Оригинальная статья

Original Paper

УДК 338 © А.А. Курилова✉, 2024

UDC 338 © A.A. Kurilova✉, 2024

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»,
445051, г. Тольятти, Россия
✉ e-mail: aakurilova@yandex.ru

Togliatti State University, Togliatti,
445051, Russian Federation
✉ e-mail: aakurilova@yandex.ru

Прогнозирование величин угольной ренты стран мира с использованием метода ARIMA

Forecasting coal rents of the world's countries using ARIMA method

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-12-58-62

КУРИЛОВА А.А.
Доктор экон. наук, доцент,
профессор Института финансов,
экономики и управления
ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет»,
445051, г. Тольятти, Россия,
e-mail: aakurilova@yandex.ru

Прогнозирование величины угольной ренты («Coal rents (% of GDP)») является важным для принятия обоснованных решений в области экономики, экологии и управления ресурсами. В данной статье рассматривается прогнозирование величины угольной ренты как всех стран мира, так и России в отдельности с использованием метода ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) на основе данных за период с 1970 по 2021 г. Прогнозирование угольной ренты с использованием метода ARIMA дает ценную информацию для анализа текущих тенденций и предсказания будущих изменений. Это позволяет компаниям и правительственным органам принимать обоснованные решения, снижать риски и эффективно использовать возможности для устойчивого развития и экономического роста. В целом, выявленные изменения могут быть следствием стратегических решений и адаптации России к изменяющимся условиям в мировой экономике, а также управлению политическими и экономическими рисками. Прогноз мировой величины угольной ренты показывает значительный рост к 2051 г. Для России также проведен анализ, показывающий снижение и дальнейшую стабилизацию величины угольной ренты на уровне 0,39% начиная с 2031 г.

Ключевые слова: *ARIMA, прогнозирование, производство стали, угольная рента, Россия.*

Для цитирования: Курилова А.А. Прогнозирование величин угольной ренты стран мира с использованием метода ARIMA // Уголь. 2024;(12):58-62. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-12-58-62.

Abstract

Forecasting the value of coal rents ("coal rents (% of GDP)") is important for making informed decisions in the field of economics, ecology and resource management. This article considers the forecasting of coal rents of all countries of the world and Russia separately using the ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) method based on data for the period from 1970 to 2021.

Forecasting coal rents using the ARIMA method provides valuable information for analyzing current trends and predicting future changes. This allows companies and government agencies to make informed decisions, reduce risks and effectively capitalize on opportunities for sustainable development and economic growth.

In general, the identified changes may be the result of strategic decisions and Russia's adaptation to changing conditions in the global economy, as well as the management of political and economic risks.
The forecast of the global value of coal rents shows a significant increase by 2051. For Russia, the analysis also shows a decrease and further stabilization of coal rent at the level of 0.39% starting from 2031.

Keywords
ARIMA, forecasting, steel production, coal rent, Russia.
For citation
Kurilova A.A. Forecasting coal rents of the world's countries using ARIMA method. *Ugol'*. 2024;(12):58-62. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-12-58-62.

ВВЕДЕНИЕ

Авторы работы [1] Е.Е. Жернов и Н.В. Осокина предлагают рассматривать угольную ренту как основу эффективности циркулярной экономики в сфере российского недропользования и как основу устойчивого развития экономики страны в целом.

Экономический рост в России во многом зависит от природных ресурсов, что приводит к большим объемам выбросов парниковых газов [2]. В работе [3] выявили, что рента на природные ресурсы оказывает влияние на технологические инновации, за исключением ренты на минеральные ресурсы, которая является значимой даже при включении и исключении ренты на нефть и уголь.

Минеральная рента и рента на природный газ значительно и положительно улучшают финансовое развитие, в то время как нефтяная и угольная ренты оказывают негативное влияние на индекс финансового развития США. Из анализа причинно-следственных связей установлено, что ВВП, природные ресурсы (минеральная рента, угольная рента, нефтяная рента, рента на природный газ) и цифровизация имеют двунаправленную причинно-следственную связь с индексом финансового развития и подтверждают эффект обратной связи [4].

