

Математические методы и модели

УДК 336.743.22+330.43

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЦЕНЫ И ОЦЕНКА РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ В ЗОЛОТО

Сергей Валентинович Арженовский,

*доктор экономических наук,
профессор кафедры математической статистики,
эконометрики и актуарных расчетов,
Ростовский государственный
экономический университет (РИНХ),
Ростов-на-Дону, Российская Федерация
sarzhenov@gmail.com*

Предмет/тема. *Исследуется динамика цены на рынке золота, являющегося резервным металлом для мировой экономики.*

Цели/задачи. *Цель – получение прогнозных оценок цены золота, риска инвестиций в золото, а также эконометрическое выявление факторов, влияющих на цену золота. Информационную базу исследования составили ежемесячные данные о цене за грамм золота и по ряду макроэкономических показателей: индексу Доу-Джонса, резервам монетарного золота России, курсу доллара, ставке рефинансирования Федеральной резервной системы, инфляции в США.*

Методология. *Использованы методы анализа тенденции, сезонности, а также выявления авторегрессионных закономерностей изолированного временного ряда. Для изучения многомерных временных рядов применялись эконометрические методы коинтеграции и векторное авторегрессионное моделирование.*

Результаты. *Построена тренд-сезонная авторегрессионная модель для прогнозирования динамики цены на золото с учетом кризиса 2008 г. и векторная авторегрессионная модель с механизмом коррекции ошибок для многомерного временного ряда.*

Обсуждение/применение. *Результаты могут быть использованы при принятии решения о включении золота в портфель активов. Индикаторы*

цены золота могут использоваться при выявлении тенденции изменения цены на металл.

Выводы/значимость. *Краткосрочный прогноз цены на золото по модели имеет среднюю относительную ошибку 3,8%. Эконометрически показано, что цена на золото значимо детерминирована биржевым индексом Доу-Джонса, резервами монетарного золота России, инфляцией в США и ставкой Федеральной резервной системы, а также долгосрочными рыночными механизмами корректировки цены. Получена оценка риска инвестиций в золото 11,98% на уровне надежности 0,99 для исследуемого временного периода.*

Ключевые слова: *золото, прогнозирование, векторная авторегрессия, риск инвестиций*

Золото является основным активом на рынке, обеспечивающим функцию мировых денег и являющимся средством резервирования для субъектов экономики. Динамика цен на золото выступает в качестве индикатора, позволяющего, с одной стороны, оценить изменения рыночной конъюнктуры, с другой – риск инвестиций для инвестора [4, 6].

Целью работы являлось моделирование динамики и выявление факторов, определяющих цену золота, а также оценка риска инвестирования в металл.

В научной литературе имеется ряд публикаций, в которых предпринимались попытки решения указанной задачи. В работе [14] представлен обзор состояния рынка золота и перспектив его развития. Автором работы [3] рассмотрен дискуссионный вопрос о состоянии золотовалютных резервов России и роли в них золота. В статье [1] на ежедневных данных цен покупки золота ОАО «Сбербанк Рос-

сии» показано, что динамический ряд цен имеет фрактальные свойства, и будущие значения цены зависят от колебаний в предыдущие моменты времени. Авторы работы [5] на основе ежемесячных и ежеквартальных цен на золото по данным Центрального банка Российской Федерации построили тренд-сезонные и адаптивные модели экспоненциального сглаживания для прогнозирования цены на золото. Средняя ошибка прогноза для лучшей (тренд-сезонной) модели не превысила 0,05%. При этом кризис 2008 г. никак не учитывался при моделировании. Подход к долгосрочному прогнозированию цены на золото методом наименьших квадратов с учетом волновой динамики развития экономики применялся в статьях [10, 11]. Также в своей работе К.Н. Зуев выявил, что существует неустойчивый рост превышения спроса на золото над предложением на фоне непрерывного на анализируемом автором периоде (1997–2013 гг.) роста цен на золото [7]. В свою очередь Е.А. Федорова и Ю.Г. Черепенникова на основе Garch-модели с переключением режимов показали взаимосвязь между изменением цены на золото и динамикой индекса РТС [13]. А М.А. Линкова применила в своей статье нейросетевые методы для изучения динамики индекса цены золота [8].

Однако количественного модельного анализа факторов, детерминирующих цену на золото, принято не было. Также открытым остается вопрос о риске инвестиций в золото, по крайней мере, об оценке величины этого риска на ретроспективных данных.

