

УДК 338.512

Е.В. Артемова, В.П. Постников**E.V. Artemova, V.P. Postnikov**

Пермский национальный исследовательский политехнический
университет, Пермь, Россия

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

CORRELATION AND REGRESSION ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF THE COST OF PRODUCTION OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

Определяется взаимосвязь между средней себестоимостью газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 16 МВт и факторами, на нее влияющими. В качестве влияющих факторов рассмотрены такие показатели, как: объем продаж ГТУ в год, численность работников промышленного предприятия, производительность труда, материальные затраты на изготовление единицы продукции, фонд оплаты труда с отчислениями на изготовление единицы продукции, фондоемкость, доля активной части основных средств, индекс цен производителей (ИЦП) в промышленности. По результатам анализа разработана модель, демонстрирующая влияние материальных затрат и фонда оплаты труда с отчислениями на себестоимость изготовления ГТУ.

Ключевые слова: эконометрическое моделирование, корреляционно-регрессионный анализ, факторы, себестоимость, газотурбинная установка

The article defines the relationship between the average cost of a gas turbine unit (GTU) with a capacity of 16 MW and the factors affecting it. The following indicators are considered as influencing factors: the volume of sales of GTU per year, the number of employees of an industrial enterprise, labor productivity, material costs for the manufacture of a unit of production, the wage fund with deductions for the manufacture of a unit of production, capital intensity, the share of the active part of fixed assets, the producer price index (PPI) in industry. Based on the results of the analysis, a model has been developed that demonstrates the impact of material costs and the wage fund with deductions on the cost of manufacturing GTU.

Keywords: econometric modeling, correlation and regression analysis, factors, cost, gas turbine installation

Себестоимость продолжает оставаться одним из важнейших показателей, отражающих эффективность производства. Ее значение на предприятии постоянно возрастает. Уровень этого показателя отражает все стороны хозяйственной деятельности промышленного предприятия. Эффективное использование

в деятельности компании экономических и трудовых ресурсов, результатов научных исследований приводит к снижению себестоимости и увеличению прибыли, что позволяет предприятию быть более устойчивым в условиях конкуренции.

Себестоимость является не только количественным показателем, но и качественным, так как характеризует уровень использования всех имеющихся у предприятия ресурсов. Также следует отметить, что снижение себестоимости позволяет повысить конкурентоспособность продукции, увеличить показатели прибыли и рентабельности, улучшить финансовое положение, а также снизить степень банкротства и т.д. Поэтому для эффективного развития промышленного предприятия в современных экономических условиях необходимо осуществлять поиск резервов снижения себестоимости продукции.

Управление себестоимостью рассматривали в своих работах такие ученые, как Н.И. Коршунова, Ю.А. Некрасова, Е.В. Оскинова, Э.М. Радостева, Ю.С. Швецова и др. [1–5].

Вопросы уменьшения себестоимости продукции исследованы в работах А.И. Кибиткина, И.Г. Лахно, А.Н. Дубоносова и т.д. [6].

Среди отечественных исследователей, изучающих теоретические положения управления резервами снижения себестоимости продукции, следует отметить работы А.А. Ефремовой, Е.А. Халявкиной, А.Ю. Денисовой, А.М. Сидоровой, В.В. Дядечко и др. [7–10].

Таким образом, проблемы снижения затрат отражены в трудах многих ученых. Однако существует необходимость разработки эффективных инструментов по управлению себестоимостью продукции и прогнозированию этого показателя. Спрогнозировать влияние факторов производства на затраты возможно с использованием эконометрических методов, таких как корреляционный и регрессионный анализ [11, 12].

Корреляционный анализ используется для выявления силы связи между различными переменными и оценки факторов, в наибольшей степени оказывающих влияние на результативный признак. Регрессионный анализ позволяет выбрать форму связи, тип модели и определить вычисляемые значения зависимой переменной (результативного признака). Корреляционный анализ и регрессионный используются комплексно [13].

Суть корреляционно-регрессионного анализа – это выведение и анализ математической (статистической) модели в форме уравнения регрессии, которое выражает зависимость результативного показателя от одного или нескольких факторов, измерение силы связи между факторами, прогнозирование значений результативного показателя при известных значениях факторных показателей [12, 14, 15].

В качестве результативного признака для множественной регрессии и корреляции был выбран показатель средней себестоимости газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 16 МВт, производство которой осуществляет АО «ОДК-ПМ». Анализируемый период – 10 лет.