Геополитический риск в последнее время привлекает внимание в эмпирической литературе как значимый фактор, влияющий на различные секторы экономики и финансовые показатели. Однако колебания ренты на природные ресурсы могут оказывать обратное воздействие на геополитический риск [5].

Экологическая стабильность улучшилась во время пандемии COVID-19, когда производство и промышленная деятельность, а также процессы истощения природных ресурсов прекратились во время блокировки окружающей среды во всем мире. Однако деградация окружающей среды усилилась в мире после пандемии, поэтому политики и исследователи вновь сосредоточили свое внимание на факторах, определяющих выбросы CO_2 в экономике.

Две ренты на природные ресурсы – нефтяная и угольная – оказывают негативное влияние на выбросы углерода, причем оба показателя положительны и значимы [6]. В работе [7] авторы выявили, что рента на природный газ и уголь положительно связана с экономическими показателями, в то время как рента на нефть незначительна. Однако причинно-следственная связь между угольной рентой и экономическими показателями не прослеживается. Угольная и нефтяная ренты уменьшают широкую денежную массу, что подтверждает гипотезу «проклятия финансовых ресурсов» в стране [8].

Исследование Доган показало, что нефтяная, угольная, лесная и газовая ренты оказывают положительное влияние на финансовое развитие, что свидетельствует в пользу «благословения финансовых ресурсов» против «проклятия финансовых ресурсов» для развитых стран [9].

Исследования [10] показывают, что цифровые предприятия оказывают повышенное влияние на угольную ренту. И наоборот, цифровые государственные услуги снижают угольную ренту. Чтобы оптимизировать ренту от природных ресурсов, политикам необходимо смягчить неопределенность экономической политики, тем самым стимулируя угольный и газовый секторы. Одновременно стимулирование экономического роста может увеличить угольную ренту [11].

Эмпирические результаты показывают положительное и значительное влияние реального ВВП и угольной ренты на выбросы CO_2. Точнее, увеличение роста ВВП на 1% увеличивает выбросы загрязняющих веществ на 0,400%, в то время как для угольной ренты рост потребления угля снижает качество окружающей среды на 0,088%, как показала панельная регрессия, что подтверждается оценками квантильной регрессии [12]. Адедойн уточняет, что для стран БРИКС, в отличие от потребления угля, угольная рента оказывает значительное, но негативное влияние на выбросы CO_2. Кроме того, вопреки ожиданиям, регулирование угольной ренты в виде стоимости ущерба от выбросов углерода оказывает значительное, но положительное влияние на выбросы CO_2 [13].

Прогнозирование и моделирование угольной ренты актуальны по нескольким причинам, связанным с экономическими, экологическими и стратегическими аспектами управления ресурсами.

Во-первых, что касается экономической выгоды от получения угольной ренты, прогнозирование угольной ренты позволяет компаниям и правительствам оценить будущие доходы от добычи угля. Это важно для бюджетного планирования и инвестиций. Также инвесторы могут использовать прогнозы для оценки привлекательности проектов в угольной промышленности. Рынок угля подвержен значительным колебаниям цен. Прогнозирование позволяет компаниям и правительствам готовиться к изменениям на рынке и адаптироваться к ним.

Во-вторых, следует принять к учету стратегическое планирование, касающееся энергетической безопасности, энергетической политики и стабильности энергоснабжения. Правительства могут использовать прогнозы для разработки налоговой политики и регулирования отрасли, чтобы максимизировать общественные выгоды от угольных ресурсов.

В-третьих, прогнозирование угольной ренты позволяет оценивать экологическое воздействие добычи угля и разрабатывать меры по минимизации негативных последствий.

Таким образом, моделирование угольной ренты позволяет оценить продолжительность существования угольных месторождений и планировать добычу таким образом, чтобы обеспечить долгосрочное использование ресурсов.

МЕТОДЫ

На основании данных угольной ренты, полученных из открытых источников сайта Всемирного банка с 1970 по 2021 г., было проведено прогнозирование угольной ренты «Coal rents (% of GDP)» с использованием метода ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) в течение 30 лет до 2051 г.

