

РОЗДІЛ 9. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

ЗАСТОСУВАННЯ ARIMA-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ЗОВНІШНЬОЇ ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ

THE APPLICATION OF THE ARIMA-MODELS FOR THE FORECASTING THE DYNAMICS OF FOREIGN TRADE OF UKRAINE

УДК 519.67:339.5

Дзюбановська Н.В.

к. е. н., доцент, доцент кафедри прикладної математики

Тернопільський національний економічний університет

Ляшенко О.М.

д. е. н., професор, професор кафедри міжнародних економічних відносин Луцький національний технічний університет

У статті побудовано ARIMA-моделі динаміки для прогнозування обсягу експорту та імпорту товарів України. Для моделювання використано теорію часових рядів, програмний продукт STATISTICA 10, статистичні дані обсягів експорту та імпорту товарів України. Проаналізовано динаміку обсягів експорту та імпорту товарів України протягом досліджуваного періоду. Шляхом використання отриманих ARIMA-моделей розраховано прогнозні значення для обсягів експорту та імпорту товарів України на майбутні періоди. Підтвердження адекватності побудованої моделі здійснено на основі аналізу залишків моделі.

Ключові слова: експорт, імпорт, торгівля, ARIMA-модель, прогнозування, часові ряди.

В статье построены ARIMA-модели динамики для прогнозирования объема экспорта и импорта товаров Украины. Для моделирования использованы теория временных рядов, программный продукт STATISTICA 10, статистические данные объемов экспорта и импорта товаров Украины. Проанализирована динамика объемов экспорта и импорта товаров Украины в течение исследуемого

периода. Путем использования полученных ARIMA-моделей рассчитаны прогнозные значения для объемов экспорта и импорта товаров Украины на будущие периоды. Подтверждение адекватности построенной модели осуществлено на основе анализа остатков модели.

Ключевые слова: экспорт, импорт, торговля, ARIMA-модель, прогнозирование, временные ряды.

In the article ARIMA Dynamics Model for forecasting the export and import volumes of goods of Ukraine was constructed. The model was made by means of the theory of time series, the software package STATISTICA 10 and statistical data of export and import volumes of goods of Ukraine. The analysis of dynamics of the export and import volumes of goods of Ukraine during the investigated period was realized. On the basis of received ARIMA-model, predicted values for export and import volumes of goods of Ukraine for future periods were calculated. The adequacy of the constructed model was confirmed on the basis of analysis of the model residues.

Key words: export, forecasting, import, trade, ARIMA-model, time series.

Постановка проблеми. В будь-якій галузі економіки провідними завданнями управлінців є аналіз динаміки певного соціально-економічного процесу та прогнозування на майбутні періоди. Оскільки торгівля є одним з таких процесів, а також має неабиякий вплив на економічний розвиток країни, прогнозування динаміки показників зовнішньої торгівлі обумовлює актуальність розгляду цього питання.

З огляду на стан економіки України сьогодні оцінка поточного стану та побудова прогнозних моделей для показників зовнішньої торгівлі країни дадуть змогу підвищити ступінь поінформованості особи, яка приймає рішення щодо важливих тенденцій у сфері торгівлі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням дослідження економічних процесів за допомогою теорії часових рядів та розроблення прогнозних моделей присвячено багато робіт вітчизняних та зарубіжних вчених, таких як І.В. Антохонова [1], А.М. Єріна [2], В.О. Єрьоменко [3], К.Д. Льюїс [4], Т.Г. Морозова, О.В. Пиккулькин, В.Ф. Тихонов [5]. Крім того, багато науковців приділили увагу прогнозуванню обсягів торговель-

них потоків України, зокрема І.О. Крехівський [6], В.М. Пилявець [7], Н.Ю. Мардус [8].

Постановка завдання. Метою дослідження є побудова прогнозних моделей динаміки обсягів експорту та імпорту товарних потоків країни для поінформованості управлінців і прийняття правильного рішення щодо ефективного ведення торговельної політики України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз статистичних даних показників зовнішньої торгівлі без урахування впливу зовнішніх факторів та без додаткової інформації є особливістю прогнозування часових рядів [9]. Отже, теорію часових рядів можна застосувати до дослідження торгівлі країни, побудувати математичну модель, а також здійснити прогноз на майбутні періоди.

