

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 330.4

ПРИМЕНЕНИЕ ARMA-МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ РЕГИОНА

Опокина Н.А.¹, Ганеева Д.А.², Штоколова С.Б.¹

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

²Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

dilenka77@mail.ru

Резюме: АКТУАЛЬНОСТЬ данной темы и практическая значимость обусловлена тем, что в настоящее время существует необходимость оценки эффективности развития региона, которое тесно связано с экономическими процессами, происходящими в нем. Понятие экономической активности подразумевает сложную экономическую многофакторную совокупность. Различные эконометрические методы и модели широко применяются для анализа экономических процессов с целью прогнозирования и принятия управленческих решений. **ЦЕЛЬ.** Построить модели факторов, описывающих экономическую активность региона на примере Приволжского федерального округа (ПФО) и проверить их адекватность. **МЕТОДЫ.** В статье предложены методы анализа временных рядов, а именно модели авторегрессии – скользящего среднего (ARMA-модель), для прогнозирования уровня показателей, влияющих на экономическую активность). В ходе исследования были отобраны следующие отрасли: торговля, промышленное производство, строительная отрасль и платные услуги населению. В качестве показателей, описывающие уровни факторов, влияющих на экономическую активность ПФО, были выбраны индексы производства по отношению к уровню соответствующему месяцу предыдущего года. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Для каждой из вышеперечисленных отраслей построены ARMA-модели с целью прогнозирования уровня рассматриваемых показателей, а также проведена верификация полученных моделей и проверена их прогностическая точность с помощью сравнения спрогнозированных значений с реальными значениями тестовой выборки. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В ходе исследования полученные модели показали высокую диагностическую способность.

Ключевые слова: экономическая активность; ARMA-модель; оборот розничной торговли; промышленное производство; строительная отрасль; объем платных услуг населению.

Для цитирования: Опокина Н.А., Ганеева Д.А., Штоколова С.Б. Применение ARMA-моделей прогнозирования факторов, характеризующих экономическую активность региона // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2024. Т. 16. № 2 (62). С. 186-194.

APPLICATION OF ARMA MODELS FORECASTING FACTORS CHARACTERIZING THE ECONOMIC ACTIVITY OF THE REGION

Opokina N.A.¹, Ganeeva D.A.², Shtokolova S.B.¹

¹Kazan federal university, Kazan, Russia

²Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

dilenka77@mail.ru

Abstract: The relevance of this topic and practical significance is due to the fact that. Currently, there is a need to assess the effectiveness of the development of the region, which is closely related to the economic processes occurring in it. The concept of economic activity implies a complex economic multifactorial set. Various econometric methods and models are

widely used to analyze economic processes for the purpose of forecasting and making management decisions. **TARGET.** Build models of factors that describe the economic activity of the region using the example of the Volga Federal District (VFD) and check their adequacy. **METHODS.** The article proposes methods for analyzing time series, namely the autoregressive moving average model (ARMA model), for predicting the level of indicators affecting economic activity). During the study, the following industries were selected: trade, industrial production, construction industry and paid services to the population. As indicators describing the levels of factors influencing the economic activity of the Volga Federal District, production indices were chosen in relation to the level of the corresponding month of the previous year. **RESULTS.** For each of the above industries, ARMA models were built to predict the level of the indicators under consideration, and the resulting models were verified and their predictive accuracy was checked by comparing the predicted values with the actual values of the test sample. **CONCLUSION.** During the study, the resulting models showed high diagnostic ability.

Keywords: economic activity; ARMA model; retail trade turnover; industrial production; construction industry; service.

For citation: Opokina N.A., Ganeeva D.A., Shtokolova S.B. Application of ARMA models forecasting factors characterizing the economic activity of the region. *KAZAN STATE POWER ENGINEERING UNIVERSITY BULLETIN*. 2024. T. 16. No. 2 (62). P. 186-194.

