

ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ЦЕН НА МИРОВОМ РЫНКЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ**Светлана Викторовна БЕКАРЕВА ^{а*}, Екатерина Ивановна АБАЛТУСОВА ^б**

^а кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой финансов и кредита, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ), Новосибирск, Российская Федерация
s.bekareva@g.nsu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0598-278X>
SPIN-код: 8269-3117

^б студентка экономического факультета, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ), Новосибирск, Российская Федерация
e.abaltusova@g.nsu.ru
<https://orcid.org/0009-0001-3386-6607>
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Per. № 322/2024
Получена 16.05.2024
Получена
в доработанном виде
30.05.2024
Одобрена 13.06.2024
Доступна онлайн
30.10.2024

Специальность: 5.2.4**УДК** 336
JEL: G10, G12**Ключевые слова:**

драгоценные металлы,
золото,
ценообразование,
инвестиции

Аннотация

Предмет. Цены на драгоценные металлы: золото, серебро, платину и палладий.
Цели. Оценка факторов, влияющих на цены драгоценных металлов, доказательство взаимного влияния цен на драгметаллы на мировом рынке.
Методология. Использована эконометрическая модель авторегрессионного интегрированного скользящего среднего с сезонной составляющей (SARIMAX).
Результаты. Полученные эконометрические оценки для четырех моделей (четыре драгоценных металла) на статистических данных за период 2014—2023 гг. позволили выделить фактор, который оказывает влияние на ценообразование всех металлов, индекс S&P500. Также на отдельные металлы влияют обменный курс доллара США, индекс деловой активности и уровень инфляции. Цена на золото значима для ценообразования всех драгоценных металлов так же, как и цены всех металлов влияют на золото. Взаимное влияние цен остальных драгоценных металлов наблюдается во всех случаях, однако степень влияния различна. Вклад палладия в ценообразование на золото и серебро значительно ниже, чем остальных драгоценных металлов. Котировки на платину оказывают наибольшее влияние именно на палладий, а цены на палладий наиболее сильно влияют на цены на платину.
Область применения. Результаты могут применяться частными и институциональными инвесторами, для которых инструменты инвестирования в драгоценные металлы являются привлекательными.
Выводы. Взаимовлияние цен драгоценных металлов может свидетельствовать об отношении инвесторов к драгоценным металлам как связанной группе, что будет усиливать влияние психологических аспектов инвестирования на ценообразование на данном рынке.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2024

Для цитирования: Бекарева С.В., Абалтусова Е.И. Взаимовлияние цен на мировом рынке драгоценных металлов // Финансы и кредит. — 2024. — Т. 30, № 10. — С. 2223 — 2238.
<https://doi.org/10.24891/fc.30.10.2223>

Введение

В январе 2024 г. Всемирный совет по золоту (World Gold Council, WGC) в своем пресс-релизе отметил, что совокупный мировой спрос на золото в 2023 г. достиг очередного рекордного значения и составил 4 899 т¹. Основные причины роста, которые указывает организация, это сохраняющаяся экономическая и геополитическая неопределенность. Эта новость подтверждает тот факт, что в исторические периоды нестабильности экономические субъекты для целей сохранения средств и поиска надежных вариантов инвестиций, обращают внимание на золото. В апрельской новостной заметке на сайте WGC констатирует, что спрос на драгоценный металл остается высоким и в основном поддерживается частными инвесторами и центральными банками, а также наращивается со стороны игроков в Азиатском регионе².

Рост спроса на золото и другие драгоценные металлы в настоящее время наблюдается и среди российских частных и институциональных инвесторов. Понимая это, финансовые посредники, в том числе брокерские компании, регулярно предоставляют аналитику для инвесторов, которых привлекает данная тема. Например, потенциальные инвесторы могут получить емкие сведения от ООО «Компания БКС» об основных индикаторах, влияющих на цену на золото³, или от компании ООО «Золотой запас», имеющей лицензию на осуществление операций с драгоценными металлами, о современных факторах ценообразования на золото⁴. В проекте Сбербанка SberCIB Investment Research можно найти аналитику по трейдингу и инвестициям не только в инструменты, связанные с золотом, но и другими драгоценными металлами⁵. На финансовом маркетплейсе ООО ИА «Банки.ру» также одной из популярных тем является анализ инвестиционной привлекательности драгоценных металлов и их доступности для частных инвесторов в России⁶.

Исторически сложилось так, что наиболее популярным драгоценным металлом среди инвесторов остается золото. Динамика цен на золото, по заявлениям аналитиков (например, SberCIB Investment Research), с начала 2024 г. выступает одним из индикаторов цен на платину и палладий. Цена на серебро также может следовать за ценой на золото. Мы полагаем, что в настоящее время инвесторы склонны рассматривать в качестве надежных и перспективных объектов инвестирования не только золото, но и другие перечисленные драгоценные металлы, что может влиять на процесс ценообразования на этом рынке.

