

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Устойчивое развитие экономики

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗОЛОТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Чи ЧЖАН^а,
Виктор Макарович ЗАЕРНЮК^{б,*}

^а аспирантка кафедры экономики минерально-сырьевого комплекса,
Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе,
Москва, Российская Федерация
282694629@qq.com
<https://orcid.org/0000-0002-7149-8323>
SPIN-код: 5550-0582

^б доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономики
минерально-сырьевого комплекса,
Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе,
Москва, Российская Федерация
zvm4651@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3669-0907>
SPIN-код: 3300-6420

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 243/2021
Получена 29.04.2021
Получена в
доработанном виде
16.05.2021
Одобрена 31.05.2021
Доступна онлайн
15.07.2021

УДК 330.15
JEL: O13, Q52

Аннотация

Предмет. Возможные направления совершенствования методического обеспечения долгосрочного экономического прогнозирования производства золота в Российской Федерации с опорой на математический инструментарий в виде эконометрических моделей.

Цели. Разработка экономико-математической модели прогнозирования добычи золота с учетом специфики экономического развития российской золотодобывающей отрасли.

Методология. В работе использованы корреляционный и регрессионный методы анализа статистических данных по рынку золота, находящихся в открытом доступе. В качестве методологического подхода принят метод наименьших квадратов, на основе которого разработана экономико-математическая модель прогнозирования.

Результаты. Установлено, что каждое месторождение золота индивидуально и имеет свои характеристики, значительно отличающиеся от характеристик другого месторождения. Проведенный анализ позволил выявить основные факторы, существенным образом оказывающие наибольшее влияние на производство золота: спрос и цена на золото, количество и качество геологических запасов золота, размер инвестиций в геологоразведку, курс национальной валюты и ключевая ставка Банка России. В рамках исследования было обосновано применение линейной трехфакторной модели, где в качестве регрессоров рассматривались статистические данные по объему

Ключевые слова:

долгосрочное
прогнозирование,
эконометрические
модели, спрос и
производство золота,
корреляционно-
регрессионный анализ

добычи золота в РФ, спросу на золото, курсу национальной валюты и цене золота. По авторским оценкам, производство золота в РФ достигнет уровня порядка 370–380 т к 2025 г.

Выводы. Разработанный инструментарий построения структурного прогноза, основанный на использовании метода наименьших квадратов, не учитывает в явном виде особенностей горно-геологических и географо-экономических характеристик месторождений золота ввиду их уникальности. По этой причине при определении регрессоров для модели приоритет отдан показателям, имеющимся в открытом доступе.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Чжан Чи, Заернюк В.М. Анализ и прогнозирование производства золота в Российской Федерации // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2021. – Т. 17, № 7. – С. 1326 – 1343.
<https://doi.org/10.24891/ni.17.7.1326>

Введение

Предметная область экономического прогнозирования заключается в выявлении и предвидении объективных тенденций развития национальной экономики. При этом принципиально важной функцией прогнозирования является количественный и качественный анализ тенденций функционирования предприятий и отраслей. С учетом сказанного специфика долгосрочного прогнозирования связана с анализом долгосрочных тенденций экономического развития и факторов, их определяющих.

Тематика научных исследований в области долгосрочного прогнозирования имеет давнюю традицию как в зарубежной, так и в отечественной экономической науке. При этом анализ проблем научно-технологического характера в существенно большей степени связан с количественными построениями, осуществляемыми в рамках экономического прогноза, в том числе показателей общих темпов экономического развития, динамики показателей, характеризующих структуру отрасли.

Разработки отечественных и зарубежных ученых, посвященные различным аспектам проблематики долгосрочного экономического прогнозирования, представлены рядом научных трудов¹ [1, 2]. Тем не менее справедливо констатировать отсутствие общепризнанных методологии и инструментальных средств, применяемых для обоснования долгосрочных тенденций экономического развития и факторов, их определяющих.

¹ *Unit E.I. Long-Term Macroeconomic Forecasts: Key Trends to 2050. Special Report. 2015; Johansson A. et al. Looking to 2060: Long-Term Global Growth Prospects: A Going for Growth Report. OECD Publishing, 2012, no. 3.*

По мнению исследователей Н.В. Суворова, С.В. Трещиной, Ю.В. Белецкого, оценка перспектив долгосрочного развития в настоящее время в решающей мере основывается на различного рода экспертных оценках, а не на использовании инструментальных методов, научная корректность которых может быть проверена [3].

Так, целесообразно воспользоваться разработанными для определенных ситуаций методами моделирования нечетких когнитивных карт [4, 5], балансовыми и факторными моделями как инструментами анализа и прогнозирования в экономике [6, 7], созданием аналитических моделей в результате вариативных решений уравнения Лапласа [8], межотраслевой макроэкономической моделью RIM, которая рассматривается в качестве ключевого элемента системы комплексного макроструктурного прогнозирования, разрабатываемого в ИНП РАН и обеспечивающего анализ и долгосрочный прогноз с учетом имеющихся ресурсных ограничений различного характера [9].

Главным трендом последних исследований является использование полиинструментальной методологии, в которой окончательный прогноз формируется на основе синтеза разнотипных моделей² [10–13]. В частности, в статье А.А. Васильева предлагается гибридная модель, в которой объединены эконометрическая и нейросетевая модели. При этом в качестве объясняющих переменных используются как переменные факторы, так и рыночные маркеры роста [10].

