

Научная статья

УДК 332.1

DOI: 10.47475/1994-2796-2025-497-3-49-59

ПРОГНОЗНЫЕ СЦЕНАРИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В РЕГИОНАХ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Сергей Сергеевич Красных

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия, krasnykh.ss@uiec.ru,
0000-0002-2692-5656

Аннотация. В условиях санкционных ограничений российская добывающая промышленность сталкивается с существенными вызовами, связанными с сокращением объёмов добычи, ограниченным доступом к технологиям и финансовым рынкам, а также необходимостью переориентации экспортных потоков. Эти проблемы особенно актуальны для ключевых добывающих регионов, таких как Уральский федеральный округ. Целью данной статьи является разработка прогнозных сценариев объёмов добычи полезных ископаемых в муниципальных образованиях УрФО до 2027 года, что позволит создать основу для комплексных стратегий устойчивого развития добывающей отрасли. В исследовании используются эконометрические модели ARMA и ARIMA, которые применимы для анализа временных рядов, позволяя учитывать как стационарные, так и нестационарные данные. Модели разрабатываются на основе ежемесячных показателей добычи полезных ископаемых в регионах УрФО за период с декабря 2017 года по ноябрь 2024 года. Анализ включает выбор параметров моделей, проверку их адекватности и интерпретацию полученных результатов. В ходе исследования построены инерционные, оптимистичные и пессимистичные сценарии объёмов добычи полезных ископаемых, которые могут быть полезны для разработки стратегий в современных геополитических условиях.

Ключевые слова: Уральский федеральный округ, добыча полезных ископаемых, прогнозные сценарии, временные ряды, ARMA, ARIMA

Для цитирования: Красных С. С. Прогнозные сценарии добычи полезных ископаемых в регионах Уральского федерального округа // Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 3 (497). С. 49-59. DOI: 10.47475/1994-2796-2025-497-3-49-59

Original Article

FORECAST SCENARIOS OF MINERAL PRODUCTION IN THE REGIONS OF THE URALS FEDERAL DISTRICT

Sergey S. Krasnykh

Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, krasnykh.ss@uiec.ru,
0000-0002-2692-5656

Abstract. In the context of sanctions restrictions, the Russian mining industry faces significant challenges related to reduced production volumes, limited access to technology and financial markets, and the need to reorient export flows. These problems are particularly relevant for key producing regions such as the Urals Federal District. The purpose of this paper is to develop forecast scenarios of mineral extraction volumes in the municipalities of the Urals Federal District until 2027, which will provide a basis for comprehensive strategies for sustainable development of the extractive industry. The study uses econometric models ARMA and ARIMA, which are applicable for time series analysis, allowing to take into account both stationary and non-stationary data. The models are developed on the basis of monthly indicators of mineral production in the regions of the Urals Federal District for the period from December 2017 to November 2024. The analysis includes the selection of model parameters, verification of their adequacy and interpretation of the results obtained. The study constructs inertial, optimistic and pessimistic scenarios of mineral extraction volumes, which can be useful for developing strategies in the current geopolitical environment.

Keywords: Ural Federal District, mineral extraction, forecast scenarios, time series, ARMA, ARIMA

For citation: Krasnykh S. S. Forecast scenarios of mineral extraction in the regions of the Urals federal district. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2025;(3(497):49-59. (In Russ.). DOI: 10.47475/1994-2796-2025-497-3-49-59

Введение

Санкции, введённые против России, существенно повлияли на нефтегазовый сектор, ограничив доступ к передовым технологиям и финансированию. Это, в свою очередь, отразилось на объёмах добычи и экспорта энергоресурсов. Например, в Ямало-Ненецком автономном округе, ключевом регионе газодобычи, наблюдалось сокращение добычи почти на 8 %, а инвестиции в регион снизились на 16,4 % в 2023 году¹. В ответ на эти вызовы российские компании начали переориентировать экспортные потоки на восточные и южные рынки, а также активно развивать внутренний рынок. Президент РФ Владимир Владимирович Путин в мае 2024 года отметил открытие новых направлений для экспорта сырья и стабильное развитие на внутреннем рынке, подчеркнув, что потребности экономики в сырьё растут и полностью обеспечиваются за счёт активной работы топливно-энергетического комплекса². Однако, несмотря на предпринимаемые меры, долгосрочные прогнозы указывают на сложности в поддержании объёмов добычи нефти после 2025 года. Это связано с ростом трудноизвлекаемых запасов и ухудшением качественных характеристик нефти. В исследовании Центра энергетических исследований бизнес-школы «Сколково» отмечается, что поддержание объёмов добычи потребует углублённой разработки действующих месторождений с применением методов интенсификации добычи, разработки нетрадиционных запасов нефти на суше и освоения морских месторождений, включая арктический шельф³.

В целом для обеспечения устойчивого развития добывающей отрасли в условиях санкционных ограничений необходима разработка комплексных стратегий, учитывающих переориентацию

¹ Как внешнеэкономические факторы повлияли на добычу полезных ископаемых в регионах. URL: <https://rg.ru/2023/09/26/dobycha-gaza-snizilas.html> (дата обращения 22.12.2024).

