

ПРОГНОЗ ЦЕН НА ЛЕСОПРОДУКЦИЮ НА ОСНОВАНИИ МОДЕЛИ ARIMA

О.П. Сушко✉, М.В. Ефимова

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (РЭУ им. Г.В. Плеханова),
Россия, 115054, г. Москва, Стремянный пер., д. 36

osushko@mail.ru

Рассмотрено построение прогнозных значений цен на лесопroduкцию с помощью модели ARIMA. Представлен алгоритм разработки прогноза с учетом отраслевой и рыночной специфики Российской Федерации. Подробно описан процесс использования модели ARIMA в программной среде Python. Приведены и интерпретированы параметры модели ARIMA, дана оценка качества построения прогноза цен на ее основании. Оценены полученные тенденции ценообразования, описаны основные экономические факторы влияния на объект исследования.

Ключевые слова: ценовая политика, цены, лесное хозяйство, прогнозирование и моделирование: модели и приложения, методология сбора, оценки и организации макроэкономических данных

Ссылка для цитирования: Сушко О.П., Ефимова М.В. Прогноз цен на лесопroduкцию на основании модели ARIMA // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2026. Т. 30. № 4. С. 85–99.
DOI: 10.17816/2542-1468-2026-4-85-99

Лесные ресурсы служат важной основой для множества отраслей промышленности. Лесная продукция имеет существенное значение как в ходе хозяйственной деятельности, так и в конечном потреблении. Степень развития лесного сектора экономики по объемным и ценовым характеристикам свидетельствует о его значимости для экономики страны. Объемные показатели включают в себя объем заготовок древесины, выпуска пиломатериалов, производства целлюлозы, бумаги и других продуктов лесной промышленности. Стоимостные показатели отражают общую стоимость произведенных товаров, добавленную стоимость и доходы от экспорта лесной продукции. Увеличение показателей указывает на рост производственных мощностей и активизацию использования лесных ресурсов, повышение эффективности лесозаготовительной и лесоперерабатывающей отраслей, улучшение качества продукции и увеличение экспортных доходов. Изменения объемов производства лесной продукции влияют на динамику цен на рынке. Для оценки состояния лесного сектора важное значение приобретает мониторинг изменений объемных и стоимостных характеристик за определенные периоды по сравнению с данными других стран. Анализ таких данных позволяет выявить текущие тенденции раз-

вития, определить проблемы и разработать стратегические меры для повышения производительности и конкурентоспособности лесной отрасли [1–3].

Актуальность представленного исследования определяется необходимостью анализа влияния факторов формирования цен на производство продукции лесного комплекса с позиции ценовых значений в будущих периодах. Ценообразование в лесном секторе подвержено влиянию множества факторов, в частности, макроэкономических показателей, изменений в законодательстве, технологических инноваций и экологических требований. Прогнозирование цен на продукцию лесного комплекса имеет важное значение для планирования деятельности предприятий отрасли, разработки инвестиционной стратегии и оценки рисков, поэтому важное значение имеет построение прогнозных моделей различного типа и апробирование их на практике. Такие модели могут служить инструментом для принятия квалифицированных и обоснованных управленческих решений.

Цель работы

Цель работы — получение прогнозных значений на период до трех лет с помощью использования модели ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average).

Объект и методы исследования

Объектом исследования послужили цены на основные виды лесопродукции на национальном и мировом рынках, в частности: бумагу и картон обработанные, пиломатериалы лиственных пород, пиломатериалы хвойных пород, фанеру, целлюлозу древесную и целлюлозу из прочих волокнистых материалов.

В рамках проведения комплексного исследования по созданию адаптивных моделей для прогнозирования цен на лесопродукцию особое значение приобретают новые научные подходы. Оригинальность выполненных работ заключается в апробации инновационных методов анализа и моделирования динамики цен в лесной отрасли, т. е. разработанного авторами программного кода на языке Python для формирования прогнозных значений цен с помощью модели ARIMA. Использование методов временных рядов, регрессионного анализа и машинного обучения для построения прогностических моделей позволяет принимать обоснованные решения в области управления ценами и планирования производства [4, 5].

Современные алгоритмы машинного обучения с помощью нейронных сетей (структурных моделей) расширяют границы традиционного прогнозирования, позволяя моделировать сложные взаимосвязи в огромных объемах данных. Они находят применение в различных сферах, предоставляя аналитикам и специалистам ценные инструменты для принятия обоснованных решений. В настоящее время использование нейронных сетей для прогнозирования ценовых и финансовых временных рядов относится к передовым методам, поскольку основано на модельно-информационном комплексе SCANNER, создававшемся в течение 20 лет. Нейронные сети можно отнести к методам технического анализа, поскольку с их помощью можно выявить закономерности в развитии ряда и скорректировать ту или иную систему на основе ретроспективных данных. Сложные компьютерные программы, созданные для нейронного моделирования, имеют оптимальные методики прогнозирования и содержат огромную информацию, в частности, о рынке: прежние цены, заключенные сделки трейдеров мира и др. [6–8].

На базе нейросетевой модели и расширения диапазона исследуемых параметров был разработан первый отечественный прогноз развития энергетики мира и России на долгосрочный период.

Группа моделей искусственного интеллекта (ИИ) появилась относительно недавно прочих моделей. Достижения в области математики,

биохимии и информатики позволили исследователям моделировать нейронные сети, анализирующие информацию по принципам, схожим с принципами работы мозга. Эти сети обладают возможностью обучаться и анализировать информацию с помощью нейронов, которые лежат в их основе. Множество моделей ИИ, способных обучаться, образуют группу моделей машинного обучения. Машинное обучение — это свойство автоматических сетей анализировать информацию аналогично мыслительной деятельности человека. Такие модели принято объединять в отдельную группу, несмотря на то, что в их основе лежат статистические и математические модели.

ARIMA — это комплексная модель регрессии, созданная исследователями в 1974 г. [9] и предназначенная для анализа временных рядов, позволяет делать прогнозы на основе данных, изменяющихся со временем, и подходит для прогнозирования показателей деятельности предприятий. Основная идея построения прогноза на основании модели ARIMA заключается в построении линейной зависимости текущих значений временного ряда от предыдущих значений. В качестве основы модели используют данные за несколько месяцев или даже лет, после тщательного анализа которых формируют модель возможного развития событий. Методы модели ARIMA применяются при соблюдении определенных условий: ряд данных должен быть стационарным, его математические характеристики, такие как математическое ожидание и дисперсия, не должны изменяться со временем. В случае нестационарных рядов их можно привести к стационарности с помощью взятия разностей определенного порядка — это автоматическая процедура корректировки, реализуемая системой прогнозирования. Входные данные для модели должны быть одномерными, поскольку все методы основываются на использовании прежних значений для прогнозирования будущих показателей.

Модель ARIMA предполагает следующую зависимость данных

$$y_t = \alpha + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}.$$

В модели ARIMA используются три различных параметра: p , d и q . Именно они задают структуру модели и позволяют ей учитывать сезонные колебания, тренды и шумовые составляющие данных. Модель записывается как ARIMA (p , d , q).

Параметр p означает авторегрессионный порядок, определяет, насколько текущие значения временного ряда связаны с его прежними

значениями. Благодаря этому параметру можно регулировать модель, основываясь на использовании предыдущих данных, например: если последние три дня были жаркими, то завтра, скорее всего, тоже будет жарко.

Параметр d означает степень интегрирования, которая помогает устранить тенденцию и сделать временной ряд стационарным: чем меньше разница между текущими и предыдущими значениями, тем проще прогнозирование.

Параметр q — скользящая средняя, описывает влияние ошибок прогнозов прошедших периодов на текущий результат. Он позволяет модели учитывать шумовые отклонения и корректировать прогнозы, основываясь на ранее допущенных ошибках.

При анализе сезонных колебаний применяется сезонная модель ARIMA, обозначаемая как $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)s$. Обозначения (p, d, q) соответствуют несезонным параметрам, о которых указано выше. Параметр s указывает на периодичность временного ряда: 4 — для квартальных данных, 12 — для годовых и т. д.