В качестве факторов, влияющих на результативный признак (y), были рассмотрены [16]:

x_1 – объем продаж в год, ед.;

x_2 – численность работников, чел.¹;

x_3 – производительность труда, млн руб. в день;

x_4 – материальные затраты на изготовление единицы продукции, млн руб.;

x_5 – фонд оплаты труда с отчислениями на изготовление единицы продукции, млн руб.;

x_6 – фондоемкость, руб.¹;

x_7 – доля активной части основных средств¹;

x_8 – индекс цен производителей (ИЦП) в промышленности².

Исходные данные за 10 лет представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные

№	Год	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
1	2012	139,94	2	8 296,00	1,41	67,17	9,10	6,18	1,18	1,04
2	2013	140,68	7	7 894,00	4,95	67,53	9,85	2,08	1,12	1,04
3	2014	144,00	26	8 267,00	18,82	70,56	9,36	1,09	0,78	1,06
4	2015	148,04	16	8 246,00	11,90	73,28	10,36	2,41	0,71	1,12
5	2016	151,41	15	8 127,00	11,41	74,19	12,11	2,39	0,76	1,08
6	2017	155,83	11	7 350,00	8,62	77,91	10,91	2,71	0,92	1,08
7	2018	163,59	14	6 889,00	11,51	88,34	13,09	1,77	1,17	1,12
8	2019	188,15	29	7 373,00	27,89	92,19	16,93	0,82	1,20	0,96
9	2020	189,12	23	8 981,00	22,23	96,45	17,02	1,27	1,10	1,04
10	2021	196,68	16	9 166,00	16,08	101,29	15,73	2,26	0,99	1,04

¹ Интерфакс – Сервер раскрытия информации [Электронный ресурс]. – URL: Интерфакс – Сервер раскрытия информации (e-disclosure.ru).

² Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: Индексы цен (rosstat.gov.ru).

В результате корреляционного анализа были выявлены факторы, оказывающие наиболее сильное влияние на себестоимость ГТУ мощностью 16 МВт:

x_3 – производительность труда, млн руб. в день;

x_4 – материальные затраты на изготовление единицы продукции, млн руб.;

x_5 – фонд оплаты труда с отчислениями на изготовление единицы продукции, млн руб.

Отбор факторов через их оценку на адекватность модели с помощью использования p -теста показал, что фактор x_3 не является значимым, так как p -значение $0,642 > 0,05$. Если p -значение фактора $\leq 0,05$, то фактор признается значимым, иначе его необходимо исключить [17]. В результате остались два фактора, которые в наибольшей степени влияют на изменение себестоимости ГТУ мощностью 16 МВт:

x_4 – материальные затраты на изготовление единицы продукции, млн руб.;

x_5 – фонд оплаты труда с отчислениями на изготовление единицы продукции, млн руб.

Следующим шагом стало построение модели линейной зависимости.

Уравнение множественной линейной регрессии имеет вид

$$y_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m + \varepsilon, \quad (1)$$

где y – результирующий показатель или зависимая (объясняемая) переменная; $x_1, x_2, \dots, x_m$ – влияющие факторы или независимые (объясняющие) переменные; ε – случайная составляющая [17].

В результате всех необходимых расчетов, была получена модель, демонстрирующая влияние материальных затрат и затрат на оплату труда на себестоимость изготовления ГТУ мощностью 16 МВт АО «ОДК-ПМ»:

$$y = 41,87 + 1,07x_4 + 2,67x_5. \quad (2)$$

Данную модель можно применять для прогнозирования. При прогнозировании изменения показателя во времени без учета факторов, которые оказывают влияние на данный показатель, зачастую используют построение трендов. Существует пять линий тренда. Выбирают одну линию тренда, которая наилучшим образом опишет динамику изменений. Для этого нужно рассчитать такие показатели, как F -критерий Фишера, коэффициент корреляции, средняя ошибка аппроксимации и среднеквадратическое отклонение [17]. Расчет показателей отражен в табл. 2.