Введение (Introduction)

Данная работа посвящена изучению совокупности факторов, которые описывают такое понятие как экономическая активность. В настоящем исследовании были рассмотрены следующие отрасли, характеризующие экономическую активность Приволжского федерального округа: торговля, промышленное производство, строительная отрасль и платные услуги населению. Каждый из упомянутых выше показателей описывается в виде временных рядов. Цель исследования заключается в построении ARMA-моделей, а также их верификация, для дальнейшего прогнозирования уровней характеристик, влияющих на экономическую активность. Научная значимость исследования состоит в том, что временными рядами можно описать практически любой социально-экономический процесс, а дальнейшее построение эконометрических моделей помогает выявить и описать взаимосвязь между различными факторами, участвующими в нем. Модели авторегрессии – скользящего среднего широко используются для описания стационарных временных рядов, значения которых зависят от предыдущих уровней ряда и скользящих средних из элементов белого шума. Практическая значимость исследования заключается в прогнозировании показателей отображающих состояния экономической активности региона.

Моделирование социально-экономических процессов наиболее актуально в настоящее время. Для их эффективного исследования и прогнозирования широко используются экономико-математические методы. При изучении ситуаций, описываемых временными рядами, удобно использовать модели анализа временных рядов. В работах Е. А. Зубовой «Стоимость жизни в России: оценка на панельных микроданных за 2010–2020 гг.» [6]; Katz D.B., Makhmutova D.I., Opokina N.A. «The Logistic Regression as an Instrument of the Personnel Policy in an Organization» [12]; Kakade K.A., Mishra A.K. "The impact of macroeconomic and oil shocks on India's non-ferrous metal prices: A structural-VAR approach" [11] рассмотрены различные эконометрические модели применяемые для оценки и прогнозирования экономических ситуаций. В ходе настоящего исследования были изучены также статьи, связанные с использованием ARMA и ARIMA моделей при описании макроэкономических показателей, такие как Закирзянов Р.И. «Оценка факторов региональной дифференциации потребительского спроса в Российской Федерации» [5], Трегуб А.В. «Методика модели ARIMA для прогнозирования динамики временных рядов» [8], Гришин Е.А. «Использование моделей авторегрессии в исследовании валового внутреннего продукта России» [4], Нартиков А. Р., Пересецкий А. А. «Моделирование динамики распределения доходов в России» [7], Moiseev N., Volodin A. «Increasing the accuracy of macroeconomic time series forecast by incorporating functional and correlational dependencies between them» [13], N.A.Opokina. «Prediction the Turnover of Retail Trade Using Analysis of Time Series» [14].

Материалы и методы (Materials and methods)

С целью прогнозирования факторов, оказывающих влияние на экономическую

активность Приволжского федерального округа были введены следующие обозначения: x_1 - индекс оборота розничной торговли, x_2 - индекс промышленного производства, x_3 - индекс объема работ, выполненных в строительной отрасли, x_4 - индекс объема платных услуг. Данные показатели были взяты в качестве индексов по отношению к соответствующему месяцу предыдущего года.

Информационной базой являлся сайты Федеральной службы государственной статистики и РосИнфоСтат [9, 10]. В качестве обучающей выборки были выбраны ежемесячные данные за период 2009-2020 гг., в качестве тестирующей - за период 2021-2023 гг. Все расчеты проведены с помощью статистического пакета Gretl.

Рассмотрим некоторый временной ряд $y_1, y_2, \dots, y_t, \dots, y_n$. Авторегрессионная модель скользящей средней порядков p и q – модель ARMA(p, q) имеет следующий вид:

$$y_t = \mu + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \varepsilon_t + b_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + b_q \varepsilon_{t-q},$$

где a_1, \dots, a_p – коэффициенты авторегрессии, b_1, \dots, b_q – коэффициенты скользящей средней, ε_t - «белый шум», μ – const. Это модель является обобщением авторегрессионной модели с порядком p и модели скользящей средней q -го порядка [2, 3].

Прежде, чем использовать экономико-математическую модель для анализа и прогнозирования, ее необходимо проверить на адекватность. Другими словами, проверить на возможность получения результатов с удовлетворительной точностью. Это применимо ко всем моделям, независимо от их вида и способа построения.

Чтобы оценить адекватность построенной модели, требуется:

1. Проверить закон распределения остаточной последовательности на нормальность.

