

УДК 311.3:338.433

**СТАТИСТИЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ
ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ В УКРАЇНІ**

Лазебник Ю.О., к. е. н., доцент
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна

У статті запропоновано методику та викладено результати прогнозування тенденцій розвитку ринку транспортних послуг в Україні шляхом виявлення окремих складових часових рядів, таких як тренд й періодичні та сезонні коливання за допомогою сингулярного спектрального аналізу.

Ключові слова: прогнозування, транспортні послуги, сингулярний спектральний аналіз.

Враховуючи значення транспортних послуг для національної економіки, виникає необхідність передбачити наслідки можливого впливу як внутрішніх, так і зовнішніх факторів на процес функціонування підприємств транспорту. Тобто надзвичайно актуальним є завдання прогнозування перспектив розвитку ринку транспортних послуг в Україні.

В результаті попереднього аналізу було зроблено висновок про складність внутрішніх процесів на ринку транспортних послуг, зокрема наявність у динаміці основних показників розвитку ринку тренду, а також циклічних та сезонних коливань. Постає питання про необхідність пошуку моделей і методів, що найбільш адекватно описують основні процеси на даному ринку та є найефективнішими для прогнозування тенденцій розвитку цього ринку.

Для прогнозування використовуються різноманітні статистичні методи, зокрема різноманітні моделі динаміки (трендові, з сезонною складовою та інші), авторегресії та ковзних середніх, сезонної декомпозиції, спектрального аналізу Фур'є, моделі багатofакторного прогнозування [1, 2]. На погляд автора, переваги багатьох методів дослідження часових рядів сполучає в собі Singular Spectrum Analysis (SSA), що отримав назву «Гусениця» у вітчизняній літературі [3].

В ході аналізу вихідні одновимірні ряди перетворюються в багатовимірні, проводиться їх дослідження із застосуванням методу головних компонент та подальше відтворення одновимірного ряду, також є можливість прогнозування виділених окремих складових вихідного ряду, таких як тренд, періодичні та сезонні компоненти, випадкові коливання.

Проведений попередній економіко-статистичний аналіз особливостей функціонування ринку транспортних послуг в Україні дозволив встановити, що основними показниками, які характеризують розвиток ринку, є вантажооборот залізничного транспорту, пасажирооборот залізничного транспорту, пасажирооборот автомобільного транспорту та індекси цін послуг транспорту. На базі аналізу сингулярного спектру (Singular Spectrum Analysis - SSA) проведено прогнозування виділених основних показників, що характеризують розвиток ринку транспортних послуг в Україні. Розрахунки здійснено з використанням програми «Caterpillar» [5] на основі часових рядів, що містять в собі помісячні дані за період з січня 2007 року по грудень 2013 року [4]. Покроковий алгоритм здійснених розрахунків проілюстровано на прикладі часового ряду пасажирообороту залізничного транспорту в Україні в 2007-2013 рр. На рис. 1 приведено графічне зображення вихідного ряду.

Для реалізації алгоритму методу «Гусениця» пройдено чотири етапи.

На першому етапі проведено розгортку одномірного вихідного ряду в багатомірний. Обраний часовий ряд пасажирообороту залізничного транспорту $\{x_i\}_{i=1}^{N=84}$ утворено послідовністю 84 рівновіддалених значень функції $f(t)$:

$$x_i = f[i] = f((i-1)\Delta t), \text{ де } i = 1, 2, \dots, 84. \quad (1)$$

На другому етапі проведено аналіз головних компонент: сингулярний розклад вибіркової матриці.