Несмотря на большое многообразие исследований по проблемам прогнозирования, работы, связанные с прогнозированием в сфере золотодобычи, продолжают оставаться, на наш взгляд, слабым звеном в системе обоснования принимаемых решений в золотодобывающей отрасли.

Результаты исследования

Представляется, что любые прогнозные построения на обозримый временной горизонт должны быть представлены взаимосогласованными показателями динамики макроэкономического уровня и показателей динамики отраслевого уровня.

В основе разработанного нами подхода к решению проблемы прогнозирования добычи золота в РФ лежит метод наименьших квадратов. На его основе предполагается разработать экономико-математическую модель прогнозирования с использованием корреляционно-регрессионного анализа.

² Tracking the trends 2018. The top 10 issues shaping mining in the year ahead. Deloitte, 2018.
URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/TTT2018_Jan_18.pdf

Имеется достаточно доказательств того, что данные модели дают достоверные оценки будущих изменений показателей, характеризующих развитие золотодобывающей отрасли, особенно спроса и предложения на рынке золота [13]. Смоделированные проекции предложения золота за последние два десятилетия (2000–2020 гг.) в целом хорошо согласуются с наблюдаемыми за этот период.

Тем не менее указанные модели не лишены значительных ошибок, которые, как правило, учитывают влияние на результирующую переменную небольшого числа объясняющих факторов. Источник таких ошибок кроется в невозможности представить многие важные процессы, свойственные золотодобывающей отрасли в моделях.

В целях обоснования правомерности включения регрессоров в разрабатываемую модель проанализируем современное состояние развития российского рынка золота.

Согласно данным Геологической службы США, запасы России составляют около 5,3 тыс. т (11% от общемировых запасов). По состоянию на конец 2019 г. Россия занимает второе место в мировом рейтинге по объемам запасов, уступая лишь Австралии.

По данным Федерального агентства по недропользованию, прирост запасов золота в недрах России по итогам 2019 г. составил 381,9 т, что незначительно превосходит объемы добычи. Таким образом, уровень запасов в России остается примерно таким же, что и годом ранее – 14,5 тыс. т.

Суммарный объем производства золота в России (в слитках из минерального и вторичного сырья, а также производство в концентратах) непрерывно рос в период с 2010 по 2019 г. включительно. По данным Союза золотопромышленников [14], в 2019 г. этот показатель составил рекордные 368,3 т, то есть относительно 2018 г. прирост составил 11% и был достигнут в основном за счет роста производства золота из минерального сырья. В первой половине 2020 г. по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года общее производство золота в России выросло на 1,9% (также за счет роста производства из минерального сырья).

Более чем за 20 лет – с 1998 по 2019 г. – добыча золота из недр (добычное, попутное и в концентратах) увеличилась почти в три раза, с 113,5 до 329,8 т. Наиболее высокие темпы роста наблюдались в 2000, 2008 и 2013 гг., достигнув двузначных показателей. В дальнейшем динамика роста добычи и производства золота замедлилась, но по итогам 2019 г. снова преодолела отметку в 10%.

Согласно предварительным данным исследовательской компании Gold Fields Mineral Services (GFMS) в составе Thomson Reuters, по итогам 2019 г. больше всего золота было добыто в Китае – 406,1 т. На втором месте Австралия с показателем 323,4 т. Россия замыкает тройку мировых лидеров с добычей в 300,8 т.

Однако, по данным Союза золотопромышленников, общая добыча золота в России за 2019 г. с учетом производства золота из российских золотосодержащих концентратов (статистика GFMS не учитывает данный показатель) составила 329,8 т, что соответствует оценке аналитического агентства Metals Focus (329,5 т), в рейтинге которого Россия заняла второе место. Кроме того, аналитическое агентство Fitch Solutions прогнозирует рост добычи золота в России до 482,1 т к 2029 г. (при среднегодовом темпе роста в 3,7% в течение 2020–2029 гг.) [14].

По мнению экспертов консалтинговой компании Fitch Solutions, причинами ускорения темпов роста золотодобычи будут служить высокий внутренний спрос на фоне риска новых экономических ограничений в отношении государственных банков, а также развитие ряда проектов по добыче золота³.

Специфика прогнозирования показателей экономического развития отрасли во многом связана с особенностями горно-геологических и географо-экономических характеристик месторождений золота. Каждое месторождение золота индивидуально и имеет свои характеристики, значительно отличающиеся от характеристик другого месторождения. Основные различия характеристик месторождений определяются содержанием золота (в граммах на тонну породы), прогнозной величиной запасов месторождения, уровнем и структурой залегания рудного тела, качеством сырья и другими характеристиками.

Различия по содержанию золота в породе ведут к дифференциации затрат, поскольку на месторождениях с высоким содержанием золота в породе обрабатывается меньшее количество тонн руды, затрачиваются меньшее число материалов, трудовых ресурсов для получения такого же количества золота, как и при разработке месторождений с более низким содержанием золота в породе.

Различия по объему запасов влияют на результаты деятельности золотодобывающей организации по причине того, что чем больше объемы золота на конкретном месторождении, чем больше добыто драгоценного металла, тем ниже себестоимость золота и выше прибыль.

³ Состояние отрасли золотодобычи в России (в 2019 г. и I полугодии 2020 г.) / Союз золотопромышленников России. URL: <http://goldminingunion.ru>

Различия по качеству сырья, по уровню залегания золотоносных пластов к поверхности, наконец, по структуре рудного тела являются уникальными и достаточно сложными, но вместе с тем реальными характеристиками в процессе описания эконометрической модели.

