

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БАЗОВЫХ ФАКТОРОВ НА ЦЕНЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

### ANALYSIS OF INFLUENCE FACTORS ON THE BASE PRICE OF NON-FERROUS METALS

*I. Shevelev*

#### Annotation

This paper describes the results of a study of factors affecting the prices of non-ferrous metals. With built data models were established trend changes as the factors identified by the prices of metals in the period from 2009 to 2013. The analysis showed that during this period the increasing influence on the prices of non-ferrous metals markets businesses assisted processes of production of goods and finance, with a decrease in the role of market fluctuations in the energy markets. Also revealed that the price of copper these trends are opposite. In addition, using Markov chains forecast made on the influence of the factors identified metals prices in the short term.

**Keywords:** non-ferrous metal, prices, factor analysis, the London Stock Exchange, the Markov chain.

*Шевелев Илья Михайлович*

*ФГБОУ ВПО Пермский  
национальный исследовательский  
политехнический университет,  
Березниковский филиал*

#### Аннотация

В данной работе описываются результаты исследования факторов, влияющих на цены цветных металлов. С помощью построенных по годам моделей были установлены тенденции изменений роли выявленных факторов на цены металлов в период с 2009 по 2013 годы. Проведенный анализ показал, что за указанный период усиливающееся влияние на цены цветных металлов оказывали процессы на рынках производственных товаров и финансов, при снижении роли конъюнктурных колебаний на рынках энергоносителей. Также выявлено, что для цен на медь указанные тенденции имеют противоположный характер. Кроме того, с помощью цепей Маркова сделан прогноз влияния выявленных факторов на цены металлов на краткосрочную перспективу.

#### Ключевые слова:

Цветные металлы, цены, факторный анализ, Лондонская биржа, цепи Маркова.

Как известно, долгое время традиционными факторами, влияющими на цены цветных металлов на мировом рынке, были совокупный спрос и предложение, а также уровень складских биржевых запасов, который тесно коррелировал с биржевыми котировками соответствующих этим запасам металлов. Однако с середины 2000-х годов, из-за большого притока средств на рынок цветных металлов, обусловленного интересом инвесторов к краткосрочным сделкам по металлам как к высокодоходным биржевым активам, большую роль в их ценообразовании стала играть спекулятивная составляющая. При этом на цены цветных металлов стали оказывать непосредственное влияние различные финансовые активы, курсы валют и цены на другие биржевые товары.

В работе [1] анализировались данные о ежедневных ценах LME на основные цветные металлы, а также цены на драгметаллы и жидкие топливно-энергетические ресурсы за период с 01.01.2009 по 01.11.2013 включительно – всего 1766 значений. В ходе исследования методом главных компонент было выявлено три базовых фактора влияющих на цену металлов: фактор рынка производственных товаров, фактор рынка финансовых активов и фактор рынка энергоресурсов. Кроме того, было показано, что более половины вариаций цен цветных ме-

таллов объяснялось отобранными факторами.

В текущей работе была осуществлена попытка проанализировать и объяснить динамику влияния каждого отдельного фактора на каждый металл, а также спрогнозировать доли влияния полученных факторов в будущем при сохранении наметившихся за предыдущие пять лет тенденций.

Для этого данные за период с 01.01.2009 по 01.11.2013 были дополнены данными с 02.11.2013 по 31.12.2013 включительно. Таким образом, всего рассматривалось 1826 значений для цен каждого из следующих биржевых товаров: алюминий, медь, никель, олово, свинец, цинк, золото, серебро, платина, палладий, нефть Brent, нефть Light, мазут, бензин. Получившийся массив данных был разбит на пять интервалов, которые соответствовали пяти годам [1,6].

Из временных рядов цен на вышеназванные товары были удалены трендовые составляющие, сезонные и циклические компоненты и автокорреляция. Это позволило получить из них необходимые случайные величины, которые были в дальнейшем использованы для построения соответствующих регрессионных моделей [1,2,3,4].