¹ Geopolitical and economic uncertainty bolster gold demand and prices in 2023. World Gold Council. 31 January, 2024. URL: <https://www.gold.org/news-and-events/press-releases/geopolitical-and-economic-uncertainty-bolster-gold-demand-and-prices>

² Global gold demand stays strong, supporting record-high prices. World Gold Council. 30 April, 2024. URL: <https://www.gold.org/news-and-events/press-releases/global-gold-demand-stays-strong-supporting-record-high-prices>

³ Что влияет на цену золота // БКС. URL: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/chto-vliiaet-na-tsenu-zolota>

⁴ От чего зависит курс золота: 8 факторов, влияющих на котировки // Золотой запас. URL: <https://www.zolotoy-zapas.ru/why-gold-coins/useful/ot-chego-zavisit-kurs-zolota-8-faktorov-vliyayushchikh-na-kotirovki/>

⁵ Прогноз цен на золото, серебро, платину и палладий во втором квартале 2024 года // SberCIB. URL: <https://sbercib.ru/publication/prognoz-tsen-na-zoloto-serebro-platinu-i-palladii-vo-vtorom-kvartale-224-goda>

⁶ Какой драгметалл лучше выбрать для инвестиций в 2024 году и насколько это выгодно // Банки.ру. URL: <https://www.banki.ru/news/daytheme/?id=10995189>

Принимая во внимание актуальность вопроса инвестирования в драгоценные металлы, мы поставили цель исследования: выявить факторы, влияющие на цены драгоценных металлов, с акцентом на возможное влияние цен драгоценных металлов друг на друга.

Обзор научных исследований и постановка гипотезы

К вопросу оценки факторов, влияющих на цены драгоценных металлов, обращаются как аналитики и практики, так и исследователи финансовых рынков. В современной научной литературе можно найти большое количество статей российских и зарубежных авторов. Вопросы, которым посвящены научные публикации, связаны с классическими теориями ценообразования [1], с анализом современной ситуации и учетом изменений на финансовых рынках, действий регуляторов и макроэкономического окружения [2, 3], влиянием новостного фона на доходность и волатильность финансовых инструментов [4], воздействием неопределенности экономической политики [5–7], а также поиском взаимосвязи между различными сегментами финансового рынка и влиянием динамики цен определенных финансовых инструментов на цены драгоценных металлов [8–12].

Авторы научной статьи [2] анализируют, какое влияние оказывают макроэкономические индексы на цены драгоценных металлов для стран с различным уровнем экономического развития в течение 1979–2020 гг. В работе не было выявлено универсального набора макроэкономических факторов. Такие факторы, как уровень инфляции, уровень промышленного производства, краткосрочные и долгосрочные процентные ставки, цены на акции, уровень безработицы, были значимы для разных стран в различной комбинации. В другой работе [3] исследователи обратились к неопределенности климатической политики и поиску связи между данным феноменом и волатильностью цен на драгоценные металлы. Подтвержденный факт зависимости, несомненно, поможет инвесторам планировать свои долгосрочные инвестиции с учетом изменения климата.

Еще одна статья [4] доказывает, что на волатильность цен на драгоценные металлы существенное влияние оказывает новостной фон, что наиболее ярко проявляется в периоды кризисов. Авторы показали, что во время пандемии коронавируса наиболее чувствительными к негативным новостям оказались золото и палладий, в то время как цены на серебро и платину были более устойчивы.

Кризисы и нестабильность современной экономики являются причиной обращения исследователей к поиску соответствующих индикаторов, которые позволили бы учесть данный факт в процессе современного ценообразования на драгоценные металлы. Например, авторы исследования [5] на статистических данных за период 1990–2018 гг. показали, что с ростом неопределенности экономической политики и инфляции изменяется влияние классических факторов на рынок драгоценных металлов: до финансово-экономического кризиса 2007–2009 гг. цены на нефть положительно воздействовали на цены драгоценных металлов, после — отрицательно. Это изменение авторы связывают также с чрезмерной чувствительностью рынков драгметаллов к экономическим кризисам.

В другой работе [6], посвященной влиянию отдельных периодов нестабильности в течение 1995–2020 гг., авторы анализируют причинно-следственные связи между индексами неопределенности экономической политики, политическим риском и мировыми ценами на драгоценные металлы. В данном исследовании воздействие неопределенности и риска было выявлено только на цены на золото. В то же время исследователи [7] обнаружили

значимое воздействие уровня неопределенности экономической политики на цены на золото, серебро, платину и палладий во время коронакризиса 2020—2022 гг.