Угольная рента является формой экономической ренты, которая представляет собой избыточный доход, получаемый в результате эксплуатации природного ресурса угля. Экономическая рента может быть измерена как прибыль, превышающая нормальную прибыль, которая компенсирует все производственные затраты. Понимание угольной ренты помогает правительствам и компаниям принимать обоснованные решения о добыче, регулировании и налогообложении угольной промышленности.

Метод ARIMA используется для качественного прогнозирования и моделирования временных рядов. Все данные были предварительно логарифмированы и обрезаны. Метод ARIMA сочетает в себе авторегрессионную модель, интегрированное разностное преобразование и модель скользящего среднего.

Используемый в работе метод ARIMA может выявить долгосрочные тенденции в изменении угольной ренты, такие как устойчивый рост или снижение. В задачах анализа временных рядов данные используются для обучения различных моделей машинного и глубокого обучения, которые на основе этих данных выдают определенные результаты [14]. В работе [15] отмечается, что прогнозирование временных рядов с использованием исторических данных имеет большое значение.

Авторегрессионная модель предполагает, что текущее значение временного ряда линейно зависит от предыдущих значений этого же ряда. Метод ARIMA может быть полезен для моделирования и прогнозирования временных рядов угольной ренты, учитывая автокорреляцию и тренды данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Угольная рента может иметь значительное влияние на экономику страны, особенно если уголь является основным экспортным товаром или если его добыча составляет значительную часть экономики.

Если мы говорим о странах, чья угольная рента занимает наибольший удельный вес в общем объеме валового внутреннего продукта страны, то в 2021 г. прежде всего следует выделить страну Кабо-Верде, находящуюся в западной Африке, где доля получаемой угольной ренты в общем объеме ВВП страны составляет 17,18%. На втором месте стоит Монголия, где величина угольной ренты в общем объеме ВВП составляет 4,89%. В Монголии добыча угля играет ключевую роль в экономике. Уголь является основным экспортным товаром, и его добыча составляет значительную часть ВВП страны.

На третьем месте страна Мозамбик, где угольная рента составляет 3,78% от ВВП. На пятом месте можно выделить Южную Африку, где 2,44% от ВВП составляет величина ренты от угля. Южная Африка также является крупным производителем и экспортером угля. Угольная отрасль имеет большое значение для экономики страны и составляет значительную часть ее ВВП.

Далее идут Индия, Индонезия, страны Восточной и Южной Африки.

Россия находится на 15-м месте по получаемым доходам угольной ренты в составе валового внутреннего продукта, что составляет 0,61%. Россия имеет многообразную экономику с другими крупными секторами, такими как энергетика, нефтегазовая промышленность, машиностроение и сельское хозяйство, которые также вносят существенный вклад в ВВП.

Уголь в России играет важную роль в обеспечении энергетической безопасности и внутреннего потребления, но уровень экспорта угля относительно невелик по сравнению с другими странами – экспортерами угля.

Основные пиковые значения удельного веса угольной ренты в общем объеме валового внутреннего продукта приходились с 1975 по 1985 г. со средней величиной удельного веса 0,40%. Затем произошел значительный спад до 2004 г. С 2004 по 2014 г. наблюдается достаточно стабильный рост с пиком в 2008 г., когда величина угольной ренты составляла 0,81% от величины валового внутреннего продукта всех стран мира. В 2017-2021 гг. можно наблюдать колебания роста и изменение величины с 0,16 до 0,26%.

Прогнозирование на ближайшие 30 лет, до 2051 г. было основано на данных Всемирного банка за 51 год, с 1970 по 2021 г.

Наблюдается стабильный прогнозируемый рост мировой величины угольной ренты к 2051 г. (*см. рис. 1*). При этом в 2051 г. показатель угольной ренты по сравнению с 2021 г. вырастет больше чем в два раза и составит 0,57%.

Такой прогноз может быть объяснен несколькими причинами. Во-первых, причинами могут быть экономические события, такие как повышение спроса на уголь в развивающихся странах. Страны с быстро растущей экономикой, такие как Индия и некоторые страны Юго-Восточной Азии, продолжают увеличивать потребление угля для удовлетворения своих энергетических потребностей.