Одним из наиболее распространенных методов, проверяющих, нормальное ли распределение имеет выборка, является критерий согласия хи-квадрат Пирсона. Его применяют для проверки гипотезы H_0 о соответствии эмпирического (фактического) распределения предполагаемому теоретическому (в нашем случае – нормальному). Диапазон варьирования значений выборки делится на интервалы, и определяются частоты (число наблюдений) для каждого из интервалов. Для проверки критерия используется статистика:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(v_i - n \cdot p_i)^2}{n \cdot p_i},$$

где v_i , p_i – соответственно эмпирическая и теоретическая частоты на i -м интервале, r – количество интервалов, n – число наблюдений.

Если $\chi^2 > \chi_{крит}^2$ с $(r-3)$ степенями свободы, то гипотеза о нормальном распределении H_0 отвергается.

2. Проверить математическое ожидание остаточной последовательности на равенство нулю.

Для проверки данного требования чаще всего используется t -критерий Стьюдента со статистикой:

$$t = \frac{\bar{\varepsilon} - 0}{s_{\varepsilon}} \sqrt{n},$$

где $\bar{\varepsilon}$ - среднее значение уровней остатков ε_t , s_{ε} - среднеквадратическое отклонение остатков.

Полученное рассчитанное t -значение критерия сравнивается с критическим значением t_{α} статистики Стьюдента, которое берется из табличных значений при заданном уровне значимости α и $n-1$ степенями свободы.

Таким образом, проверяется нулевая гипотеза H_0 : математическое ожидание остатков равно нулю. Если $t < t_{\alpha}$, то H_0 принимается, в противном случае гипотеза отвергается [1].

3. Проверить отсутствие автокорреляции остатков.

Чаще всего для проверки независимости значений остатков используется

критерий Дарбина-Уотсона. Проверяется гипотеза H_0 : автокорреляция остатков отсутствует.

Используется статистика:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2}.$$

Полученная статистика DW сравнивается с табличными значениями d_l и d_u для заданного числа наблюдений n и уровня значимости α :

- $0 < DW < d_l$ - H_0 отвергается, есть положительная автокорреляция;
- $d_l < DW < d_u$ - зона неопределенности;
- $d_u < DW < 4 - d_u$ - H_0 не отвергается, автокорреляции нет;
- $4 - d_u < DW < 4 - d_l$ - зона неопределенности;
- $4 - d_l < DW < 4$ - H_0 отвергается, есть отрицательная автокорреляция.

После подтверждения адекватности построенной модели можно переходить к оценке ее точности, т.е. разницей между реальным значением временного ряда и значением, вычисленным с помощью модели в один и тот же момент времени. С помощью приведенных ниже критериев происходит подбор параметров для моделей:

- информационный критерий Шварца

$$SBIC = \ln \left(\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \right) + \frac{k}{n} \ln(n);$$

- информационный критерий Акайка

$$AIC = \ln \left(\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \right) + \frac{2k}{n};$$

- информационный критерий Хеннана-Куинна

$$HQIC = \ln \left(\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \right) + \frac{2k}{n} \ln(\ln(n)).$$

В формулах, указанных выше: n – количество наблюдений выборки (уровней ряда); k – число определяемых параметров модели; \hat{y}_t - значение ряда, вычисленное построенной моделью; \bar{y} – среднее значение уровней ряда [1, 3].