Принимая во внимание изложенные горно-геологические различия месторождений золота со свойственными им определенными характеристиками и, несомненно, влияющими и сказывающимися на результатах экономической деятельности золотодобывающих организаций, предлагается разработать модель прогноза результатов деятельности золотодобывающей организации без учета в модели горно-геологических характеристик месторождений золота.

Проведенный в процессе исследования анализ позволил нам выявить основные факторы, которые существенным образом могут оказать наибольшее влияние на производство золота. На наш взгляд, во многом совпадающий с мнением ряда экспертов, такими факторами являются спрос и цена на золото, количество и качество геологических запасов золота, размер инвестиций в геологоразведку, курс национальной валюты и ключевая ставка Банка России.

Оценивая тенденции изменения показателей, характеризующих перечисленные ранее факторы влияния на производство золота в РФ за временной отрезок с 2000 г. по 2019 г., отметим следующее.

Спрос на золото в 2000–2010 гг. существенно возрастал в сравнении с объемами его добычи (*рис. 1*). Однако в течение следующих лет спрос сократился на 25% – с 207,9 т в 2010 г. до 157,3 т в 2013 г. В дальнейшем наблюдалось равнонаправленное изменение показателей спроса и производства золота в сторону роста. Интеграция российских золотодобывающих компаний в мировой рынок помогла им при низком внутреннем спросе в 2000–2010 гг. увеличивать производство драгоценного металла.

Рассматривая фактор влияния объема разведанных запасов на производство, отметим, что влияние разведанных запасов благородного металла на производство золота происходит с некоторым лагом, в связи с чем данному фактору влияния присущ долгосрочный характер. Так, в течение 2009 г. произошел существенный прирост разведанных запасов, составивший 20% к предыдущему году, в то время как объем производства золота составил 9%. В дальнейшем при незначительных темпах роста разведанных запасов в 2010–2014 гг. производство металла характеризовалось более высокими темпами (*рис. 2*).

Динамика курса национальной валюты и добычи золота за 20-летний период представлена на *рис. 2*. Видно, что изменение данных показателей в

рассматриваемом временном отрезке демонстрирует однонаправленность, за исключением 2017 г., когда курс национальной валюты составил в среднем по году 58,33 руб. за долл. США против 36,1 руб. за долл. США в 2016 г. Добыча золота в 2017 г. составила 254,3 т, в то время как годом ранее – 297,4 т. Надо заметить, что в дальнейшем предприятия отрасли адаптировались к новому курсу, что обеспечило положительную динамику добычи.

Говоря о влиянии ставки рефинансирования (с 2016 г. – ключевой ставки Банка России) на производство золота, отметим, что снижение ставки положительным образом сказывается на экономической деятельности предприятий золотодобывающей сферы, повышая их экономическую стабильность. Особенно отчетливо это прослеживается в период с 2008 по 2019 г. (рис. 3).

В практике прогнозирования показателей развития экономики золотодобывающих организаций на различных стадиях производственно-хозяйственной деятельности нашла широкое применение линейная многофакторная модель. Она дает возможность проведения мониторинга экономической обоснованности включения факторов, которые прямо или косвенно влияют на результаты прогнозируемого объекта на основе применения матрицы парных коэффициентов корреляции и метода количественной оценки по критерию Фишера. Кроме того, линейная многофакторная модель позволяет трансформировать свою определенность за счет проверки качества модели, определяемого значимыми параметрами на основе *t*-статистики Стьюдента, а также исключить из модели малозначимые факторы, влияющие на результативный фактор.

В отличие от ряда моделей, возможных к применению в данных условиях, от систем рекурсивных уравнений, которые используются только для однонаправленного влияния, линейные многофакторные модели являются более универсальными для прогнозирования результатов экономической деятельности в золотодобывающих организациях [5].

В рамках нашего исследования будет использоваться линейная многофакторная модель, имеющая следующий вид:

$$y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + b,$$

где y – объем добычи золота в РФ; X_1 – спрос на золото; X_2 – разведанные запасы золота; X_3 – курс национальной валюты; X_4 – цена золота; X_5 – ставка рефинансирования (ключевая ставка) Банка России.

Параметры модели рассчитаем с помощью табличного процессора Excel.

На первом этапе разработки модели была рассчитана матрица парных коэффициентов корреляции для определения силы линейной взаимосвязи между отдельными факторами.

Данные матрицы показали, что между добычей золота и отдельными факторами существует сильная линейная взаимосвязь: $r_{yx1} = 0,864$; $r_{yx2} = 0,873$; $r_{yx3} = 0,796$; $r_{yx4} = 0,902$.

Поскольку значения r_{yx1} , r_{yx2} , r_{yx3} , r_{yx4} больше 0,7, то между факторами существует мультиколлинеарная взаимосвязь, и некоторые факторы в дальнейшем из модели должны быть исключены.

Рассчитанная модель множественной регрессии имеет вид:

$$Y = 104,73 + 0,2931X_1 - 0,014X_2 + 0,6083X_3 + 0,077X_4 + 3,4139X_5.$$

Полученные $R_{X_1X_2X_3X_4X_5} = 0,9323$ и коэффициент детерминации $R^2 = 0,8693$ свидетельствуют о сильной линейной связи между добычей золота и всеми исходными факторами.

$F_{\text{расч1}} = 18,62$ и больше $F_{\text{табл}} = 2,81$, следовательно математическая форма модели выбрана верно.