Экономический рост и промышленное развитие после пандемии COVID-19 могут привести к увеличению потребления угля, особенно в отраслях, где переход на альтернативные источники энергии еще не завершен.

Что касается политических причин, то в некоторых странах правительства могут продолжать поддерживать угольную промышленность через субсидии и льготные условия для угольных компаний, что способствует росту производства и, следовательно, угольной ренты.

Также необходимо отметить возможную технологическую причину – открытие и разработку новых угольных месторождений, особенно в регионах с низкими затратами на добычу, что может увеличить мировые объемы производства угля.

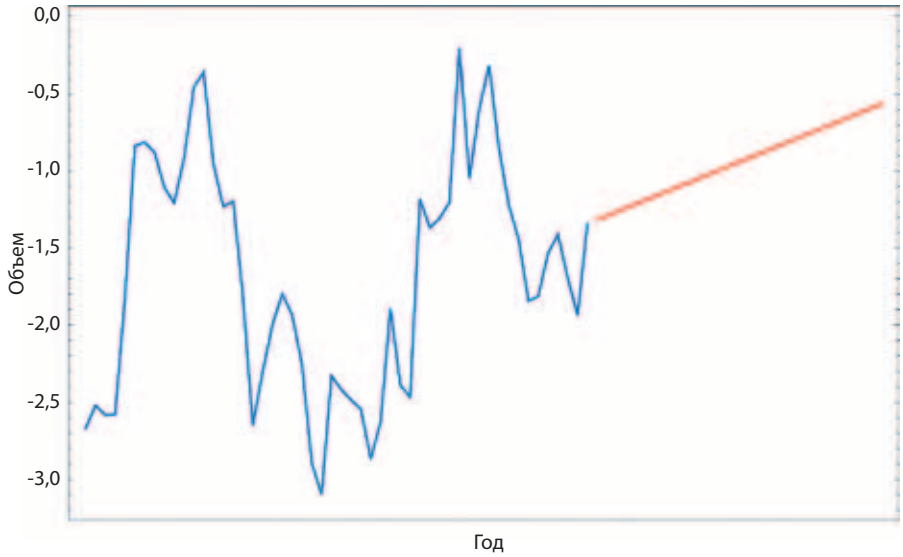

Рис. 1. Прогнозирование мировой величины угольной ренты в процентах от ВВП страны на основе метода ARIMA до 2051 г.

Fig. 1. Forecasting the world coal rent as a percentage of the country's GDP based on the ARIMA method up to 2051

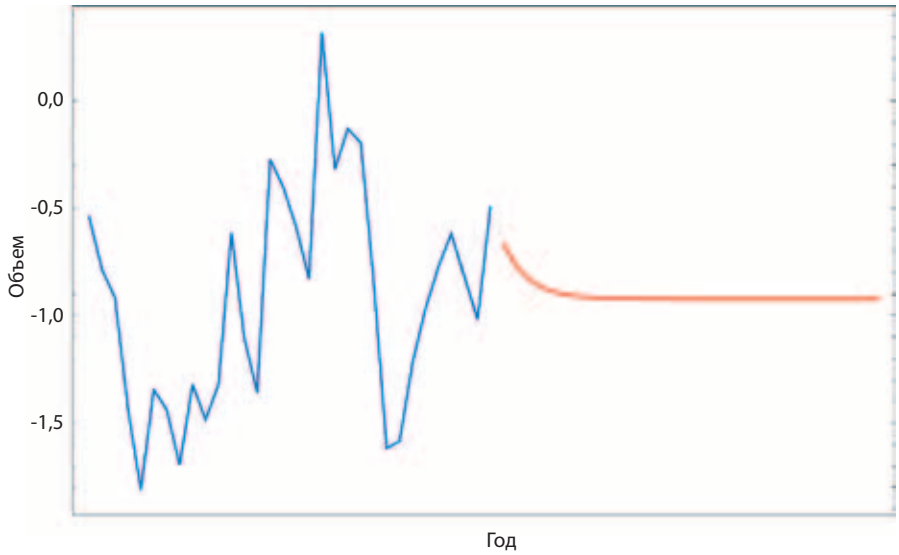

Рис. 2. Прогнозирование величины угольной ренты России в процентах от ВВП страны на основе метода ARIMA до 2051 г.

