

Дзюбановська Н.В.,

*к.е.н., старший викладач кафедри економіко-математичних методів,  
Тернопільський національний економічний університет*

Єрмоленко В.О.,

*к.ф.-м.н., доцент,  
доцент кафедри економіко-математичних методів,  
Тернопільський національний економічний університет*

## ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ДИНАМІКИ ОБСЯГІВ ЕКСПОРТНИХ ПОТОКІВ КРАЇН ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

**Анотація.** У статті побудовано ARIMA-модель динаміки з інтервенціями для прогнозування обсягу експорту товарів країн Європейського Союзу. Для моделювання використано теорію часових рядів, програмний продукт STATISTICA 10 та статистичні дані обсягів експорту товарів у млн. євро країн ЄС. Проведено аналіз динаміки обсягів експорту товарів країн ЄС протягом досліджуваного періоду. Використовуючи отриману ARIMA-модель, ми розрахували прогнозні значення для обсягів експорту товарів країн ЄС на майбутні періоди. Підтвердження адекватності побудованої моделі здійснено на основі крос-перевірки та аналізу залишків моделі.

**Ключові слова:** експорт, міжнародна торгівля, математична модель, прогнозування, часові ряди.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку світової економіки одним із ключових завдань управлінців є попередня оцінка, а в подальшому якісний прогноз перебігу певного соціально-економічного процесу. Одним із таких процесів є міжнародна торгівля, роль якої в економічному розвитку стає все вагомішою. Отже, постає актуальність завчасного планування обсягів експортно-імпортних потоків, що дасть змогу раціонально розподілити ресурси країн у сфері зовнішньої торгівлі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням розробки моделей прогнозування економічних процесів присвячено чимало робіт вітчизняних та зарубіжних науковців, таких як, зокрема, І.В. Антохонова [1], А.М. Єріна [2], Б.Є. Грабовецький [3], К.Д. Льюїс [4], Т.Г. Морозова, О.В. Пікулькин, В.Ф. Тихонов [5]. Також багато вчених приділили свою увагу дослідженню економічних явищ за допомогою теорії часових рядів та побудови ARIMA-моделей. Серед них слід назвати таких, як Л.А. Осипов, А.М. Кричевський [6], О.Д. Юдін, В.П. Носко, Р.М. Ентов, П.А. Кадочников, С.С. Пономаренко [7].

**Мета статті** полягає в побудові прогнозної моделі обсягів експортних потоків для підвищення ступеня поінформованості особи, яка приймає рішення стосовно важливих тенденцій у сфері зовнішньої торгівлі країни.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** З огляду на характер перебігу міжнародної торгівлі до дослідження цього процесу часто застосовують теорію часових рядів [8]. На основі аналізу часового ряду можна побудувати математичну модель і здійснити прогноз на майбутні періоди. Моделі прогнозування часових рядів застосовують на практиці у багатьох сферах економіки.

Для моделювання застосуємо модуль Time series analysis/ Forecasting пакета STATISTICA 10 та статистичні дані Eurostat [9] обсягів експорту товарів у млн. євро країн Європейського Союзу за кожен місяць з січня 2002 року по вересень 2017 року. Отже, у нас утворився ряд зі 189 спостережними даними.

Спочатку розглянемо на графіку початковий часовий ряд (рис. 1).

З рис. 1 чітко видно, що існує сезонна залежність обсягу експорту товарів країн ЄС. Для кращої візуалізації побудуємо гістограму ряду (рис. 2).

На основі гістограми робимо висновок, що ряд не є нормально розподіленим, тому надалі важливим завданням буде встановлення залежності для цього ряду.

Для цього розіб'ємо вихідний ряд на дві складові, а саме детерміновану функцію і випадкову складову. Випадкова складова повинна бути представлена у вигляді ряду Гаусса з незалежними приростами.

Для визначення характеру невідомої складової побудуємо автокореляційну функцію вихідних даних для перших 180 значень (рис. 3).

Розглянувши характеристики автокореляційної функції показника обсягів експорту товарів країн ЄС (рис. 3), маємо підстави стверджувати, що для моделювання динаміки цього показника можуть бути використані авторегресійні моделі.

Перетворимо вихідний досліджуваний ряд у ряд такого вигляду:

$$Dx(t) = x(t) - x(t-1). \quad (1)$$

Перетворений ряд відображено на рис. 4, а автокореляційна функція цього ряду – на рис. 5.