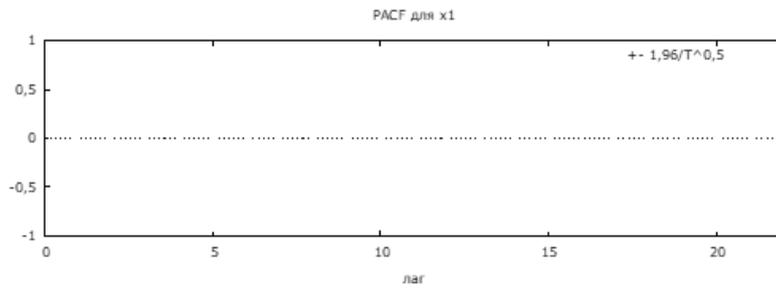
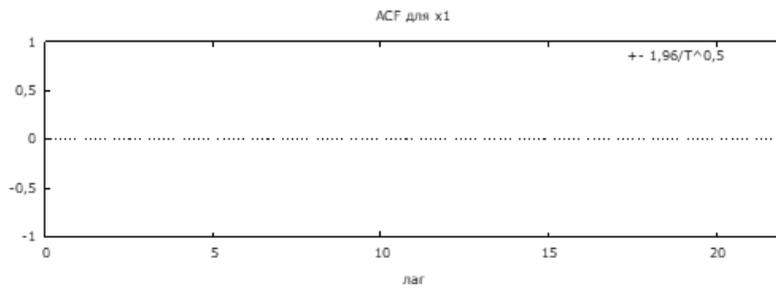
Одной из основных задач эконометрического анализа временных рядов является прогнозирование этого ряда: вычисление будущих значений на основе поведения изучаемого процесса. Другими словами, для временного ряда y_t ($t=1,2,\dots,n$) требуется спрогнозировать его значения на смещенный момент времени $t=n+\tau$. Решить эту задачу можно применяя ранее упомянутые модели авторегрессии.

Результаты (Results)

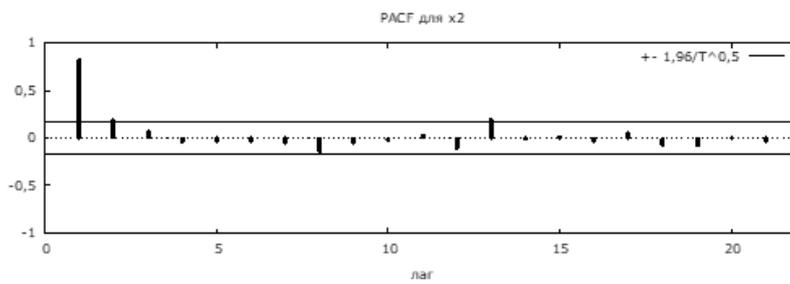
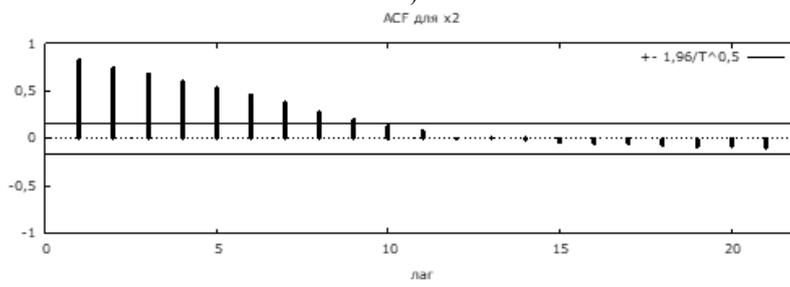
Для выбора и построения подходящих моделей для исследуемых факторов x_1 , x_2 , x_3 , x_4 изначально ряды были проверены на стационарность с помощью теста Дики-Фуллера, результаты которой показали, что рассматриваемые временные ряды являются стационарными на 95% уровне значимости.

Для определения порядков p и q при построении моделей ARIMA для каждого ряда была построена коррелограмма полной и частной автокорреляции, которые представлены на рисунке 1.