Рассмотрим для начала динамику воздействия факторов на цену алюминия. Соответствующие регрессионные модели представлены ниже:

$$Y_{Al}^{2009} = 0,609 \cdot \Phi_1 + 0,198 \cdot \Phi_2 + 0,298 \cdot \Phi_3 \quad (1)$$

$$Y_{Al}^{2010} = 0,625 \cdot \Phi_1 + 0,205 \cdot \Phi_2 + 0,297 \cdot \Phi_3 \quad (2)$$

$$Y_{Al}^{2011} = 0,696 \cdot \Phi_1 + 0,219 \cdot \Phi_2 + 0,267 \cdot \Phi_3 \quad (3)$$

$$Y_{Al}^{2012} = 0,708 \cdot \Phi_1 + 0,224 \cdot \Phi_2 + 0,201 \cdot \Phi_3 \quad (4)$$

$$Y_{Al}^{2013} = 0,750 \cdot \Phi_1 + 0,256 \cdot \Phi_2 + 0,107 \cdot \Phi_3 \quad (5)$$

где

$\Phi_1$  – производственный фактор;

$\Phi_2$  – финансовый фактор;

$\Phi_3$  – энергетический фактор;

$Y_{Al}$  – стандартизированные случайные величины, полученные из цен LME на алюминий после удаления из них тренда и автокорреляции.

Влияние факторов на цену алюминия в процентном соотношении представлено в табл. 1.

Таблица 1.

Коэффициенты уравнений линейной множественной регрессии, а также доли влияния каждого фактора на цену алюминия по годам.

Годы	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	доля $\Phi_1$	доля $\Phi_2$	доля $\Phi_3$
2009	0,609	0,198	0,298	55,11%	17,92%	26,97%
2010	0,625	0,205	0,297	55,46%	18,19%	26,35%
2011	0,696	0,219	0,267	58,88%	18,53%	22,59%
2012	0,708	0,224	0,201	62,49%	19,77%	17,74%
2013	0,750	0,256	0,107	67,39%	23,00%	9,61%

Аналогично, как и для цены алюминия, по годам были рассчитаны коэффициенты в факторных моделях для других металлов, а также их доли влияния, они представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Коэффициенты уравнений линейной множественной регрессии, а также доли влияния каждого фактора на цены цветных металлов по годам.

Годы	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	доля $\Phi_1$	доля $\Phi_2$	доля $\Phi_3$
Медь						
2009	0,650	0,293	0,393	48,65%	21,93%	29,42%
2010	0,563	0,323	0,352	45,48%	26,09%	28,43%
2011	0,484	0,382	0,298	41,58%	32,82%	25,60%
2012	0,475	0,419	0,274	40,67%	35,87%	23,46%
2013	0,442	0,429	0,222	40,44%	39,25%	20,31%
Никель						
2009	0,601	0,129	0,335	56,43%	12,11%	31,46%
2010	0,610	0,171	0,297	56,59%	15,86%	27,55%
2011	0,616	0,190	0,243	58,72%	18,11%	23,16%
2012	0,669	0,190	0,187	63,96%	18,16%	17,88%
2013	0,684	0,202	0,107	68,88%	20,34%	10,78%
Олово						
2009	0,411	0,096	0,233	55,54%	12,97%	31,49%
2010	0,492	0,118	0,217	59,49%	14,27%	26,24%
2011	0,561	0,145	0,179	63,39%	16,38%	20,23%
2012	0,562	0,155	0,098	68,96%	19,02%	12,02%
2013	0,596	0,173	0,079	70,28%	20,40%	9,32%
Свинец						
2009	0,681	0,108	0,252	65,42%	10,37%	24,21%
2010	0,690	0,150	0,149	69,77%	15,17%	15,07%
2011	0,717	0,167	0,113	71,92%	16,75%	11,33%
2012	0,726	0,181	0,102	71,95%	17,94%	10,11%
2013	0,775	0,207	0,094	72,03%	19,24%	8,74%
Цинк						
2009	0,702	0,095	0,226	68,62%	9,29%	22,09%
2010	0,764	0,146	0,198	68,95%	13,18%	17,87%
2011	0,737	0,168	0,127	71,41%	16,28%	12,31%
2012	0,765	0,188	0,096	72,93%	17,92%	9,15%
2013	0,771	0,207	0,077	73,08%	19,62%	7,30%

По расчетам видно, что для всех металлов, кроме меди доля влияния производственного и финансового факторов росли, а энергетического – уменьшалась.