² Вызовы и перспективы в нефтегазе: точки роста отрасли в условиях санкций. URL: https://www.vedomosti.ru/industry/industrial_policy/articles/2024/09/16/1062593-vizovi-i-perspektivi-v-neftegaze-tochki-rosta-otrasli-v-usloviyah-sanktsii (дата обращения 22.12.2024).

³ Перспективы российской нефтедобычи: жизнь под санкциями. URL: <https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/research04-ru.pdf> (дата обращения 22.12.2024).

экспортных потоков, развитие внутреннего рынка, внедрение инновационных технологий и диверсификацию источников финансирования, а для разработки данных стратегий необходимы прогнозные сценарии объёмов добычи полезных ископаемых, что и является целью данного исследования.

В рамках данного исследования планируется проанализировать объёмы добычи полезных ископаемых в муниципальных образованиях Уральского Федерального округа с целью выявления основных закономерностей и тенденций в данной сфере, а также построить прогнозы добычи полезных ископаемых в регионах УрФО на период до 2027 года с помощью ARIMA(ARMA) моделирования.

Выбор данного метода прогнозирования обусловлен тем, что ARIMA (ARMA) моделирование позволяет строить наиболее точные сценарии для краткосрочных прогнозов в отличие от большинства методических подходов. В статье «Прогнозирование социально-экономических явлений в условиях цифровизации в экономике» авторы анализируют динамику численности занятых в экономике России и приходят к выводу, что авторегрессионное моделирование, в частности модели ARIMA, эффективно для краткосрочного прогнозирования социально-экономических процессов [1]. В исследовании [2] рассматривается использование модели ARMA/ARIMA для прогнозирования экономических кризисов. Оценка эффективности моделей показала высокую точность прогнозов, особенно в условиях резких изменений данных. Прогнозы касались таких переменных, как занятость и промышленное производство. Модели ARIMA также были использованы для прогнозирования объёмов производства молока в России. Автор подчёркивает эффективность стохастических сезонных моделей ARIMA для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования [3]. В целом ARMA/ARIMA модели являются универсальными для прогнозирования различных социально-экономических явлений, например, данные модели использовались для краткосрочного прогнозирования во время пандемии COVID-19 в Бразилии [4], в прогнозировании социально-экономических последствий, связанных со здоровьем, таких как уровень смертности [5], для прогнозирования экономического роста Сомали [6], для прогнозирования экономических и финансовых временных рядов [7] и др.

В исследовании «Автоматический подбор параметров модели ARIMA для прогноза количества случаев заражения и смерти от COVID-19» рассматривается применение модели ARIMA для прогнозирования временных рядов, связанных с распространением коронавирусной инфекции. Авторы отмечают, что точность прогнозов зависит от правильного подбора параметров модели и качества исходных данных [8]. В работе «К вопросу о прогнозировании социально-экономического развития города Вологды» проведена апробация модели ARIMA для прогнозирования показателей социально-экономического развития. Полученные прогнозные значения свидетельствуют о приемлемой точности модели для среднесрочных прогнозов [9]. В исследовании, опубликованном в журнале *Humanities and Social Sciences Communications*, авторы применили модель ARIMA для прогнозирования пяти ключевых экономических временных рядов, существенно влияющих на государственный и частный секторы Бразилии. Результаты показали, что модели ARIMA способны адаптироваться к быстрым изменениям в экономической среде, что делает их ценным инструментом для прогнозирования экономических показателей [10]. В другом исследовании, посвящённом прогнозированию уровня безработицы в США, было выявлено, что модели ARIMA демонстрируют высокую точность краткосрочных прогнозов, что особенно важно для оперативного реагирования на изменения в экономике [11].

Сравнительный анализ, проведённый в исследовании, опубликованном в *Journal of Big Data*, оценивал точность прогнозов, полученных с помощью моделей ARIMA, классических методов декомпозиции временных рядов и метода Хольта — Уинтерса. Результаты показали, что модели ARIMA и их расширения обеспечивают высокую точность прогнозов при моделировании трендов и сезонных колебаний в экономических данных [12].

Таким образом, существующие отечественные и зарубежные исследования подтверждают высокую точность прогнозирования временных рядов при краткосрочном моделировании.

Анализ временных рядов с использованием ARIMA (ARMA) прогнозирования также использовался для предсказания динамики добычи ресурсов. В работе, посвящённой прогнозированию величин угольной ренты стран мира, метод ARIMA использовался для качественного прогнозирования и моделирования временных рядов. Данные предварительно логарифмирова-

лись и обрезались для повышения точности модели [13]. В исследовании, посвящённом анализу и прогнозированию добычи полезных ископаемых в Перу, применялись методы статистического анализа и моделирования временных рядов, включая ARIMA. Была разработана интерактивная карта, позволяющая пользователям исследовать географию Перу и получать детальную статистику по каждому региону. С помощью модели ARIMA были сделаны прогнозы по будущей добыче минералов, что способствует информированному принятию решений в планировании и управлении ресурсами в горнодобывающем секторе [14].