Выполнение прогноза осуществляется в четыре этапа (рис. 1).

Автоматические модели интегрированных скользящих средних ARIMA — это мощный инструмент для прогноза цен, поскольку у них есть несколько важных преимуществ и особенностей:

1) возможность моделирования последовательностей данных, которые изменяются со временем, что особенно полезно для мониторинга ценовых тенденций колебаний и сезонных изменений;

2) учет долгосрочных тенденций и сезонных колебаний, что имеет важное значение в связи с изменениями, происходящими в зависимости от времени года;

3) преобразование данных в подходящий для анализа вид, что имеет важное значение в связи с нестабильностью, изменчивостью ценовых данных и способствует более точным прогнозам;

4) гибкость, позволяющая учитывать разные особенности временных рядов, например автогрегативные связи, что позволяет справляться со сложными изменениями цен со временем и точно их моделировать;

5) наличие достаточного объема исторических данных, способствующее получению хороших результатов прогнозирования, что особенно необходимо при планировании и оценке рисков;

6) простота интерпретации, позволяющая принимать обоснованные и своевременные решения.

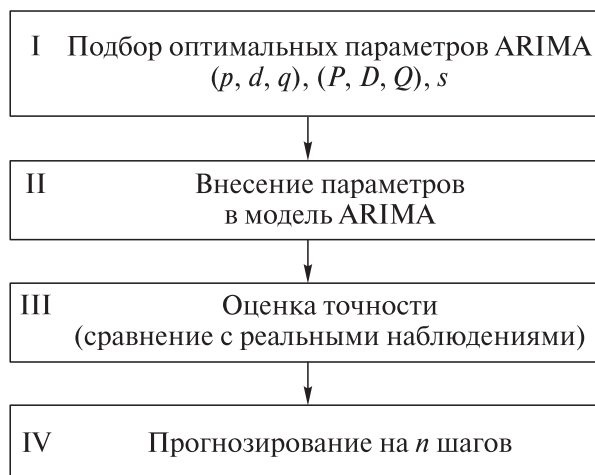


Рис. 1. Алгоритм прогнозирования с использованием модели ARIMA

Fig. 1. Prediction algorithm based on the ARIMA model

Для анализа ценообразования в области производства лесопroduкции были использованы статистические данные, предоставленные Федеральной службой государственной статистики (ФГС) и Федеральной таможенной службой (ФТС), а также информация из дополнительных источников (Лесонлайн и WhatWood). Информация о ценах мировых производителей получена по данным аналитических организаций: Index Mundi, Foex Index Ltd., EUWID, RISI.

Представленные результаты прогноза получены с помощью языка программирования Python (рис. 2).

Научный обзор исследований по теме

Исследования ценообразования и его прогнозирования в области производства продукции лесного комплекса привлекают внимание специалистов и ученых, аналитических агентств и специализированных отраслевых платформ.

Статистические данные публикуются государственными уполномоченными учреждениями Российской Федерации (ФГСС и ФГТС) [10]. Можно использовать некоторые сведения, имеющиеся на сайте Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз). Периодически публикуются аналитические обзоры на порталах международных организаций (FAOSTAT, UNEP и др.) [11]. Дополнительно агрегированные данные российских агентств, таких как «Лес Онлайн: лесная промышленность»

```

import pandas as pd
from prophet import Prophet
import matplotlib.pyplot as plt

# Предполагаем, что у вас уже есть DataFrame df
# Например, загрузите данные
# df = pd.read_csv('path_to_your_data.csv')

# Проверьте названия колонок
print(df.columns)
# Подгонка названий колонок под формат Prophet
df.rename(columns={'Date': 'ds', 'value': 'y'}, inplace=True)
# Преобразование в datetime
df['ds'] = pd.to_datetime(df['ds'])
# Ресемплирование по месяцам
df = df.resample('ME', on='ds').mean().reset_index()
# Обучение модели
model = Prophet(seasonality_mode='additive')
model.fit(df)
# Создание будущего DataFrame
future = model.make_future_dataframe(periods=36, freq='MS') # исправил 'ME' на 'MS' для начала месяца
# Предсказание
forecast = model.predict(future)
# Визуализация графика прогноза
fig = model.plot(forecast, xlabel='Дата', ylabel='Цена')
plt.title('Прогноз цен с Prophet на 36 месяцев')
plt.grid()
plt.show()
# Визуализация компонент сезона и тренда
model.plot_components(forecast)
plt.show()
# Вывод прогнозной таблицы
# Возьмем только будущие даты (после последней в исходных данных)
# Можно фильтровать по дате, если нужно
forecast_future = forecast[forecast['ds'] > df['ds'].max()]
# Вывод таблицы прогнозных значений
print("Прогноз на будущие месяцы:")
print(forecast_future[['ds', 'yhat', 'yhat_lower', 'yhat_upper']])

```

Рис. 2. Фрагмент кода модели прогнозирования цен на лесопродукцию с использованием модели ARIMA на период 36 мес. на языке Python

Fig. 2. Code fragment of the forest product price prediction using the ARIMA model for a 36-month period in Python

и WhatWood, обеспечивают более глубокое понимание рыночных тенденций, ценовых колебаний и объемов поставок древесины на внутренний и внешний рынки [12]. Эти источники помогают анализировать конъюнктуру рынка, выявлять потребности отрасли и определять направления для развития. Долгое время динамику цен отслеживал Всероссийский научно-исследовательский конъюнктурный институт (ВНИКИ), периодически выпускающий бюллетени [13]. Периодическую динамику цен на пиломатериалы на российском рынке предоставляет интернет-платформа российской торгово-производственной компании «Тимбер-эксперт». «Российское сообщество торговли и производства» [14] опубликовало аналитический обзор цен на древесину за 2024 г. Торговая интернет-платформа по продаже лесоматериалов в Санкт-Петербурге один раз в год

публикует аналитический материал по ценам на пиломатериалы. Портал о лесозаготовке и деревообработке предоставляет аналитические материалы о рынках, в том числе о ценах. Графические данные публикуют и другие специализированные агентства [15–18].

Важные научные исследования в области формирования цен на продукцию лесопромышленного комплекса принадлежат ведущим ученым В.И. Мосягину, Н.А. Моисееву и В.А. Слепову [19–21]. Профессор В.И. Мосягин представил результаты исследования механизмов формирования рыночных цен на лесную продукцию [22], изучив факторы, влияющие на рынок лесных ресурсов, проанализировав соотношение спроса и предложения, а также изучив связь цен на мировом рынке с внутренним ценообразованием. Методические материалы, разработанные профессором Н.А. Моисеевым,

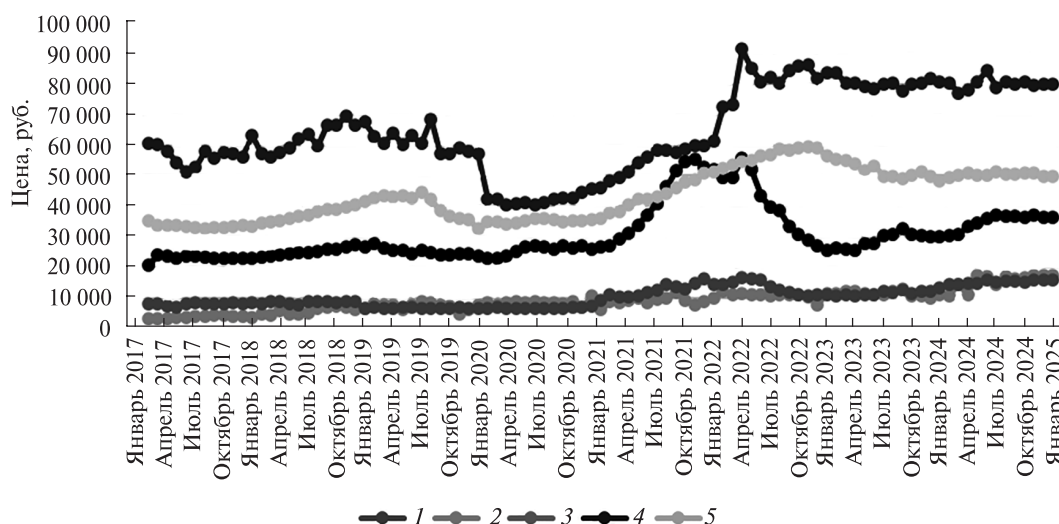


Рис. 3. Динамика цен на некоторые виды лесопродукции в России за период 2017–2025 гг. с прогнозом на период гг. (разработано авторами по источнику [10]): 1 — бумага и картон обработанные; 2 — пиломатериалы лиственных пород; 3 — пиломатериалы хвойных пород; 4 — фанера; 5 — целлюлоза древесная и целлюлоза из прочих волокнистых материалов