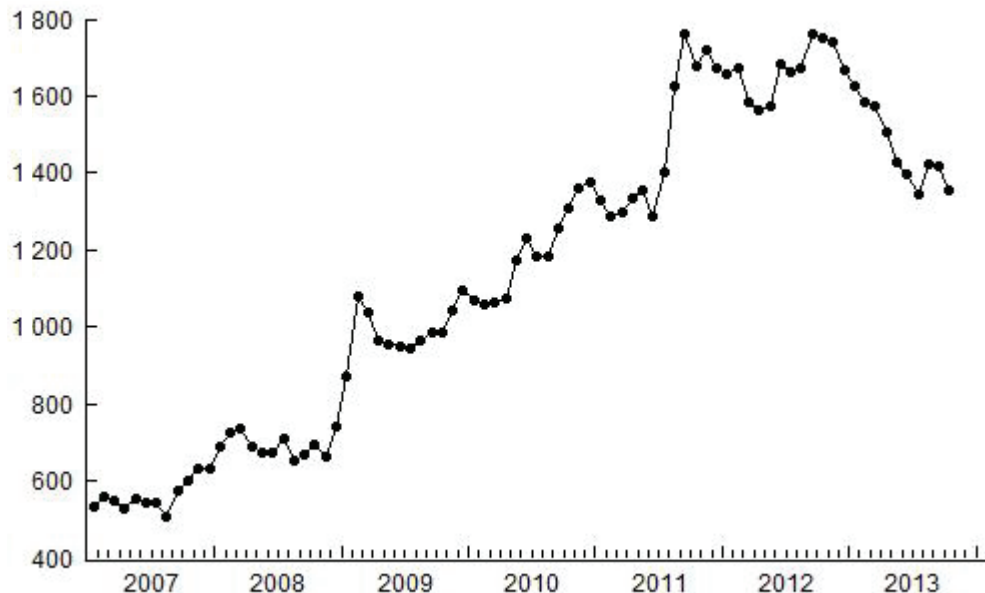


Рис. 1. Динамика цены за грамм золота в 2007–2013 гг., руб.

Воспользуемся в качестве информации для расчетов публикациями на сайте информационного портала Investfunds¹, а также данных о цене золота, публикуемых Центральным банком Российской Федерации². Временной ряд образует цена за грамм золота с января 2007 г. по октябрь 2013 г. ежемесячно (рис. 1).

Максимальная цена за грамм золота за исследуемый период была зафиксирована в сентябре 2012 г. на уровне 1 758,98 руб., минимальная – в августе 2007 г. на уровне 509,29 руб. Среднее значение цены за грамм золота составило 1 142,06 руб. До мирового финансового кризиса максимальный размах колебаний составлял 13,9 руб. за грамм золота. К концу 2009 г. максимальный размах колебаний зафиксирован на уровне 46,36 руб. за грамм золота, что свидетельствует о последствиях кризисных явлений в мировой экономике.

Для уровней временного ряда цены на золото построена тренд-сезонная модель. На первом этапе выделена сезонная компонента посредством процедуры X-12 [2] эконометрического пакета прикладных программ Eviews. Обнаружена сезонность (рис. 2) с пилообразной динамикой с увеличивающимся со временем размахом колебаний с 31,90 руб. в 2007 г. до 64,83 руб. за грамм золота в 2013 г. Цена за грамм золота выше в первом квартале (январь, февраль, март) и в конце года (ноябрь, декабрь).

¹ Группа компаний Cbonds. URL: <http://www.investfunds.ru/>.

² Динамика учетных цен на драгоценные металлы. URL: http://www.cbr.ru/hd_base/?PrfId=metall_base_new/.