Анализ научной литературы, связанной с прогнозированием добычи полезных ископаемых в регионах Уральского федерального округа выявил, практически полное отсутствие исследований по данной проблематике. Существуют работы, посвящённые анализу и прогнозированию изменений геологической среды при освоении месторождений Урала. Например, диссертация А. С. Зайцева «Анализ и прогноз техногенных изменений геологической среды при освоении месторождений Урала» рассматривает техногенные изменения, возникающие в процессе разработки месторождений, и предлагает методы их прогнозирования [15]. А также в Стратегии социально-экономического развития Уральского федерального округа на период до 2020 года рассматривались различные сценарии развития добычи полезных ископаемых, включая инновационный сценарий, предполагающий развитие высокотехнологичных наукоёмких производств и обеспечение благоприятного инвестиционного климата в регионе¹.

Таким образом, анализ существующей научной литературы показал, что вопросы прогнозирования объёмов добычи полезных ископаемых в регионах Уральского федерального округа остаются малоизученными. Несмотря на широкое применение моделей ARIMA (ARMA) для анализа и прогнозирования временных рядов в различных отраслях, их использование для оценки динамики добычи полезных ископаемых в этом макрорегионе России не нашло должного отражения в научных исследованиях.

В связи с этим новизна и оригинальность данного исследования заключается в применении

¹ Стратегия социально-экономического развития Уральского федерального округа на период до 2020 года. URL: <https://rg.ru/documents/2011/10/17/ural-site-dok.html> (дата обращения 21.12.2024).

ARIMA (ARMA) моделей для прогнозирования объёмов добычи полезных ископаемых на уровне Уральского федерального округа. Такой подход позволяет учитывать региональные особенности для формирования более точных сценариев развития добывающей отрасли, которые могут быть полезны для стратегического планирования и устойчивого развития добычи полезных ископаемых в условиях санкционных ограничений.

Анализ динамики добычи полезных ископаемых в муниципальных образованиях Уральского федерального округа

Рассмотрим объёмы добычи полезных ископаемых в регионах Уральского федерального округа в динамике за период с 2005 по 2024 год (табл. 1).

Практически во всех регионах наблюдается устойчивый рост объёмов добычи полезных ископаемых как в рублевом, так и в долларовом выражении (рис. 1). Это может быть связано с рас-

ширением добывающих мощностей, развитием технологий и ростом мировых цен на сырьё.

Ханты-Мансийский автономный округ и Ямало-Ненецкий автономный округ занимают лидирующие позиции по объёмам добычи. На их долю приходится значительная часть совокупной добычи УрФО. Это объясняется крупными месторождениями нефти, газа и других ресурсов в этих регионах. Свердловская, Тюменская и Челябинская области демонстрируют более умеренные темпы роста добычи по сравнению с ХМАО и ЯНАО. Это может быть связано с преобладанием перерабатывающих отраслей экономики и меньшими объёмами запасов полезных ископаемых. Курганская область показывает сравнительно низкие объёмы добычи полезных ископаемых, однако за анализируемый период также наблюдается устойчивый рост. Показатели в миллионах долларов США демонстрируют заметные колебания, что может быть связано с изменениями

Таблица 1
Table 1

Объёмы добычи полезных ископаемых Mining volumes

| Год | Курганская область, млн руб. | Свердловская область, млн руб. | Тюменская область, млн руб. | Ханты-Мансийский автономный округ, млн руб. | Ямало-Ненецкий автономный округ, млн руб. | Челябинская область, млн руб. |
|------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|---|-------------------------------|
| 2005 | 306 | 34106 | 6236 | 1285302 | 364787 | 7587 |
| 2006 | 511 | 37894 | 7494 | 1511714 | 459580 | 9613 |
| 2007 | 844 | 49355 | 7944 | 1562900 | 464564 | 12830 |
| 2008 | 1152 | 54595 | 9025 | 1755504 | 559252 | 16603 |
| 2009 | 1186 | 39051 | 19646 | 1674428 | 498136 | 14416 |
| 2010 | 1582 | 61206 | 33486 | 1852415 | 558134 | 18253 |
| 2011 | 1846 | 70638 | 56615 | 2332816 | 671459 | 22603 |
| 2012 | 2511 | 62710 | 82834 | 2631669 | 890918 | 27607 |
| 2013 | 2447 | 54804 | 109567 | 2341619 | 1054857 | 31438 |
| 2014 | 2320 | 52059 | 130518 | 2403087 | 1146823 | 36862 |
| 2015 | 2442 | 56178 | 164280 | 2717011 | 1354152 | 57432 |
| 2016 | 3493 | 54118 | 170772 | 2662062 | 1495221 | 67340 |
| 2017 | 3315 | 66980 | 173825 | 2983368 | 1911722 | 63272 |
| 2018 | 3222 | 76538 | 273221 | 3778782 | 2470590 | 80990 |
| 2019 | 3595 | 92683 | 244394 | 3859612 | 2664635 | 88635 |
| 2020 | 3611 | 96468 | 183803 | 2667269 | 2359770 | 141301 |
| 2021 | 3454 | 166258 | 315392 | 4553666 | 3700418 | 214812 |
| 2022 | 3315 | 134674 | 307764 | 5838446 | 4602504 | 206632 |
| 2023 | 4586 | 137380 | 286275 | 7641244 | 4430597 | 246129 |
| 2024 | 5249 | 178759 | 348301 | 8748028 | 5140595 | 252789 |

Источник: Росстат. Регионы России. Социально-экономические показатели¹.

