

С.В. Быткин ⁽¹⁾, зам. директора по маркетингу, к.т.н.

И.Р. Иванютин ⁽¹⁾, специалист-аналитик

В.А. Коломиец ⁽¹⁾, директор по сбыту

Т.В. Критская ⁽²⁾, профессор, д.т.н.

Б.П. Середа ⁽²⁾, зав. кафедрой, д.т.н., профессор

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЦЕНЫ МЕТАЛЛОПРОКАТА ОТ СТОИМОСТИ СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСШИРЕННЫХ ФУНКЦИЙ ПАКЕТА «STATISTICA 8.0»

⁽¹⁾ ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь»,

⁽²⁾ Запорожская государственная инженерная академия

Виконано аналіз залежності ціни тонколистового прокату від вартості сировинних ресурсів з використанням прикладного програмного забезпечення «Statistica-8.0». Розроблена модель може бути запропонована для прогнозування ціни металопрокату на світовому ринку з ймовірністю більше ніж 86 %.

Выполнен анализ зависимости цены тонколистового проката от стоимости сырьевых ресурсов с использованием прикладного программного обеспечения «Statistica-8.0». Разработанная модель может быть предложена для прогнозирования цены металлопроката на мировом рынке с вероятностью более 86 %.

It is executed the analysis of dependence of cost of thin-sheet rolled metal from the value of raw materials with the use of applied software of «Statistica-8.0». The worked out model can be offered for prognostication of cost of rolled metal in the world market with probability more than 86 %.

Введение. В современном мире металлопрокат востребован во многих областях: при промышленном и гражданском строительстве, судостроении, автомобиле- и самолетостроении, при производстве машин сельскохозяйственной техники и инвентаря, для конструкций, необходимых для телевидения и сотовой связи и т.д. На сегодняшний момент прокат по праву можно назвать самым распространенным, востребованным и доступным материалом для производства металлических изделий.

Сотрудничая более чем с пятью тысячами отечественных и зарубежных потребителей, коллектив ОАО «Металлургический комбинат «Запорожсталь» зарекомендовал себя надежным партнером, обеспечивающим своевременные поставки по договорам и высокое качество продукции, около 70 % которой отгружают на экспорт. Наиболее широким спросом у зарубежных и отечественных потребителей пользуется горячекатаный плоский прокат в рулонах из углеродистых и низколегированных сталей толщиной 2,0...8,0 мм, а также холоднокатаный плоский прокат из углеродистых сталей толщиной 0,5...2,0 мм.

На сегодняшний день продажа металлопроката – одна из самых доходных и активно развивающихся сфер бизнеса и, в то же время, одна из самых конкурентных областей. Конкуренция в отрасли обусловлена достаточно большим количеством предприятий-производителей (фирмы Индии, КНР, Турции, стран СНГ), а также все возрастающим использованием материалов-заменителей металла в различных отраслях промышленности и народного хозяйства. Интенсивность конкуренции и циклический характер рынков могут привести к значительному снижению прибыли и эффективности работы предприятия-производителя. Поэтому важным фактором дальней-

шей успешной производственной деятельности являются постоянный мониторинг ситуаций на отечественных и зарубежных рынках, учет тенденций современного бизнеса независимо от сегментов и отраслей экономики, а также разработка маркетинговой стратегии на основании анализа микро- и макроэкономических факторов.

Постановка задачи. Целью настоящей работы является создание математической модели зависимости цены стального горячекатаного тонколистового рулона обыкновенного качества от стоимости сырьевых ресурсов (доменный кокс, стальной лом, железорудный концентрат).

Основная часть исследований. Для определения зависимости между ценами металлопроката и стоимостью сырьевых ресурсов была сформулирована эконометрическая модель, представленная в виде уравнения, характеризующего связи между экономическими показателями и имеющего вид:

$$y = \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_n \cdot x_n + \varepsilon, \quad (1)$$

где y – зависимая переменная; $\beta_i = (\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n)$ – параметры модели, заранее не известные и подлежащие определению в результате регрессионного анализа; $x_i = (x_1, x_2 \dots x_n)$ – независимые переменные; ε – случайная составляющая.