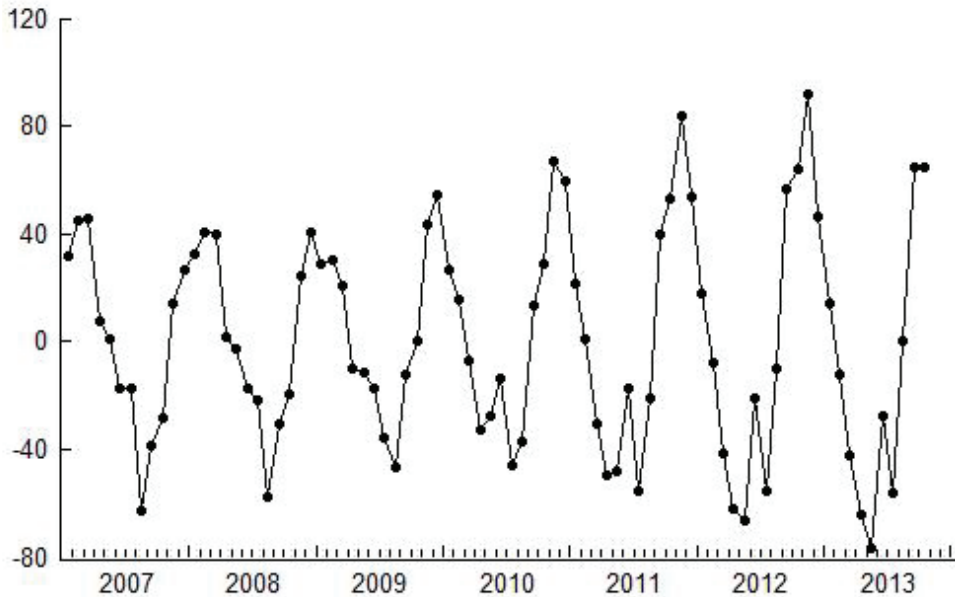


Рис. 2. Динамика сезонной компоненты цены за грамм золота в 2007–2013 гг., руб.

Такие колебания обусловлены циклами ежегодной деловой активности.

На втором этапе выделен тренд с учетом автокорреляции в остатках [16, 17] и включенной фиктивной переменной кризиса ($d_t = 0$ до декабря 2008 г. включительно и $d_t = 1$, начиная с января 2009 г.). Получено уравнение для десезонализированного временного ряда (в квадратных скобках значения t -статистик):

$$z_t = 797,53 - 29,86t + 1,38t^2 - 0,01t^3 + 1,04u_{t-1} - 0,26u_{t-2} + 147,49d_t,$$

[5,05]
[-2,09]
[3,95]
[-4,57]
[9,06]
[-2,24]
[3,18]

$$R^2 = 0,98, F = 1\,094,26, DW = 1,82, N = 82,$$

где z_t – временной ряд без сезонной компоненты;

t – время;

u – случайная величина остатков;

d_t – фиктивная переменная кризиса 2008 г.;

R^2 – коэффициент детерминации;

F – значение критерия Фишера;

DW – статистика Дарбина – Уотсона;

N – число наблюдений.

Коэффициент при фиктивной переменной d_t показывает, что цена за грамм золота после мирового финансового кризиса увеличилась в среднем на 147,49 руб. Ошибки последней модели не автокоррелированы и их распределение близко к нормальному с нулевым математическим ожиданием. Это позволяет сделать вывод об адекватности подогнанной модели исходным данным и возможности использования ее для прогнозирования. Значения

краткосрочного прогноза на три месяца вперед получены с учетом оценок сезонной компоненты. Относительная ошибка прогнозных значений составила 3,8% в среднем.

Примененная методика может быть использована для построения прогнозов цены золота при пересчете модели по мере поступления новых данных по истечении очередного периода времени.

Далее выполнено исследование факторов, которые влияют на це-

нообразование золота. Стоит отметить одну из немногих публикаций, в которой автор выделяет биржевые и внебиржевые факторы, определяющие динамику цены на золото, и проводит концептуальный, подробный их анализ [9]. Выберем в качестве детерминант спот-курс доллара к рублю, ставку рефинансирования Федеральной резервной системы США, индекс Доу-Джонса, уровень инфляции в США, резервы монетарного золота в России. Выбор факторов, с одной стороны, определялся макроэкономическим содержанием с учетом статьи [9], с другой – доступностью ежемесячных данных для моделирования. Тестирование временных рядов указанных показателей на стационарность показало, что они оказались не стационарными, за исключением временного ряда ставки Федеральной резервной системы.

Переменные инфляции и ставки рефинансирования Федеральной резервной системы США выделены как экзогенные. Первая из них, очевидно, мало зависит от цены на золото, а вторая определяется директивно, исходя из макроэкономической ситуации. Для остальных переменных (курс доллара к рублю, индекс Доу-Джонса, резервы монетарного золота РФ по отношению к цене за грамм золота), предполагая их возможную эндогенность, выполнен тест на коинтеграцию временных рядов С. Йохансена [18] с учетом линейного детерминированного тренда и получено, что временные ряды являются коинтегрированными первого порядка на 5%-ном уровне значимости. Этот факт обосновывает

использование для моделирования зависимостей указанных временных рядов модели коррекции ошибок, которая в качестве фактора включает и переменную коинтеграции [15, 20]. Оценки модели коррекции ошибок с применением пакета прикладных программ Eviews приведены в таблице.