¹Регионы России. Социально-экономические показатели // Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 21.11.2024).

валютного курса и глобальными колебаниями цен на ресурсы. Совокупные объёмы добычи в УрФО показывают устойчивый рост, достигая максимальных значений в 2024 году. Однако объёмы добычи полезных ископаемых в долларовом эквиваленте демонстрируют падения в периоды глобальных геоэкономических событий, например, в 2009 году темпы роста замедляются, что особенно заметно в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах, что связано с падением мировых цен на нефть и газ, а также снижением инвестиций в добывающие отрасли. С 2013 года добыча в рублевом выражении демонстрирует более умеренные темпы роста или стагнацию, что может быть связано с усложнением доступа к зарубежным технологиям и финансированию. В долларовом выражении в 2014–2016 годах отмечается снижение, что объясняется валютным кризисом. В 2020 году объёмы добычи в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах снижаются, что связано с падением мирового спроса на нефть и газ, вызванным локдаунами и глобальным сокращением экономической активности. С 2022 года, несмотря на введённые санкции, наблюдается рост объёмов добычи, особенно в нефтегазовых регионах. Это может быть связано с переориентацией экспорта на азиатские рынки, мерами государственной поддержки и стремлением сохранить добычу на высоком уровне для обеспечения доходов федерального бюджета.

Таким образом, за анализируемый период наблюдается общий рост добычи полезных ископаемых в УрФО, с концентрацией добывающей активности в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах. Это свидетельствует о продолжающемся расширении и модернизации добывающей инфраструктуры, а также о высоком спросе на ресурсы, добываемые в этом регионе. Свердловская и Челябинская области сохраняют свои позиции в добыче твёрдых полезных ископаемых, но объёмы добычи здесь значительно уступают автономным округам, что подчёркивает разнообразие ресурсной базы и специализацию регионов УрФО.

Материалы и методы

Следующей задачей исследования является разработка сценариев добычи полезных ископаемых на среднесрочный период до 2027 года. Для прогнозирования будет применён метод ARMA (ARIMA) моделирования, основанный на методологии Бокса — Дженкинса.

Модели ARMA (AutoRegressive Moving Average) представляют собой метод эконометрического моделирования, который учитывает влияние авторегрессии (AR) и скользящего среднего (MA). Они предполагают, что текущее значение временного ряда определяется линейной комбинацией его прошлых значений и ошибок предыдущих периодов, что делает их эффективными для анализа линейных зависимостей.



Рис. 1. Динамика добычи полезных ископаемых в Уральском федеральном округе (млн долл. США)

Fig. 1. Dynamics of mineral production in the Urals Federal District (mln. USD)

Источник: Росстат. Регионы России. Социально-экономические показатели¹.

¹Регионы России. Социально-экономические показатели // Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения 21.12.2024).

Модели ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) расширяют подход ARMA, добавляя механизм учёта нестационарности временных рядов. Нестационарные данные характеризуются изменением среднего значения и дисперсии во времени. ARIMA устраняет эту проблему с помощью дифференцирования, что позволяет сделать данные стационарными и пригодными для моделирования.

Ключевое различие между ARMA и ARIMA заключается в типе данных: ARMA подходит для стационарных временных рядов, а ARIMA используется для нестационарных данных. Процесс построения моделей включает выбор порядка компонентов AR и MA, а также проверку остатков модели на нормальность и отсутствие автокорреляции, что подтверждает её адекватность.

Таким образом, разработка сценариев добычи полезных ископаемых на период до 2027 года будет строиться на основании следующих этапов:

1) оценка стационарности исходных данных с помощью расширенного теста Дики — Фуллера для каждого из регионов;

2) выбор подходящей модели (ARMA или ARIMA) в зависимости от наличия или отсутствия стационарности в полученных данных;

3) определение наиболее эффективных значений p (авторегрессионная составляющая) и q (скользящая средняя) с помощью информационных критериев Шварца, Акаике и коэффициента детерминации;

4) построение прогнозных сценариев для каждого из регионов Уральского федерального округа.

Для реализации моделей ARMA и ARIMA будет использоваться программное обеспечение Gretl. В качестве исходных данных задействованы ежемесячные показатели добычи полезных ископаемых регионов Уральского федерального

округа за период с декабря 2017 года по ноябрь 2024 года¹.