Рынок драгоценных металлов, которые в настоящее время считаются биржевыми товарами, является частью финансового рынка. Это объясняет связь доходности финансовых инструментов и волатильности котировок на данном сегменте финансового рынка с другими показателями фондового рынка. Эту зависимость оценивали авторы ряда исследований. Например, в работе [8] на статистических данных 2002—2019 гг. доказано, что динамика акций компаний, вовлеченных как в традиционный, так и в исламский бизнес, влияет на цены драгоценных металлов. Была подтверждена отрицательная связь индекса S&P500 и цен на золото, а также индекса исламских акций и этого драгоценного металла. Серебро и платина демонстрируют аналогичный тип связи, однако в меньшей степени.

В научной статье [9] был проведен анализ взаимосвязи индексов акций на рынке США и цен на драгоценные металлы в период 1987—2021 гг. Тест Грейнджера на причинно-следственные связи показал схожие результаты для различных драгоценных металлов. Авторы подтвердили наличие как прямого, так и обратного влияния изменения индексов акций на цены золота, серебра и платины. Однако наиболее слабая связь прослеживается для серебра. Кроме того, ученые в статье [10] подтвердили существование связи цен на нефть и на драгоценные металлы, что было использовано для прогнозирования с помощью машинного обучения волатильности цен на нефть. В работе [11] было показано, что цены на драгоценные металлы воздействуют на котировки акций добывающих эти металлы компаний. В то же время, значимой связи между ценами на драгоценные металлы и акциями в общем выявлено не было. В исследовании [12] авторы оценили эффект заражения на рынках акций, связанный с волатильностью капитальных активов, для рынка драгоценных металлов. Результатом эконометрического анализа на статистических данных за 1997—2022 гг. стало подтверждение того, что золото подвержено данному влиянию в наибольшей степени. Цены на серебро, платину и палладий также могут изменяться именно под воздействием негативных трендов котировок на фондовом рынке, однако это проявляется в гораздо меньшей степени.

На основе проанализированной современной научной литературы, а также с учетом недостатка работ, освещающих влияние цен драгоценных металлов друг на друга, в настоящем исследовании была сформулирована следующая гипотеза.

Цена на драгоценный металл на мировом рынке определяется факторами, отражающими текущее состояние мировой экономики и финансовых рынков, а также ценами других драгоценных металлов.

В нашей работе данная гипотеза была протестирована для четырех драгоценных металлов, а именно: золота, серебра, платины и палладия.

Методический подход и статистическая база

На основе результатов указанных научных работ, а также аналитических материалов российских финансовых институтов были отобраны показатели, которые потенциально могут выступать факторами ценообразования на рынке драгоценных металлов. Описание всех переменных, которые мы использовали для эконометрического оценивания, изложены в *табл. 1*.

Ключевыми переменными для анализа являются цены на драгоценные металлы, которые в модели выступают как зависимые переменные и как объясняющие факторы в моделях. В качестве цен на золото, серебро, платину и палладий были взяты мировые спот-цены, ежедневно устанавливаемые на Лондонском межбанковском рынке крупнейшими банками — членами Лондонской ассоциации рынка драгоценных металлов (London Bullion Market Association, LBMA). Соответственно, в нашей работе были использованы индексы LBMA Gold Price, LBMA Silver Price, LBMA Platinum Price, LBMA Palladium Price в качестве цен, устанавливаемых на каждый рассматриваемый драгоценный металл.

Статистические данные по переменным, отражающим динамику финансовых активов, среди которых все цены на драгоценные металлы, обменный курс валюты, цены на фьючерс на нефть марки Brent и фондовый индекс S&P500, были доступны ежедневно. Значения глобальных индексов геополитической неопределенности и деловой активности, а также макроэкономические показатели для США были ежемесячными. Для совместного использования показателей в эконометрической модели была проведена процедура интерполяции ежемесячных данных методом скользящего окна. Для эмпирической части работы были рассмотрены данные с 2014 по 2023 г., статистическая база включила 2 496 наблюдений.

Источниками статистических данных выступили следующие ресурсы:

- 1) Cbonds⁷ — информационное агентство, специализирующееся в сфере финансовых рынков;
- 2) Investing.com⁸ — один из ведущих финансовых порталов;
- 3) Investfunds.ru⁹ — информационный портал, проект информационного агентства Cbonds со свободным доступом к информации по финансовым рынкам;
- 4) MACROVAR¹⁰ — глобальная платформа финансовых данных;
- 5) Economic Policy Uncertainty¹¹ — исследовательская платформа, открыто публикующая оценки индекса неопределенности экономической политики для ряда стран и мира в целом.

При выборе эконометрической модели для проведения эмпирических расчетов мы также опирались на результаты научных статей в данной области. Каждый из использованных эконометрических методов имеет свои сильные стороны и ограничения, что мы учитывали при выборе и обосновании инструмента для настоящей работы.