На нашу думку, ARIMA-моделі краще підходять для прогнозування часових рядів, ніж інші інструменти, тому що вони мають чітке математико-статистичне обґрунтування. Окрім того, в попередніх дослідженнях ми вже застосовували ARIMA-моделі для прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних потоків країн ЄС [3]. Доведемо, що цю методику прогнозування

можна застосовувати для оцінювання теперішнього стану зовнішньої торгівлі України та побудови прогнозних моделей на майбутні періоди.

Для моделювання використовуємо статистичні дані обсягів експорту та імпорту товарів України у млн. доларів за кожен місяць із січня 2005 року по грудень 2017 року (без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях) [10], а також модуль "Time series analysis/Forecasting" пакета STATISTICA 10. Отже, утворений ряд складається зі 156 спостережних даних.

Перед побудовою прогнозних моделей розглянемо динаміку обсягів експорту та імпорту товарів України протягом досліджуваного періоду (рис. 1).

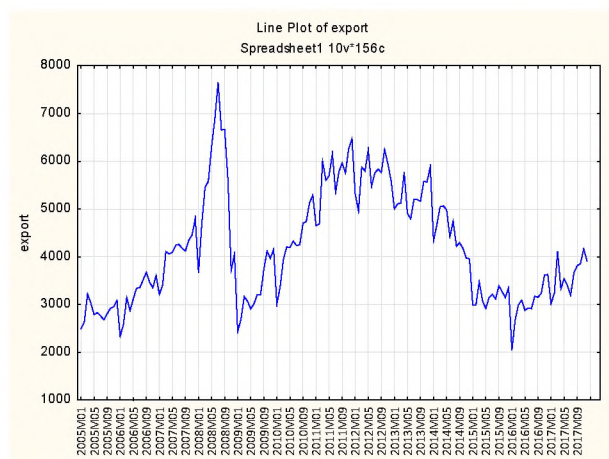
Як видно з рис. 1, на досліджуваному часовому проміжку спостерігається різна динаміка показ-

ників. Чітко видно, що світова фінансова криза 2008 року вплинула на показники експорту та імпорту товарів України, а також спостерігаємо значне зменшення обсягів експорту та імпорту товарів після Революції Гідності (2013 рік). Окрім цього, на графіках можна помітити залежність обсягів експорту та імпорту товарів України від сезону.

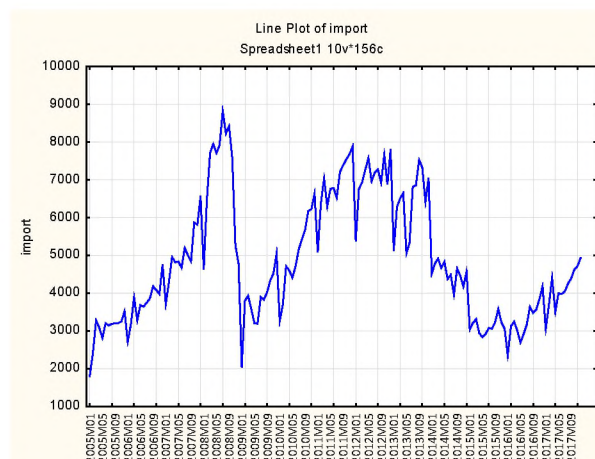
Для кращої візуалізації побудуємо гістограми часових рядів (рис. 2). На рис. 2 бачимо, що ні перший (експорт товарів), ні другий ряд (імпорт товарів) не є нормально розподіленими, тому для подальшого дослідження потрібно встановити залежності для цих рядів.

Для визначення характеру не випадкової складової побудуємо автокореляційну функцію вихідних даних (рис. 3).