Результаты исследования

Первым этапом реализации данного методического подхода является анализ стационарности временных рядов по показателю добычи полезных ископаемых за период с декабря 2017 года по ноябрь 2024 года для каждого из регионов Уральского федерального округа с помощью расширенного теста Дики — Фуллера (табл. 2). Использовался тест с константой и трендом.

Расширенный тест Дики-Фуллера с константой и трендом подтвердил присутствие стационарности во временных рядах Тюменской и Челябинской области. Временные ряды в остальных регионах Уральского федерального округа нестационарны, поэтому для них будет использоваться модель ARIMA. Результаты ARMA (ARIMA) моделирования представлены в табл. 3.

В результате ARMA (ARIMA) моделирования были получены прогнозы на 2025 и 2026 гг., в области добычи полезных ископаемых для всех регионов Уральского федерального округа. Инерционный сценарий отражает текущее состояние экономики при условии отсутствия значительных изменений, таких как рост или падение цен на энергоресурсы. Пессимистичный сценарий учитывает риски, связанные с неблагоприятными внешними условиями: усиление санкций, снижение мирового спроса, падение цен на сырьё или замедление внутреннего экономического роста. Оптимистичный сценарий предполагает благоприятное сочетание факторов: рост инвестиций, высокие

¹ Федеральная служба государственной статистики. Объём отгруженной продукции (Добыча полезных ископаемых). URL: https://bi.gks.ru/biportal/contourbi.jsp?allsol=1&solution=Dashboard&project=%2FDashboard%2Fcompany_statistics (дата обращения 21.12.2024)

Таблица 2
Table 2

Оценка стационарности временных рядов Estimation of stationarity of time series

| Регион | Асимпт. р-значение | Стационарность |
|----------------------|--------------------|----------------|
| Курганская область | 0,7701 | Отсутствует |
| Свердловская область | 0,2167 | Отсутствует |
| Тюменская область | 0,02969 | Присутствует |
| Ханты-Мансийский АО | 0,3137 | Отсутствует |
| Ямало-Ненецкий АО | 0,1563 | Отсутствует |
| Челябинская область | 0,05204 | Присутствует |

Источник: составлено автором по результатам моделирования в программе Gretl.

цены на энергоресурсы, успешное развитие инфраструктуры и снижение внешнего давления со стороны западных стран.

Сценарии развития добычи полезных ископаемых представлены в табл. 4.

Для оценки точности прогнозной модели проведено сравнение рассчитанных значений добычи полезных ископаемых на 2024 год с фактически данными. Результаты анализа представлены в табл. 5.

Таблица 3

Table 3

**Результаты ARMA (ARIMA) моделирования
ARMA (ARIMA) modeling results**

| Регион | Порядок p (AR) | Порядок I | Порядок q (MA) | R2 |
|----------------------|----------------|-----------|----------------|------|
| Курганская область | 9 | - | 10 | 0,75 |
| Свердловская область | 8 | - | 3 | 0,88 |
| Тюменская область | 4 | 1 | 4 | 0,74 |
| Ханты-Мансийский АО | 9 | - | 10 | 0,94 |
| Ямало-Ненецкий АО | 8 | - | 9 | 0,94 |
| Челябинская область | 5 | 1 | 5 | 0,95 |

Источник: составлено автором по результатам моделирования в программе Gretl.

Таблица 4

Table 4

**Прогнозные сценарии добычи полезных ископаемых
в регионах Уральского федерального округа (млн руб)
Forecast scenarios of mineral extraction in the regions of the Urals Federal District (mln. rub.)**

| Год | Регион | Инерционный сценарий | Пессимистичный сценарий | Оптимистичный сценарий |
|------|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| 2025 | Курганская область | 5943 | 4775 | 7111 |
| 2026 | | 5716 | 3964 | 7469 |
| 2025 | Свердловская область | 167 009 | 104 054 | 229 965 |
| 2026 | | 144 800 | 59 612 | 229 987 |
| 2025 | Тюменская область | 343 508 | 159 281 | 527 734 |
| 2026 | | 364 130 | 28 588 | 699 673 |
| 2025 | Ханты-Мансийский АО | 6 934 720 | 4 416 560 | 9 452 880 |
| 2026 | | 5 970 800 | 1 953 650 | 9 987 949 |
| 2025 | Ямало-Ненецкий АО | 5 399 627 | 4 033 723 | 6 765 533 |
| 2026 | | 4 985 278 | 2 833 510 | 7 137 047 |
| 2025 | Челябинская область | 308 042 | 261 115 | 354 970 |
| 2026 | | 339 223 | 285 772 | 392 673 |

Источник: рассчитано автором по результатам моделирования в программе Gretl.