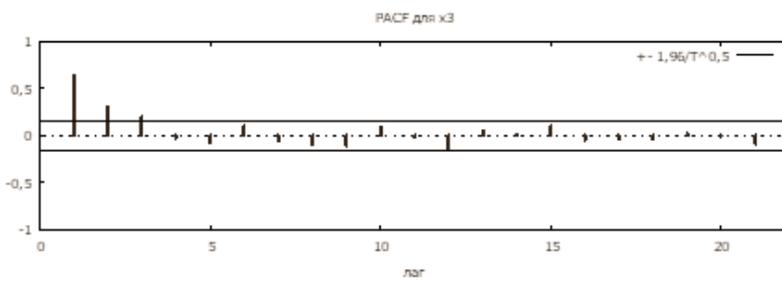
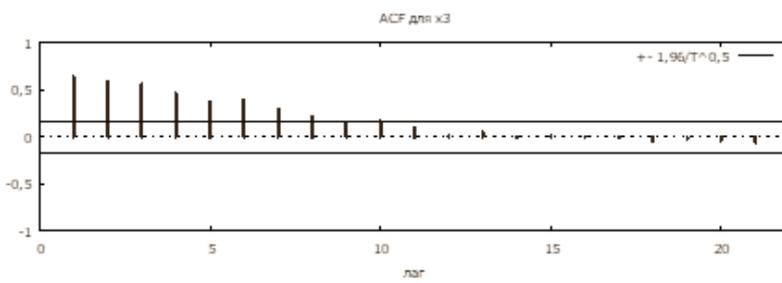
Исходя из графиков автокорреляционных (ACF) и частной автокорреляционной (PACF) функций (рис. 1), а также на основе информационных критериев Акайке, Шварца и Хеннана-Куинна, были подобраны наилучшие параметры p и q в каждом из случаев [1, 3]. В результате получены следующие модели (табл. 1).



а)



б)



с)

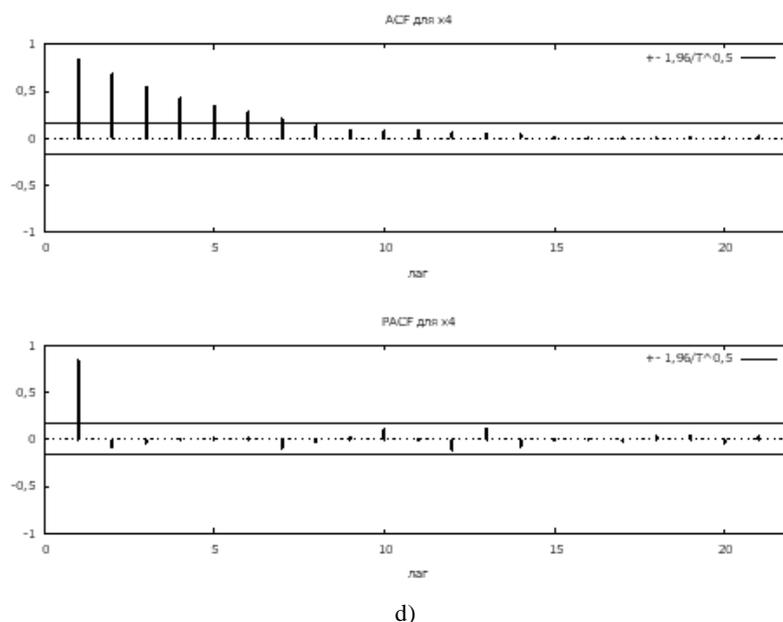


Рис. 1. Коррелограммы а) индекса оборота розничной торговли ПФО; б) индекса промышленного производства ПФО; в) индекса объема выполненных работ в строительной отрасли ПФО; д) индекса объема платных услуг населению ПФО.

Fig. 1. Correlograms a) index of retail trade turnover in the Volga Federal District (VFD); b) index of industrial production in the VFD; c) index of work performed in the construction industry in the VFD; d) index of paid services to the population in the VFD.

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Таблица 1
Table 1

Результаты моделирования факторов экономической активности ПФО
Results of modeling the factors of economic activity of the Volga Federal District

Фактор экономической активности ПФО	Модель
Индекс оборота розничной торговли	$x_t = 1.009 + 0.861x_{t-1} + \varepsilon_t$
Индекс промышленного производства	$x_t = 1.012 + 0.857x_{t-2} + \varepsilon_t + 0.565\varepsilon_{t-1} - 0.305\varepsilon_{t-2}$
Индекс объема выполненных работ в строительной отрасли	$x_t = 0.937 + 0.958x_{t-1} - 0.801x_{t-2} + 0.513x_{t-3} + \varepsilon_t - 0.698\varepsilon_{t-1} + 1.01\varepsilon_{t-2} + 0.347\varepsilon_{t-6}$
Индекс объема платных услуг населению	$x_t = 1.008 + 0.615x_{t-1} + \varepsilon_t - 0.384\varepsilon_{t-6}$

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Каждая из полученных моделей была проверена на адекватность с помощью проверки статистических тестов на нормальное распределение остатков и отсутствие автокорреляции остатков. Кроме того, используя тестовые выборки в работе, произведена оценка прогностического качества моделей. Их графическая интерпретация представлена на рисунке 2.