Fig. 3. Price dynamics for some forest product categories in Russia for the period 2017–2025 with a prediction for the period 2018–2029 (developed by the authors based on [10]): 1 — processed paper and cardboard; 2 — hardwood lumber; 3 — softwood lumber; 4 — plywood; 5 — wood pulp and pulp from other fibrous materials

заложили основы для определения рыночной стоимости древесины на корню [23–27]. В его трудах также рассматриваются вопросы улучшения экономических методов, направленных на эффективное и устойчивое управление лесными ресурсами. Внедрение данных рекомендаций позволит повысить эффективность лесопользования, обеспечить долгосрочную устойчивость лесных ресурсов и способствовать росту доходов в лесной отрасли.

Новшество в области прогнозирования было представлено в работе [28]. Основное предположение о разложении временного ряда на линейные и нелинейные компоненты сохраняется, однако подход к объединению этих частей претерпевает изменения. В предложенной модели функция комбинирования не ограничивается аддитивным или мультипликативным форматом. Вместо этого допускается использование любой формы такой функции, которая, в свою очередь, моделируется с помощью нейронной сети.

Результаты и обсуждение

Кроме важности объемных показателей производства лесопродукции значимой для экономики является динамика цен. В целях понимания бюджетных доходов от продукции лесного комплекса и получения возможности влияния на них необходимо иметь представление о прогнозных значениях цен на различные виды

продукции лесопромышленного комплекса. Для этого важно понимать факторы, способствующие изменению цен на продукцию лесного комплекса [29–31].

Рассматривая динамику цен на изучаемые в исследовании виды лесопродукции по Российской Федерации с 2017 по 2025 г. (рис. 3) следует отметить их средний рост на 104 %.

С помощью анализа модели ARIMA получены прогнозные значения по пяти категориям лесопродукции.

Прогнозная динамика цен на бумагу и картон до 2028 г. имеет высокие темпы роста (рис. 4). Прирост цен за три года составит от 8 до 26 %. При этом ожидается, что положительная динамика цен будет сопровождаться сезонными и циклическими колебаниями. Важным моментом является то, что динамика цен на бумагу и картон будет неоднородной и будет зависеть от конкретных видов продукции. Так, цены на упаковочный картон и гофрированный картон, используемые для производства транспортной упаковки, будут расти быстрее, чем на мелованную бумагу, применяемую для печати журналов и каталогов [32]. Во многом это связано со стабильным увеличением спроса на упаковочные материалы, обусловленным развитием онлайн-торговли и ужесточением требований к экологичности упаковки.

Высокие темпы роста последующих трех лет выявлены в прогнозной динамике цен на

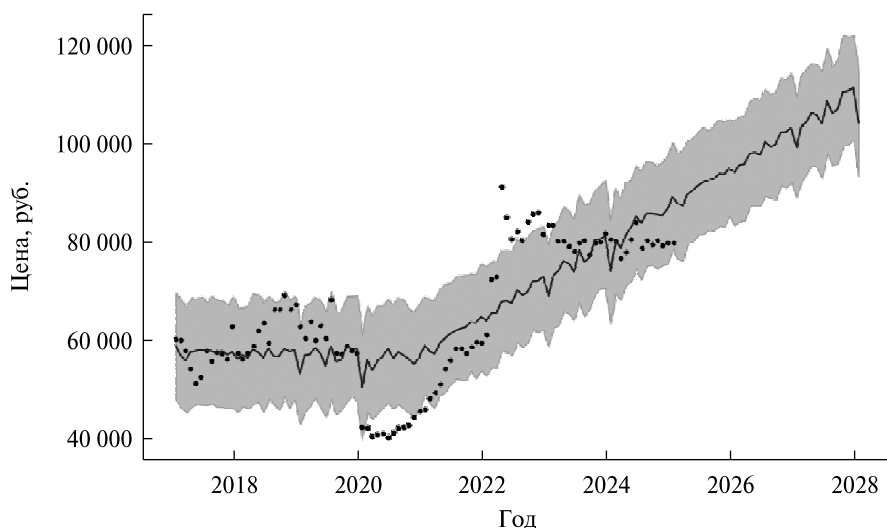


Рис. 4. Прогноз цен по категориям лесопродукции, сформированный с помощью языка программирования Python (бумага и картон обработанные) (разработано авторами по источнику [10])

Fig. 4. Price prediction by forest product categories based on the Python programming language (processed paper and cardboard) (developed by the authors based on [10])

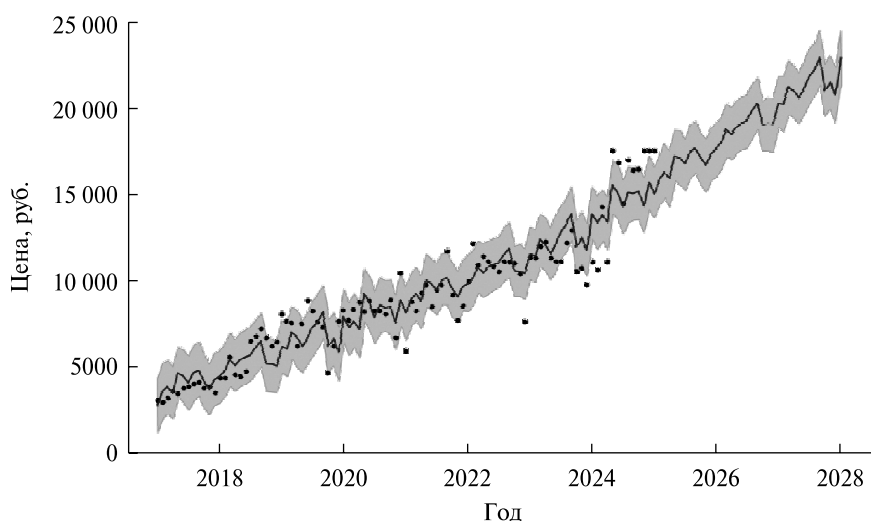


Рис. 5. Прогноз цен по категориям лесопродукции, сформированный с помощью языка программирования Python (пиломатериалы лиственных пород)

Fig. 5. Price forecast by forest product categories based on the Python programming language (hardwood lumber)

пиломатериалы лиственных пород (рис. 5). Прирост цен к 2028 г. составит от 12 до 32 %. В динамике цен на пиломатериалы лиственных пород четко проявляются сезонные колебания. Сезонные колебания в динамике цен на пиломатериалы сохраняются и оцениваются на уровне до 15 % в течение каждого года [33–35].

В целом прогноз ценовой динамики на пиломатериалы хвойных пород в прогнозном периоде остается умеренно позитивным (рис. 6).

Динамика цен на пиломатериалы хвойных пород в прогнозном периоде показывает прирост до 12 % в течение первого года. В последующие годы ожидается стабилизация темпов прироста до 7 % в год, что связано с насыщением спроса и увеличением объемов производства.