Із функції автокореляції (рис. 5) видно, що на перших лагах не спостерігається значуща кореляція, проте для значення лагів, які кратні сезонності, вона значуща лише для першого періоду. Аналогічно з функції часткової кореляції (рис. 6) впливає зменшення кореляційної залежності з плином часу. На основі значень АКФ і ЧАКФ визначасмо параметри для побудови прогнозної моделі динаміки обсягів експорту товарів країн ЄС. Для цього використаємо метод аналізу часових рядів з розривами, що реалізований у пакеті STATISTICA 10 (Interrupted Time Series Analysis ARIMA). На основі моделювання нами отримані прогнозні значення для обсягів експорту на період з січня по грудень 2017 року (рис. 7).

Окрім того, результати моделювання динаміки обсягів експорту товарів країн ЄС на 2017 рік можна представити графічно (рис. 8).

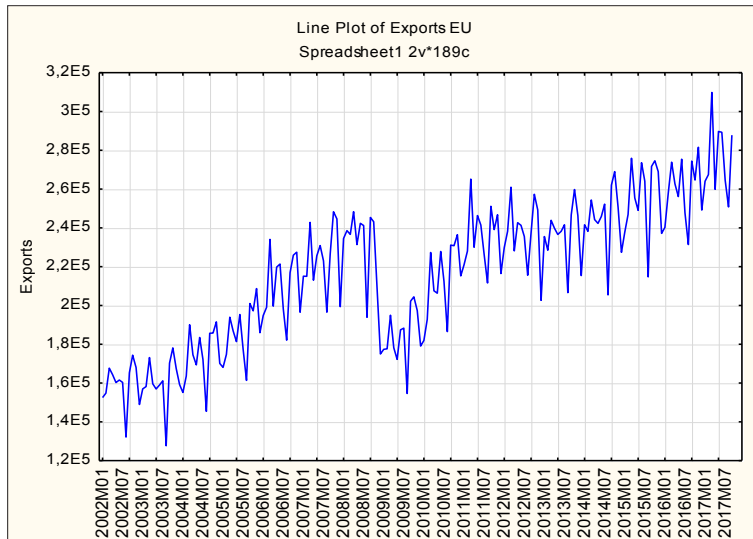


Рис. 1. Лінійний графік експорту товарів країн ЄС протягом січня 2002 року – вересня 2017 року

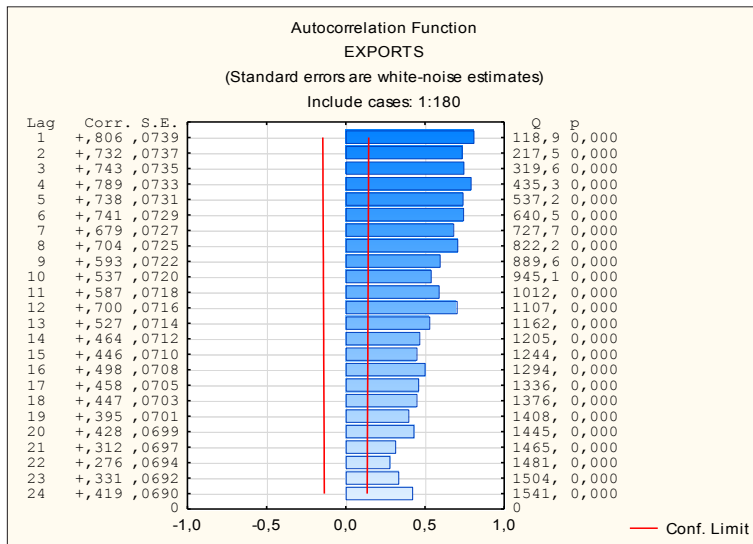


Рис. 2. Гістограма обсягів експорту товарів країн ЄС протягом січня 2002 року – вересня 2017 року