Таблица 2

Анализ уравнений трендов средней себестоимости единицы продукции

№ п/п	Наименование линии тренда	Формула	F-критерий	Коэффициент корреляции	Средняя ошибка аппроксимации, %	Среднеквадратическое отклонение
1	Экспоненциальная	$y = 127,94e^{0,0412x}$	87,01	0,96	3,09	6,47
2	Линейная	$y = 6,7972x + 124,36$	72,18	0,95	3,59	7,27
3	Логарифмическая	$y = 24,561\ln(x) + 124,65$	17,72	0,83	6,62	12,83
4	Полиномиальная	$y = 0,6944x^2 - 0,8416x + 139,64$	193,82	0,98	1,53	4,58
5	Степенная	$y = 127,85x^{0,1505}$	17,87	0,85	6,15	12,07

Наименьшее значение среднеквадратического отклонения имеет полиномиальная линия тренда. Исходя из этого для прогнозирования средней себестоимости ГТУ мощностью 16 МВт использовалось уравнение полиномиального тренда

$$y = 0,6944x^2 - 0,8416x + 139,64. \quad (3)$$

На основании уравнения (3) рассчитаны прогнозные значения средней себестоимости ГТУ мощностью 16 МВт на период до 2025 года, а также найден интервал, в который попадут фактические величины с вероятностью 95 % (табл. 3).

Таблица 3

Прогнозные значения средней себестоимости ГТУ мощностью 16 МВт на период до 2025 года

№	Год	Ожидаемое значение по прогнозу, млн руб.	Интервал прогноза, млн руб.
11	2022	214,40	10,56
12	2023	229,53	10,56
13	2024	246,05	10,56
14	2025	263,96	10,56

Из табл. 3 видно, что средняя себестоимость ГТУ мощностью 16 МВт за период до 2025 года увеличится в 1,3 раза и составит $263,96 \pm 10,56$ млн руб., что подтверждает необходимость управления себестоимостью продукции промышленного предприятия.

Таким образом, необходимо уделять должное внимание анализу себестоимости продукции, поскольку он дает возможность определить направленность изменения этого показателя, оценить степень выполнения плана по достижению запланированного уровня себестоимости, определить факторы, оказывающие влияние на его изменение, найти резервы и оценить эффективность работы предприятия по снижению себестоимости продукции.

Для успешного функционирования, поддержания конкурентоспособности, получения прибыли предприятию необходимо своевременно реагировать на изменения внутренней и внешней среды, вовремя выявлять имеющиеся проблемы и их причины в финансово-хозяйственной деятельности.

Использование методов корреляционно-регрессионного анализа дает возможность на основе выборочных статистических данных выявить взаимосвязь факторов и ее силу. Данный вид анализа позволяет наиболее рационально построить факторную модель, включив в неё лишь необходимые показатели. Используя разработанную модель, руководство предприятия может строить более детальные планы своей деятельности, исходя из модели влияния материальных затрат, фонда оплаты труда и других факторов на формирование себестоимости продукции.

Список литературы

1. Коршунова Н.И., Якуш Д.А. Себестоимость: сущность, анализ и пути снижения [Электронный ресурс] // Молодежь и научно-технический прогресс: сб. докл. XIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2 т. Губкин, 09 апреля 2020 года / Губкинский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова»; ООО «Ассистент плюс». – Старый Оскол, 2020. – С. 74–76. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44123927> (дата обращения: 03.12.2022).
2. Некрасова Ю.А. Себестоимость и методы ее снижения [Электронный ресурс] // Аллея науки. – 2021. – Т. 1, № 10(61). – С. 331–334. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47689641> (дата обращения: 03.12.2022).
3. Оскинова Е.В. Калькулирование себестоимости продукции. Резервы снижения себестоимости, оптимизация затрат [Электронный ресурс] // Студенческая наука и XXI век. – 2018. – № 16-1. – С. 395–397. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35197224> (дата обращения: 03.12.2022).
4. Радостева Э.М., Паршакова А.В. Понятие и сущность себестоимости продукции [Электронный ресурс] // Управление социально-экономическими системами: теория, методология, практика: сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 20 февраля 2018 г. – Пенза: Наука и просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2018. – С. 58–64. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32602773> (дата обращения: 03.12.2022).

5. Швецова Ю.С., Почекаева О.В. Понятие и сущность затрат и калькулирования себестоимости продукции предприятия // Экономические исследования и разработки. – 2020. – № 6. – С. 15–21.

6. Денисова А.Ю. Методы снижения себестоимости продукции на предприятии [Электронный ресурс] // Формирование финансово-экономических механизмов хозяйствования в условиях информационной экономики: сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. К 100-летию Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, Севастополь, 17–19 мая 2018 года / науч. ред. С.П. Кирильчук. – ООО «Издательство Типография «Ариал». – Севастополь, 2018. – С. 50–51. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35012332> (дата обращения: 03.12.2022).