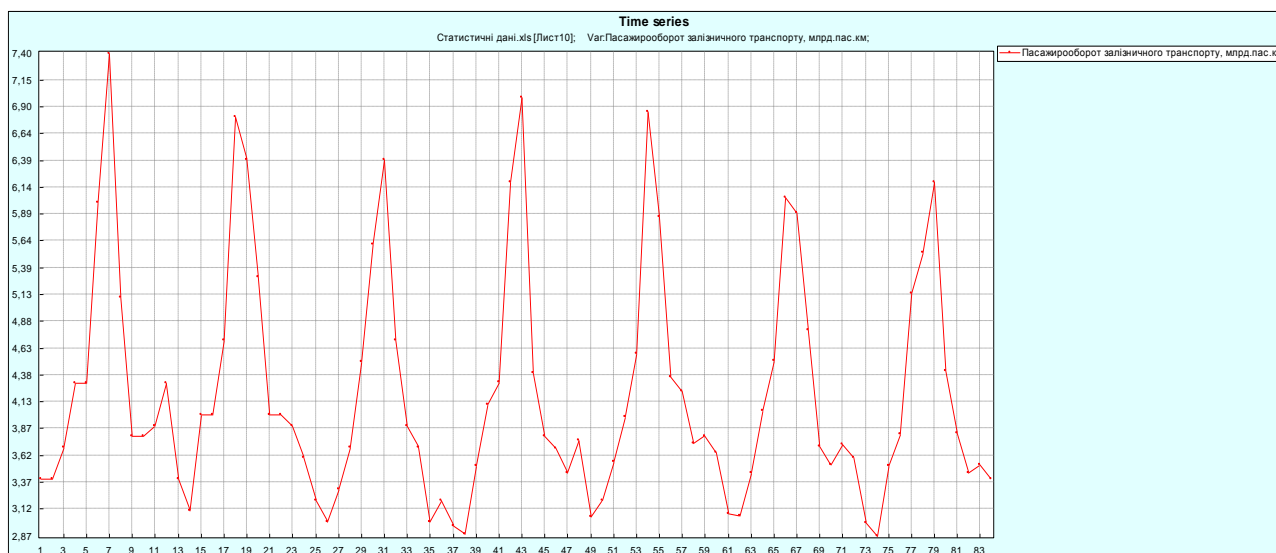


Рис. 1. Динаміка пасажирообороту залізничного транспорту в Україні в 2007-2013 рр.

На третьому етапі здійснено вибір головних компонент, що є інформативними у тому чи іншому розумінні.

На рис. 2 приведено логарифми та корні з власних чисел.