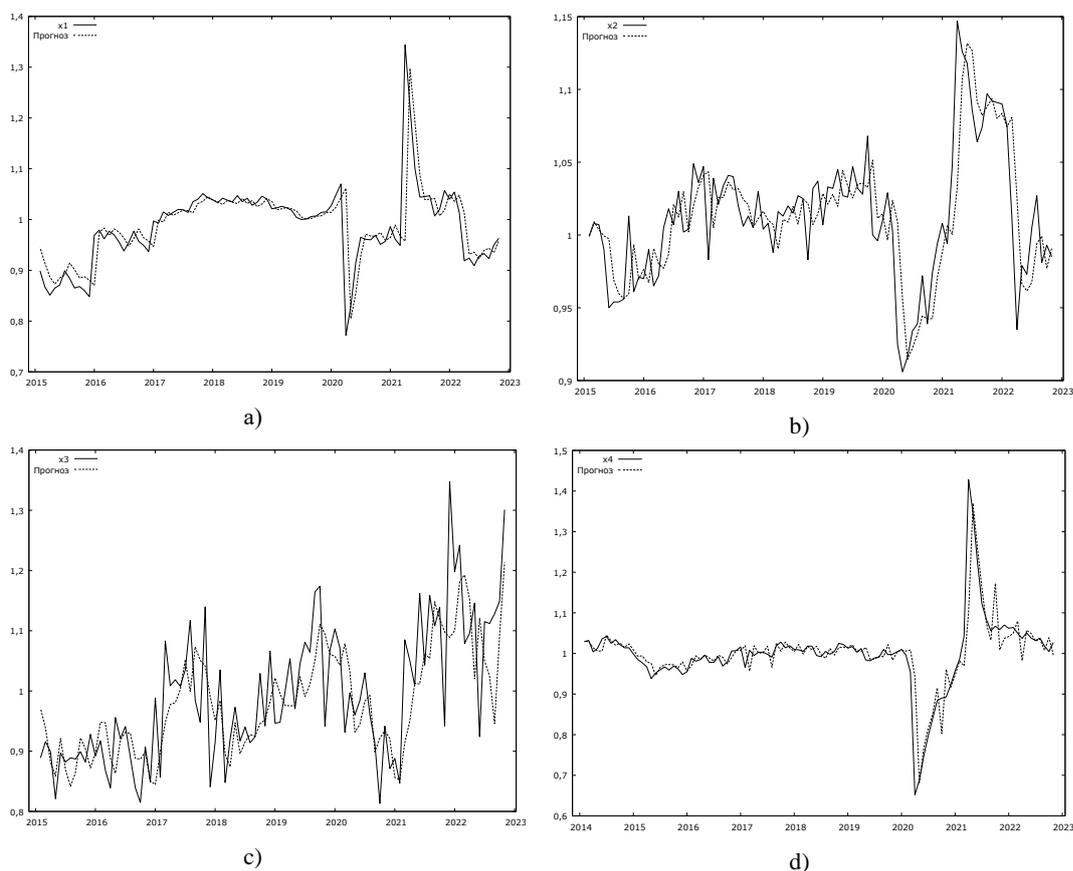


Рис. 2. Графики прогнозных и реальных значений: а) индекса оборота розничной торговли ПФО; б) индекса промышленного производства ПФО; в) индекса объема выполненных работ в строительной отрасли ПФО; г) индекса объема платных услуг населению ПФО.

Fig. 2. Graphs of forecast and actual values of: a) index of retail trade turnover in the VFD; b) index of industrial production in the VFD; c) index of the volume of work performed in the construction industry in the VFD; d) index of the volume of paid services to the population in the VFD.