7. Ефремова А.А., Румянцева А. Основные пути снижения себестоимости на производственном предприятии [Электронный ресурс] // Национальные экономические системы в контексте формирования глобального экономического пространства: сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф., Симферополь, 24 марта 2017 г. / Крымский инженерно-педагогический университет. – Симферополь, 2017. – С. 214–216. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29173785> (дата обращения: 04.12.2022).

8. Халявкина, Е.А. Пути снижения себестоимости на промышленных предприятиях [Электронный ресурс] // Экономика и маркетинг в промышленности: материалы студ. науч.-техн. конф., проводимой в рамках международного молодежного форума, Минск, 10–25 апреля 2019 г.; Белорусский национальный технический университет. – Минск 2019. – С. 195–196. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41422104> (дата обращения: 04.12.2022).

9. Сидорова, А.М. Себестоимость готовой продукции на предприятии и резервы ее снижения [Электронный ресурс] // Научные горизонты. – 2019. – № 2(18). – С. 115–119. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37030673> (дата обращения: 04.12.2022).

10. Дядечко В.В. Резервы снижения себестоимости продукции на предприятии [Электронный ресурс] // Аллея науки. – 2019. – Т. 2, № 2(29). – С. 117–120. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37255876> (дата обращения: 04.12.2022).

11. Заернюк В.М., Филимонова Н.Н. Эконометрическое прогнозирование влияния производственных факторов на снижение себестоимости продукции [Электронный ресурс] // Сервис plus. – 2018. – Т. 12, № 1. – С. 53–62. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35290256> (дата обращения: 04.12.2022).

12. Каримова Г.В. Методика проведения корреляционно-регрессионного анализа зависимости себестоимости от определяющих факторов на примере строительной организации [Электронный ресурс] // Исследования и

разработки в перспективных научных областях: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 27 марта – 2018 года. – Ч. 2; ООО «Центр развития научного сотрудничества». – Новосибирск, 2018. – С. 174–178. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32856197> (дата обращения: 04.12.2022).

13. Нечаева Ю.К., Редкач М.Б., Глубокова Н.Ю. Корреляционно-регрессионный анализ как способ прогнозирования экономического развития предприятия [Электронный ресурс] // Студенческая наука XXI века. – 2016. – № 1-2(8). – С. 222–226. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25431522> (дата обращения: 05.12.2022).

14. Белокурченко Н.С. Корреляционно-регрессионный анализ как статистический метод [Электронный ресурс] // Наука и общество в условиях глобализации. – 2020. – № 1(7). – С. 54–55. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42857284> (дата обращения: 05.12.2022).

15. Медведева К.А. Корреляционно-регрессионный анализ и его значение в экономико-статистических исследованиях [Электронный ресурс] // Студенческая наука XXI века. – 2016. – № 3(10). – С. 243–245. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26337090> (дата обращения: 05.12.2022).

16. Оборина О.Е. Разработка модели зависимости продаж газотурбинных установок (ГТУ) от показателей развития рынка [Электронный ресурс] // Интернаука. – 2020. – № 20-3(149). – С. 42–45. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44408857> (дата обращения: 05.12.2022).

17. Постников В.П., Буторина О.В. Факторный анализ, планирование и прогнозирование экономических и управленческих процессов в научно-исследовательской работе магистров [Электронный ресурс]. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 130 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22402221> (дата обращения: 05.12.2022).

Сведения об авторах

Артемова Екатерина Викторовна – студентка, гуманитарный факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: katrinaartemova5b@mail.ru.

Постников Владимир Павлович – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление промышленным производством», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: v.p.o.s.t.v@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Получена: 12.09.2022

Одобрена: 22.11.2022

Принята к публикации: 01.12.2022

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом: Артемова, Е.В. Корреляционно-регрессионный анализ исследования зависимости себестоимости продукции промышленного предприятия / Е.В. Артемова, В.П. Постников // Журнал магистров. – 2022. – № 2. – С. 179–187.

Please cite this article in English as: Artemova E.V., Postnikov V.P. Correlation and regression analysis of the study of the dependence of the cost of production of an industrial enterprise. *Master's journal*, 2022, no. 2, pp. 179-187.