В качестве зависимой переменной служит средневзвешенный уровень экспортных цен на стальной горячекатаный тонколистовой металлопрокат (долл. США/т, FOB Черное море) [1] обыкновенного качества в рулоне (далее – г/к рулон) за период с января 2010 г. по август 2012 г.

На формирование цены г/к рулона наибольшее влияние по статье затрат оказывают уровни цен сырьевых ресурсов [1]. Технологическим процессом производства горячего проката предусмотрено использование следующих сырьевых материалов: кокса доменного марки КДП-2, агломерационной руды 61 %, стального лома категории 3А, железорудного концентрата 63 %. Цены этих сырьевых материалов являются независимыми переменными.

Для определения уровня зависимости цены г/к рулона от стоимости отдельно взятого сырьевого ресурса при помощи встроенной функции прикладного программного обеспечения «*Microsoft Excel*» рассчитывали коэффициенты корреляции [2].

Математически, расчет коэффициента корреляции выполняли с использованием формулы [3]:

$$r(x, y) = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (2)$$

где $r(x, y)$ – коэффициент корреляции между зависимой и независимой переменными; y_i – зависимая переменная в i -м периоде; x_i – независимая переменная в i -м периоде; \bar{y} – среднее значение зависимой переменной; \bar{x} – среднее значение независимой переменной.

Результаты расчетов, выполненных по формуле (2), свидетельствуют о высоком уровне зависимости цены г/к рулона от стоимости доменного кокса, стального лома и железорудного концентрата и среднем уровне зависимости от стоимости агломерационной руды. Коэффициенты корреляции между ценами г/к рулона и стоимостью сырьевых ресурсов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции между ценами г/к рулона и стоимостью сырьевых ресурсов

| Сырьевые ресурсы | Коэффициент корреляции | | | |
|------------------|------------------------|-----------|------|------------|
| | кокс | агломерат | лом | концентрат |
| г/к рулон | 0,87 | 0,61 | 0,83 | 0,76 |

Аналитическую зависимость между ценами г/к рулона и стоимостью сырьевых ресурсов устанавливали с применением регрессионного анализа и прикладного программного обеспечения «Statistica 8.0».

Для этого в среде «Statistica 8.0» создавали отдельное хранилище данных (рис. 1) с указанием количества переменных и вносили входящие данные. Внесение и изменение данных можно осуществить как вручную, так и при помощи функции вставки. Создание хранилища данных обусловлено необходимостью дальнейшего его использования при проведении регрессионного анализа.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

| Период | г/к рулон | Кокс | Аглоруда | Лом | Концентрат |
|-------------|-----------|------|----------|-----|------------|
| январь 10 | 467 | 226 | 42 | 244 | 65 |
| февраль 10 | 482 | 270 | 42 | 268 | 65 |
| март 10 | 519 | 290 | 48 | 269 | 69 |
| апрель 10 | 554 | 328 | 48 | 269 | 87 |
| май 10 | 599 | 345 | 48 | 270 | 87 |
| июнь 10 | 548 | 335 | 48 | 262 | 87 |
| июль 10 | 532 | 312 | 49 | 279 | 87 |
| август 10 | 545 | 280 | 49 | 311 | 87 |
| сентябрь 10 | 578 | 280 | 49 | 311 | 87 |
| октябрь 10 | 603 | 309 | 49 | 311 | 87 |
| ноябрь 10 | 590 | 307 | 49 | 311 | 87 |
| декабрь 10 | 589 | 309 | 49 | 324 | 87 |
| январь 11 | 610 | 352 | 49 | 324 | 153 |
| февраль 11 | 700 | 383 | 49 | 416 | 145 |
| март 11 | 751 | 405 | 54 | 423 | 145 |
| апрель 11 | 725 | 423 | 64 | 381 | 142 |
| май 11 | 652 | 408 | 64 | 356 | 142 |
| июнь 11 | 649 | 413 | 64 | 356 | 142 |
| июль 11 | 671 | 408 | 64 | 394 | 140 |
| август 11 | 686 | 408 | 64 | 405 | 140 |
| сентябрь 11 | 692 | 408 | 64 | 408 | 140 |
| октябрь 11 | 636 | 407 | 64 | 388 | 138 |
| ноябрь 11 | 593 | 350 | 49 | 325 | 137 |
| декабрь 11 | 550 | 345 | 49 | 325 | 137 |
| январь 12 | 540 | 335 | 56 | 332 | 117 |
| февраль 12 | 537 | 320 | 56 | 354 | 117 |
| март 12 | 585 | 321 | 56 | 356 | 118 |
| апрель 12 | 599 | 311 | 56 | 356 | 105 |
| май 12 | 600 | 316 | 56 | 352 | 105 |
| июнь 12 | 557 | 316 | 56 | 335 | 105 |
| июль 12 | 522 | 316 | 56 | 325 | 105 |
| август 12 | 528 | 275 | 56 | 322 | 105 |