Например, GARCH-MIDAS и его спецификации [3, 4, 7], позволяющие моделировать волатильность цен на активы, в том числе краткосрочную и долгосрочную компоненты, превосходят одномерный подход за счет включения долгосрочной компоненты путем сглаживания методом скользящего окна и взвешивания реализованной волатильности. Однако на практике данный метод не был применен из-за ограниченности допустимого количества параметров.

⁷ Cbonds. URL: <https://cbonds.ru/>

⁸ Investing.com. URL: <https://www.investing.com>

⁹ Investfunds.ru. URL: <https://investfunds.ru>

¹⁰ MACROVAR. URL: <https://macrovar.com>

¹¹ Economic Policy Uncertainty. URL: <https://www.policyuncertainty.com/index.html>

ARDL модель, которую использовали ряд авторов [2, 8, 9], в свою очередь требует наличия стационарности рядов для процесса авторегрессии. Однако нашей задачей была оценка именно исходных данных по причине их наибольшей информативности и простоты интерпретации. Также ученые использовали в своих исследованиях модификации моделей векторной авторегрессии [5], тесты на причинно-следственную связь переменных [6, 9, 12] и методы машинного обучения [10].

На сегодняшний день использование различных спецификаций линейной регрессии остается одним из востребованных эконометрических инструментов и часто является первым шагом в процессе поиска адекватного задачам исследования метода. В нашей работе также был затронут данный способ статистической оценки с использованием методов OLS (метод наименьших квадратов), Prophet (аддитивная линейная модель для временных рядов с учетом закономерностей в данных), Ridge (гребневая регрессия). Также была оценена возможность использования модели векторной авторегрессии (VAR) и авторегрессионной модели с распределенными лагами (ARDL).

Для того чтобы избежать ограничений на работу с нестационарными рядами, мультиколлинеарность и гетероскедастичность, учесть сезонность и наличие авторегрессионных компонент, была использована эконометрическая модель авторегрессионного интегрированного скользящего среднего с сезонной составляющей (SARIMAX).

Общий вид модели представляет собой следующее уравнение:

$$PRICE_{i,t} = \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq i}}^4 (\beta_{m,t} \cdot PRICE_{m,t}) + \sum_{j=1}^N (\beta_{j,t} \cdot Factor_{j,t}) + \sum_{k=1}^2 (\varphi_{i,t}^k \cdot PRICE_{i,t-k}) + \varphi_{i,t}^{50} \cdot S \cdot PRICE_{i,t-30} + \alpha_{i,t} \cdot yearly_i + \sum_{n=1}^2 (\theta_{i,t}^n \cdot \varepsilon_{i,t-n}) + \theta_{i,t}^{50} \cdot s \cdot \varepsilon_{i,t-30} + \varepsilon_{i,t},$$

где i — драгоценный металл, выбранный в качестве зависимой переменной (золото, серебро, платина, палладий), $1 \dots 4$;

m — драгоценный металл, выбранный в качестве ценообразующего фактора, $1 \dots 4$;

$PRICE_{i,t}$ — цена в период t на драгоценный металл, выбранный в качестве зависимой переменной, $1 \dots 4$;

$PRICE_{m,t}$ — цена в период t на драгоценный металл, выбранный в качестве ценообразующего фактора;

N — количество независимых переменных, отличных от цен на драгоценные металлы, использованных в модели (табл. 1);

$Factor_{j,t}$ — значение в период t независимой переменной, $j = 1, \dots, N$, использованной в модели, отличной от цен на драгоценные металлы (табл. 1);

$PRICE_{i,t-k}$ — несезонный лаг порядка k для цены в период t на драгоценный металл;

k — порядковый номер лага авторегрессионной компоненты, 1 и 2 ;

$S \cdot PRICE_{i,t-30}$ — сезонный лаг порядка 30 для цены в период t на драгоценный металл, выбранный в качестве зависимой переменной;

β — коэффициенты при переменных;

$\varphi_{i,t}^k$ — коэффициенты при несезонных авторегрессионных компонентах зависимой переменной для лага порядка k ;

$\varphi_{i,t}^{30}$ — коэффициенты при сезонных авторегрессионных компонентах зависимой переменной с лагом в один месяц (30 дней);

$\alpha_{i,t} \text{ yearly}_i$ — параметр, учитывающий годовую сезонность;

$\theta_{i,t}^n$ — коэффициент при несезонной компоненте скользящего среднего в период t с лагом n ;

n — порядковый номер лага компоненты скользящего среднего, 1 и 2;

$\theta_{i,t}^{30}$ — коэффициент при сезонной компоненте скользящего среднего в период t с лагом в один месяц (30 дней);

$\varepsilon_{i,t-1}$ — несезонный лаг в один день стандартной ошибки в период t ;

$s \cdot \varepsilon_{i,t-30}$ — сезонный лаг в один месяц (30 дней) стандартной ошибки в период t ;

$\varepsilon_{i,t}$ — стандартная ошибка в период t ;

t — период, на который производится оценка модели (дни).