Однако фактор X_2 (разведанные запасы золота) имеет отрицательное значение, что не может быть принято, так при снижении разведанных запасов прирост производства золота, по нашему мнению, вряд ли возможен. Кроме того, при проверке статистической значимости параметра фактор X_2 с помощью t -статистики Стьюдента t_{a2} , составившее $-0,8911$, меньше $t_{\text{табл}} = 1,7247$ (при уровне значимости $\alpha = 0,10$), следовательно, фактор X_2 подлежит исключению из модели, а саму модель необходимо пересчитать.

Также подлежит исключению из эконометрической модели фактор X_5 (ставка рефинансирования ЦБ РФ), так как при проверке по критерию Стьюдента данный фактор статистически незначим.

Исходя из проведенного расчета показателей получены следующие результаты.

Значения $R_{X_1X_3X_4X_5} = 0,9263$ и $R^2 = 0,858$ также свидетельствуют о сильной линейной связи между оставшимися факторами и результатом в трехфакторной модели.

$F_{\text{расч2}} = 32,23$ больше $F_{\text{расч1}} = 18,62$, следовательно факторы «Разведанные запасы золота» и «Ставка рефинансирования ЦБ РФ» были исключены верно.

Проверим статистическую значимость отдельных параметров с помощью t -статистики Стьюдента. Из данных расчетов (табл. 1) следует, что t_{a1} , t_{a3} , t_{a4} ,

$t_{\text{перес}}$ больше $t_{\text{табл}} = 1,7247$, то есть все параметры регрессионного уравнения, включая свободный член, статистически значимы. Следовательно, факторы X_1 (спрос на золото), X_3 (курс национальной валюты) и X_4 (цена золота) остаются в модели. Окончательно модель имеет вид:

$$Y = 92,97 + 0,0993X_1 + 1,0925X_3 + 0,0427X_4.$$

Как уже говорилось, пятифакторная модель имеет следующий вид:

$$Y = 104,73 + 0,2931X_1 - 0,014X_2 + 0,6083X_3 + 0,077X_4 + 3,4139X_5,$$

а трехфакторная модель:

$$Y = 92,97 + 0,0993X_1 + 1,0925X_3 + 0,0427X_4.$$

По мнению ряда экспертов, линейная многофакторная модель является универсальной математической моделью для прогнозирования экономических процессов в деятельности золотодобывающей отрасли [11–14].

Предложенная модель позволила нам спрогнозировать величину производства золота в Российской Федерации в зависимости от спроса на золото, его цены и курса национальной валюты (*табл. 2*). По нашей оценке, производство золота в РФ составит в 2020 г. 298 т, в 2021 г. – 311,1 т, в 2022 г. – 325,1 т, в 2023 г. – 339,9 т, в 2024 г. – 355,8 т и в 2025 г. – 372,7 т.

Заключение

В заключение необходимо отметить следующее. Разработанный инструментарий построения структурного прогноза, основанный на использовании метода наименьших квадратов, не учитывает в явном виде особенности горно-геологических и географо-экономических характеристик месторождений золота ввиду их уникальности. Именно поэтому при определении регрессоров для модели приоритет отдан показателям, имеющимся в открытом доступе – спросу на золото, курсу национальной валюты и цене золота. Тем не менее рекомендуемая прогнозная модель может быть продуктивно использована в практической деятельности организаций золотодобывающей сферы.

Таблица 1

Регрессионная статистика и дисперсионный анализ по модели добычи золота от формировавших ее факторов по трем моделям

Table 1

Regression statistics and the variance analysis of the gold production model by constituent factors through three models

Показатель	Пятифакторная модель	Трехфакторная модель
Регрессионная статистика		
Множественный R	0,932345	0,9263
R^2	0,869267	0,858031
Нормированный R^2	0,822577	0,831412
Стандартная ошибка	21,53678	20,99372
Наблюдения	20	20
Дисперсионный анализ		
F расчетный	18,61777	32,23359
Стандартная ошибка	–	–
Y -пересечение	104,7331	92,96991
X_1	0,293098	0,099346
X_2	–0,01398	–
X_3	0,608322	1,092516
X_4	0,07706	0,042738
X^5	3,413941	–
t-статистика		
Y -пересечение	2,014585	6,068467
X_1	1,321868	1,762009
X_2	–0,89112	–
X_3	0,780724	1,81818
X_4	2,099769	2,515317
X^5	1,086252	–

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Прогноз добычи золота в РФ, полученный на базе авторской эконометрической модели

Table 2

A forecast of gold production in Russia through the econometric model proposed by the authors

Год	Добыча золота, т	Факторы, оказывающие влияние на добычу золота				
		спрос на золото, т	разведанные запасы, т	курс валюты, руб./долл. США	цена золота, долл. США за унцию	ставка рефинансирования ЦБ РФ, %
	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
2000	130,7	30,8	6 072,1	28,2	279,1	23
2001	141,4	37,9	5 941,4	30,1	271,1	21
2002	158,6	43,1	5 800	31,9	309,8	21
2003	158,1	52,2	5 641,9	29,4	363,2	16
2004	158,9	65,2	5 483	27,4	409,2	14