Наибольший средний темп прироста доли влияния производственного фактора равный 3,69% наблюдался у

олова –  $\{\bar{\Delta}_{Sn}^{\Phi_1}\}$ ,

наименьший равный 1,11% – у цинка  $\{\bar{\Delta}_{Zn}^{\Phi_1}\}$ ,

доля производственного фактора, влияющего на цену

меди  $\{\bar{\Delta}_{Cu}^{\Phi_1}\}$  уменьшалась в среднем на 2,05% в год.

Наибольший средний темп прироста доли влияния финансового фактора равный 4,33% наблюдался

у меди  $\{\bar{\Delta}_{Cu}^{\Phi_2}\}$ ,

а наименьший, равный 1,27% – у алюминия  $\{\bar{\Delta}_{Al}^{\Phi_2}\}$ .

Быстрее всего уменьшалась доля энергетического фактора в уравнениях, описывающих цену

олова  $\{\bar{\Delta}_{Sn}^{\Phi_3}\}$ , медленнее всего – цинка  $\{\bar{\Delta}_{Zn}^{\Phi_3}\}$ ,

их доли уменьшались на 5,54% и на 3,70% в год соответственно.

Различная в отдельные годы долевая структура влияющих на цену металла факторов может быть представлена в виде некоторой системы  $S$ , в которой происходит случайный процесс с дискретными состояниями

$$S_1, \dots, S_k$$

и дискретным временем, то есть в виде цепи Маркова.

Так как данные цепи для рассмотренных металлов не являются однородными, то состояние системы  $S_6^{Me}$  для каждого отдельного металла, то есть долевая структура факторов на протяжении всего 2014 года, была спрогнозирована с помощью матрицы перехода, составленной на основе предыдущих состояний этой же системы  $S_4^{Me}$  и  $S_5^{Me}$  [5].

Матрицы перехода для различных металлов представлены формулами 7–12:

$$P^{Al} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0,276 & 0,182 & 0,542 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$P^{Cu} = \begin{pmatrix} 0,994 & 0,006 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0,276 & 0,134 & 0,866 \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$P^{Ni} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0,275 & 0,122 & 0,603 \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$P^{Sn} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0,110 & 0,115 & 0,775 \end{pmatrix} \quad (10)$$

$$P^{Pb} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0,007 & 0,129 & 0,864 \end{pmatrix} \quad (11)$$

$$P^{Zn} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0,017 & 0,186 & 0,798 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Соответствующие прогнозы доли факторов влияющих на цены металлов на протяжении всего 2014 года представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Прогноз доли влияния каждого фактора на цены цветных металлов в 2014 году.

Металл	доля $\Phi_1$	доля $\Phi_2$	доля $\Phi_3$
Алюминий	70,04%	24,75%	5,21%
Медь	40,21%	42,20%	17,59%
Никель	71,85%	21,66%	6,49%
Олово	71,31%	21,47%	7,22%
Свинец	72,09%	20,36%	7,55%
Цинк	73,20%	20,98%	5,82%

На рисунках 1–6 представлена динамика доли влияния факторов на цены металлов.