В общем, при проведении эмпирической части исследования, определена следующая последовательность действий.

- Первичный визуальный анализ собранных статистических данных, подготовка таблицы с описательной статистикой.
- Анализ временных рядов на стационарность с помощью теста Дики — Фуллера.
- Корреляционный анализ для определения меры взаимосвязи между переменными.
- Тест Грейнджера на наличие причинно-следственных связей для переменных модели, отражающих цены на драгоценные металлы.
- Построение регрессионных уравнений с использованием методов линейной регрессии, OLS, Prophet, Ridge; модели VAR; модели SARIMAX.
- Тестирование качества моделей для обоснования выбора SARIMAX как инструмента анализа с использованием следующих метрик:
 - 1) симметричная средняя абсолютная процентная ошибка (Symmetric Mean Absolute Percentage Error, SMAPE);
 - 2) взвешенная абсолютная процентная ошибка прогнозирования (Weighted Absolute Percent Error, WAPE);
 - 3) корень из среднеквадратичной ошибки (Root Mean Squared Error, RMSE).
- Анализ оценок, полученных в модели SARIMAX, для факторов ценообразования всех драгоценных металлов.

Анализ результатов

На основе первичного анализа статистических данных (*табл. 2*) можно заключить, что за последнее десятилетие цены на драгоценные металлы значительно изменялись. При этом

если минимальное и максимальное значения цены на золото различаются в два раза, то для палладия эта цифра составляет примерно восемь раз. Наиболее волатильным также является палладий. Номинально самой низкой является цена на серебро.

При анализе всех временных рядов на стационарность был использован тест Дики — Фуллера. Результаты различны, однако для большинства переменных было выявлено наличие нестационарности в данных.

В ходе корреляционного анализа была обнаружена сильная взаимосвязь для пар золото — серебро и золото — палладий, а также умеренная связь для пары серебро — палладий.

Тест Грейнджера показал наличие причинности в связи между золотом и остальными металлами на уровне значимости 5%, что обосновывает использование цен на золото для моделирования или прогнозирования цен на другие драгоценные металлы. Также результаты теста Грейнджера подтвердили наличие причинно-следственной связи между серебром и золотом, платиной и золотом и не показали причинность связи палладий — золото.

В результате проведенного тестирования качества полученных моделей путем расчета метрик SMAPE, WAPE и RMSE модель SARIMAX, полученная нами для цены на золото, продемонстрировала ошибку 0,91% при прогнозе на тестовой выборке, в то время как аналогичный показатель для остальных оцененных моделей находится в диапазоне от 1,14% до 1,99%.

Взвешенная абсолютная ошибка, показывающая отклонение прогноза от фактических данных в долларах США за тройскую унцию, для модели SARIMAX оказалась наименьшей среди полученных показателей для рассмотренных нами моделей и составила 0,91 долл. США за тройскую унцию.

Среднее отклонение прогноза модели SARIMAX также оказалось наименьшим и составило 23,19 долл. США за тройскую унцию на диапазоне прогнозирования шесть месяцев.

В ходе эконометрического оценивания моделей SARIMAX на заданном промежутке с 2014 по 2023 г. для каждого из исследуемых драгоценных металлов мы получили данные, представленные в *табл. 3*. Несколько показателей оказались незначимы в ценообразовании ни для одного из металлов: индекс глобальной неопределенности экономической политики, объемы золотовалютных резервов США, а также цены на нефть марки Brent. Действительно, несмотря на то что ФРС лидирует в объеме накопленных запасов золота, в настоящее время на динамику рынка драгоценных металлов в большей степени оказывает влияние активность центральных банков развивающихся стран. Вероятно, уровень неопределенности экономической политики в ведущих странах мира может быть более информативным для анализа ситуации.

Показатель, продемонстрировавший значимое влияние для ценообразования всех драгоценных металлов, — индекс S&P500. В отношении золота связь данного показателя носит классический характер, она отрицательная. В условиях нестабильности, геополитической напряженности и экономического спада инвесторы принимают решения исходя из отказа от более рискованных активов в пользу активов с меньшей доходностью, но с большей вероятностью сохранить вложения. Для других драгоценных металлов эта связь положительная. То есть инвесторы не в такой степени рассматривают другие драгоценные

металлы в качестве защитного актива, как золото, однако интерес к инвестициям на данном рынке прослеживается в течение всего периода.

Обменный курс доллара США отрицательно влияет на динамику цен двух металлов — золота и серебра. С ослаблением американской валюты инвесторы склонны увеличивать свои вложения в драгоценные металлы.