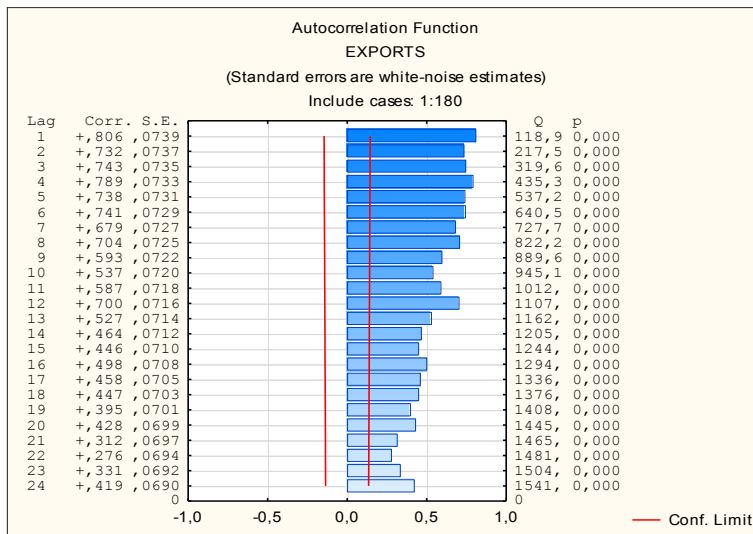


Рис. 3. Функція автокореляції обсягів експорту товарів країн ЄС протягом січня 2002 року – вересня 2017 року

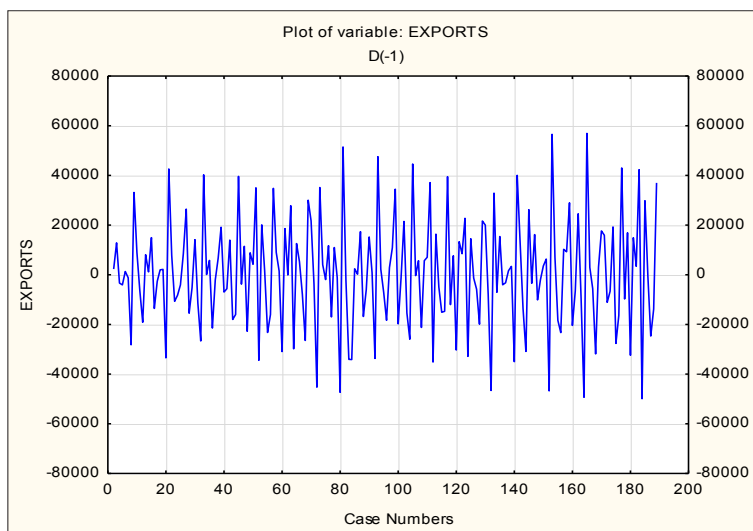


Рис. 4. Динаміка обсягів експорту товарів країн ЄС протягом січня 2002 року – вересня 2017 року (млн. євро) (трансформований ряд)

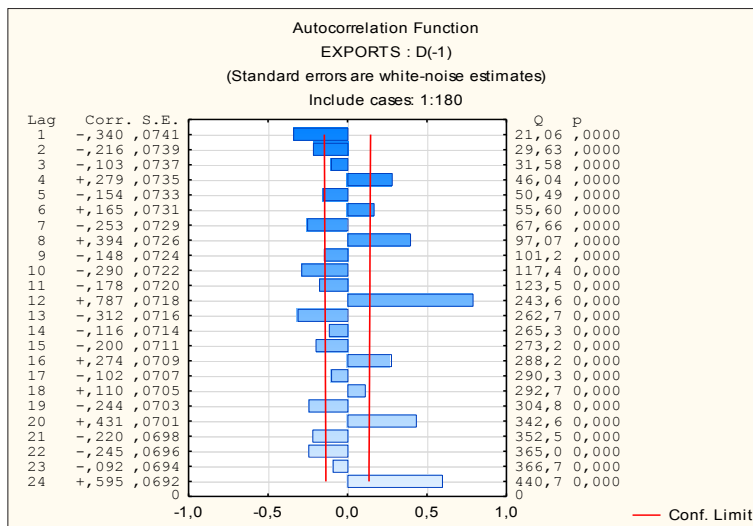


Рис. 5. Функція автокореляції обсягів експорту товарів країн ЄС протягом січня 2002 року – вересня 2017 року (трансформований ряд за (1))