Fig. 2. Forecasting of Russia's coal rent as a percentage of the country's GDP based on the ARIMA method up to 2051

В связи с достижениями и соглашением сторон по цели устойчивого развития необходимо помнить об экологических причинах. Несмотря на глобальные усилия по переходу на возобновляемые источники энергии, уголь может оставаться важным источником энергии в переходный период, особенно в странах, где инфраструктура для альтернативных источников энергии еще не развита.

Конечно, не стоит забывать, что уголь остается одним из самых дешевых источников энергии по сравнению с другими ископаемыми и возобновляемыми источниками, что поддерживает его спрос на мировом рынке, а существование долгосрочных контрактов на поставку угля между странами-производителями и странами-потребителями обеспечивает стабильный поток доходов и предсказуемость ренты.

Прогнозируемый рост мировой угольной ренты до 2051 г. может быть результатом совокупного действия этих факторов. Несмотря на глобальные усилия по сокращению использования угля из-за экологических соображений, экономические и технологические реальности в ряде стран могут способствовать сохранению и даже увеличению роли угля в мировом энергетическом балансе.

Далее представлен прогноз показателя «Coal rents (% of GDP)» России, который отражает удельный вес угольной ренты в валовом внутреннем продукте страны. В России угольная отрасль также играет значительную роль в экономике, особенно в регионах с развитыми угольными промышленными комплексами, такими как Кемеровская область.

Визуализация объема величины угольной ренты в процентах от валового внутреннего продукта России, которая представлена на *рис. 2*, позволяет выделить несколько характерных волн. Так, с 1990 по 1992 г. происходит снижение с 0,58 до 0,24% в связи с распадом СССР и проводимой экономической политикой. Основную волну роста можно увидеть с 2004 по 2012 г. с пиковым значением в 2008 г., когда удельный вес составлял 1,38% в общей величине ВВП страны. Однако далее произошло снижение величины угольной ренты, и рост начался вновь с 2016 г. В 2020 г. в связи с пандемией COVID-19 наблюдалось снижение величины угольной ренты с 0,44% до 0,36%. В 2021 г. вновь наблюдается рост, и величина угольной ренты составила 0,61%.

Проведенный анализ показателя по данным за 31 год, с 1990 по 2021 г. и его прогнозирование методом ARIMA представлены на *рис. 2*.

Произойдет снижение величины угольной ренты в течение последующих лет, и затем с 2031 г. будет стабилизация величины угольной ренты в объеме ВВП России в размере 0,39% (*см. рис. 2*).

ОБСУЖДЕНИЕ

Снижение показателя с последующей стабилизацией может объясняться как экономическими, так и политическим, и экологическими причинами.

Что касается экономического аспекта, то прежде всего необходимо говорить об изменении цен на уголь на мировом рынке, которые влияют на снижение угольной ренты России. Тенденция перехода России к более экологически чистым источникам энергии и стратегические цели по снижению потребления угля внутри страны могут привести к уменьшению угольной ренты.

К политическим аспектам можно отнести введенные в 2022 г. против России санкции, которые повлияли на экспорт угля и, соответственно, на угольную ренту.

Что касается экологических причин, то стратегии целей устойчивого развития и принятие международных соглашений по сокращению выбросов углекислого газа могут привести к снижению использования угля и, как следствие, уменьшению угольной ренты. Таким образом, возможный спад в величине угольной ренты в Российской Федерации до 2031 года может быть результатом комбинации данных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозирование величин «Coal rents (% of GDP)» является важным для принятия обоснованных решений в области экономики, экологии и управления ресурсами.

Прогнозирование угольной ренты с использованием метода ARIMA дает ценную информацию для анализа текущих тенденций и предсказания будущих изменений. Это позволяет компаниям и правительственным органам принимать обоснованные решения, снижать риски и эффективно использовать возможности для устойчивого развития и экономического роста.