2005	152,1	67,7	5 330,9	28,8	444,5	12
2006	147,6	88,9	5 183,1	26,3	603,8	11
2007	144,8	141,9	5 038,5	24,6	409,2	10,5
2008	163,9	170,2	7 519	28,2	872,0	11,3
2009	178,4	196,1	7 860,7	30	972,4	11
2010	176,3	207,9	7 958,2	30,8	1 224,5	8,5
2011	185,9	165,7	7 982	31,5	1 571,5	8
2012	197,4	152,9	8 098,1	30,7	1 670	8,3
2013	215,7	157,3	8 047,3	32,9	1 438,5	8,3
2014	230,7	243,6	7 814,5	46,8	1 183	8,3
2015	232,3	234,9	8 380,1	35,2	1 663,7	8,3
2016	297,4	238,8	8 747,3	36,1	1 798,5	8,5
2017	254,3	265,6	9 125,3	58,3	1 928,4	9
2018	264,8	279,5	9 501	62,5	2 055,6	7,5
2019	286,9	292,2	9 856,4	64,7	2 179,1	7
Прогноз по принятой за основу трехфакторной модели						
2020	298	302,9	–	69	2 331,2	–
2021	311,1	314	–	73,7	2 493,9	–
2022	325,1	325,4	–	78,6	2 667,9	–
2023	339,9	337,3	–	83,8	2 854,1	–
2024	355,8	349,7	–	89,4	3 053,3	–
2025	372,7	362,5	–	95,4	3 266,5	–

Источник: авторская разработка по данным Союза золотопромышленников и Банка России

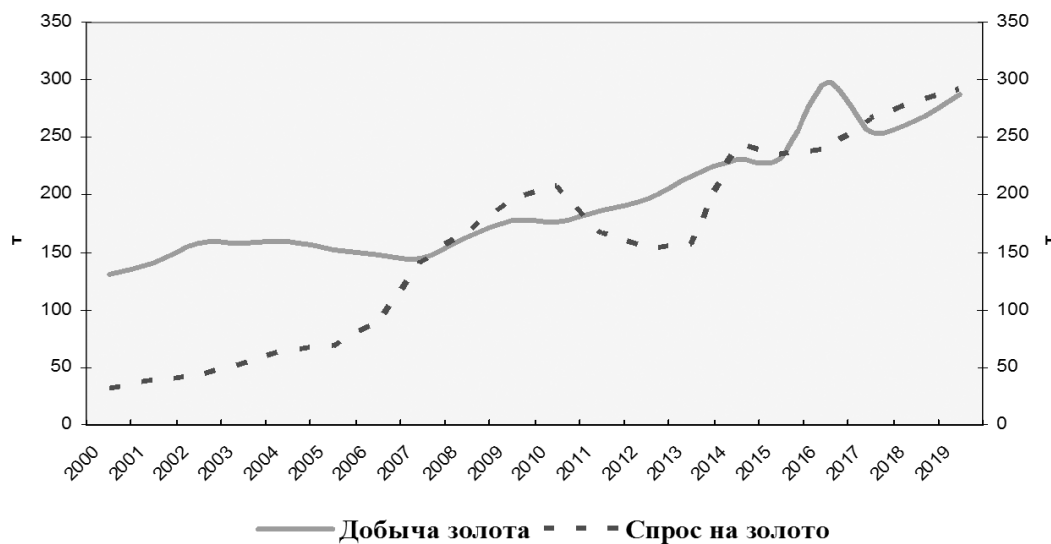
Source: Authoring based on the Union of Gold Producers and the Bank of Russia data