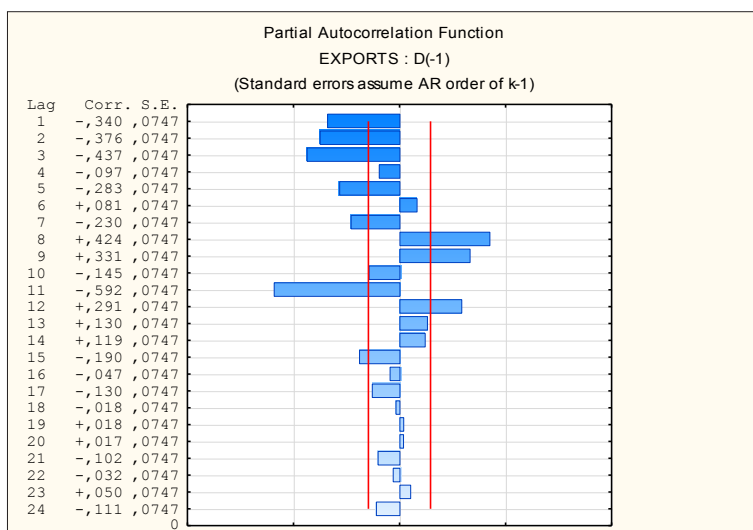


Рис. 6. Функція часткової автокореляції обсягів експорту товарів країн ЄС протягом січня 2002 року – вересня 2017 року (трансформований ряд із різницею 12)

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Seasonal Decomposition) Input: EXPORTS Start of origin: 1 End of origin: 180				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
181	251775,8	230818,2	272733,5	12675,04
182	266637,1	236998,5	296275,7	17925,21
183	280026,1	243726,4	316325,8	21953,81
184	270686,7	228771,4	312602,0	25350,08
185	265122,3	218259,5	311985,0	28342,25
186	281314,2	229978,6	332649,8	31047,38
187	258066,7	202617,9	313515,4	33535,00
188	244320,5	185043,3	303597,7	35850,42
189	280494,8	217621,8	343367,7	38025,12
190	272294,8	206020,8	338568,7	40081,99
191	286511,1	217002,4	356019,8	42038,35
192	259256,7	186657,2	331856,2	43907,62

Рис. 7. Результати моделювання динаміки обсягів експорту товарів країн ЄС на 2017 рік

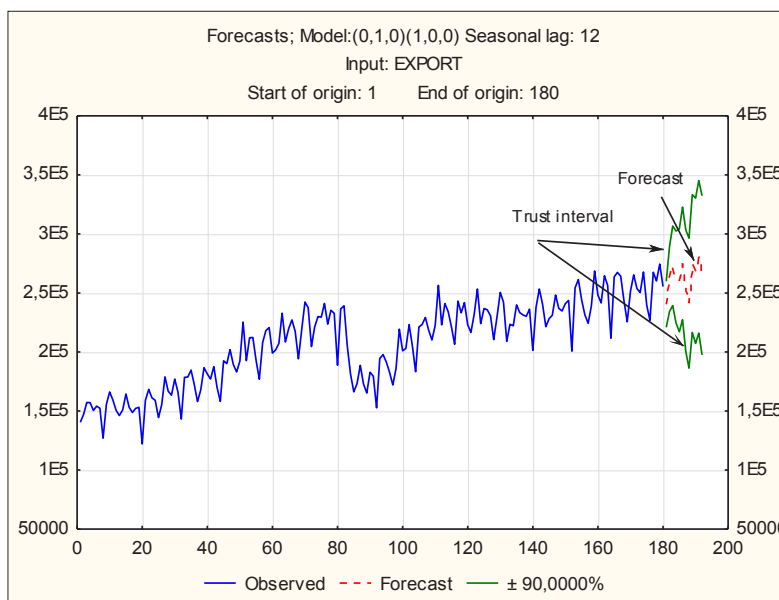


Рис. 8. Графік моделювання динаміки обсягів експорту товарів країн ЄС на 2017 рік

Оскільки для побудови моделі ми використали не всі статистичні дані, а лише за період з січня 2002 року по грудень 2016 року, то маємо змогу порівняти отримані прогнози дані за результатами моделювання і фактичні дані за період з січня по вересень 2017 року.

Як бачимо з результатів аналізу, середня похибка різниці між одержаними прогнозними значеннями і фактичними в середньому складає 4,6%, що вказує на високу якість побудованої моделі.

Окрім того, адекватність моделі підтверджена аналізом залишків моделі (рис. 9, 10), розподіл яких добре апроксимується нормальним розподілом.

На основі побудованої моделі можна отримати прогнози значення на період з жовтня 2017 року по вересень 2018 року, тобто на рік наперед, з урахуванням того, що ми маємо спостережні дані по вересень 2017 року (рис. 11).