На основании информационного критерия Шварца выбрано оптимальное значение лагированных переменных $k=1$. Включена переменная коинтеграции:

$$Z_t^1 = Gold_t + 0,046 Djindex_t - 0,027 Rezerv_mg_t + 5,042 Usd_ru_t$$

где Z_t^1 – переменная коинтеграции;

$Gold_t$ – цена за грамм золота;

$Djindex_t$ – индекс Доу-Джонса;

$Rezerv_mg_t$ – резервы монетарного золота РФ;

Usd_ru_t – курс доллара.

В уравнении для цены за грамм золота лагированные первые разности цены за грамм золота, индекса Доу-Джонса и резервов монетарного золота РФ значимы, т.е. увеличение прироста индекса Доу-Джонса на один пункт в предыдущем месяце

приводит к увеличению прироста цены за грамм золота на 0,026 руб., а увеличение прироста резервов монетарного золота на одну тройскую унцию приводит к уменьшению прироста цены за грамм золота на 0,013 руб. Экзогенные факторы инфляции и ставки ФРС снижают прирост цены золота.

В уравнении для индекса Доу-Джонса лагированная первая разность цены за грамм золота значима, т.е. увеличение прироста цены за грамм золота на один рубль приводит к уменьшению прироста индекса Доу-Джонса на 3,886 п.

В уравнении для резервов монетарного золота лагированные на день первые разности цены за грамм золота и курса доллара значимы, т.е. увеличение прироста на 1 руб. цены за грамм золота приводит к увеличению прироста резервов монетарного золота на 23,876 тройских унций, а увеличение курса доллара на 1 руб. приводит к снижению прироста резервов монетарного золота на 990,203 унции.

В уравнении для курса доллара лагированная разность цены за грамм золота значима, т.е. уве-

Результаты идентификации векторной модели коррекции ошибок

Переменная	$\Delta Gold$	$\Delta Djindex$	$\Delta Rezerv_mg$	ΔUsd_ru
Z_t^1	-0,345*** [3,409]	2,753*** [3,021]	4,369* [1,521]	-0,009*** [-6,394]
$\Delta Gold_{t-1}$	0,671*** [4,096]	-3,886** [-2,630]	23,876*** [5,130]	0,008*** [3,583]
$\Delta Djindex_{t-1}$	0,026* [1,773]	-0,102 [-0,772]	0,078 [0,187]	0,0003 [1,390]
$\Delta Rezerv_mg_{t-1}$	-0,013*** [3,368]	0,039 [1,066]	-0,558*** [-4,815]	-0,0000 [-1,426]
ΔUsd_ru_{t-1}	-5,700 [0,701]	5,257 [0,071]	-990,203*** [-4,292]	0,115 [0,933]
Константа	896,734*** [3,469]	-2701,966 [-1,160]	3645,744 [0,497]	12,737*** [3,277]
Frs	-17,359*** [-2,288]	26,506 [0,489]	-137,195 [-0,805]	-0,308*** [-3,399]
$Infl$	-3,946*** [-3,430]	12,348 [1,192]	-13,707 [-0,419]	-0,056*** [-3,255]
Скорректированный R^2	0,225	0,088	0,391	0,370
Стандартная ошибка	53,201	479,168	1509,575	0,799
F-статистика	4,281	2,089	8,274	7,646
Логарифмическая функции правдоподобия	-427,227	-603,064	-694,867	-91,439
Критерий Акейка	10,880	15,276	17,571	2,485
Критерий Шварца	11,118	15,514	17,809	2,724
Логарифмическая функции правдоподобия	-1 796,499			
Критерий Акейка	45,812			
Критерий Шварца	46,884			

Примечание. $Gold$ – цена за грамм золота; $Djindex$ – индекс Доу-Джонса; $Rezerv_mg$ – резервы монетарного золота РФ; Usd_ru – курс доллара; Frs – ставка рефинансирования ФРС; $Infl$ – инфляция в США; Z_t^1 – переменная коинтеграции. В скобках указаны значения t -статистик. Уровни значимости: * – 10%, ** – 5%, *** – 1%.

