenerгии v jenergosistemah i na jelektrostancijah, zatrat na peredachu i raspredelenie jenerгии v jelektricheskikh i teplovyh setjah (2-j vypusk s uchetom dopolnitel'nyh ukazanij Minjenergo SSSR ot 17 fevralja 1971 g. N CB-6 i ot 29 aprelja 1971 g. N 26-6/4). [Jelektronnyj resurs]. URL:http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_7458.htm.
35. Ob jelektrojenergetike: feder. zakon: [prinjat Gos. Dumoj RF, 26 marta 2003 g. № 35-FZ]. URL: <http://www.consultant.ru>