Розглянувши характеристики автокореляційної функції обсягів експорту та імпорту товарів України

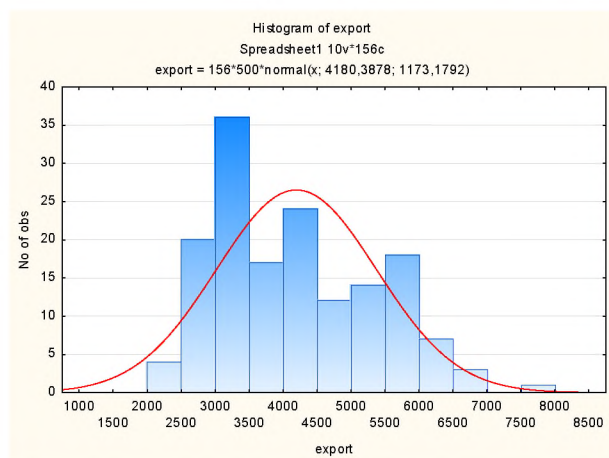


а)

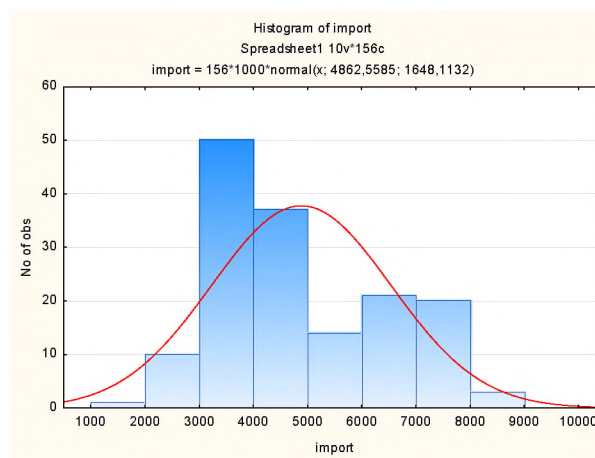


б)

Рис. 1. Лінійний графік обсягів експорту та імпорту товарів України протягом періоду із січня 2005 року по грудень 2017 року: а) експорт товарів; б) імпорт товарів

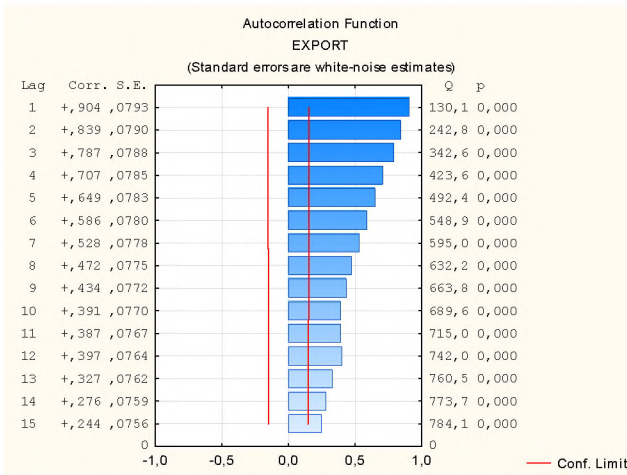


а)

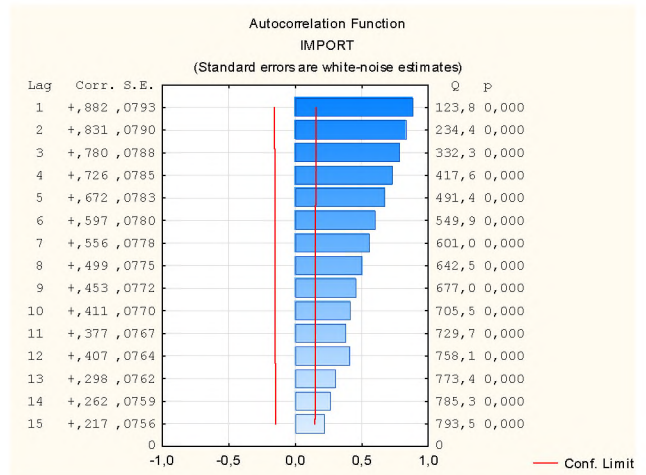


б)