Темпы роста на пиломатериалы лиственных и хвойных пород обусловлены стабильностью строительной отрасли и увеличением спроса на внутреннем и внешнем рынках. Однако

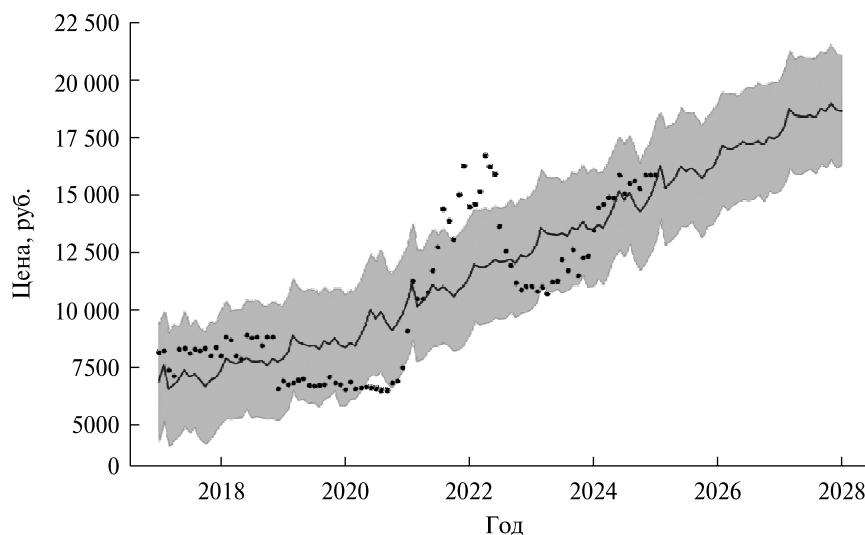


Рис. 6. Прогноз цен по категориям лесопroduкции, сформированный с помощью языка программирования Python (пиломатериалы хвойных пород)

Fig. 6. Price prediction by forest product category based on the Python programming language (softwood lumber)

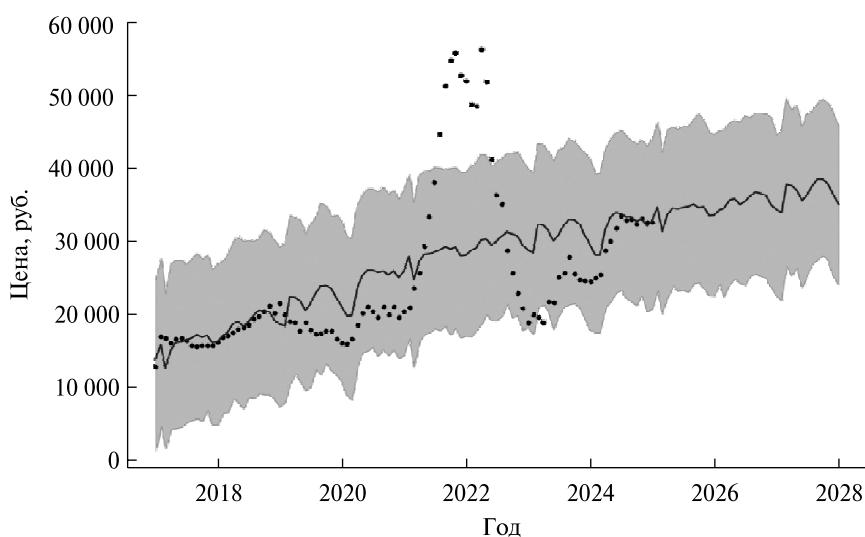


Рис. 7. Прогноз цен по категориям лесопroduкции, сформированный с помощью языка программирования Python (фанера)

Fig. 7. Price prediction by forest product category based on the Python programming language (plywood)

следует учитывать, что пиломатериалы для российских лесопромышленников являются экспортным товаром, поэтому на ценовую динамику значительное влияние будут оказывать мировые тенденции и внешние факторы, такие как изменения валютных курсов, колебания цен на энергоресурсы, а также изменения в государственной политике в отношении лесного комплекса (экспортные пошлины, квоты и ограничения на вывоз). В среднесрочном горизонте прогнозирования ценовая динамика будет

испытывать устойчивый экспортный спрос на пиломатериалы со стороны стран Азии и стран Ближнего Востока и Африки, что может способствовать поддержке цен на высоком уровне.

На среднесрочную перспективу спланирован постепенный рост цен на фанеру, однако по сравнению с динамикой цен на другие виды продукции темп роста достаточно умеренный (рис. 7). Фанера благодаря своим прочностным характеристикам, легкости обработки и экологической безопасности останется востре-

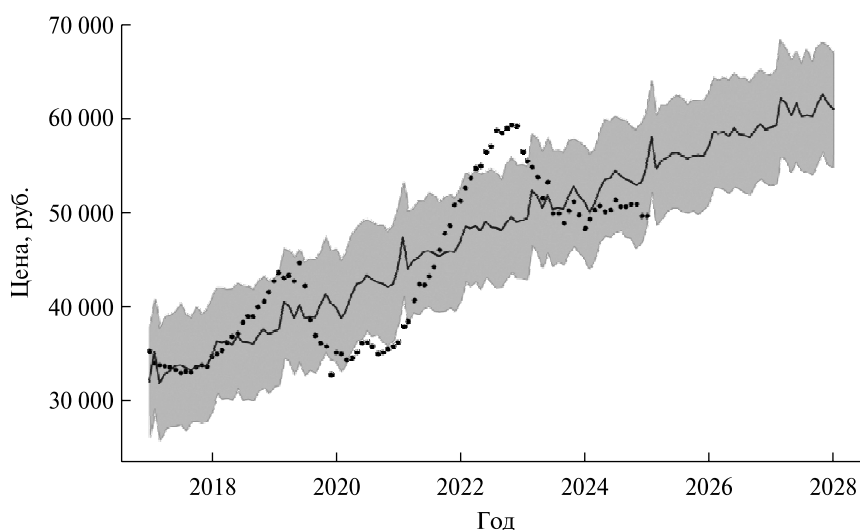


Рис. 8. Прогноз цен по категориям лесопродукции, сформированный с помощью языка программирования Python (целлюлоза древесная и целлюлоза из прочих волокнистых материалов)

Fig. 8. Price prediction by forest product category based on the Python programming language (wood pulp and other fibrous pulp)

бованным сырьем для перерабатывающих производств, что поддерживает стабильный спрос на нее и, соответственно, позволяет производителям постепенно повышать цены. Спрос на фанеру со стороны строительной индустрии и мебельного производства будет создавать дополнительное давление на ценообразование. Рост цен на фанеру связан и с другими факторами. Растут издержки на древесину, которая является основным компонентом в производстве фанеры, что во многом обусловлено ужесточением экологических норм, ограничением вырубki лесов и, как следствие, ростом конкуренции за доступ к качественному сырью.

Продолжают оказывать существенное влияние на конечную стоимость лесопродукции (и не только фанеры), удорожание логистики и повышение транспортных затрат. Увеличение цен на топливо, транспортные тарифы и страхование грузов, особенно в условиях нестабильной геополитической обстановки, неизбежно перекладывается на покупателей и потребителей [36, 37].

Сезонные колебания в динамике цен на фанеру выражены в меньшей степени по сравнению с другими видами лесопродукции и оцениваются на уровне до 5...7 % в течение каждого года.

Также прослеживается тенденция постепенного полного замещения растительного сырья композитными материалами, что обусловлено, с одной стороны, стремлением к повышению

эксплуатационных характеристик конечных товаров, таких как долговечность, устойчивость к воздействию окружающей среды и механическим нагрузкам. Композиты зачастую превосходят традиционные материалы по прочности при меньшей массе, что особенно важно в авиационной, автомобильной и строительной промышленности. С другой стороны, важное значение имеет фактор экономической целесообразности. Несмотря на то что стоимость некоторых композитных материалов может быть выше, чем у растительного сырья, в долгосрочной перспективе они могут оказаться более выгодными за счет снижения затрат на обслуживание и ремонт [38]. Кроме того, развитие технологий производства композитов ведет к снижению их стоимости и расширению области применения.