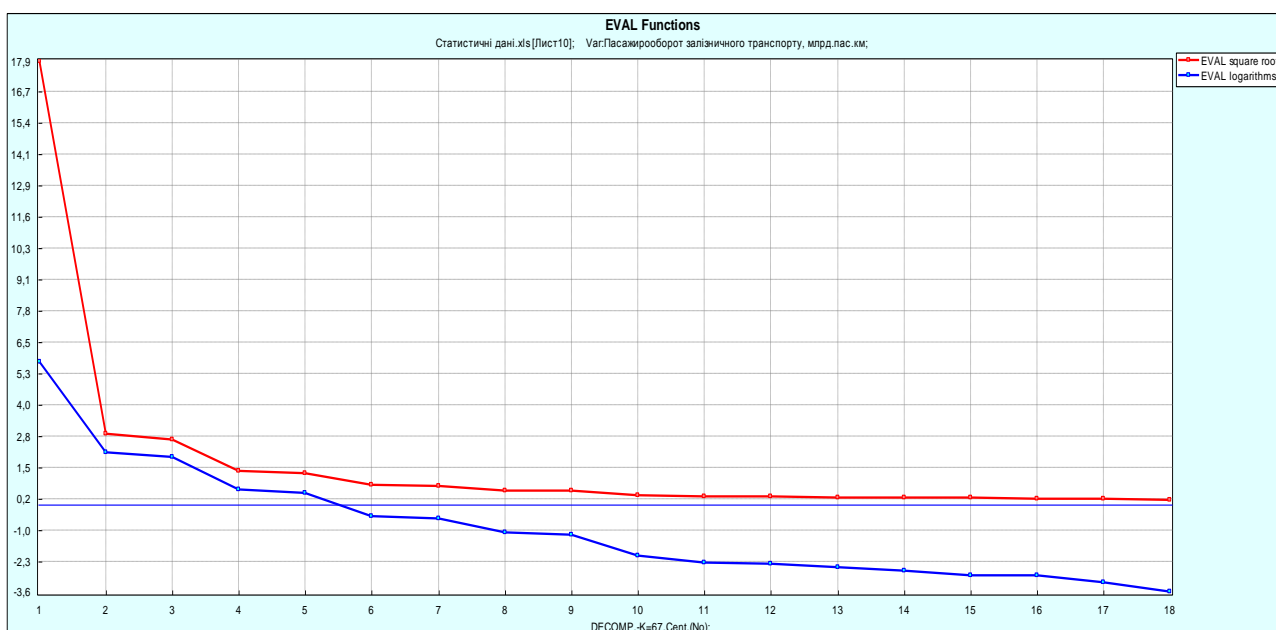


Рис. 2. Логарифми та корні з власних чисел

Проаналізувавши рис. 2, можна зробити припущення, скількома головними компонентами описується вихідний ряд, використовуючи традиційні критерії методу головних компо-

нент. Рис. 2 свідчить про те, що приблизно після 9-ї головної компоненти спостерігається рівномірне убудання дуже малих власних чисел, тобто знаходиться шум.

На рис. 2 помітні «сходишки», що відповідають 2-3, 4-5, 6-7, 8-9 головним компонентам. Це свідчить про те, що означені пари головних компонент слід віднести до однієї періодики.

Відомо, що двомірне зображення синуса та косинуса створює одиничне коло. Отже гармонічна складова з цілим періодом зображується у вигляді правильного многокутника з числом вершин, відповідним довжині періоду [3]. При зміні амплітуди багатокутник перетворюється у спіраль. Зіркоподібне зображення свідчить про наявність періодики з дрібним періодом.

На рис. 3 зображено двомірні графіки головних компонент.