Рис. 2. Гістограма обсягів експорту та імпорту товарів України протягом періоду із січня 2005 року по грудень 2017 року: а) експорт товарів; б) імпорт товарів

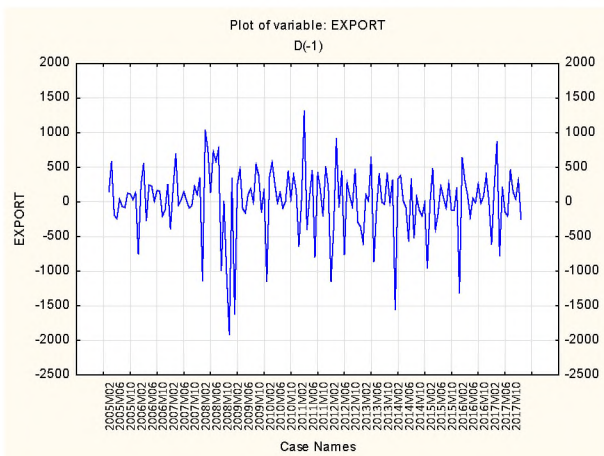


а)

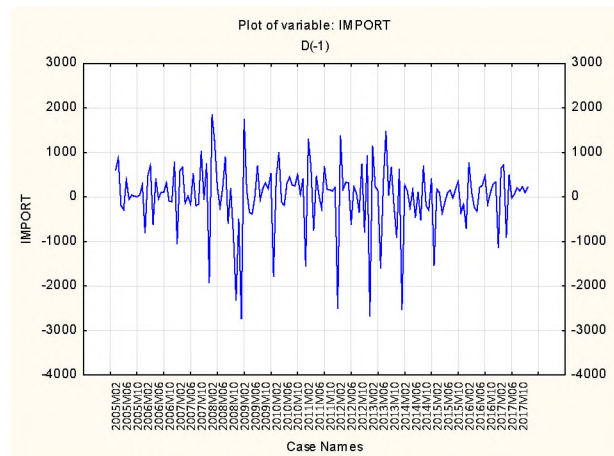


б)

Рис. 3. Функція автокореляції обсягів експорту та імпорту товарів України протягом періоду із січня 2005 року по грудень 2017 року: а) експорт товарів; б) імпорт товарів

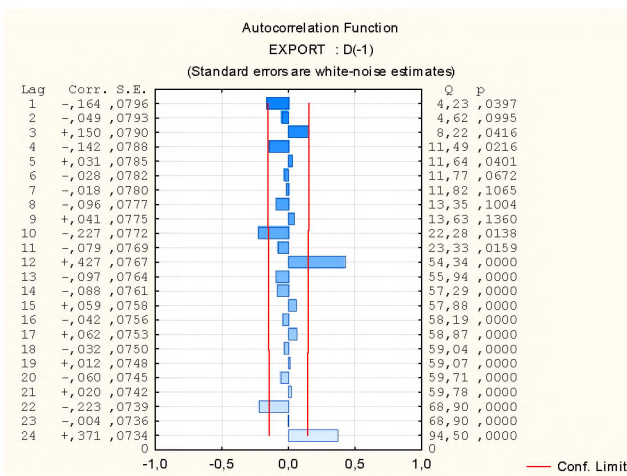


а)

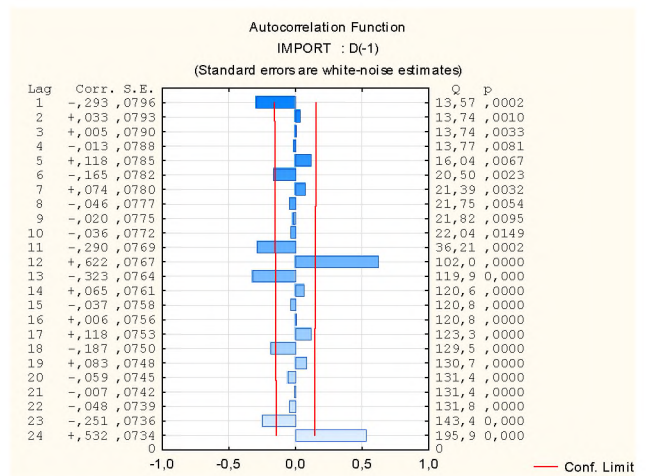


б)