Таблица 5

Table 5

**Сравнение прогнозных сценариев добычи полезных ископаемых
в регионах Уральского федерального округа в 2024 году (млн руб)
Comparison of forecast scenarios for mineral extraction in the regions of the Ural Federal District in
2024 (mln. rub.)**

| Регион | Инерционный сценарий | Пессимистичный сценарий | Оптимистичный сценарий | Реальные данные |
|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|
| Курганская область | 4133,224 | 3088,795 | 5177,652 | 5249,372 |
| Свердловская область | 108558 | 62259,34 | 154856,4 | 178759,8 |
| Тюменская область | 418615,8 | 234190,1 | 603041,3 | 348301,8 |
| Ханты-Мансийский АО | 7502043 | 4890393 | 10113692 | 8748029 |
| Ямало-Ненецкий АО | 4794983 | 743097,6 | 6251428 | 5140596 |
| Челябинская область | 250249,8 | 173557,5 | 326942 | 252789,7 |

Источник: рассчитано автором по результатам моделирования в программе Gretl.

Анализ показал, что наибольшая точность прогнозов наблюдается для следующих сценариев: оптимистичный сценарий в Курганской области (точность 1 %), Свердловской области (15 %) и Ханты-Мансийском автономном округе (13,3 %); инерционный сценарий в Тюменской области (16,6 %), Ямало-Ненецком автономном округе (7,6 %) и Челябинской области (1,2 %). Важно отметить, что в ни одном из случаев наилучший результат не был достигнут при пессимистичном сценарии, что может свидетельствовать о недооценке реальной динамики добычи в условиях адаптации отрасли к внешнеэкономическим вызовам. В целом полученные результаты подтверждают адекватность применённой методологии и обоснованность использования ARIMA/ARMA моделирования для краткосрочного прогнозирования добычи полезных ископаемых.

Полученные прогнозные сценарии на 2025–2026 годы для регионов Уральского федерального округа демонстрируют различия в ожидаемых объёмах добычи полезных ископаемых в зависимости от сценария (инерционного, пессимистичного или оптимистичного), что требует сопоставления с исторической динамикой за период с 2005 по 2024 год.

Ханты-Мансийский автономный округ остаётся ключевым регионом по объёмам добычи полезных ископаемых. Прогнозы на 2025 год варьируются от 4,4 трлн рублей в пессимистичном сценарии до 9,4 трлн рублей в оптимистичном, что отражает влияние внешнеэкономической конъюнктуры, инфраструктурных ограничений и спроса на нефть и газ. Инерционный сценарий предполагает стабильный рост, подтверждая текущую динамику. Ямало-Ненецкий автономный округ также демонстрирует значительный рост добычи углеводородов. За 2005–2024 годы добыча в Ямало-Ненецком автономном округе росла стабильными темпами. Прогнозы на 2025 год находятся в диапазоне от 4,0 трлн рублей в пессимистичном сценарии до 6,7 трлн рублей в оптимистичном, что соответствует историческим трендам. Успех реализации оптимистичного сценария будет зависеть от реализации крупных инвестиционных проектов и развития транспортной инфраструктуры. Свердловская область характеризуется стабильной добычей твёрдых полезных ископаемых, преимущественно руд. Объёмы добычи за последние два десятилетия росли умеренными темпами, что сохраняет текущую специализацию региона. Прогнозы на 2025 год варьируются от 104 млрд рублей в пессими-

стичном сценарии до 229 млрд рублей в оптимистичном, что возможно при росте мировых цен на металлы. Однако реализация пессимистичного сценария более вероятна при снижении промышленного спроса. Челябинская область специализируется на добыче твёрдых полезных ископаемых с низкими темпами роста добычи. Прогнозы на 2025 год составляют от 261 млрд рублей в пессимистичном сценарии до 354 млрд рублей в оптимистичном, что укладывается в текущие тенденции. В Тюменской области прогнозные значения на 2025 год находятся в диапазоне от 159 млрд рублей в пессимистичном сценарии до 527 млрд рублей в оптимистичном. Инерционный сценарий предполагает сохранение текущей динамики. Умеренный рост возможен при улучшении экономической ситуации, однако спад добычи не исключён. Курганская область остаётся регионом с низкими объёмами добычи, которые существенно не изменялись в период с 2005 по 2024 год. Прогнозы на 2025 год составляют от 4,7 млрд рублей в пессимистичном сценарии до 7,1 млрд рублей в оптимистичном. Существенный рост без привлечения инвестиций в новые проекты маловероятен.

В целом, сценарии на 2025–2026 годы находятся в диапазоне, соответствующем исторической динамике добычи полезных ископаемых за 2005–2024 годы. Существенные различия между пессимистичными и оптимистичными сценариями объясняются внешними факторами, такими как санкции, изменения цен на сырьевые товары и инвестиционная активность. Северные регионы остаются лидерами по добыче углеводородов, в то время как Свердловская и Челябинская области продолжают специализироваться на добыче твёрдых полезных ископаемых. Реализация оптимистичных сценариев требует благоприятных условий для инвестиций, улучшения инфраструктуры и стабильной внешнеэкономической ситуации.