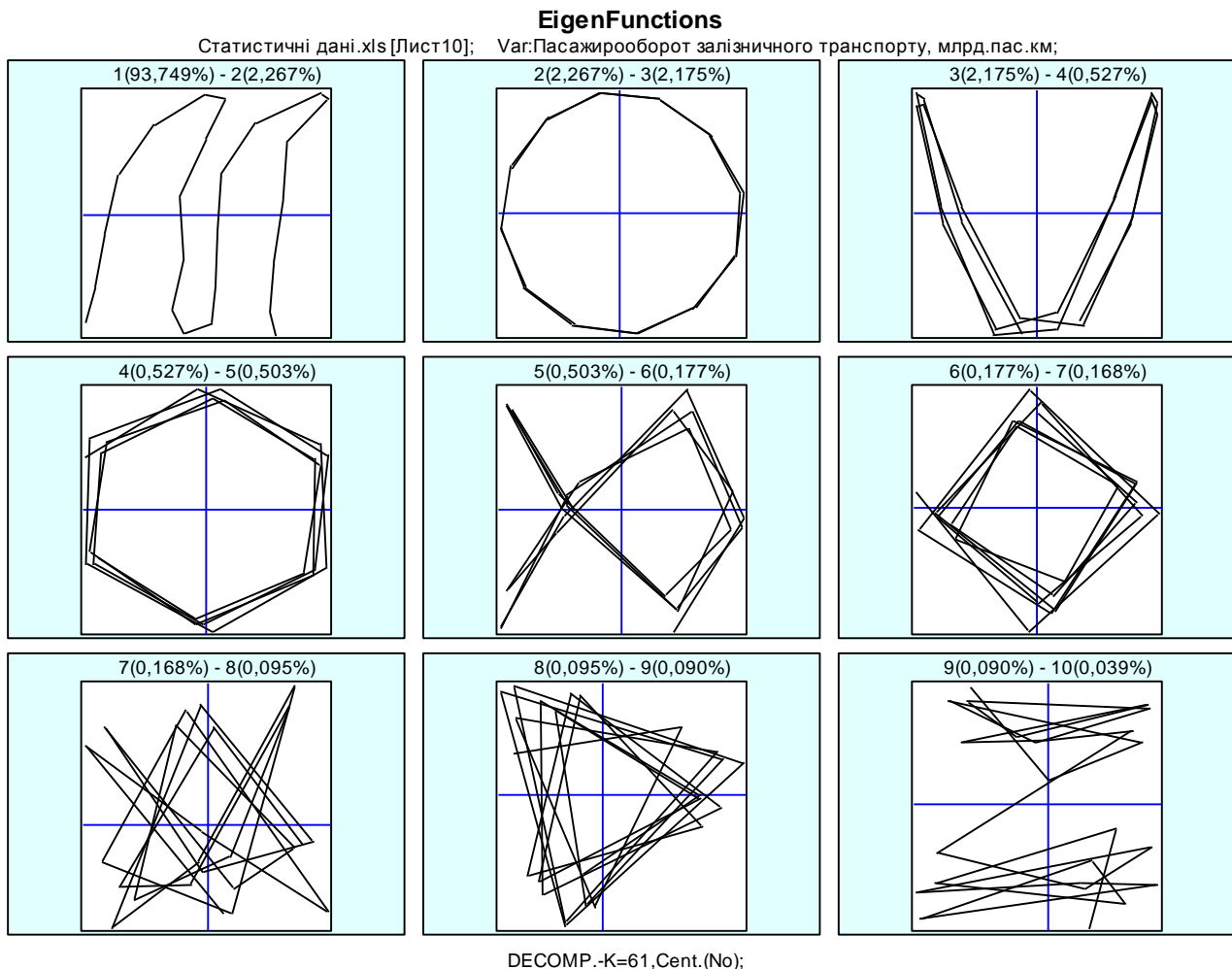


Рис. 3. Двомірні графіки головних компонент

Аналізуючи графіки, які зображені на рис. 3, можна зробити припущення про те, що перша головна компонента є складовою тренда. Другу та третю головні компоненти можна інтерпретувати як річну періодичність. Четверту та п'яту головні компоненти можна інтерпретувати як піврічну періодичність. Також можна помітити кварталну (6 та 7 головні компоненти) та тримісячну (8 та 9 головні компоненти) періодичності.

Підсумки аналізу головних компонент представлено у табл. 1.

Інтерпретація головних компонент

№№ головних компонент	Інтерпретація
1	Нелінійний тренд
2-3	Річна періодика (сезонна компонента)
4-5	Піврічна періодика (гармоніка сезонної компоненти)
6-7	Квартальна періодика (гармоніка сезонної компоненти)
8-9	Тримісячні коливання (гармоніка сезонної компоненти)

Підкреслимо той факт, що в результаті аналізу часового ряду пасажирообороту залізничного транспорту в Україні в 2007-2013 рр. було виявлено річну періодику і її розклад на синусоїдальні складові.

На четвертому етапі проведено відновлення одномірного ряду.

На рис. 4 зображено результати відновлення вихідного ряду по головним компонентам, які вважаються інформативними у певному розумінні.