Анализ цен на целлюлозу по модели ARIMA показывает, что рынок целлюлозы демонстрирует сложную динамику, подверженную влиянию множества факторов, поэтому прогнозирование цен на целлюлозу требует их учета, а также анализа тенденций в секторах-потребителях, таких как производство бумаги, картона, биоматериалов и др. (рис. 8). В ближайшие три года ожидается умеренный рост цен на целлюлозу с кратковременными скачками роста и снижения, т. е. с умеренной волатильностью. В целом прогноз ценовой динамики на целлюлозу к 2028 г. составит 19 % к уровню 2024 г. Цены будут зависеть от баланса между спросом

**Прогнозные значения цен (в рублях) на 36 мес., полученные
с помощью модели ARIMA, по категориям лесопroduкции**
**Price prediction values (in rubles) for 36 months, obtained using the ARIMA model,
by forest product category**

Дата		Бумага и картон обработанные	Пиломатериалы лиственных пород	Пиломатериалы хвойных пород	Фанера	Целлюлоза древесная и целлюлоза из прочих волокни- стых материалов
Год	Месяц					
2025	январь	99 110,44	15 077,12	17 061,29	42 484,29	61 534,35
	февраль	87 658,63	13 141,66	14 463,87	29 850,28	50 883,39
	март	83 892,03	16 582,26	14 457,62	33 804,85	52 778,22
	апрель	86 503,03	15 524,41	15 148,98	37 807,93	55 380,22
	май	90 089,89	19 793,59	15 691,91	39 373,84	57 643,12
	июнь	96 611,40	18 332,30	16 808,92	40 448,48	55 116,96
	июль	89 382,94	15 734,80	15 759,55	38 886,56	56 689,07
	август	95 579,19	16 688,11	16 414,67	36 453,81	56 009,22
	сентябрь	94 943,78	15 923,77	15 176,85	36 271,27	55 261,17
	октябрь	91 123,29	18 399,80	14 781,17	36 204,50	54 302,02
	ноябрь	90 032,04	16 680,91	15 310,10	38 820,36	53 712,94
2026	январь	91 677,85	20 653,30	16 702,83	39 917,89	56 750,60
	февраль	104 241,05	17 367,08	17 869,53	42 237,97	62 444,35
	март	95 218,95	15 981,81	15 861,80	32 200,37	54 052,73
	апрель	92 285,30	18 815,99	15 845,57	35 387,64	55 603,71
	май	94 898,89	17928,97	16 414,53	38 812,25	57 749,04
	июнь	97 839,46	21 425,20	16 881,51	40 107,38	59 462,41
	июль	102 906,64	20 264,95	17 813,82	40 832,41	57 645,60
	август	97 635,33	18 231,31	16 952,84	39 642,07	58 804,50
	сентябрь	102 409,11	19 120,33	17 480,35	37 833,18	58 214,79
	октябрь	101 954,42	18 623,14	16 500,69	37 801,97	57 562,18
	ноябрь	99 357,63	20 356,12	16 153,93	37 712,98	56 944,66
	декабрь	98 565,17	18 973,24	16 649,41	39 751,35	56 601,25
2027	январь	100 150,91	22 112,44	17 740,01	40 358,92	58 910,63
	февраль	109 343,32	19 677,15	18 680,25	42 012,92	63 358,84
	март	102 827,93	18 822,26	17 268,58	34 576,64	57 248,50
	апрель	100 704,34	21 039,26	17 233,74	36 955,52	58 423,26
	май	103 282,52	20 320,79	17 675,54	39 794,59	60 101,31
	июнь	105 556,59	23 048,94	18 065,76	40 825,32	61 277,59
	июль	109 197,64	22 211,58	18 817,51	41 219,28	60 176,95
	август	105 892,98	20 741,33	18 148,25	40 418,15	60 918,15
	сентябрь	109 231,15	21 557,05	18 549,77	39 231,25	60 425,54
	октябрь	108 990,82	21 313,55	17 829,74	39 334,34	59 872,74
	ноябрь	107 618,63	22 300,58	17 526,64	39 207,31	59 594,12
	декабрь	107 090,06	21 258,14	17 981,47	40 658,78	59 476,25
2028	январь	108 570,03	23 574,96	18 768,94	40 785,58	61 043,59

и предложением, нивелированием увеличения потребления в развивающихся странах и некоторой стагнации потребления в развитых странах.

Предложение целлюлозы со стороны производителей будет претерпевать дальнейшие континентально-региональные изменения. Возможно увеличение производственных мощностей в странах и Азии, и Латинской Америки, и оптимизация существующих мощностей в Европе и Северной Америке. Кроме экстенсивного наращивания мощностей продолжится разработка технологических новаций. Ведутся разработки по модификации целлюлозного волокна для придания ему новых свойств. Химическая модификация позволяет получать производные целлюлозы с улучшенной растворимостью, термостойкостью, гидрофобностью или другими ценными характеристиками. Модифицированная целлюлоза может использоваться в производстве бумаги, картона, текстиля, пленок, покрытий и других материалов. Инновации возможны в разработке новых соединений растительных и полимерных материалов в целях улучшения их свойств и расширения области применения.

Графики прогноза (см. рис. 4–8) показывают ожидаемые значения на следующие 36 мес. Черная линия — это прогнозируемые значения, а серые области — это доверительные интервалы.

Это позволяет оценить неопределенность прогноза. Конкретные прогнозные значения представлены в таблице. На основании полученных результатов можно сделать вывод о стабильном росте цен по рассматриваемым категориям продукции (таблица).

Важно отметить, что в 2022–2023 гг. российский лесной комплекс столкнулся с серьезными вызовами в связи с санкционным давлением и волатильностью мировых цен. К циклической фазе снижения цен на лесоматериалы добавилось политическое давление, связанное с санкционным запретом поставок российской продукции на европейский рынок. Линейные тенденции динамики цен на лесоматериалы за 2021–2023 гг. также имеют отрицательные коэффициенты [39–40].

Однако к 2024 г. отрасль продемонстрировала признаки стабилизации и начала демонстрировать умеренный рост.

Тем не менее устойчивость этого роста пока остается под вопросом. Сохранение санкций, низкие цены на продукцию по сравнению с историческими максимумами, а также появление новых проблем, таких как дороговизна кредитов и вторичные санкции, создают неопределенность для будущего развития отрасли.

Выводы

В качестве результатов получены прогнозные значения цен лесопродукции с помощью модели ARIMA. Данная модель для прогнозирования цен позволяет выявлять тренды, циклические колебания и сезонные изменения в лесопродукции. Обучение модели может преобразовывать данные, и делать более точные прогнозы, учитывать автокоррелятивные связи во временных рядах цен, простота интерпретации.

Сформированный прогноз определил общую тенденцию роста цен на некоторые категории лесопродукции, циклические и сезонные колебания во временных рядах. Пик прогнозируемых цен в зависимости от вида продукции приходится на февраль и сентябрь 2027 г. (бумага и картон), январь 2028 г. (пиломатериалы лиственных пород), июль 2027 г. (пиломатериалы хвойных пород), февраль 2027 г. (фанера), февраль 2027 г. (целлюлоза древесная и целлюлоза из прочих волокнистых материалов).

В среднем к 2028 г. цены вырастут на 15 % по категориям «Бумага и картон обработанные» и «Пиломатериалы хвойных пород», рост на «Пиломатериалы лиственных пород» составит 26 %, на «фанеру» — 5 %, на «Целлюлозу древесную и целлюлозу из прочих волокнистых материалов» — 8 %.

Работа выполнена в рамках проекта 24-28-01250 РНФ «Разработка адаптивных моделей прогнозирования цен на продукцию лесного комплекса».

Список литературы

- [1] Воронков П.Т., Борисова Л.В., Белов А.Н. Исследование особенностей динамики средних региональных цен лесоматериалов круглых в федеральных округах Российской Федерации // Лесохозяйственная информация, 2014. № 1. С. 3–10.
- [2] Воронков П.Т., Дегтев В.В., Голотовская А.В. Количественная оценка факторов, определяющих динамику лесного дохода // Лесохозяйственная информация, 2020. № 2. С. 34–42.
- [3] Булгакова М.А. Подходы к оценке леса на корню // Проблемы экономики и юридической практики, 2019. Т. 15. № 1. С. 34–38.
- [4] Сушко О.П. Прогнозная оценка развития лесного комплекса на основе эвристического метода // Экономика, предпринимательство и право, 2023. Т. 13. № 12. С. 5849–5868.
- [5] Сушко О.П. Финансовые инструменты в торговле лесными товарами // Экономика, предпринимательство и право, 2023. Т. 13. № 9. С. 3851–3866.
- [6] Литвин Д.А., Давыдова Г.В. Зависимость эффективности лесной промышленности и лесного хозяйства от форм собственности: междунар. сравнение // Социальные и экономические системы, 2022. № 6–2(30.2). С. 242–263.