Индекс потребительских цен США влияет на формирование цен на золото, платину и палладий. Так же как и для индекса S&P500 прослеживается отрицательная связь с ценами на золото и положительная с ценами остальных металлов. Например, рост индекса потребительских цен на величину стандартного отклонения по показателю приводит к снижению цены на золото на 182,54 долл. США за одну тройскую унцию.

Индекс деловой активности в промышленном секторе значим и связан отрицательной зависимостью с золотом, положительной — с серебром и платиной. Данный показатель важен с точки зрения характеристики общего состояния экономики и с точки зрения интереса производителей к потреблению того или иного драгоценного металла.

Все драгоценные металлы, согласно оценкам моделей, продемонстрировали значимость и взаимовлияние в ценообразовании. Например, интерпретация коэффициентов в уравнении для золота может быть представлена следующим образом:

- при изменении цены на серебро на одно его стандартное отклонение, равное 3,79 долл. США за тройскую унцию (табл. 2), цена на золото растет на 56,04 долл. США за тройскую унцию (табл. 3);
- при изменении цены на платину на одно его стандартное отклонение, равное 166,57 долл. США за тройскую унцию (табл. 2), цена на золото растет на 43,64 долл. США за тройскую унцию (табл. 3);
- при изменении цены на палладий на одно его стандартное отклонение, равное 662,93 долл. США за тройскую унцию (табл. 2), цена на золото растет на 14,68 долл. США за тройскую унцию (табл. 3).

Заключение

В исследовании были оценены факторы, определяющие цены на мировом рынке драгоценных металлов в последнее десятилетие. На золото, серебро, платину и палладий влияют ряд макроэкономических показателей, а также отдельные индикаторы финансовых рынков. Для ценообразования всех драгоценных металлов оказался значимым индекс S&P500, в то же время для отдельных металлов — обменный курс доллара США, индекс деловой активности и уровень инфляции. Динамика котировок всех драгоценных металлов значима для цен на любой из четырех рассмотренных драгоценных металлов. Гипотеза о взаимном влиянии цен подтвердилась, однако степень этого влияния различна. Мы полагаем, что взаимовлияние цен на мировом рынке драгоценных металлов может свидетельствовать об отношении инвесторов к этим биржевым товарам как к связанной группе. Вероятно, в современных условиях экономической нестабильности влияние психологических аспектов инвестирования на ценообразование на данном рынке будет усиливаться.

Таблица 1**Переменные эконометрической модели оценки факторов, определяющих цены драгоценных металлов****Table 1****Variables of econometric model to assess determinants of precious metals prices**

Обозначение	Описание	Единица измерения	Источник статистики
GOLD	Цены на золото	Долл. США за тройскую унцию	Investfunds.ru
SILVER	Цены на серебро	Долл. США за тройскую унцию	Investfunds.ru
PLATINUM	Цены на платину	Долл. США за тройскую унцию	Investfunds.ru
PALLADIUM	Цены на палладий	Долл. США за тройскую унцию	Investfunds.ru
USD_EUR	Обменный курс доллара США в евро	Пункты	Investing.com
BRENT	Цены на фьючерс на нефть марки Brent	Долл. США	Investing.com
SP500	Фондовый индекс S&P500	Пункты	Investing.com
GEPU	Глобальный индекс геополитической неопределенности	Пункты	Economic Policy Uncertainty
PMI	Глобальный индекс деловой активности в промышленном секторе	Пункты	MACROVAR
USA_IR	Международные золотовалютные резервы США	Млн долл. США	Cbonds
USA_CPI	Индекс потребительских цен в США	Пункты	Cbonds

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 2****Описательные статистики переменных модели****Table 2****Descriptive statistics of the model variables**

Обозначение	Количество наблюдений	Среднее	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
GOLD	2 496	1 489,55	292,81	1 049,4	2 067,15
SILVER	2 496	19,15	3,79	12,01	29,59
PLATINUM	2 496	1 001,68	166,57	593	1 512
PALLADIUM	2 496	1 358,72	662,93	470	3 015
USD_EUR	2 496	0,88	0,06	0,72	1,04
BRENT	2 496	68,35	21,14	19,33	127,98
SP500	2 496	3 001,64	898,83	1 741,89	4 793,54
GEPU	120	208,02	73,66	86,28	428,15
PMI	120	51,66	2,75	38,03	57,59
USA_IR	120	41 094,73	3 006,16	33 821	48 396
USA_CPI	120	259,28	22,58	233,71	307,79