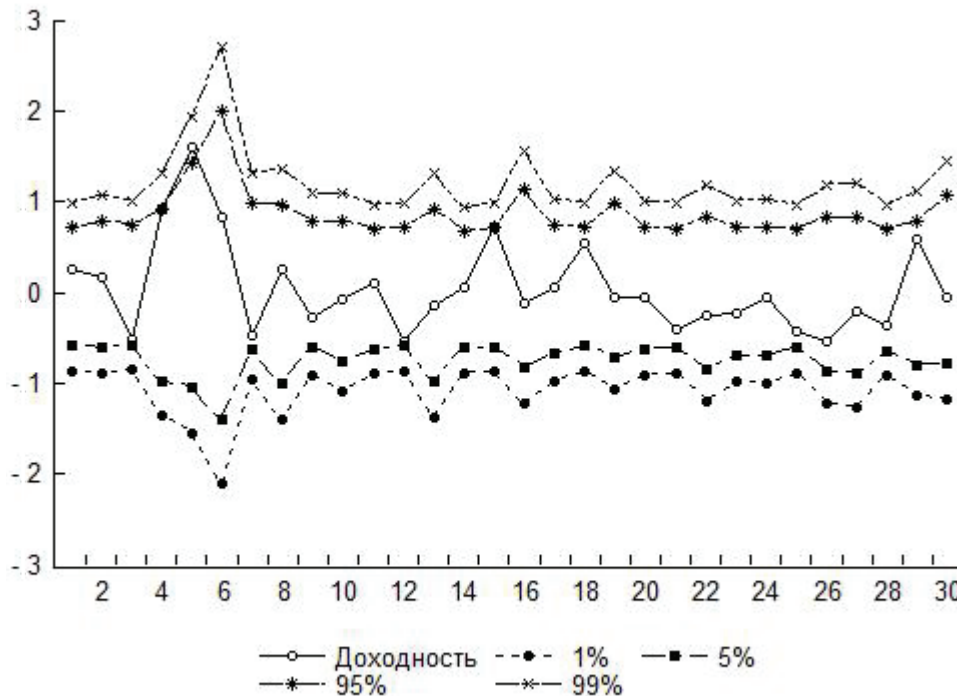


Рис. 3. Значения VAR_{α} на уровнях 1%, 5%, 95% и 99% для последних 30 наблюдений временного ряда доходностей золота

личение прироста цены за грамм золота на 1 руб. приводит к увеличению прироста курса доллара на 0,008 руб.

Можно заключить, что между ценой за грамм золота и индексом Доу-Джонса, ценой за грамм золота и резервами монетарного золота РФ существует асимметрия в тенденциях.

Переменная коинтеграции значима и имеет отрицательный знак в уравнении для золота, т.е. действуют долгосрочные рыночные механизмы корректировки цены золота.

Далее золото рассматривалось как инвестиционный актив, и была поставлена задача оценки риска вложений в этот актив [19]. Для решения задачи вычислен показатель VaR_{α} , значение которого определяет минимальные потери в доле α всех худших результатов [12]. При этом первые 50 имеющихся значений цены использовались для построения модели $AR(1)-Garch(1, 1)$, а оставшиеся 30 наблюдений для тестирования VaR . Значения VaR_{α} на уровнях 1%, 5%, 95% и 99% представлены на рис. 3.

Средняя доходность инвестиций в золото на протяжении изучаемого периода составляет 0,4% в год. С вероятностью 0,99 средние потери составят 11,98%, иначе – на 100 млн руб. инвестиций потери составят 11,98 млн руб.

Таким образом, выявлена сезонность временного ряда цены на золото, заключающаяся в относительно более высокой цене в конце и начале календарного года с ноября по март. Построено уравнение тренда, которое позволило выявить эффект последствия для десеонализированных уровней ряда цены. Прогнозирование по тренд-сезонной модели позволяет получить прогнозы с низкими значениями относительной ошибки. Показано, что цена на золото значимо детерминируется биржевым индексом Доу-Джонса,

резервами монетарного золота России, инфляцией в США и ставкой Федеральной резервной системы, а также переменной коинтеграции (долгосрочными рыночными механизмами корректировки цены). Оценка риска инвестиций в золото дает значение 11,98% на уровне надежности 0,99 для исследуемого временного периода.