- [7] Кривокоченко Л.В. Конъюнктура мирового рынка лесоматериалов и перспективы развития российского экспорта // Российский внешнеэкономический вестник, 2016. № 2. С. 71–81.
- [8] Фетищева З.И., Назаренко И.Н. Инфляция и ценовая политика на предприятиях лесного сектора экономики // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд, 2016. № 40–1. С. 167–174.
- [9] Box G.E.P., Jenkins C.M. Time series analysis: Forecasting and control. San Francisco: Holden-Day, 1970, 553 p.
- [10] Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/> (дата обращения 10.03.2025).
- [11] Статистика по лесной продукции // ФАО ООН. URL: <https://www.fao.org/forestry/statistics/84922/ru/> (дата обращения 10.03.2025).
- [12] Аборкина Е.О. Причины и тенденции развития лесного комплекса России // В центре экономики, 2022. Т. 3. № 2. С. 39–45.
- [13] Мосягин В.И. Анализ цен с использованием приемов элиминирования // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2013. № 203. С. 175–182.
- [14] Динамика цен на древесину в 2024 году: аналитический обзор по регионам — Услуги по деревообработке и лесоматериалам // Росстип. URL: <https://timber-expert.ru/ceny-na-pilomaterialy-kartinyatiletiki-na-rossijskom-rynke-2019-2014> (дата обращения 10.03.2025).
- [15] Средние цены на лесоматериалы в России 2017–2024.05 // ТрансЛес. URL: <https://transles.ru/press/novosti-otrasli/srednie-tseny-na-lesomaterialy-v-rossii-2017-2024-05/?ysclid=m81ayjna50151973096> (дата обращения 10.03.2025).
- [16] Цены на древесину в 2023 году: о больших ценах можно забыть? // Лесной комплекс. URL: <https://forestcomplex.ru/finansy/ceny-na-drevesinu-v-2023-godu-o-bolshih-cenah-mozhno-zabyt/?ysclid=m81b21g0z7940263221>
- [17] Что будет с ценами на доску в 2025 году? URL: <https://jlsawmill.ru/prognoz-tsen-na-pilomaterialy-na-2025-god.html?ysclid=m81abyupbc603481826> (дата обращения 10.03.2025).
- [18] Sushko O., Plastinin A. Model of determination and forecasting of prices of forest products using the example of pulp // International Scientific Siberian Transport Forum-TransSiberia–2023, E3S Web of Conf., 2023, v. 402, no. 13007. DOI: 10.1051/e3sconf/202340213007
- [19] Слепов В.А., Князев В.Г. Ценообразование в отраслях лесопромышленного комплекса. М.: МИНХ, 1983. 83 с.
- [20] Мосягин В.И. Совершенствование ценообразования в ЦБП // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы Второй междунар. науч.-техн. конф., Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017 года. Т. 3. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, 2017. С. 218–220.
- [21] Моисеев Н.А. Методические рекомендации по определению рыночных цен древесины на корню и совершенствованию экономического механизма устойчивого управления лесами // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2018. Т. 22. № 2. С. 35–40. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-2-35-40
- [22] Мосягин В.И. Цены и ценообразование в лесном комплексе: теоретические основы цены и ценообразования, плановое и рыночное ценообразование, договорное и трансфертное ценообразование, государственное регулирование цен, ценовая политика, методы ценообразования, система и виды цен лесного комплекса, ценообразование в отраслях лесного комплекса, конъюнктура и цены на лесном рынке, тесты, задачи, имитационные ситуации. СПб.: Политехника-сервис, 2012. 639 с.
- [23] Сергеева М.В. Анализ ценообразования в лесозаготовительной отрасли Российской Федерации // Экономика и управление: проблемы, решения, 2017. Т. 6. № 10. С. 63–72.
- [24] Петров В.Н., Каткова Т.Е. Стоимость леса на корню в Финляндии // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2014. № 208. С. 249–266.
- [25] Османова Э.У., Кулакова А.В. Особенности ценообразования в лесопромышленном комплексе Российской Федерации, Республики Крым // Проблемы национальной экономики в цифрах статистики: Материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. В 2 т. Тамбов, 07 декабря 2021 г. Тамбов: Издательский дом им. Г.Р. Державина, 2022. Т. 2. С. 102–110.
- [26] Панченко В.Т. Экономический анализ лесной промышленности России: тенденции и перспективы // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК: VI Междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 15 апреля 2022 года. Саратов: Цесаин, 2022. С. 321–328.
- [27] Пластинин А.В., Сушко О.П. Исследование совмещенной динамики цен на целлюлозу и пиломатериалы // Проблемы прогнозирования, 2017. № 6(165). С. 87–92.
- [28] Khashei, M. and Bijari, M. (2011) A Novel Hybridization of Artificial Neural Networks and ARIMA Models for Time Series Forecasting. Applied Soft Computing, 11, 2664-2675. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2010.10.015>
- [29] Рябова Т.Г., Мохирев А.П., Медведев С.О., Лышко А.С. Динамика и факторы стоимости лесоматериалов в лесной промышленности России // Фундаментальные исследования, 2020. № 4. С. 94–98.
- [30] Евсеева И.В., Махалов А.Н. Тенденции ценообразования лесопромышленного комплекса // Микроэкономика, 2009. № 6. С. 290–298.
- [31] Григорьев В.И., Ермакова Н.А. Трансформация цепочек добавленной стоимости в российской лесной промышленности // Инновационная экономика, 2020. № 4(25). С. 4–19.
- [32] Медведева О. Специфика проведения маркетингового исследования рынка лесобумажной продукции Калужской области // Предпринимательство, 2014. № 5. С. 111–118.
- [33] Фролова М. Спрос на пиломатериалы сокращается, цены продолжают падать // Бюллетень Ассоциации ЛЕСТЕХ, 2022. № 4(10). С. 16–20.
- [34] Чеблакова Е.В. Лесные тарифы: особенности и перспективы // Вектор экономики, 2019. № 11(41). С. 57.
- [35] Шаронова Т.В., Абросимова М.С., Виеру Т.П. Формирование цен на деревообрабатывающих предприятиях // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: Материалы V Междунар.

- науч.-практ. конф., Чебоксары, 28 февраля 2023 года. Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного аграрного университета, 2023. С. 371–377.
- [36] Замбрицкая Е.С., Щепотьева Е.Ю. Совершенствование методики учета затрат и калькулирования себестоимости продукции в деревообрабатывающей промышленности // Корпоративная экономика, 2015. № 3(3). С. 30–37.
- [37] Зыкин И.В. Экономические показатели лесопромышленного комплекса Урала в годы Великой Отечественной войны // История и современное мировоззрение, 2021. Т. 3. № 1. С. 121–126.
- [38] Корякин В.А. Анализ цен на недревесные ресурсы леса: проблемы и перспективы // Состояние и перспективы использования недревесных ресурсов леса: сб. статей: Международная научно-практическая конференция, 10–11 сентября 2013, Кострома. Пушкино: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2014. С. 73–77.
- [39] Индекс Shanghai (SSEC). URL: <https://ru.investing.com/indices/shanghaicomposite?ysclid=lq0z6l01f1577719991> (дата обращения 10.03.2025).
- [40] Производство и продажа пиломатериалов и строительной продукции // Тимбер Эксперт. URL: https://timber-expert.ru/ceny-na-pilomaterialy-kartina-pyatiletki-na-rossijskom-rynke-2019-2014/?srsltid=AfmBOorpZirCN6ovvIOiUpQe0fHF_7weDT-dXByFwAY4aKi6lrpIWYaCC (дата обращения 10.03.2025).
- [41] Состояние лесов мира 2022 // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. URL: <https://www.fao.org/3/cb9360ru/online/src/html/forest-production-global-economy.html> (дата обращения 10.03.2025).