Также стоит отметить: для Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов наблюдается наибольший разрыв между пессимистичными и оптимистичными сценариями (в 2–3 раза), что объясняется их высокой зависимостью от мировых рынков энергоресурсов. Это связано с их ключевой ролью в нефтегазовом секторе. В Свердловской и Челябинской областях разрыв между сценариями умеренный, что объясняется диверсифицированной экономикой этих регионов, ориентированной на металлургию и промышленное производство. Их зависимость

от глобальных рынков металлов ниже, чем у северных округов. Низкий уровень добычи полезных ископаемых в Курганской области и, соответственно, скромный разрыв между сценариями может быть следствием ограниченной ресурсной базы и слабой инвестиционной активности. Разрыв в сценариях Тюменской области может быть обусловлен географическим расположением региона, а также зависимостью от нефтегазового сектора.

Заключение

Анализ динамики добычи полезных ископаемых в Уральском федеральном округе за 2005–2024 годы и прогнозные сценарии на 2025–2026 годы позволяют сделать следующие выводы. Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа сохраняют лидерство в добыче углеводородов, демонстрируя наибольшие объёмы и рост, что обусловлено их ресурсной базой и инфраструктурой. Однако их прогнозы характеризуются высокой волатильностью: разрыв между пессимистичным и оптимистичным сценариями достигает 2–3 раз, что отражает зависимость от мировых цен на энергоресурсы, санкционного давления и инвестиционной активности.

Свердловская, Челябинская, Тюменская области специализируются на добыче твёрдых полезных ископаемых, демонстрируют умеренный

рост, менее подверженный глобальным колебаниям. Тем не менее, их прогнозы также зависят от спроса на металлы и внутренней экономической конъюнктуры. Курганская область остаётся аутсайдером с минимальными объёмами добычи, что связано с ограниченной ресурсной базой и недостатком инвестиций.

Результаты моделирования ARIMA/ARMA подтвердили эффективность метода для краткосрочного прогнозирования, однако долгосрочная устойчивость отрасли требует учёта внешних факторов: технологических инноваций, переориентации экспорта, развития логистики и диверсификации финансирования. Реализация оптимистичных сценариев возможна при стабилизации внешнеэкономической ситуации, поддержке государства и привлечении инвестиций в инфраструктуру. В условиях санкций ключевыми задачами для регионов УрФО остаются адаптация к новым рынкам сбыта, снижение зависимости от импорта технологий и повышение конкурентоспособности добывающего сектора.

Таким образом, дальнейшие направления исследований будут связаны с разработкой комплексных стратегий развития регионов Уральского федерального округа в современных геополитических условиях, учитывающих прогнозные модели, что позволит обеспечить устойчивое развитие добывающей промышленности в Уральском федеральном округе.

Список источников

1. Курышева С. В., Батырова Д. К. Прогнозирование социально-экономических явлений в условиях цифровизации в экономике // Известия СПбГЭУ. 2022. № 4 (136). С. 113–119.
2. Савинова В. М., Ярушев С. А. Модели сценарного прогнозирования экономических кризисов на основе гибридного подхода // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2020. № 1 (109). С. 32–38
3. Заяц О.А. Прогнозирование объёмов производства молока на основе сезонной ARIMA-модели // Фундаментальные исследования. 2019. № 6. С. 61–66.
4. Ospina R., Gondim J. A.M., Leiva V., Castro C. An Overview of Forecast Analysis with ARIMA Models during the COVID-19 Pandemic: Methodology and Case Study in Brazil // Mathematics. 2023. № 11 P. 3069. DOI: 10.3390/math11143069.
5. Iiie O. D., Ciobica A., Doroftei B. Testing the Accuracy of the ARIMA Models in Forecasting the Spreading of COVID-19 and the Associated Mortality Rate // Medicina. 2020. № 56 (11). P. 566. DOI: 10.3390/medicina56110566.
6. Mohamed A. O. Modeling and Forecasting Somali Economic Growth Using ARIMA Models // Forecasting. 2022. № 4. P. 1038–1050. DOI: 10.3390/forecast4040056.
7. Siami-Namini S., Tavakoli N., Siami Namin A. A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series // 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Orlando, FL, USA. 2018. P. 1394–1401. DOI: 10.1109/ICMLA.2018.00227.
8. Макаровских Т. А., Аботалёв М. С. А. Автоматический подбор параметров модели ARIMA для прогноза количества случаев заражения и смерти от Covid-19 // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2021. Т. 10, № 2. С. 20–37. DOI: 10.14529/cmse210202.

9. Соколова О. А. К вопросу о прогнозировании социально-экономического развития крупного города (на примере города Вологды) // Вопросы территориального развития. 2021. Т. 9, № 3. С. 1–4. DOI: 10.15838/tdi.2021.3.58.4.