Рис. 4. Динаміка обсягів експорту та імпорту товарів України протягом періоду із січня 2005 року по грудень 2017 року (млн. євро) (трансформований ряд): а) експорт товарів; б) імпорт товарів



а)



б)

Рис. 5. Функція автокореляції обсягів експорту та імпорту товарів України протягом періоду із січня 2005 року по грудень 2017 року (трансформований ряд): а) експорт товарів; б) імпорт товарів

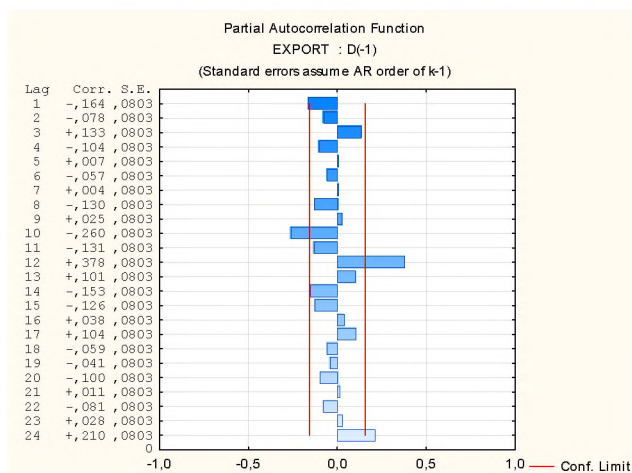
(рис. 3), стверджуємо, що для моделювання динаміки цих показників можуть бути використані авто-регресійні моделі.

Обидва ряди є нестационарними. Оскільки ARIMA-моделі застосовуються лише до стаціонарних рядів, нашим наступним завданням буде трансформація початкових часових рядів з використанням оператора різниці першого порядку:

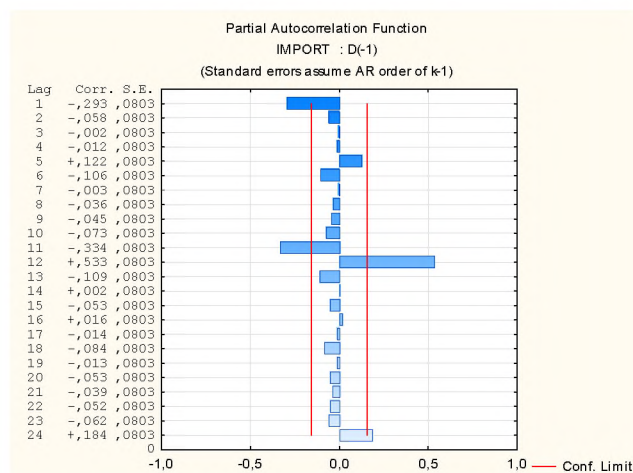
$$d_1 = y_t - y_{t-1} \cdot (1)$$

Результати перетворень зобразимо на рис. 4, функції автокореляції цих рядів – на рис. 5, а функції часткових автокореляцій – на рис. 6.

Як видно, з рис. 4–6, отримані ряди мають ознаки періодичності та сезонності. З функції



а)



б)

Рис. 6. Функція часткової автокореляції обсягів експорту та імпорту товарів України протягом періоду із січня 2005 року по грудень 2017 року (трансформований ряд): а) експорт товарів; б) імпорт товарів

Input: EXPORT (Spreadsheet1)						
Transformations: D(1)						
Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 MS Residual= 1981E2						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(154)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Ps(1)	0,454715	0,074888	6,071979	0,000000	0,306776	0,602655

а)

Input: IMPORT (Spreadsheet1)						
Transformations: D(1)						
Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 MS Residual= 3487E2						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(154)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
Ps(1)	0,646655	0,063765	10,14118	0,000000	0,520688	0,772623

б)