Сведения об авторах

Сушко Ольга Петровна  — д-р экон. наук, доцент кафедры экономики промышленности, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (РЭУ им. Г.В. Плеханова), osushko@mail.ru

Ефимова Марина Васильевна — канд. экон. наук, доцент кафедры национальной и региональной экономики, ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова» (РЭУ им. Г.В. Плеханова), Mishagina.MV@rea.ru

Поступила в редакцию 29.09.2025.

Одобрено после рецензирования 31.03.2026.

Принята к публикации 06.04.2026.

FOREST PRODUCTS PRICE PROJECTION BASED ON ARIMA MODEL

O.P. Sushko✉, M.V. Efimova

Plekhanov Russian University of Economics, 36, Stremyanny alleyway, 115054, Moscow, Russia

osushko@mail.ru

The predicted values of timber product using the ARIMA model has been considered. An algorithm for developing a prediction taking into account the industry and market specifics of the Russian Federation is presented. The process of using the ARIMA model in the Python programming environment is described in detail. The parameters of the ARIMA model are provided and interpreted, and a quality assessment of the price prediction based on it is given. The obtained pricing trends are evaluated, and the main economic factors influencing the research object are described.

Keywords: price policy, prices, forestry, forecasting and simulation: models and applications, methodology for collecting, estimating, and organizing macroeconomic data

Suggested citation: Sushko O.P., Efimova M.V. *Prognostics of timber prices based on the ARIMA model*. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2026, vol. 30, no. 4, pp. 85–99. DOI: 10.17816/2542-1468-2026-4-85-99

References

- [1] Voronkov P.T., Borisova L.V., Belov A.N. *Issledovanie osobennostey dinamiki srednikh regional'nykh tsen lesomaterialov kruglykh v federal'nykh okrugakh Rossiyskoy Federatsii* [A study of the features of the dynamics of average regional prices for round timber in the federal districts of the Russian Federation]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2014, no. 1, pp. 3–10.
- [2] Voronkov P.T., Degtev V.V., Golotovskaya A.V. *Kolichestvennaya otsenka faktorov, opredelyayushchikh dinamiku lesnogo dokhoda* [Quantitative Assessment of Factors Determining the Dynamics of Forest Income]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry Information], 2020, no. 2, pp. 34–42.
- [3] Bulgakova M.A. *Podkhody k otsenke lesa na kornyu* [Approaches to the valuation of standing timber]. *Problemy ekonomiki i yuridicheskoy praktiki* [Problems of Economics and Legal Practice], 2019, v. 15, no. 1, pp. 34–38.
- [4] Sushko O.P. *Prognosticheskaya otsenka razvitiya lesnogo kompleksa na osnove evristicheskogo metoda* [Predictive assessment of forest complex development based on heuristic method]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2023, vol. 13, no. 12, pp. 5849–5868.
- [5] Sushko O.P. *Finansovye instrumenty v torgovle lesnymi tovarami* [Financial instruments in forest product trade]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law], 2023, vol. 13, no. 9, pp. 3851–3866.
- [6] Litvin D.A., Davydova G.V. *Zavisimost' effektivnosti lesnoy promyshlennosti i lesnogo khozyaystva ot form sobstvennosti: mezhdunarodnoe sravnenie* [The dependence of the efficiency of the forest industry and forestry on the forms of ownership: an international comparison]. *Sotsial'nye i ekonomicheskie sistemy* [Social and Economic Systems], 2022, no. 6–2(30.2), pp. 242–263.
- [7] Krivokochenko L.V. *Konyunktura mirovogo rynka lesomaterialov i perspektivy razvitiya rossiyskogo eksporta* [Market conditions for wood materials and prospects for Russian export development]. *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2016, no. 2, pp. 71–81.
- [8] Fetishcheva Z.I., Nazarenko I.N. *Inflyatsiya i tsenovaya politika na predpriyatiyakh lesnogo sektora ekonomiki* [Inflation and pricing policy at forest sector enterprises]. *Sovremennyye tendentsii v ekonomike i upravlenii: novyy vzglyad* [Modern Trends in Economics and Management: A New Perspective], 2016, no. 40–1, pp. 167–174.
- [9] Box G.E.P., Jenkins C.M. *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day, 1970, 553 p.
- [10] *Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema (EMISS)* [Unified Interdepartmental Information and Statistical System]. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/> (accessed 10.03.2025).
- [11] *Statistika po lesnoy produktii* [Forest Product Statistics]. FAO UN. Available at: <https://www.fao.org/forestry/statistics/84922/ru/> (accessed 10.03.2025).
- [12] Aborkina E.O. *Prichiny i tendentsii razvitiya lesnogo kompleksa Rossii* [Causes and development trends of the Russian forest complex]. *V tsentre ekonomiki* [In the Center of Economics], 2022, vol. 3, no. 2, pp. 39–45.
- [13] Mosyagin V.I. *Analiz tsen s ispolzovaniem priemov eliminirovaniya* [Price analysis using elimination methods]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy], 2013, no. 203, pp. 175–182.
- [14] *Dinamika tsen na drevesinu v 2024 godu analiticheskiy obzor po regionam — Usługi po derevoobrabotkii lesomaterialam* [Dynamics of wood prices in 2024 analytical review by regions – Wood processing and timber services]. Rosstip. Available at: <https://timber-expert.ru/ceny-na-pilomaterialy-kartina-pyatiletki-na-rossijskom-rynke-2019-2014> (accessed 10.03.2025).