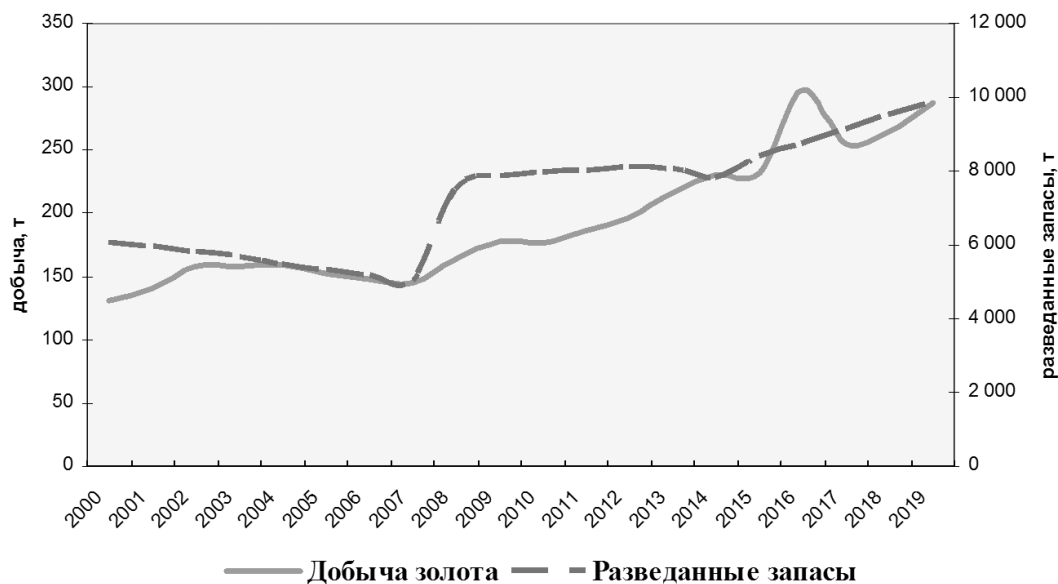
Рисунок 1

Влияние спроса и разведанных запасов на добычу золота

Figure 1

The impact of demand and proven reserves on gold mining





Источник: авторская разработка по данным Союза золотопромышленников

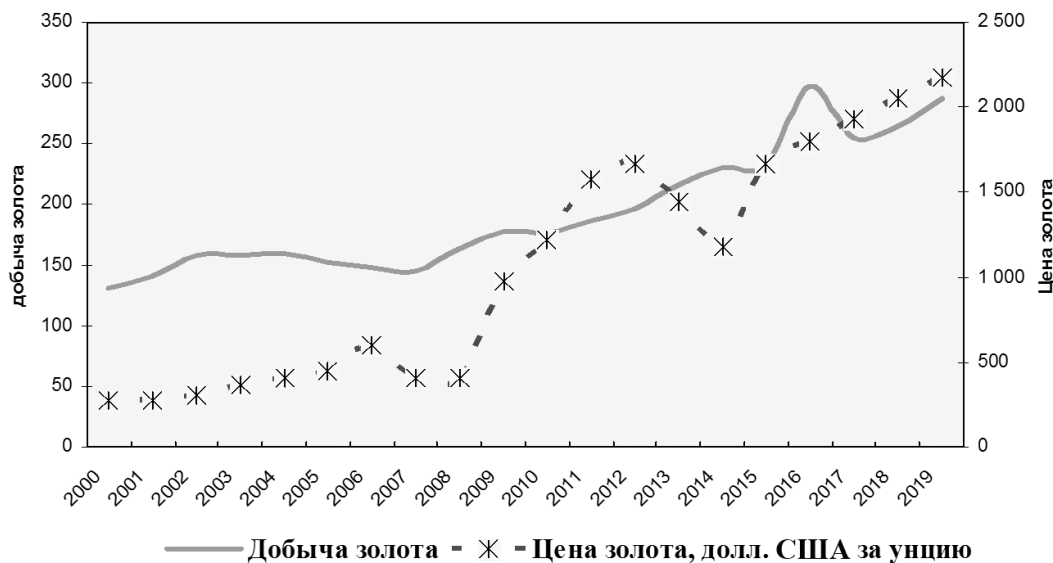
Source: Authoring based on the Union of Gold Producers data

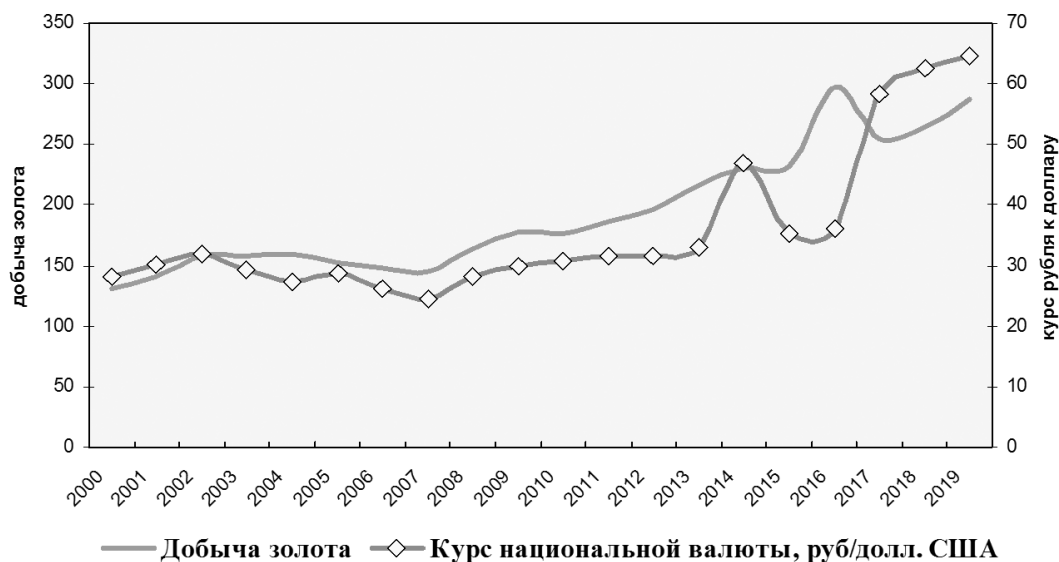
Рисунок 2

Влияние цены и курса национальной валюты на добычу золота

Figure 2

The impact of the price and exchange rate of the national currency on gold production





Источник: авторская разработка по данным Союза золотопромышленников и Банка России

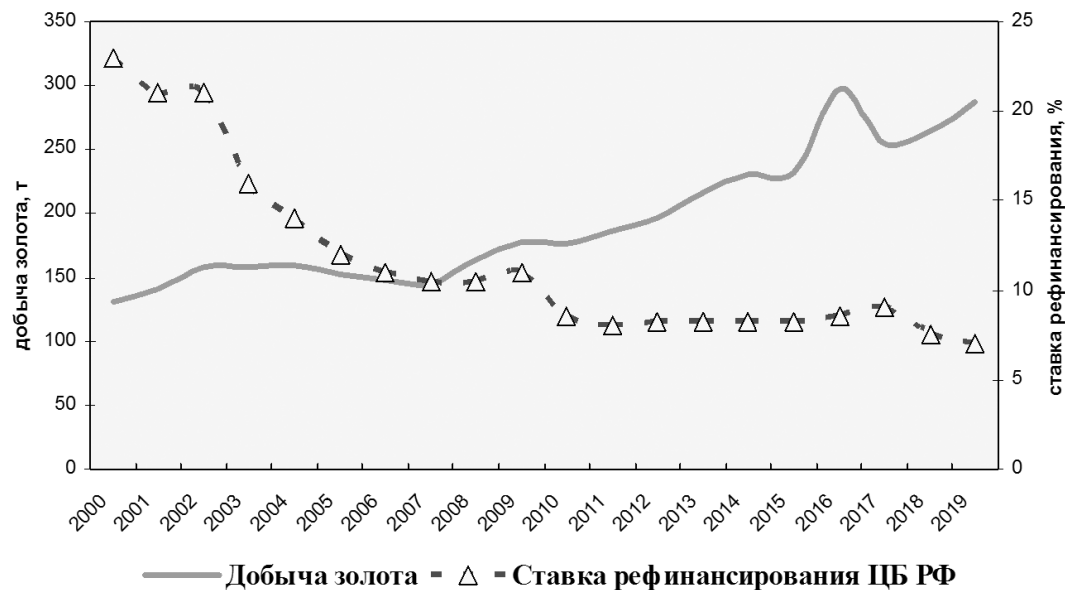
Source: Authoring based on the Union of Gold Producers and the Bank of Russia data