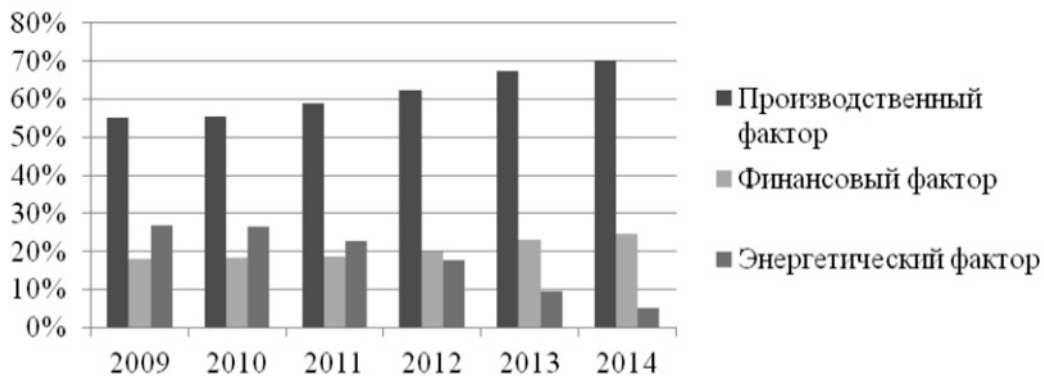


Рис.1. Динамика доли влияния факторов на цену алюминия.

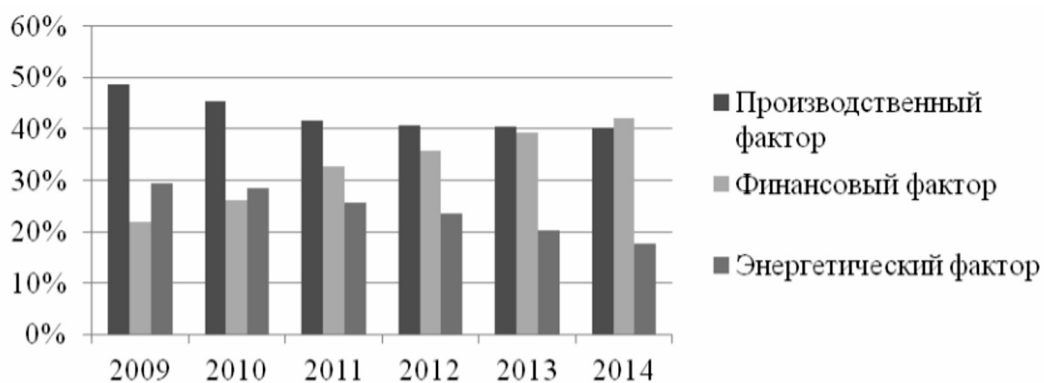


Рис.2. Динамика доли влияния факторов на цену меди.

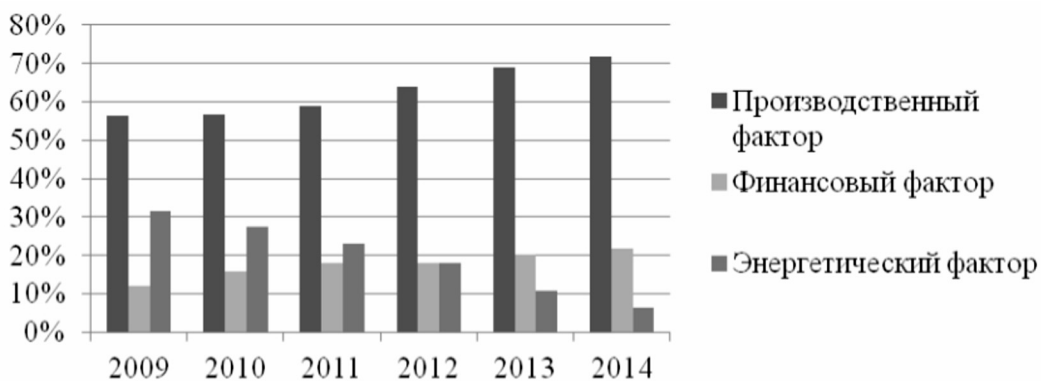


Рис.3. Динамика доли влияния факторов на цену никеля.