Список литературы

1. Александровская Ю.П. Использование фрактальных методов для анализа финансовых рядов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 18. С. 257–261.
2. Вербик М. Путеводитель по современной эконометрике. М.: Научная книга, 2008. 616 с.
3. Волков Р.Г. Золото в золотовалютных резервах России: сколько его нужно? // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 28. С. 15–20.
4. Гаухман О.Л. Центральные банки на мировом рынке золота // Банковское дело. 2009. № 3. С. 60–64.
5. Голикова Л.А., Козина В.В. Возможности использования статистических методов для анализа и прогнозирования мировой цены золота // Северо-Восточный научный журнал. 2012. № 2. С. 22–24.
6. Гусев К.Н. Золото возвращает утраченные позиции // Банковское дело. 2007. № 6. С. 44–46.

7. Зуев К.Н. Оценка влияния спроса и предложения на цену золота. URL: <http://vestnik.kuzstu.ru/index.php?page=articles&id=2728>.

8. Линкова М.А. Прогнозирование динамики индекса цены драгметаллов на примере золота // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2012. № 4. С. 197–204.

9. Миронов Д.И. Факторы, влияющие на цену золота // Бизнес в законе. 2011. № 2. С. 248–251.

10. Петросов А.А., Потемкина А.А. Долгосрочное прогнозирование цены золота // Горный журнал. 2013. № 12. С. 25–28.

11. Рудницкий А.Г., Рудницкая А.А. Детерминированный хаос и нелинейный прогноз динамики цен золота на рынках Польши, России и Украины // Экономика и предпринимательство. 2012. № 1. С. 17–25.

12. Фантазини Д. Эконометрический анализ финансовых данных в задачах управления риском // Прикладная эконометрика. 2008. № 2. С. 91–137.

13. Федорова Е.А., Черепенникова Ю.Г. Анализ зависимости цены на золото и индекса РТС для

российского рынка с выявлением кризисных периодов // Экономический анализ: теория и практика. 2012. № 44. С. 63–68.

14. Щеголева Н.Г., Хабаров В.И. Трансформация рынка золота и его перспективы // Финансы и кредит. 2012. № 25. С. 31–39.

15. Engle R.F., Granger C.W.J. Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing // Econometrica. 1987. Vol. 55. № 2. P. 251–276.

16. Green W.H. Econometric Analysis. Prentice Hall International, Inc., 2003. 193 p.

17. Hamilton J. Time Series Analysis. Princeton Univ. Pr., 1994. 816 p.

18. Johansen S. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models // Econometrica. 1991. № 59. P. 1551–1580.

19. Jorion P. Financial Risk Manager Handbook. Wiley, 2007. 752 p.

20. Lütkepohl H. New Introduction to Multiple Time Series Analysis. Berlin: Springer-Verlag, 2005. 764 p.

Economic Analysis: Theory and Practice

ISSN 2311-8725 (Online)

ISSN 2073-039X (Print)

Mathematical Methods and Models

PRICE BEHAVIOR FORECASTING AND INVESTMENT IN GOLD RISK ASSESSMENT

Sergei V. ARZHENOVSKII

Abstract

Subject The article studies the price behavior in the gold market as gold is a reserve metal for the world economy.

Objectives The purpose of the study is to obtain prediction estimates of gold price, to assess the risk of investing in gold, and to perform an econometric analysis to identify the factors having effect on the gold price.

Methods The methodology base includes the analysis of trends, seasonality, and techniques to reveal autoregressive time series patterns of an isolated time series. To study the multivariate time series, I applied econometric techniques of cointegration and vector autoregressive modeling. The information base of the research includes the monthly data on the gold prices per gram and on a number of macroeconomic indicators, like the Dow Jones index, monetary gold reserves of Russia, the dollar exchange rate, the refinance rate of the Federal Reserve, inflation in the United States.

Results I have developed a trend-seasonal autocorrelation model to predict the dynamics of the gold price in view of the 2008 crisis, and vector autoregressive model with the error correction mechanism for a multivariate time series.

Conclusions and Relevance Under the model, the short-term forecast of gold price has an average relative error of 3.8%. The econometric modeling shows that the gold price is significantly determined by the Dow Jones Index, monetary gold reserves of Russia, the US inflation rate and the refinance rate of the Federal Reserve System, as well as by long-term market mechanisms of price adjustment. For the studied time period, the estimated risk of investing in gold is 11.98% at the level of reliability of 0.99.