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Статистика качества прогноза каждой из полученных моделей представлена в таблице 2.

Таблица 2
Table 2

Статистика оценки прогнозов моделей
Statistics of model forecast estimation

Статистика	Значения оценок			
	Модель для индекса оборота розничной торговли	Модель для индекса промышленного производства	Модель для индекса объема выполненных работ в строительной отрасли	Модель для индекса объема платных услуг населению
Средняя ошибка	0,000869	0,0020882	0,0063877	0,016727
Средняя абсолютная ошибка	0,045609	0,027264	0,056562	0,031407
Средняя процентная ошибка	-0,33187	0,41845	0,46477	1,26921
Средняя абсолютная процентная ошибка	4,0587	5,628	7,0818	3,4374

*Источник: Составлено авторами Source: compiled by the author.

Обсуждение (Discussions)

В данной работе было произведено исследование экономической активности Приволжского федерального округа. Авторами были отобраны факторы, влияющие на формирование исследуемой величины. Для поставленной задачи использовались методы эконометрического анализа, а именно, ARMA - модели.

Предложенное применение этих моделей для практической реализации в исследовании экономической активности региона показали достаточное высокое качество прогнозирования, что подтвердилось с помощью сравнения полученных спрогнозированных значений с реальными значениями тестовой выборки, а также статистики оценки прогнозов для каждой из моделей, представленных в таблице 2. Результаты, представленные в таблице 2 показали, что точность первой и четвертой моделей составляет 96%, второй - 94%, третьей - 93%, что подтверждает высокое диагностическое свойство построенных моделей.

Выводы (Conclusions)

Исходя, из вышеизложенного, можно сделать следующий вывод. В статье был предложен эконометрический подход для исследования экономической активности Приволжского федерального округа на основе прогнозирования влияющих на нее показателей. Таким образом, данный экономико-математический метод в этой ситуации показал достаточно хорошую прогностическую способность, что является немаловажным фактором при принятии управленческих решений при развитии экономической составляющей региона.

Литература

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов: В 2-х т. – Т. 1. Теория вероятностей и прикладная статистика / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. – М: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 656 с.
2. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. — М.: Финансы и статистика, Инфра — М., 2015. – 320 с.
3. Бокс, Дж. Анализ временных рядов прогноз и управление. Выпуск 1 / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. - М.: Мир, 2015. - 408 с.
4. Гришин, Е.А. Использование моделей авторегрессии в исследовании валового внутреннего продукта России / Е.А. Гришин // Инженерный вестник Дона. — 2019 - №2. — с. 24 – 26
5. Закирзянов, Р. И./ Оценка факторов региональной дифференциации потребительского спроса в Российской Федерации [Электронный ресурс] / Р.И.Закирзянов. - Москва.2021. - Режим доступа: <http://www.cbr.ru/statichtml/file/124347/wp-july21.pdf>
6. Е. А. Зубова Стоимость жизни в России: оценка на панельных микроданных за 2010–2020 гг. // Прикладная эконометрика – 2022 - т. 65 - с. 45–64
7. Нартикоев А. Р., Пересецкий А. А. Моделирование динамики распределения доходов в России. // Прикладная эконометрика – 2019 - т. 54 -с. 105–125
8. Трегуб, А.В. Методика модели ARIMA для прогнозирования динамики временных рядов / А.В. Трегуб, И.В. Трегуб // Лесной вестник . — 2011. — №5. — С.45— 54.
9. Сайт РосИнфоСтат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosinfostat.ru/>
10. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru>
11. Kakade K.A., Mishra A.K.. "The impact of macroeconomic and oil shocks on India's non-ferrous metal prices: A structural-VAR approach" // Applied Econometrics, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) -2021- vol. 63- pp.30-50.
12. Katz D.B., Makhmutova D.I., Opokina N.A., The Logistic Regression as an Instrument of the Personnel Policy in an Organization//HELIX. - 2018. - Vol.8, Is.1. - pp.2231-2235.
13. Moiseev N., Volodin A. "Increasing the accuracy of macroeconomic time series forecast by incorporating functional and correlational dependencies between them" // Applied Econometrics, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) - 2019- vol. 53- pp. 119-137.
14. N.A.Opokina. Prediction the Turnover of Retail Trade Using Analysis of Time Series. International Journal of Engineering Research and Technology.- 2020-Volume 13, Number 12 - pp. 5252-5261
15. Андерсон, Т. Статистический анализ временных рядов / Т. Андерсон. – Москва: Мир, 1976. – 755 с.