Рисунок 3

Влияние ставки рефинансирования на добычу золота

Figure 3

The impact of the refinancing rate on gold mining



Источник: авторская разработка по данным Союза золотопромышленников и Банка России

Source: Authoring based on the Union of Gold Producers and the Bank of Russia data

Список литературы

1. Алмон К. Искусство экономического моделирования. М.: МАКС Пресс, 2012. 646 с.
2. Баранов Э.Ф., Елсакова А.В., Корнева Е.С., Старицына ЕА. Декомпозиционный анализ влияния спроса на экономический рост (на основе таблиц «затраты-выпуск») // Вопросы статистики. 2016. № 10. С. 44–56. URL: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2016-0-10-44-56>
3. Суворов Н.В., Трещина С.В., Белецкий Ю.В. Проблемы разработки методов долгосрочного прогнозирования динамики отечественной экономики (методология и модельный инструментарий) // Проблемы прогнозирования. 2020. № 6. С. 66–80.
4. Кулешов В.В., Алексеев А.В., Ягольницер М.А. Методы когнитивного анализа в разработке и обосновании стратегий экономического развития // Проблемы прогнозирования. 2019. № 2. С. 104–112. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-kognitivnogo-analiza-v-razrabotke-i-obosnovanii-strategiy-ekonomicheskogo-razvitiya/viewer>
5. Shashank G., Shalini G. Modeling Economic System Using Fuzzy Cognitive Maps. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2017, vol. 8, no. 2, pp. 1472–1486. URL: <https://doi.org/10.1007/s13198-017-0616-6>
6. Суворов Н.В., Трещина С.В., Белецкий Ю.В., Балашова Е.Е. Балансовые и факторные модели как инструмент анализа и прогнозирования структуры экономики // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2017. Т. 5. С. 50–75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/balansovye-i-faktornye-modeli-kak-instrument-analiza-i-prognozirovaniya-struktury-ekonomiki/viewer>
7. Широков А.А., Саяпова А.Р., Янговский А.А. Интегрированный межотраслевой баланс как элемент анализа и прогнозирования связей на постсоветском пространстве // Проблемы прогнозирования. 2015. № 1. С. 11–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovanny-mezhotraslevoy-balans-kak-element-analiza-i-prognozirovaniya-svyazey-na-postsovetskom-prostranstve/viewer>
8. Ивантер В.В., Ксенофонов М.Ю. Концепция конструктивного прогноза роста российской экономики в долгосрочной перспективе // Проблемы прогнозирования. 2012. № 6. С. 4–13.
9. Аузина Л.И. Прогноз подпора подземных вод на территориях исторических центров городов Восточной Сибири // Науки о Земле и недропользование. 2021. Т. 44. № 1. С. 73–84. URL: <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-73-84>

10. Васильев А.А. Генезис гибридных моделей прогнозирования на основе объединения прогнозов // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Экономика и управление. 2014. № 1. С. 316–331.
11. Bozkurt O.O., Biricik G., Taysi Z.C. Artificial Neural Network and Sarima Based Models for Power Load Forecasting in Turkish Electricity Market. *PLOS ONE*, 2017, no. 12. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175915>
12. Wang B., Hao W.N., Chen G. et al. Wavelet Neural Network Forecasting Model Based on ARIMA. *Applied Mechanics and Materials*, 2013, vol. 347–350, pp. 3013–3018. URL: <https://doi.org/10.2991/isccca.2013.68>
13. Мясоедов С.А. Анализ тенденций развития золотодобывающей промышленности России // Микроэкономика. 2009. № 8. С. 193–200.
14. Заернюк В.М., Черникова Л.И., Забайкин Ю.В. Тенденции, проблемы и перспективы развития золотодобывающей отрасли России // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. Т. 10. Вып. 9. С. 972–986. URL: <https://doi.org/10.24891/fa.10.9.972>

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.

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Sustainable Development of Economy

GOLD PRODUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION: THE ANALYSIS AND FORECAST

Chi CHANG ^a,
Viktor M. ZAERNYUK ^{b,*}

^a Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI),
Moscow, Russian Federation
282694629@qq.com
<https://orcid.org/0000-0002-7149-8323>

^b Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI),
Moscow, Russian Federation
zvm4651@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3669-0907>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 243/2021
Received 29 April 2021
Received in revised
form 16 May 2021
Accepted 31 May 2021
Available online
15 July 2021

JEL classification: O13,
Q52

Keywords: long-term
forecasting, econometric
models, demand and
production of gold,
correlation and
regression analysis

Abstract

Subject. The article discusses possible lines for improving the methodological framework of the long-term economic forecast of gold production in the Russian Federation, relying upon the mathematical apparatus of econometric models.