Рис. 7. Специфікація ARIMA-моделей динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України: а) експорт товарів; б) імпорт товарів

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (S Input: EXPORT				
Start of origin: 1 End of origin: 156				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
2018M01	3637,807	2901,303	4374,311	445,069
2018M02	3740,947	2699,372	4782,521	629,423
2018M03	4136,534	2860,872	5412,197	770,882
2018M04	3781,564	2308,555	5254,572	890,138
2018M05	3879,132	2232,259	5526,006	995,205
2018M06	3814,240	2010,181	5618,300	1090,192
2018M07	3721,275	1772,668	5669,882	1177,542
2018M08	3933,993	1850,844	6017,141	1258,846
2018M09	4001,206	1791,694	6210,719	1335,208
2018M10	4021,062	1692,031	6350,093	1407,432
2018M11	4161,762	1719,053	6604,470	1476,128
2018M12	4048,287	1496,962	6599,613	1541,765

а)

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (S Input: IMPORT				
Start of origin: 1 End of origin: 156				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
2018M01	4201,025	3223,778	5178,272	590,550
2018M02	4619,966	3237,929	6002,002	835,164
2018M03	5083,750	3391,108	6776,392	1022,863
2018M04	4495,731	2541,237	6450,226	1181,100
2018M05	4815,224	2630,033	7000,415	1320,510
2018M06	4802,642	2408,885	7196,399	1446,546
2018M07	4845,231	2259,678	7430,784	1562,449
2018M08	4979,035	2214,963	7743,108	1670,328
2018M09	5066,960	2135,219	7998,702	1771,650
2018M10	5216,443	2126,116	8306,770	1867,483
2018M11	5280,249	2039,087	8521,411	1958,633
2018M12	5421,370	2036,086	8806,653	2045,725

б)

Рис. 8. Результати моделювання динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України на 2018 рік: а) експорт товарів; б) імпорт товарів

автокореляції (рис. 5) видно, що для трансформованих рядів спостерігається періодичність зі значенням періоду 12. Аналогічно на основі побудованої функції часткової кореляції (рис. 6) робимо висновок, що кореляційна залежність з часом зменшується. На основі значень АКФ і ЧАКФ визначаємо параметри для побудови прогнозної моделі динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України. Для цього використовуємо метод аналізу часових рядів, що реалізований у пакеті STATISTICA 10 (Interrupted Time Series Analysis ARIMA).

В результаті моделювання одержуємо дві прогнозні моделі (рис. 7). Причому в обох випадках статистична значущість параметрів підтверджується.

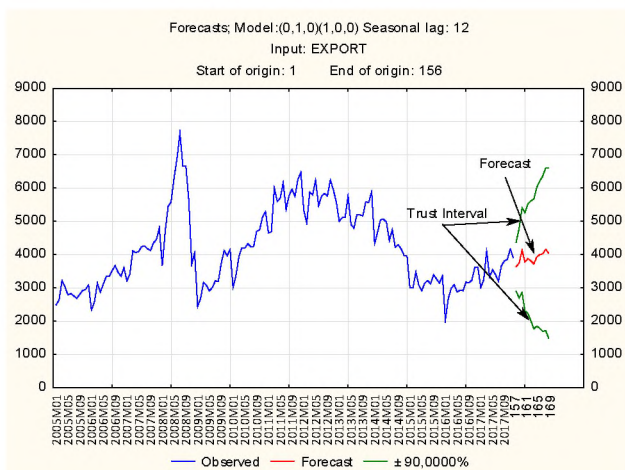
Оскільки для моделювання ми використали статистичні дані обсягів експорту та імпорту товарів помісячно із січня 2005 року по грудень 2017 року, в результаті побудованих моделей отримано про-

гнозні значення цих показників на період із січня по грудень 2018 року (рис. 8).