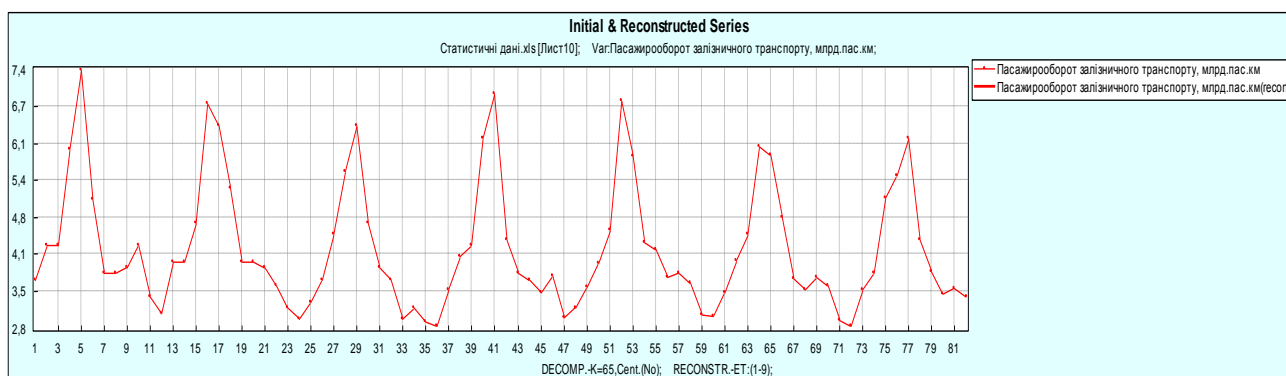


Рис. 4. Вихідний часовий ряд пасажирообороту залізничного транспорту в Україні в 2007-2013 рр. та відновлений по 1-9-й головним компонентам

Виходячи з рис. 4, можна зробити висновок про те, що для відновлення ряду, який практично не відрізняється від вихідного, достатньо перших дев'яти головних компонент.

Для оцінки адекватності й точності прогнозування було зроблено прогноз вже існуючого відновленого ряду, починаючи з 82-ї точки (на 3 місяці), тобто на жовтень-грудень 2013 р. (рис. 5).

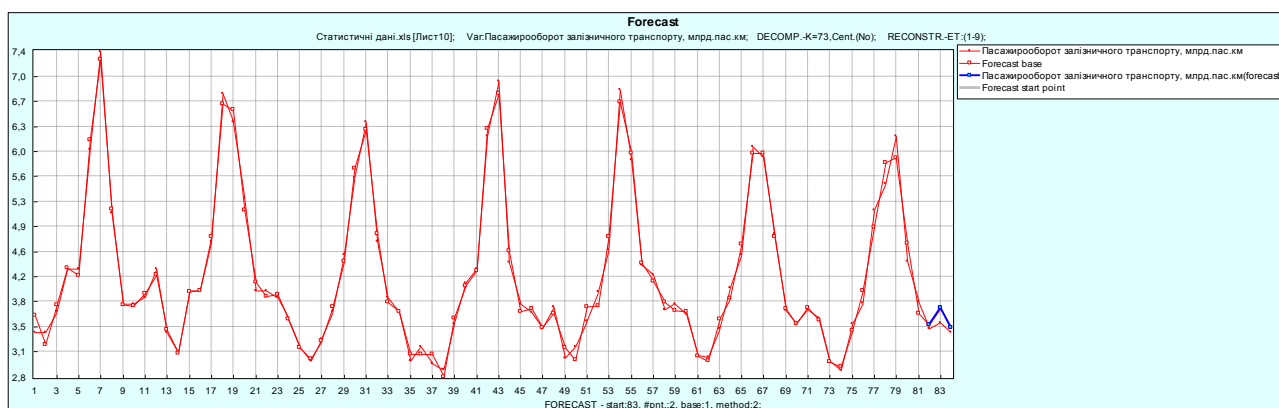


Рис. 5. Прогноз вихідного ряду пасажирообороту залізничного транспорту в Україні на жовтень-грудень 2013 р. з базою прогнозування 81 місяць

Розраховані прогнози значення обсягів пасажирообороту залізничного транспорту в Україні на жовтень-грудень 2013 р. було порівняно з оновленими офіційними статистичними даними [4]. Для визначення міри точності одержаного прогнозу використано статистичну оцінку MAPE:

$$\text{MAPE} = \frac{100}{n} \sum_t \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|, \quad (2)$$

де \hat{y}_t - прогнозне значення часового ряду в t -му періоді.