Авторы публикации

Опокина Надежда Анатольевна – канд. физ.-мат. наук, доцент, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия. opnadin@mail.ru.

Ганеева Диляра Асхатовна – канд. экон. наук, начальник отдела научно-исследовательских работ студентов, Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия. dilenka77@mail.ru.

Штоколова София Борисовна - магистр, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия. Sophia.shtokolova@gmail.com.

References

1. Ayvazyan S.A. Applied statistics. Fundamentals of econometrics: Textbook for universities: In 2 volumes - Vol. 1. Probability theory and applied statistics / S.A. Ayvazyan, V.S. Mkhitarian. – M: UNITY-DANA, 2006. – 656 p.
2. Afanasyev, V.N. Time series analysis and forecasting / V.N. Afanasyev, M.M. Yuzbashev. - M.: Finance and Statistics, Infra - M, 2015. - 320 p.
3. Box, J. Time series analysis, forecast and control. Issue 1 / J. Box, G. Jenkins. - M.: Mir, 2015. - 408 p.
4. Grishin, E.A. Using autoregression models in the study of Russia's gross domestic product / E.A. Grishin // Engineering Bulletin of the Don. — 2019-№2. — pp.24—26.
5. Zubova E.A. "Value of statistical life in Russia: Estimates based on panel microdata for 2010–2020"// Applied Econometrics – 2022 - vol. 65 - pp.45-64.
6. Nartikoev A., Peresetsky A. "Modeling the dynamics of income distribution in Russia," Applied Econometrics -2019- vol. 54 - pp. 105-125.
7. Tregub, A.V. Methodology of the ARIMA model for forecasting the dynamics of time series / A.V. Tregub, I.V. Tregub // Forest Herald. - 2011. - No. 5. — pp.45— 54.
8. RosInfoStat website [Electronic resource]. – Access mode: <https://rosinfostat.ru/>
9. Unified interdepartmental information and statistical system [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.fedstat.ru>
10. Kakade K.A., Mishra A.K. "The impact of macroeconomic and oil shocks on India's non-ferrous metal prices: A structural-VAR approach" // Applied Econometrics – 2021 - vol. 63- pp.30-50.
11. Katz D.B., Makhmutova D.I., Opokina N.A., The Logistic Regression as an Instrument of the Personnel Policy in an Organization//HELIX. - 2018. - Vol.8, Is.1. - pp.2231-2235.
12. Moiseev N., Volodin A. "Increasing the accuracy of macroeconomic time series forecast by incorporating functional and correlational dependencies between them" // Applied Econometrics - 2019- vol. 53- pp. 119-137.
13. Moiseev N., Volodin A. "Increasing the accuracy of macroeconomic time series forecast by incorporating functional and correlational dependencies between them" // Applied Econometrics, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA) - 2019- vol. 53- pp. 119-137.
14. N.A.Opokina. Prediction the Turnover of Retail Trade Using Analysis of Time Series. International Journal of Engineering Research and Technology.- 2020-Volume 13, Number 12 - pp. 5252-5261
15. Anderson, T. Statistical analysis of time series / T. Anderson. - Moscow: Mir, 1976. - 755 с.

Authors of the publication

Nadezhda A. Opokina - Kazan federal university, Kazan, Russia. opnadin@mail.ru.

Dilyara A. Ganeeva - Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia. dilenka77@mail.ru.

Sofia B. Shtokolova - Kazan federal university, Kazan, Russia. Sophia.shtokolova@gmail.com.

Шифр научной специальности: 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика

Получено

12.02.2024 г.

Отредактировано

27.05.2024 г.

Принято

30.05.2024 г.