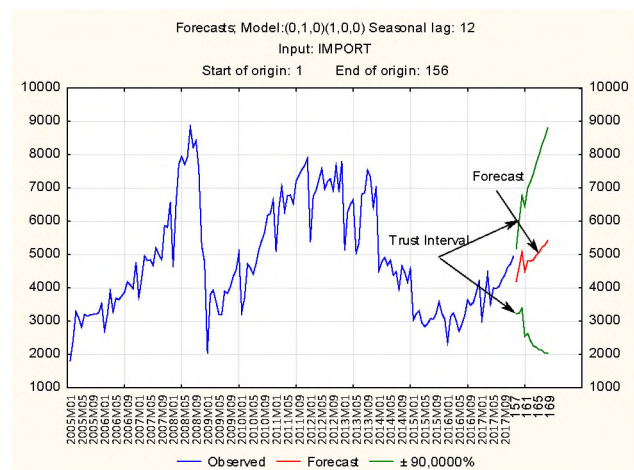
Результати моделювання динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України на 2018 рік представимо графічно (рис. 9). Як бачимо, крім прогнозних значень, ми отримали також довірчі інтервали, що покривають отримані значення з надійністю 90%.

Про адекватність побудованих моделей можна говорити на основі аналізу залишків моделей, розподіл яких добре апроксимується нормальним розподілом. Це підтверджують гістограми залишків моделей та графіки нормальної ймовірності (рис. 10, 11).

Висновки з проведеного дослідження. Отже, застосувавши до зовнішньої торгівлі України теорію часових рядів, бачимо, що на основі статистичного аналізу даних можна побудувати прогнозу математичну модель на майбутні періоди.

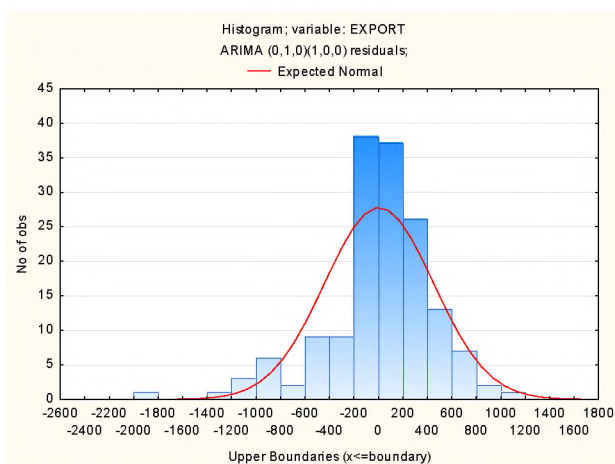


а)

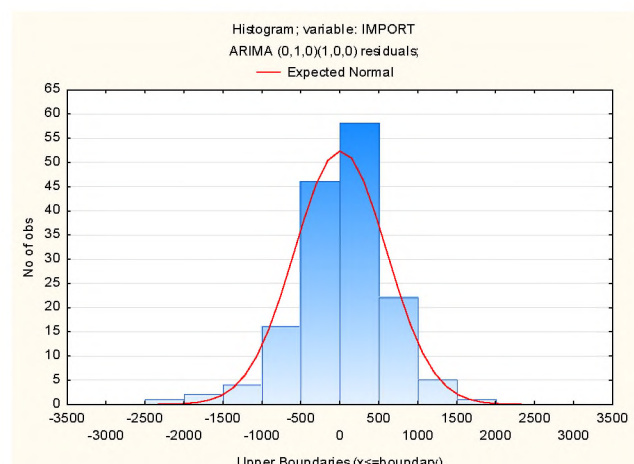


б)

Рис. 9. Графік моделювання динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України на 2018 рік: а) експорт товарів; б) імпорт товарів

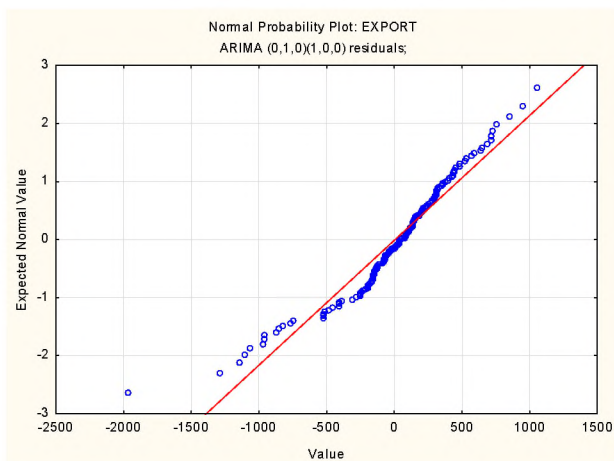


а)