В целом, выявленные изменения могут быть следствием стратегических решений и адаптации России к изменяющимся условиям в мировой экономике, включая стремление к повышению самообеспеченности в добыче и продаже угля, а также управлению политическими и экономическими рисками.

Список литературы • References

1. Жернов Е.Е., Осокина Н.В. Рентный аспект циркулярной экономики в угольной промышленности ресурсодобывающего региона. 2. Бизнес-модели циркулярной экономики на угледобывающих предприятиях: рентный аспект // Уголь. 2022. № 6. С. 80-83. DOI: 10.18796/0041-5790- 2022-6-80-83.
   Zhernov E.E., Osokina N.V. The rent aspect of the circular economy in the coal industry of a resources-extractive region. 2. Business models of the cir- cular economy at coal mining enterprises: the rent aspect. *Ugol'*. 2022;(6):80-83. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-6-80-83.
2. Korkmaz Ö. Do Oil, Coal, and Natural Gas Consumption and Rents Impact Economic Growth? An Empirical Analysis for the Russian Federation. *SSRN Electron*. J. 2022.
3. Liu B., Tian J. Natural resources led innovation: Employing structural break approach to explore USA's natural resources sector. *Resour. Policy*. 2023;(85).
4. Li S., Chen L., Jiang T. et al. Multidimensional financial development and natural resources: A path for sustainable development via natural resources and digitalization. *Resour. Policy*. 2024;(88).
5. Pan L., Wang Ya, X. Sun et al. Natural resources: A determining factor of geopolitical risk in Russia? Revisiting conflict-based perspective. *Resour. Policy*. 2023;(85).
6. Li J., Li Yu., Zheng Z. et al. Environment and natural resources degradation under COVID-19 crises: Recovery post pandemic. *Resour. Policy*. 2023;(83).
7. Wu D., Yang Yu., Shi Yi. et al. Renewable energy resources, natural resources volatility and economic performance: Evidence from BRICS. *Resour. Policy*. 2022;(76).
8. Asif M., Khan B., Muhammad K. et al. Dynamic interaction between financial development and natural resources: Evaluating the 'Resource curse' hypothesis. *Resour. Policy*. 2020;(65).
9. Dogan E., Altinoz B., Tzeremes P. The analysis of 'Financial Resource Curse' hypothesis for developed countries: Evidence from asymmetric effects with quantile regression. *Resour. Policy.* 2020;(68).
10. Mai N.T., Ha L.T., Hoa T.T.M. et al. Effects of Digitalization on Natural Resource Use in European Countries: Does Economic Complexity Matter? *Int. J. Energy Econ. Policy.* 2022;12(3).
11. Zhou B., Huang Ya., Gao K. et al. How geopolitical risk and economic policy uncertainty impact coal, natural gas, and oil rent? Evidence from China. *Resour. Policy.* 2024;(88).
12. Gyamfi B.A., Adedoyin F.F., Bein M.A. et al. The anthropogenic consequences of energy consumption in E7 economies: Juxtaposing roles of renewable, coal, nuclear, oil and gas energy: Evidence from panel quantile method. *J. Clean. Prod*. 2021;(295).
13. Adedoyin F.F., Gumeda M.I., Bekun F.V. et al. Modelling coal rent, economic growth and CO_2 emissions: Does regulatory quality matter in BRICS economies? *Sci. Total Environ*. 2020;(710).
14. Albeladi K., Zafar B., Mueen A. Time Series Forecasting using LSTM and ARIMA. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl*. 2023;14(1).
15. Sirisha U.M., Belavagi M.C., Attigeri G. Profit Prediction Using ARIMA, SARIMA and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison. *IEEE Access*. 2022;(10).

Authors Information
Kurilova A.A. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Professor, Institute of Finance, Economics and Management, Togliatti State University, Togliatti, 445051, Russian Federation

Информация о статье
Поступила в редакцию: 18.06.2024
Поступила после рецензирования: 15.11.2024
Принята к публикации: 28.11.2024

Paper info
Received June 18, 2024
Reviewed November 15, 2024
Accepted November 28, 2024