10. Pereira da Veiga C., Pereira da Veiga C. R., Girotto F. M. Implementation of the ARIMA model for prediction of economic variables: evidence from the health sector in Brazil // Humanities and Social Sciences Communications. 2024. № 11. P. 1068. DOI: 10.1057/s41599-024-03023-3

11. Zhang D. Forecasting USA Unemployment Rate Base on ARIMA Model // Advances in Economics Management and Political Sciences. 2023. № 49 (1). P. 67–76. DOI: 10.54254/2754-1169/49/20230486

12. Lima S., Gonçalves A. M., Costa M. Predictive accuracy of time series models applied to economic data: the European countries retail trade // Journal of Applied Statistics. 2023. № 51 (9). P. 1818–1841. DOI: 10.1080/02664763.2023.2238249

13. Курилова А. А. Прогнозирование величин угольной ренты стран мира с использованием метода ARIMA // Уголь. 2024. № 12. С. 58–62. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-12-58-62

14. Aucaya-Paco Y. B., Vilca-Mamani L. D., Torres-Cruz F. Peru Mining: Analysis and Forecast of Mining Production in Peru Using Time Series and Data Science Techniques // arXiv. 2023. № 2307. P. 06293. DOI: 10.48550/arXiv.2307.06293

15. Зайцев А. С. Анализ и прогноз техногенных изменений геологической среды при освоении месторождений Урала : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 1994. 33 с.

References

1. Kuryshva SV, Batyrova DK. Forecasting of socio-economic phenomena under conditions of digitalisation in the economy. *Izvestiya SPbGUE = Izvestiya of St. Petersburg State University of Economics*. 2022;(4(136):113-119. (In Russ.).

2. Savinova VM, Yarushev SA. Scenario forecasting models for economic crises based on a hybrid approach. *Vestnik RJeA im. G. V. Plehanova = Bulletin of the Plekhanov Russian Economic Academy*. 2020;(1(109):32-38. (In Russ.).

3. Zayats OA. Forecasting milk production volumes based on a seasonal ARIMA model. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research*. 2019;(6):61-66. (In Russ.).

4. Ospina R, Gondim JA M, Leiva V, Castro C. An Overview of Forecast Analysis with ARIMA Models during the COVID-19 Pandemic: Methodology and Case Study in Brazil. *Mathematics*. 2023;(11):3069. DOI:10.3390/math11143069.

5. Ilie OD, Ciobica A, Doroftei B. Testing the Accuracy of the ARIMA Models in Forecasting the Spreading of COVID-19 and the Associated Mortality Rate. *Medicina*. 2020;(56(11):566. DOI:10.3390/medicina56110566.

6. Mohamed AO. Modeling and Forecasting Somali Economic Growth Using ARIMA Models. *Forecasting*. 2022;4:1038–1050. DOI:10.3390/forecast4040056.

7. Siami-Namini S, Tavakoli N, Siami Namin A. A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series. 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), Orlando, FL, USA; 2018. Pp. 1394-1401. DOI: 10.1109/ICMLA.2018.00227.

8. Makarovskikh TA, Abotaleb MSA. Automatic selection of ARIMA model parameters for predicting the number of cases of infection and death from Covid-19. *Vestnik JuUrG U. Seriya: Vychislitel'naja matematika i informatika = Bulletin of SUSU. Series: Computational Mathematics and Informatics*. 2021;10(2):20-37. DOI:10.14529/cmse210202. (In Russ.).

9. Sokolova OA. To the issue of forecasting the socio-economic development of a large city (on the example of the city of Vologda). *Voprosy territorial'nogo razvitiya = Territorial development issues*. 2021;(3(9):1-4. DOI:10.15838/tdi.2021.3.58.4. (In Russ.).

10. Pereira da Veiga C, Pereira da Veiga CR, Girotto FM. Implementation of the ARIMA model for prediction of economic variables: evidence from the health sector in Brazil. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2024;(11):1068. DOI:10.1057/s41599-024-03023-3.

11. Zhang D. Forecasting USA Unemployment Rate Base on ARIMA Model. *Advances in Economics Management and Political Sciences*. 2023;49(1):67-76. DOI:10.54254/2754-1169/49/20230486.

12. Lima S, Gonçalves AM, Costa M. Predictive accuracy of time series models applied to economic data: the European countries retail trade. *Journal of Applied Statistics*. 2023;51(9):1818-1841. DOI:10.1080/02664763.2023.2238249.

13. Kurilova AA. Forecasting the values of coal rent of the world countries using the ARIMA method. *Ugol = UGOL*. 2024;(12):58-62. DOI:10.18796/0041-5790-2024-12-58-62 (In Russ.).

14. Аусая-Пасо YB, Vilca-Mamani LD, Torres-Cruz F. Peru Mining: Analysis and Forecast of Mining Production in Peru Using Time Series and Data Science Techniques. arXiv. 2023;2307:06293. DOI:10.48550/arXiv.2307.06293.

15. Zaitsev AS. Analiz i prognoz tekhnogennykh izmeneniy geologicheskoy sredy pri osvoyenii mestorozhdeniy Urala = Analysis and forecast of technogenic changes in the geological environment during the development of Ural deposits. Abstract of thesis. Moscow; 1994. 33 p. (In Russ.).

Информация об авторе

С. С. Красных — кандидат экономических наук, научный сотрудник.

Information about the author

S. S. Krasnykh — Candidate of Economic Sciences, researcher.

Статья поступила в редакцию 27.12.2024; одобрена после рецензирования 13.02.2025; принята к публикации 15.03.2025.

The article was submitted 27.12.2024; approved after reviewing 13.02.2025; accepted for publication 15.03.2025.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.