Рисунок 1 – Окно хранилища данных

Благодаря встроенным функциям прикладного программного обеспечения «Statistica 8.0» задавали параметры регрессии. Были реализованы три основных этапа:

- выбор метода моделирования, в данном случае – общие регрессионные модели и множественная регрессия;
- выбор зависимой и независимых переменных;
- аналитический синтаксис модели.

Дальнейший процесс моделирования происходит автоматически благодаря встроенному программному процессору.

В результате выполнения регрессионного анализа были найдены параметры модели $\beta_{\text{кокс}}$, $\beta_{\text{аглоруда}}$, $\beta_{\text{лом}}$, $\beta_{\text{жрк}}$ и случайная составляющая ε . Подставляя данные параметры в уравнение (1), получают следующее уравнение регрессии:

$$y_{\text{г/к рулон}} = 1,18x_{\text{кокс}} - 3,25x_{\text{аглоруда}} + 1,01x_{\text{лом}} - 0,89x_{\text{жрк}} + 130,45 \quad (3)$$

Статистическая значимость полученной модели подтверждается высоким коэффициентом детерминации, величина которого составляет 0,863, то есть расчетные значения соответствуют фактическим более чем в 86 % случаев.

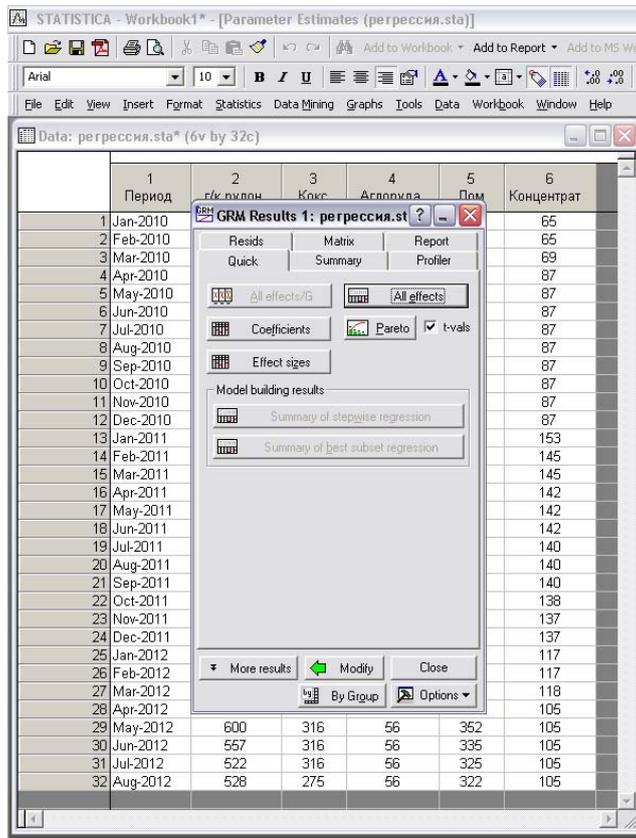


Рисунок 2 – Окно вывода результатов регрессионного анализа

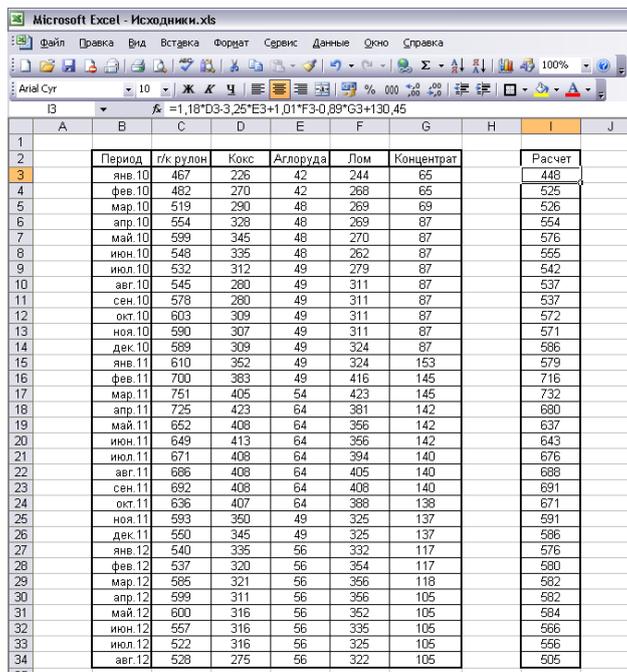


Рисунок 3 – Расчет цен г/к рулона с учетом параметров корреляционно-регрессионного анализа

Подставляя независимые переменные в уравнение регрессии (3) и учитывая параметры корреляционно-регрессионного анализа, получают цены г/к рулона. Результаты расчета представлены на рис. 3.