- [15] *Srednie tseny na lesomaterialy v Rossii 2017–2024.05* [Average prices for timber in Russia 2017–2024.05]. TransLes. Available at: <https://transles.ru/press/novosti-otrasli/srednie-tseny-na-lesomaterialy-v-rossii-2017-2024-05/?ysclid=m81ayjna50151973096> (accessed 10.03.2025).
- [16] *Tseny na drevesinu v 2023 godu: o bolshikh tsenakh mozno zabyt?* [Wood prices in 2023: can we forget about high prices?]. Lesnoy kompleks [Forest Complex]. Available at: <https://forestcomplex.ru/finansy/ceny-na-drevesinu-v-2023-godu-o-bolshih-cenah-mozhno-zabyt/?ysclid=m81b21g0z7940263221> (accessed 10.03.2025).
- [17] *Chto budet s tsenami na dosku v 2025 godu?* [What will happen to board prices in 2025?]. Available at: <https://jlsawmill.ru/prognoz-tsen-na-pilomaterialy-na-2025-god.html?ysclid=m81abyupbc603481826> (accessed 10.03.2025).
- [18] Sushko O., Plastinin A. Model of determination and forecasting of prices of forest products using the example of pulp. International Scientific Siberian Transport Forum-TransSiberia–2023, E3S Web of Conf., 2023, vol. 402, no. 13007. DOI: 10.1051/e3sconf/202340213007
- [19] Slepov V.A., Knyazev V.G. *Tsenoobrazovanie v otraslyakh lesopromyshlennogo kompleksa* [Pricing in the forest industry complex]. Moscow: MINKh, 1983, 83 p.
- [20] Mosyagin V.I. *Sovershenstvovanie tsenoobrazovaniya v TsBP* [Improvement of pricing in pulp and paper production]. Lesa Rossii: politika, promyshlennost, nauka, obrazovanie: mater. Vtoroy mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii, St. Petersburg, May 24–26, 2017, vol. 3. St. Petersburg: Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, 2017, pp. 218–220.
- [21] Moiseev N.A. *Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniyu rynochnykh tsen drevesiny na kornu i sovershenstvovaniyu ekonomicheskogo mekhanizma ustoychivogo upravleniya lesami* [Methodological recommendations for determining market prices of standing timber and improving the economic mechanism of sustainable forest management]. Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2018, vol. 22, no. 2, pp. 35–40. DOI: 10.18698/2542-1468-2018-2-35-40
- [22] Mosyagin V.I. *Tseny i tsenoobrazovanie v lesnom komplekse: teoreticheskie osnovy tseny i tsenoobrazovaniya, planovoe i rynochnoe tsenoobrazovanie, dogovornoe i transfertnoe tsenoobrazovanie, gosudarstvennoe regulirovanie tsen, tsenovaya politika, metody tsenoobrazovaniya, sistema i vidy tsen lesnogo kompleksa, tsenoobrazovanie v otraslyakh lesnogo kompleksa, konyunktura i tseny na lesnom rynke, testy, zadachi, imitatsionnye situatsii* [Prices and pricing in the forest complex: theoretical foundations of price and pricing, planned and market pricing, contractual and transfer pricing, government price regulation, pricing policy, pricing methods, system and types of forest complex prices, pricing in forest complex sectors, market conditions and forest market prices, tests, tasks, simulation situations]. St. Petersburg: Politehnika-servis, 2012, 639 p.
- [23] Sergeeva M.V. *Analiz tsenoobrazovaniya v lesozagotovitelnoy otrasli Rossiyskoy Federatsii* [Analysis of pricing in the timber harvesting industry of the Russian Federation]. Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya [Economics and Management: Problems, Solutions], 2017, vol. 6, no. 10, pp. 63–72.
- [24] Petrov V.N., Katkova T.E. *Stoimost lesa na kornu v Finlyandii* [Valuation of standing timber in Finland]. Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy], 2014, no. 208, pp. 249–266.
- [25] Osmanova E.U., Kulakova A.V. *Osobennosti tsenoobrazovaniya v lesopromyshlennom komplekse Rossiyskoy Federatsii, Respubliki Krym* [Peculiarities of pricing in the forest industry complex of the Russian Federation, Republic of Crimea]. Problemy natsionalnoy ekonomiki v tsifrakh statistiki: Materialy VIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, in 2 vols. Tambov, December 7, 2021, vol. 2. Tambov: Publishing House named after G.R. Derzhavin, 2022, pp. 102–110.
- [26] Panchenko V.T. *Ekonomicheskii analiz lesnoy promyshlennosti Rossii: tendentsii i perspektivy* [Economic analysis of Russian forest industry: trends and prospects]. Ekonomiko-matematicheskie metody analiza deyatelnosti predpriyatiy APK: VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, Saratov, April 15, 2022. Saratov: SaratovTseSAin, 2022, pp. 321–328.
- [27] Plastinin A.V., Sushko O.P. *Issledovanie sovmeshchennoy dinamiki tsen na tsellyulozu i pilomaterialy* [Study of combined dynamics of pulp and sawn timber prices]. Problemy prognozirovaniya [Problems of Forecasting], 2017, no. 6(165), pp. 87–92.
- [28] Khashei M., Bijari M. A novel hybridization of artificial neural networks and ARIMA models for time series forecasting. Applied Soft Computing, 2011, vol. 11, pp. 2664–2675. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2010.10.015>
- [29] Ryabova T.G., Mokhiev A.P., Medvedev S.O., Lyshko A.S. *Dinamika i faktory stoimosti lesomaterialov v lesnoy promyshlennosti Rossii* [Dynamics and factors of timber value in the forest industry of Russia]. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental Research], 2020, no. 4, pp. 94–98.
- [30] Evseeva I.V., Makhalov A.N. *Tendentsii tsenoobrazovaniya lesopromyshlennogo kompleksa* [Trends in forest industry complex pricing]. Mikroekonomika [Microeconomics], 2009, no. 6, pp. 290–298.
- [31] Grigorev V.I., Ermakova N.A. *Transformatsiya tsepohek dobavlennoy stoimosti v rossiyskoy lesnoy promyshlennosti* [Transformation of value chains in Russian forest industry]. Innovatsionnaya ekonomika [Innovative Economics], 2020, no. 4(25), pp. 4–19.
- [32] Medvedeva O. *Spetsifika provedeniya marketingovogo issledovaniya rynka lesobumagnoy produktii Kaluzhskoy oblasti* [Specifics of market research for paper and pulp products in the Kaluga region]. Predprinimatelstvo [Entrepreneurship], 2014, no. 5, pp. 111–118.
- [33] Frolova M. *Spros na pilomaterialy sokrashchaetsya, tseny prodolzhayut padat* [Demand for sawn timber is declining, prices continue to fall]. Byulleten Assotsiatsii LESTECH [LESTECH Association Bulletin], 2022, no. 4(10), pp. 16–20.
- [34] Cheblakova E.V. *Lesnye tarify: osobennosti i perspektivy* [Forest tariffs: features and prospects]. Vektor ekonomiki [Vector of Economics], 2019, no. 11(41), p. 57.

- [35] Sharanova T.V., Abrosimova M.S., Vieru T.P. *Formirovanie tsen na derevoobrabatyvaushchikh predpriyatiyakh* [Price formation at wood processing enterprises]. *Perspektivy razvitiya mekhanizatsii, elektrifikatsii i avtomatizatsii selskokhozyaystvennogo proizvodstva: mater. V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf.*, Cheboksary, February 28, 2023. Cheboksary: Chuvash State Agrarian University, 2023, pp. 371–377.
- [36] Zambrzhitskaya E.S., Shchepotova E.Yu. *Sovershenstvovanie metodiki ucheta zatrat i kalkulirovaniya sebestoimosti produktsii v derevoobrabatyvaushchey promyshlennosti* [Improvement of cost accounting and costing methods in the wood processing industry]. *Korporativnaya ekonomika* [Corporate Economics], 2015, no. 3(3), pp. 30–37.
- [37] Zykin I.V. *Ekonomicheskie pokazateli lesopromyshlennogo kompleksa Urala v gody Velikoy Otechestvennoy voyny* [Economic indicators of the forest industry complex of the Urals during the Great Patriotic War]. *Istoriya i sovremennoe mirovozzrenie* [History and Modern Worldview], 2021, vol. 3, no. 1, pp. 121–126.
- [38] Koryakin V.A. *Analiz tsen na nedrevesnye resursy lesa: problemy i perspektivy* [Analysis of prices for non-timber forest resources: problems and prospects]. *Sostoyanie i perspektivy ispolzovaniya nedrevesnykh resursov lesa: sb. statey: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*, September 10–11, 2013, Kostroma. Pushkino: All-Russian Research Institute of Forestry and Forest Mechanization, 2014, pp. 73–77.
- [39] *Indeks Shanghai (SSEC)* [Shanghai Index]. Available at: <https://ru.investing.com/indices/shanghaicomposite?ysclid=q0z6l01f1577719991> (accessed 10.03.2025).
- [40] *Proizvodstvo prodazha pilomaterialov i stroganoy produktsii* [Sawn timber and planed product production and sales]. Timber Expert. Available at: https://timber-expert.ru/ceny-na-pilomaterialy-kartina-pyatiletki-na-rossijskom-rynke-2019-2014/?srsltid=AfmBOorpZirCN6ovvIOiUpQe0fHF_7weDTdXByFwAY4aKi6lrpIWYaCC (accessed 10.03.2025).
- [41] *Sostoyanie lesov mira 2022* [State of the World's Forests 2022]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <https://www.fao.org/3/cb9360ru/online/src/html/forest-production-global-economy.html> (accessed 10.03.2025).

This work was carried out as part of Russian Science Foundation project 24-28-01250 «Development of adaptive models for forecasting prices for forest products».

Authors' information

Sushko Ol'ga Petrovna✉ — Dr. Sci. (Economic), Associate Professor of the Department of Industrial Economics of the Plekhanov Russian University of Economics, osushko@mail.ru

Efimova Marina Vasil'evna — Cand. Sci. (Economic) Associate Professor of the Department of National and Regional Economics of the Plekhanov Russian University of Economics, Mishagina.MV@rea.ru

Received 29.09.2025.

Approved after review 31.03.2026.

Accepted for publication 06.04.2026.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article

The authors declare that there is no conflict of interest