**Висновки.** Отже, застосувавши до міжнародної торгівлі теорію часових рядів, доходимо висновку, що на основі статистичного аналізу можна побудувати математичну модель, яка

Таблиця 1

Порівняння отриманих прогнозних значень обсягів експорту товарів країн ЄС на 2017 рік з фактичними

	Exports	Prognosis	Error
2017M01	264 064,7	251 775,8	0,046537362
2017M02	267 468,2	266 637,1	0,00310731167
2017M03	309 808,8	280 026,1	0,0961325684
2017M04	259 891,4	270 686,7	0,0415376271
2017M05	289 697,7	265 122,3	0,0848313118
2017M06	289 295,5	281 314,2	0,027588783
2017M07	264 632,7	258 066,7	0,0248119059
2017M08	250 799,8	244 320,5	0,0258345124
2017M09	287 812,6	280 494,8	0,0254257329
2017M10		272 294,8	
2017M11		286 511,1	
2017M12		259 256,7	

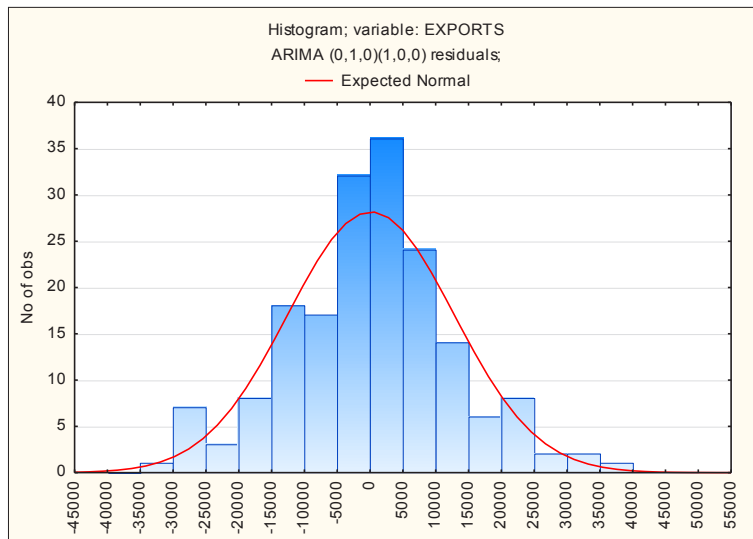


Рис. 9. Гістограма залишків моделі

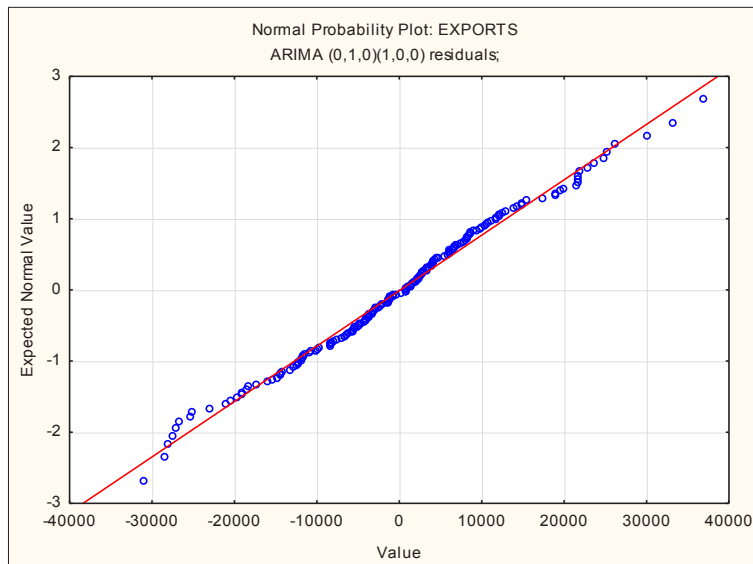


Рис. 10. Апроксимація розподілу залишків моделі

Forecasts; Model:(0,1,0)(1,0,0) Seasonal lag: 12 (Spread)				
Input: EXPORTS				
Start of origin: 1 End of origin: 189				
CaseNo.	Forecast	Lower 90,0000%	Upper 90,0000%	Std.Err.
2017MO10	279580,9	257657,4	301504,4	13262,51
2017MO11	293852,2	262847,7	324856,7	18756,03
2017MO12	266492,5	228519,8	304465,1	22971,35
2018MO1	279068,0	235221,0	322915,1	26525,03
2018MO2	281941,3	232918,9	330963,8	29655,88
2018MO3	317685,9	263984,5	371387,3	32486,39
2018MO 4	275544,9	217540,7	333549,0	35089,31
2018MO 5	300707,8	238698,8	362716,9	37512,05
2018MO 6	300368,3	234597,8	366138,8	39787,54
2018MO 7	279547,6	210219,4	348875,8	41939,75
2018MO 8	267869,6	195157,6	340581,7	43986,78
2018MO 9	299116,4	223171,1	375061,6	45942,70

Рис. 11. Результати моделювання динаміки обсягів експорту товарів країн ЄС на період з жовтня 2017 року по вересень 2018 року

зможє пояснити поведінку ряду, а також здійснити прогноз на майбутні періоди.