Основываясь на фактических и расчетных данных и используя встроенную функцию «*Диаграмма*» программного обеспечения «*Microsoft Excel*» получали сопоставительные значения цен на г/к рулон за период с января 2010 г. по август 2012 г. (табл. 2).

Таблица 2 – Сопоставительные данные по фактической рыночной и расчетной цене г/к рулона на период с января 2010 г по август 2012 г.

| Цена, дол./т | Сопоставительный период | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 01.10 | 03.10 | 07.10 | 11.10 | 01.11 | 03.11 | 07.11 | 11.11 | 01.02 | 03.02 | 07.02 |
| Факт. | 460 | 495 | 535 | 555 | 570 | 690 | 650 | 670 | 550 | 545 | 535 |
| Расчет | 450 | 510 | 545 | 570 | 560 | 705 | 635 | 660 | 560 | 555 | 520 |

Как следует из табл. 2, разработанная модель с достаточной точностью отражает ценовую ситуацию на рынке.

Выводы. Полученные результаты позволили установить, что предлагаемая модель обеспечивает точность расчетов, достаточную для практического применения. При наличии информации о ценах на основные виды сырья разработанная методика может быть использована для достаточно достоверного прогнозирования цен на металлопрокат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новости рынков стали и сырья СНГ [Текст] / *Металл-Курьер*. – 2012. – №№ 966-1104.
2. Решение экономических задач на компьютере [Текст] : учеб, пособие / *А. В. Каплан, В. Е. Каплан, М. В. Машенко, Е. В. Овечкина*. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 600 с. – Библиогр. : с. 587-594. – ISBN 5-94074-243-2.
3. Общая теория статистики [Текст] : учеб, пособие / под ред. *Р. А. Шмойловой*. – М. : Финансы и Статистика, 2002. – 479 с. – Библиогр. : с. 474-479. – ISBN 5-06-004214-6.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2012 р.
Рецензент, проф. В.М. Михайлін