Objectives. We devise an economic-mathematical model for predicting the gold production with respect to the specifics of the economic development in Russia's gold mining industry.

Methods. The study is based in the correlation and regression methods for analyzing publicly available statistical data on the gold market. The least square method is taken as the methodological approach to designing the economic-mathematical model for forecasting.

Results. Each gold deposit is found to be distinctive, having its own qualities, which seriously differ from those of other gold deposit. As a result of the analysis, we discovered key factors, which significantly influence the gold production, such as demand and price for gold, the amount and quality of geological reserves of gold, the amount of investment to be made in geological prospecting, national exchange rate and key rate of the Bank of Russia. We substantiated the use of the linear three-factor model, which involves gold production volumes in Russia, demand for gold, national exchange rate and price for gold as regressors. According to our estimates, in the Russian Federation, gold production will have reached 370–380 tons by 2025.

Conclusions. Based on the least square method, the structural forecast apparatus does not account for geological and geographic-economic distinctions of gold deposits due to their unique nature. Therefore, determining regressors for the model, we predominantly focuses on open access data.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Chang Chi, Zaernyuk V.M. Gold Production in the Russian Federation: The Analysis and Forecast. *National Interests: Priorities and Security*, 2021, vol. 17, iss. 7, pp. 1326–1343.
<https://doi.org/10.24891/ni.17.7.1326>

References

1. Almon Cl. *Iskusstvo ekonomicheskogo modelirovaniya* [The Craft of Economic Modeling]. Moscow, MAKS Press Publ., 2012, 646 p.
2. Baranov E.F., Elsakova A.V., Korneva E.S., Staritsyna E.A. [Decomposition analysis based on input-output tables]. *Voprosy statistiki*, 2016, no. 10, pp. 44–56. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.34023/2313-6383-2016-0-10-44-56>
3. Suvorov N.V., Treshchina S.V., Beletskii Yu.V. [Design of methods for long-term forecasting of development trends in the Russian economy (Methodology and model toolkit)]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2020, no. 6, pp. 66–80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-razrabotki-metodov-dolgosrochnogo-prognozirovaniya-dinamiki-otechestvennoy-ekonomiki-metodologiya-i-modelnyy/viewer> (In Russ.)
4. Kuleshov V.V., Alekseev A.V., Yagol'nitsa M.A. [Methods of cognitive analysis in devising and substantiating strategies of economic development]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2019, no. 2, pp. 104–112. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-kognitivnogo-analiza-v-razrabotke-i-obosnovanii-strategiy-ekonomicheskogo-razvitiya/viewer> (In Russ.)
5. Shashank G., Shalini G. Modeling Economic System Using Fuzzy Cognitive Maps. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2017, vol. 8, no. 2, pp. 1472–1486.
URL: <https://doi.org/10.1007/s13198-017-0616-6>
6. Suvorov N.V., Treshchina S.V., Beletskii Yu.V., Balashova E.E. [Balance and factor models as a tool for analyzing and forecasting the structure of the economy]. *Nauchnye trudy: Institut narodnohozyajstvennogo prognozirovaniya RAN = Scientific Works: Institute for Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences*, 2017, vol. 5, no. 5, pp. 50–75. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/balansovye-i-faktornye-modeli-kak-instrument-analiza-i-prognozirovaniya-struktury-ekonomiki/viewer> (In Russ.)
7. Shirov A.A., Sayapova A.R., Yantovskii A.A. [Integrated input-output balance as an element of analysis and forecasting in the post-Soviet space]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2015, no. 1, pp. 11–22.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovannyi-mezhotraslevoy-balans-kak-element-analiza-i-prognozirovaniya-svyazey-na-postsovetском-prostranstve/viewer> (In Russ.)

8. Ivanter V.V., Ksenofontov M.Yu. [A concept of the constructive forecast of the long-term economic growth in Russia]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2012, no. 6, pp. 4–13.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-konstruktivnogo-prognoza-rosta-rossiyskoy-ekonomiki-v-dolgosrochnoy-perspektive/viewer> (In Russ.)
9. Auzina L.I. [Predicting groundwater rise in historical centres of Eastern Siberian cities]. *Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Earth Sciences and Subsoil Use*, 2021, vol. 44, no. 1, pp. 73–84. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-1-73-84>
10. Vasil'ev A.A. [Genesis of Hybrid Forecasting Models Based on Forecast Combination]. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Ekonomika i upravlenie = Bulletin of Tver State University. Ser. Economics and Management*, 2014, no. 1, pp. 316–331. (In Russ.)
11. Bozkurt O.O., Biricik G., Taysi Z.C. Artificial Neural Network and Sarima Based Models for Power Load Forecasting in Turkish Electricity Market. *PLOS ONE*, 2017, no. 12. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175915>
12. Wang B., Hao W.N., Chen G. et al. Wavelet Neural Network Forecasting Model Based on ARIMA. *Applied Mechanics and Materials*, 2013, vol. 347–350, pp. 3013–3018. URL: <https://doi.org/10.2991/isccca.2013.68>
13. Myasoedov S.A. [The Analysis of trends in the development of the gold mining industry in Russia]. *Mikroekonomika = Microeconomics*, 2009, no. 8, pp. 193–200. (In Russ.)
14. Zaernyuk V.M., Chernikova L.I., Zabaikin Yu.V. [The gold industry of Russia: Trends, problems and prospects for the development]. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*, 2017, vol. 10, iss. 9, pp. 972–986. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/fa.10.9.972>

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.