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 3

Результат оценки спецификаций модели SARIMAX для каждого драгоценного металла

Table 3

Results of SARIMAX estimations for each precious metal

Обозначение	Коэффициент, β			
	модель 1 (gold)	модель 2 (silver)	модель 3 (platinum)	модель 4 (palladium)
GOLD	—	2,63	84,46	66,84
SILVER	56,04	—	47,36	41,89
PLATINUM	43,64	1,17	—	163,25
PALLADIUM	14,68	0,38	66,74	—
USD_EUR	-28,99	—	-7,21	—
BRENT	—	—	—	—
SP500	-25,91	0,24	27,19	49,16
GEPU	—	—	—	—
PMI	-15,41	0,59	18,12	—
USA_IR	—	—	—	—
USA_CPI	-182,54	—	180,51	635,07
YEARLY	9,56	0,11	8,23	18,73
AR(1)	—	0,2	-0,1	-0,83
AR(2)	—	—	-0,04	—
AR.S(30)	—	—	—	-0,032
MA(1)	-0,25	-0,43	—	0,85
MA.S(30)	-0,99	-0,98	-0,99	-0,99
SMAPE	0,91	4,29	7,81	7,54
WAPE	0,91	4,41	7,48	7,13

Примечание. Значение коэффициентов для статистически значимых переменных, уровень значимости 5% факторов; AR(1), AR(2) — несезонная авторегрессионная компонента для лага в один и два дня соответственно, AR.S(30) — сезонная авторегрессионная компонента для лага в один месяц (30 дней), MA(1) — несезонная компонента скользящего среднего с лагом в один день, MA.S(30) — сезонная компонента скользящего среднего с лагом в один месяц (30 дней).

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Кулабухова М.В. Анализ теорий ценообразования на рынке драгоценных металлов // Аудиторские ведомости. 2021. № 4. С. 98—101.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-teoriy-tsenoobrazovaniya-na-rynke-dragotsennyh-metallov>
2. Rana H.M.U., O'Connor F. Domestic macroeconomic determinants of precious metals prices in developed and emerging economies: An international analysis of the long and short run. *International Review of Financial Analysis*, 2023, vol. 89, 102813.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102813>
3. Raza S.A., Khan K.A. Climate policy uncertainty and its relationship with precious metals price volatility: Comparative analysis pre and during COVID-19. *Resources Policy*, 2024, vol. 88, 104465. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104465>
4. Khaskheli A., Zhang H., Raza S.A., Khan K.A. Assessing the influence of news indicator on volatility of precious metals prices through GARCH-MIDAS model: A comparative study of pre and during COVID-19 period. *Resources Policy*, 2022, vol. 79, 102951.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102951>
5. Huang J., Dong X., Chen J., Zhong M. Do oil prices and economic policy uncertainty matter for precious metal returns? New insights from a TVP-VAR framework. *International Review of Economics and Finance*, 2022, vol. 78, pp. 433–445.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.12.010>
6. Yilanci V., Kilci E.N. The role of economic policy uncertainty and geopolitical risk in predicting prices of precious metals: Evidence from a time-varying bootstrap causality test. *Resources Policy*, 2021, vol. 72, 102039.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102039>
7. Raza S.A., Masood A., Benkraiem R., Urom C. Forecasting the volatility of precious metals prices with global economic policy uncertainty in pre and during the COVID-19 period: Novel evidence from the GARCH-MIDAS approach. *Energy Economics*, 2023, vol. 120, 106591. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106591>
8. Godil D.I., Sarwat S., Khan M.K. et al. How the price dynamics of energy resources and precious metals interact with conventional and Islamic Stocks: Fresh insight from dynamic ARDL approach. *Resources Policy*, 2022, vol. 75, 102470.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102470>
9. Mighri Z., Ragoubi H., Sarwar S., Wang Y. Quantile Granger causality between US stock market indices and precious metal prices. *Resources Policy*, 2022, vol. 76, 102595.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102595>
10. Mohsin M., Jamaani F. A novel deep-learning technique for forecasting oil price volatility using historical prices of five precious metals in context of green financing – A comparison of deep learning, machine learning, and statistical models. *Resources Policy*, 2023, vol. 86, part A, 104216. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104216>

11. Paul M., Bhanja N., Dar A.B. On the similarities between precious metals, precious metal stocks and equities – International evidence for gold and silver. *Resources Policy*, 2023, vol. 83, 103629. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103629>
12. Guo C., Zhang X., Raza S.A., Masood A. Asymmetrical connectedness between infectious diseases-related equity market volatility and prices of precious metals. *Resources Policy*, 2024, vol. 88, 104470. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104470>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**MUTUAL INFLUENCE OF PRICES IN THE WORLD MARKET
OF PRECIOUS METALS****Svetlana V. BEKAREVA**^{a,*},
Ekaterina I. ABALTUSOVA^b^a Novosibirsk State University (NSU),
Novosibirsk, Russian Federation
s.bekareva@g.nsu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0598-278X>^b Novosibirsk State University (NSU),
Novosibirsk, Russian Federation
e.abaltusova@g.nsu.ru
<https://orcid.org/0009-0001-3386-6607>