При цьому дослідження міжнародної торгівлі включає в себе реалізацію наступних етапів для кожного з показників, а саме аналіз динаміки показника на кожному з часових інтервалів досліджуваного періоду; побудову моделі, що адекватно відображає динаміку показника у часі; прогнозування на основі отриманої моделі.

Таким чином, отриману засобами пакета STATISTICA 10 ARIMA-модель динаміки з інтервенціями (перерваного часового ряду) можна використовувати як інструмент прогнозування основних тенденцій динаміки обсягів експортних потоків країн.

Аналогічні прогнозні моделі можна побудувати і для розрахунку інших показників міжнародної торгівлі на майбутні періоди.

#### *Література:*

1. Антохонова И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : [учебное пособие] / И.В. Антохонова. – Улан-Удэ : изд-во ВСГТУ, 2004. – 212 с.
2. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування : [навч. посібник] / А.М. Єріна. – К. : КНЕУ, 2001. – 170 с.
3. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування : [навч. посібник] / Б.Є. Грабовецький. – К. : Центр навч. літ-ри, 2003. – 236 с.
4. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей / К.Д. Льюис. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 133 с.
5. Прогнозирование и планирование в условиях рынка : [учеб. пособие для ВУЗов] / [Т.Г. Морозова, А.В. Пикулькин, В.Ф. Тихонов и др.]. – М. : Юнити-Дана, 1999. – 322 с.
6. Осипов Л.А. Оценка и применение моделей временных рядов с долгой памятью в экономических задачах / Л.А. Осипов, А.М. Кричевский // Информационно-управляющие системы. – 2007. – № 5 (30). – С. 45–51.
7. Проблемы прогнозирования некоторых макроэкономических показателей / [Р.М. Энтов, В.П. Носко, А.Д. Юдин и др.] // Научные труды ИЭПП. – 2002. – № 46Р. – С. 330.
8. Дзюбановська Н.В. Щодо питання вимірювання міжнародної торгівлі країн: основні методи і прийоми / Н.В. Дзюбановська // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія «Економіка і менеджмент». – 2016. – Вип. 22. – С. 204–206.
9. Eurostat [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ec.europa.eu>.

#### **Дзюбановская Н.В., Еременко В.А. Прогнозирование основных тенденций динамики объемов экспортных потоков стран Европейского Союза**

**Аннотация.** В статье построена ARIMA-модель динамики с интервенциями для прогнозирования объема экспорта товаров стран Европейского Союза. Для моделирования использованы теория временных рядов, программный продукт STATISTICA 10 и статистические данные объемов экспорта товаров в млн. евро стран ЕС. Проведен анализ динамики объемов экспорта товаров стран ЕС в течение исследуемого периода. Используя полученную ARIMA-модель, мы рассчитали прогнозные значения для объемов экспорта товаров стран ЕС на будущие периоды. Подтверждение адекватности построенной модели осуществлено на основе кросс-проверки и анализа остатков модели.

**Ключевые слова:** экспорт, международная торговля, математическая модель, прогнозирование, временные ряды.

#### **Dziubanovs'ka N.V., Yer'omenko V.O. Forecasting the main trends of the dynamics of the export flows of the countries of the European Union**

**Summary.** In the article ARIMA-Interim Time Intervention Dynamics Model for forecasting the export volumes of goods of the countries of the European Union was constructed. The model was made by means of the theory of time series, the software package STATISTICA 10 and statistical data of export volumes of goods in millions of Euros of EU countries. The analysis of dynamics of the export volumes of goods of EU countries during the investigated period was realized. On the basis of received ARIMA-model, predicted values for export volumes of goods of EU countries for future periods were calculated. The adequacy of the constructed model was confirmed on the basis of cross-check and analysis of the model residues.

**Keywords:** export, forecasting, international trade, mathematical model, time series.