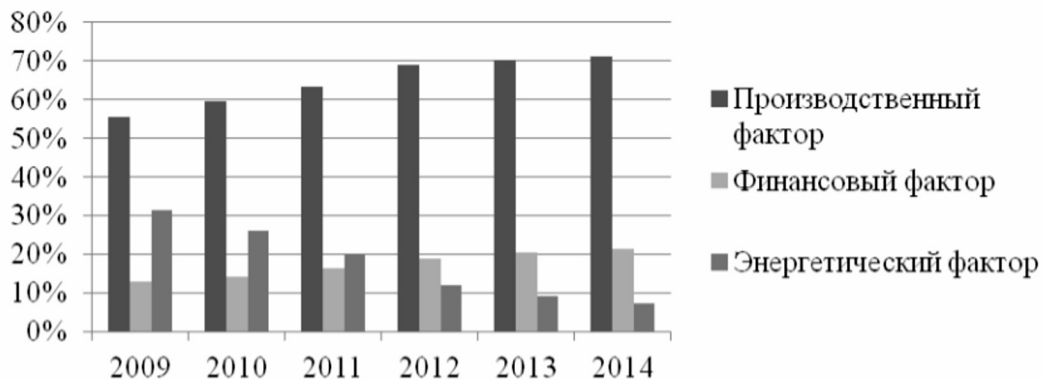


Рис.4. Динамика доли влияния факторов на цену олова.

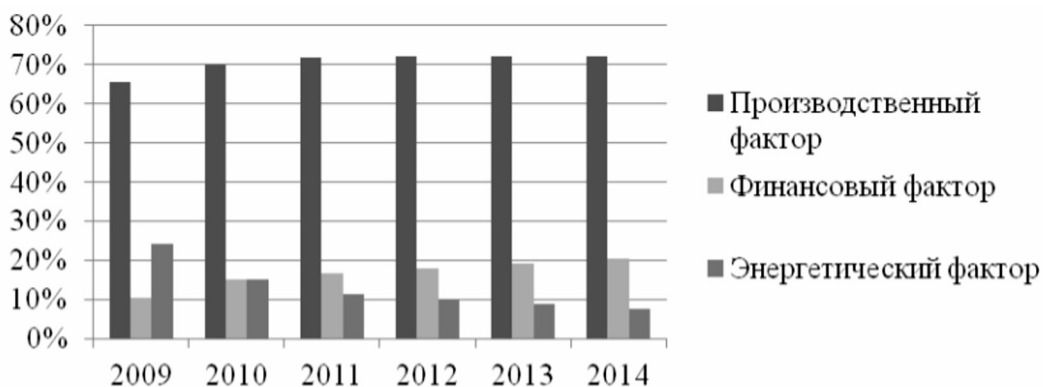


Рис.5. Динамика доли влияния факторов на цену свинца.

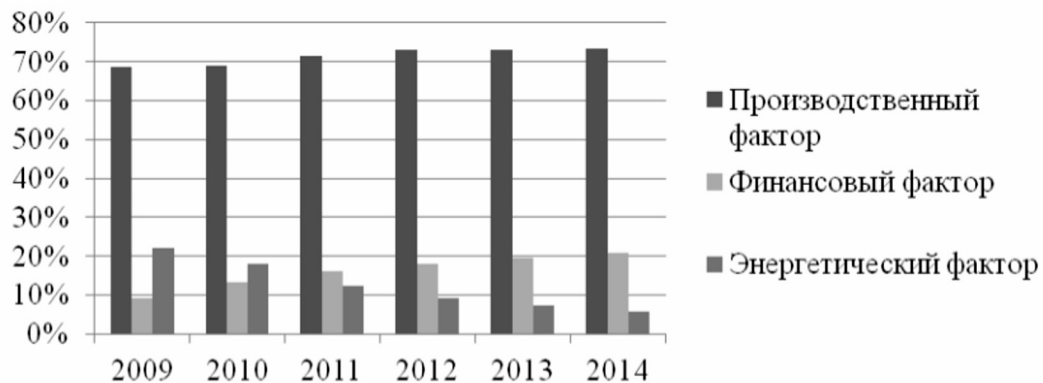


Рис.6. Динамика доли влияния факторов на цену цинка.

Рост доли влияния финансового фактора на ценообразование цветных металлов может быть объяснен тем, что в настоящее время цветные металлы становятся все более привлекательным объектом для вложения инвестиционного капитала, становясь в какой-то мере финансовым субститутом драгоценных металлов. Таким образом, рост цен на драгоценные металлы увеличивает спрос на цветные металлы как финансового актива и подогревает цены на них.