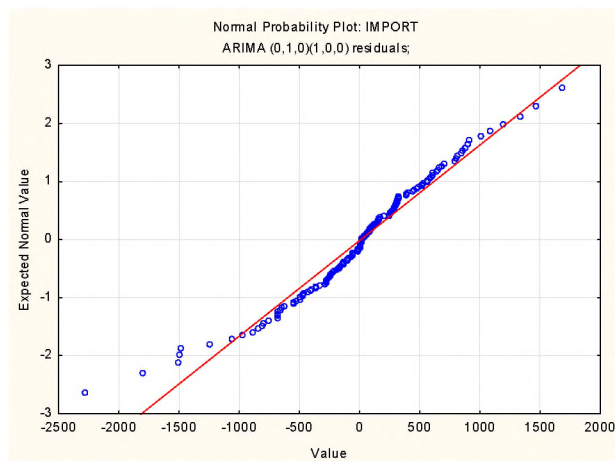


б)

Рис. 10. Гістограма залишків моделі: а) експорт товарів; б) імпорт товарів



а)



б)

Рис. 11. Апроксимація розподілу залишків моделі: а) експорт товарів; б) імпорт товарів

Під час аналізування динаміки обсягів експорту та імпорту товарів України ми виявили, що значний спад цих показників протягом досліджуваного періоду відбувався двічі, будучи наслідком світової фінансової кризи (2008 рік) та Революції Гідності в Україні (2013 рік), тобто були зовнішні фактори, що масштабним чином вплинули на економіку України загалом та зовнішню торгівлю зокрема. Такого типу кризи важко передбачити, а тим паче спрогнозувати їх вплив на економічні показники країни.

З огляду на те, що торгівлю можна охарактеризувати як динамічний процес, а до її дослідження застосовується теорія часових рядів, одним з недоліків такого ототожнення є те, що прогнозування часових рядів здійснюється без урахування впливу зовнішніх факторів та без додаткової інформації. Тобто отримані прогнозні значення щодо обсягів експорту та імпорту товарів України будуть адекватно відображені за умови, що економіка країни не зазнає руйнівного впливу та стрімкого спаду показників торгівлі (незначний вплив на економіку врахований інтервалами довіри).

Отже, за помірного розвитку економіки країни ARIMA-моделі можуть бути використані як інструмент прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортно-імпортних товарних потоків.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Антохонова И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов: учебное пособие. Улан-Удэ: изд-во ВСГТУ, 2004. 212 с.

2. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посібник. Київ: КНЕУ, 2001. 170 с.

3. Дзюбановська Н.В., Єрьоменко В.О. Прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних потоків країн Європейського Союзу. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2017. Вип. 28. С. 240–245.

4. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. Москва: Финансы и статистика, 1986. 133 с.

5. Морозова Т.Г., Пикулькин А.В., Тихонов В.Ф. и др. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учеб. пособие для вузов. Москва: Юнити-Дана, 1999. 322 с.

6. Крехівський І.О. Моделювання та прогнозування імпорту в Україну високотехнологічних хімічних продуктів з урахуванням кризи. *Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки*. 2011. С. 125–133.

7. Пилявець В.М. Особливості застосування прогнозних моделей для дослідження експортного потенціалу окремих товарних груп аграрного сектора економіки. *Агросвіт*. 2011. № 6. С. 57–60.

8. Мардус Н.Ю. Формування моделі прогнозування стану внутрішнього ринку товарів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2018. № 4. Т. 29 (68). С. 59–64.

9. Дзюбановська Н.В. Щодо питання вимірювання міжнародної торгівлі країн: основні методи і прийоми. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2016. Вип. 22. С. 204–206.

10. Державна служба статистики України: офіційний сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.