Keywords: gold, forecasting, vector autoregression, investment risk

References

1. Aleksandrovskaia Yu.P. Ispol'zovanie fraktal'nykh metodov dlya analiza finansovykh ryadov [The use of fractal methods to analyze financial series]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of KSTU*, 2014, vol. 17, no. 18, pp. 257–261.
2. Verbik M. *Putevoditel' po sovremennoi ekonometrike* [A guide to modern econometrics]. Moscow, Nauchnaya kniga Publ., 2008, 616 p.
3. Volkov R.G. Zoloto v zolotovalyutnykh rezervakh Rossii: skol'ko ego nuzhno? [The gold in the Russian gold and foreign currency reserves: how much do we need it?]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 28, pp. 15–20.
4. Gaukhman O.L. Tsentral'nye banki na mirovom rynke zolota [Central banks in the global gold market]. *Bankovskoe delo = Banking*, 2009, no. 3, pp. 60–64.
5. Golikova L.A., Kozina V.V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya statisticheskikh metodov dlya analiza i prognozirovaniya mirovoi tseny zolota [Usability of statistical methods to analyze and forecast world price for gold]. *Severo-Vostochnyi nauchnyi zhurnal = North-East Scientific Journal*, 2012, no. 2, pp. 22–24.
6. Gusev K.N. Zoloto vozvrashchaet utrachennyye pozitsii [Gold recovers ground]. *Bankovskoe delo = Banking*, 2007, no. 6, pp. 44–46.
7. Zuev K.N. *Otsenka vliyaniya sprosa i predlozheniya na tsenu zolota* [Assessing the impact of supply and demand on gold price]. Available at: <http://vestnik.kuzstu.ru/index.php?page=articles&id=2728>. (In Russ.)
8. Linkova M.A. *Prognozirovaniye dinamiki indeksa tseny dragmetallov na primere zolota. V kn.: XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus* [Predicting the dynamics of precious metals price index on the case for gold. In: 21st Century: Results of Past and Problems of Present Plus], 2012, no. 4, pp. 197–204.
9. Mironov D.I. Faktory, vliyayushchie na tsenu zolota [Factors influencing the gold price]. *Biznes v zakone = Business in Law*, 2011, no. 2, pp. 248–251.
10. Petrosov A.A., Potemkina A.A. Dolgosrochnoe prognozirovaniye tseny zolota [Long-term forecasting of gold prices]. *Gornyi zhurnal = Mining Journal*, 2013, no. 12, pp. 25–28.
11. Rudnitskii A.G., Rudnitskaya A.A. Determinirovannyi khaos i nelineinyi prognoz dinamiki tseny zolota na rynkakh Pol'shi, Rossii i Ukrainy [Deterministic chaos and nonlinear prediction of gold prices in the markets of Poland, Russia and Ukraine]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economy and Entrepreneurship*, 2012, no. 1, pp. 17–25.
12. Fantazzini D. Ekonometricheskii analiz finansovykh dannykh v zadachakh upravleniya riskom [Econometric analysis of financial data in risk management]. *Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics*, 2008, no. 2, pp. 91–137.
13. Fedorova E.A., Cherepennikova Yu.G. Analiz zavisimosti tseny na zoloto i indeksa RTS dlya rossiiskogo rynka s vyyavleniem krizisnykh periodov [Analysis of dependence of gold price and the RTS index for the Russian market and crisis periods identification]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2012, no. 44, pp. 63–68.
14. Shchegoleva N.G., Khabarov V.I. Transformatsiya rynka zolota i ego perspektivy [The transformation of the gold market and its perspectives]. *Finansy i kredit = Finance and Credit*, 2012, no. 25, pp. 31–39.
15. Engle R.F., Granger C.W.J. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 1987, vol. 55, no. 2, pp. 251–276.
16. Green W.H. *Econometric Analysis*. Prentice Hall International, Inc., 2003, 193 p.
17. Hamilton J. *Time Series Analysis*. Princeton Univ. Pr., 1994, 816 p.
18. Johansen S. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*, 1991, no. 59, pp. 1551–1580.
19. Jorion P. *Financial Risk Manager Handbook*. Wiley, 2007, 752 p.
20. Lütkepohl H. *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin, Springer-Verlag, 2005, 764 p.

Sergei V. ARZHENOVSKII

Rostov State Economic University (RINH),
Rostov-on-Don, Russian Federation
sarzhenov@gmail.com