* Corresponding author

Article history:Article No. 322/2024
Received 16 May 2024
Received in revised
form 30 May 2024
Accepted 13 Jun 2024
Available online
30 Oct 2024**JEL Classification:**

G10, G12

Keywords: precious
metal, gold, pricing,
investment**Abstract****Subject.** The article discusses precious metal prices, namely, prices for gold, silver, platinum, and palladium.**Objectives.** The purpose is to assess factors influencing precious metal prices in the world market, focusing on mutual influence of prices.**Methods.** The study employs a seasonal autoregressive integrated moving average with exogenous regressors (SARIMAX) econometric model.**Results.** The obtained econometric estimates for the four models (four precious metals) based on the statistics for 2014–2023 enabled to highlight one factor that is significant for the said precious metals pricing, S&P500 index. Moreover, we found that some of the precious metals are influenced by the USA dollar exchange rate, Purchasing Managers Index (PMI), and inflation. The gold price is a factor for pricing of all the precious metals, and they influence the price of gold at the same time. The mutual influence of prices of other precious metals is observed in all cases, though with different degree.**Conclusions.** Precious metal prices are influenced by different macroeconomics and financial market indices. Mutual influence of precious metal prices on world financial markets can be explained by investors' attitude to them as a whole group of financial instruments. We suppose that this fact may strengthen the role of psychological aspects of investing in this part of the financial market.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2024

Please cite this article as: Bekareva S.V., Abaltusova E.I. Mutual influence of prices in the world market of precious metals. *Finance and Credit*, 2024, vol. 30, iss. 10, pp. 2223–2238.
<https://doi.org/10.24891/fc.30.10.2223>

References

1. Kulabukhova M.V. [Pricing theories for precious market]. *Auditorskie vedomosti = Audit Journal*, 2021, no. 4, pp. 98–101. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-teoriy-tsenoobrazovaniya-na-rynke-dragotsennyh-metallov> (In Russ.)
2. Rana H.M.U., O'Connor F. Domestic macroeconomic determinants of precious metals prices in developed and emerging economies: An international analysis of the long and short run. *International Review of Financial Analysis*, 2023, vol. 89, 102813. URL: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102813>
3. Raza S.A., Khan K.A. Climate policy uncertainty and its relationship with precious metals price volatility: Comparative analysis pre and during COVID-19. *Resources Policy*, 2024, vol. 88, 104465. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104465>
4. Khaskheli A., Zhang H., Raza S.A., Khan K.A. Assessing the influence of news indicator on volatility of precious metals prices through GARCH-MIDAS model: A comparative study of pre and during COVID-19 period. *Resources Policy*, 2022, vol. 79, 102951. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102951>
5. Huang J., Dong X., Chen J., Zhong M. Do oil prices and economic policy uncertainty matter for precious metal returns? New insights from a TVP-VAR framework. *International Review of Economics and Finance*, 2022, vol. 78, pp. 433–445. URL: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2021.12.010>
6. Yilanci V., Kilci E.N. The role of economic policy uncertainty and geopolitical risk in predicting prices of precious metals: Evidence from a time-varying bootstrap causality test. *Resources Policy*, 2021, vol. 72, 102039. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102039>
7. Raza S.A., Masood A., Benkraiem R., Urom C. Forecasting the volatility of precious metals prices with global economic policy uncertainty in pre and during the COVID-19 period: Novel evidence from the GARCH-MIDAS approach. *Energy Economics*, 2023, vol. 120, 106591. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106591>
8. Godil D.I., Sarwat S., Khan M.K. et al. How the price dynamics of energy resources and precious metals interact with conventional and Islamic Stocks: Fresh insight from dynamic ARDL approach. *Resources Policy*, 2022, vol. 75, 102470. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102470>
9. Mighri Z., Ragoubi H., Sarwar S., Wang Y. Quantile Granger causality between US stock market indices and precious metal prices. *Resources Policy*, 2022, vol. 76, 102595. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102595>
10. Mohsin M., Jamaani F. A novel deep-learning technique for forecasting oil price volatility using historical prices of five precious metals in context of green financing – A comparison of deep learning, machine learning, and statistical models. *Resources Policy*, 2023, vol. 86, part A, 104216. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104216>
11. Paul M., Bhanja N., Dar A.B. On the similarities between precious metals, precious metal stocks and equities – International evidence for gold and silver. *Resources Policy*, 2023, vol. 83, 103629. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103629>

12. Guo C., Zhang X., Raza S.A., Masood A. Asymmetrical connectedness between infectious diseases-related equity market volatility and prices of precious metals. *Resources Policy*, 2024, vol. 88, 104470. URL: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104470>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.