Падение же цен на драгоценные металлы, во-первых, вызывает переток капитала "от цветных металлов в драгоценные", так как они являются более ликвидными активами, что способствует снижению спроса, а значит и снижению цен на цветмет. Во-вторых, подобное падение говорит игрокам на бирже о том, что появились более доходные, хотя, скорее всего, менее надежные и довольно рискованные активы на финансовом рынке, и денежные потоки устремляются туда, в том числе и из цветных металлов, что сопровождается снижением их цен.

Высокая доля влияния рынка производственных товаров в ценообразовании цветных металлов по-видимому объясняется особенностями групповой динамики цен на цветные металлы, отражающей их отраслевое потребление в той или иной фазе экономического цикла [1,7]. Рост доли влияния производственного фактора обусловлен также быстрым падением доли влияния рынка энергоресурсов.

Для меди падение доли влияния производственного фактора объясняется резким скачком доли финансового фактора, при том же, что и у остальных металлов, снижении доли энергетического фактора. При этом доля влияния энергетического фактора на цену меди на протяжении предыдущих лет была самой высокой по всем металлам, и останется таковой по прогнозу на протяжении всего 2014 года. То, что влияние производственного и фи-

нансового факторов на цену меди практически сравнялись в 2013–2014 годах, а доля влияния фактора энергетического остается стабильно высокой, подтверждает вывод, сделанный в работе [1] о том, что медь может быть использована в качестве первичного индикатора конъюнктурных колебаний на рынках цветных и драгоценных металлов, а также энергоресурсов [8].

Высокая доля энергетического фактора в 2009 году, является следствием очень высоких цен на углеводороды, когда большие объемы "нефтяных" денег вкладывались в различные финансовые активы, в том числе, в ставшие к тому времени очень привлекательными цветные металлы. Рост цен на углеводороды увеличивал количество денежной массы, вкладываемой в металлы, повышая спрос на них, а значит, и повышая цены. Катастрофическое падение цен на углеводороды во время мирового кризиса привело к истощению этого источника постоянных денежных вливаний, следствием чего стало уменьшение доли влияния энергетического фактора на ценообразование цветных металлов. Дальнейшее обратное повышение цен на углеводороды не остановило этот процесс, так как вновь появляющиеся денежные потоки были не сравнимы с теми, которые поступали на финансовые рынки до кризиса. Скорее всего, в данный момент, когда цены на углеводороды уже достаточно высоки и остаются более-менее стабильными на протяжении трех лет, образующейся денежной массы, которая может быть вовлечена в спекуляции на финансовых рынках, все еще не достаточно для того, чтобы цены на углеводороды, то есть энергетический фактор, весомо влияли на цену цветных металлов. По-видимому, существует некая критическая цена на углеводороды, находясь в окрестности которой на протяжении некоторого промежутка времени, текущая цена не может обеспечить достаточного количества "нефтяных" денег для вливания в цветные металлы, и доля влияния энергетического фактора на их ценообразование стремиться к минимуму.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шевелев И.М., Черный С.А. Анализ корреляции цен металлов на Лондонской бирже // – Фундаментальные исследования. – 2014. – №3, ч.4. – с.810–816.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление / пер. с англ. – М.: Мир, 1974, кн. 1. – 406 с.
3. Боровиков В. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов – СПб.: Питер, – 2001, – 656 с.
4. Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды / пер. с англ. – М.: Мир, 1976 г. – 736 с.
5. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи маркова / пер. с англ. – М.:Наука, 1970 г. – 272 с.
6. Экспорт котировок LME / Информация ЗАО "Инвестиционная компания ФИНАМ" / www url: <http://www.finam.ru/analysis/profile0000300007/default.asp>
7. Jerrett D., Cuddington J.T. Broadening the statistical search for metal price super cycles to steel and related metals // Resources policy. 2008. Vol.33. Is.4. P. 188–195
8. Wrigt S. Metals Market Correlations / Information of Zeal LLC / www url: <http://www.zeallc.com/2006/basecorr.htm>