Для розрахованого прогнозу обсягів пасажирообороту залізничного транспорту в Україні MAPE становить 1,21 %.

Таким чином, можна зробити висновок, що побудована за допомогою даного методу модель є адекватною [6].

Далі було проведено прогнозування на перші 3 місяці (січень-березень) 2014 року на базі відновленого ряду (рис. 5).

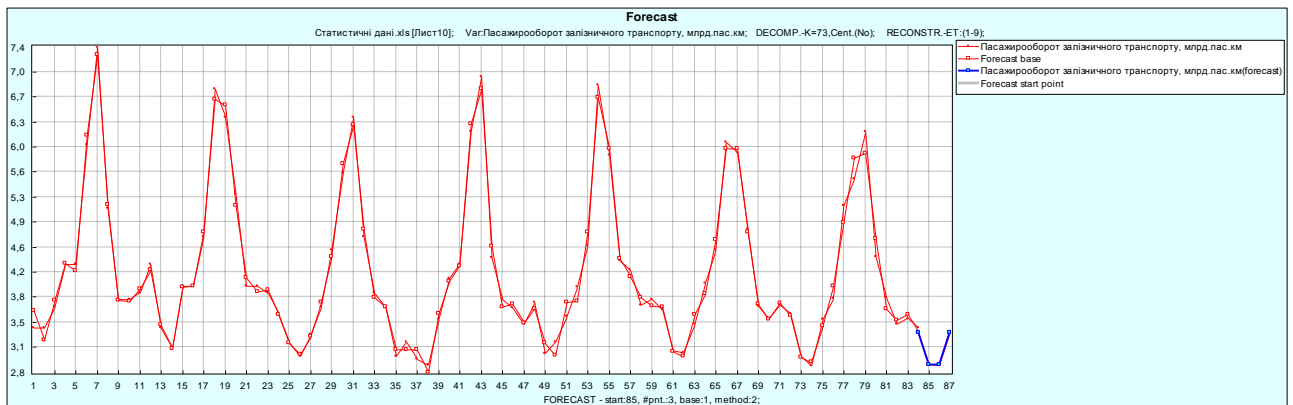


Рис. 6. Прогноз вихідного ряду пасажирообороту залізничного транспорту в Україні на січень-березень 2014 р. з базою прогнозування 81 місяць

Із застосуванням викладеного методу було розраховано прогнози значення на жовтень-грудень 2013 р. для всіх досліджуваних часових рядів: пасажирообороту автомобільного транспорту, вантажообороту залізничного транспорту та індексів цін транспорту, які були порівняні з оновленими офіційними статистичними даними [4] з використанням статистичної оцінки MAPE (табл. 3).

Таблиця 3

Перевірка адекватності прогнозу

Часовий період	Пасажирооборот залізничного транспорту, млрд. пас. км		Пасажирооборот автомобільного транспорту, млрд. пас. км		Вантажооборот залізничного транспорту, млрд. т/км		Індекси цін транспорту (до грудня 2010 р.), %	
	Прогнози значення	Фактичні дані	Прогнози значення	Фактичні дані	Прогнози значення	Фактичні дані	Прогнози значення	Фактичні дані
Жов.2013	3,493	3,452	4,32	4,25	20,00	20,00	127,90	127,9
Лис.2013	3,587	3,536	4,04	4,11	20,32	20,00	128,32	128,0
Гр.2013	3,431	3,397	3,94	4,03	19,20	20,00	129,10	128,3
Січ.2014	2,787		3,79		18,90		129,64	
Лют.2014	2,888		3,71		18,19		129,61	

Бер.2014	3,304		3,83		19,10		129,88	
Помилка прогнозу MAPE	1,21		1,86		1,85		0,29	

Після чого здійснено прогноз зазначених часових рядів на січень-березень (перші 3 місяці) 2014 року (рис. 7-9).

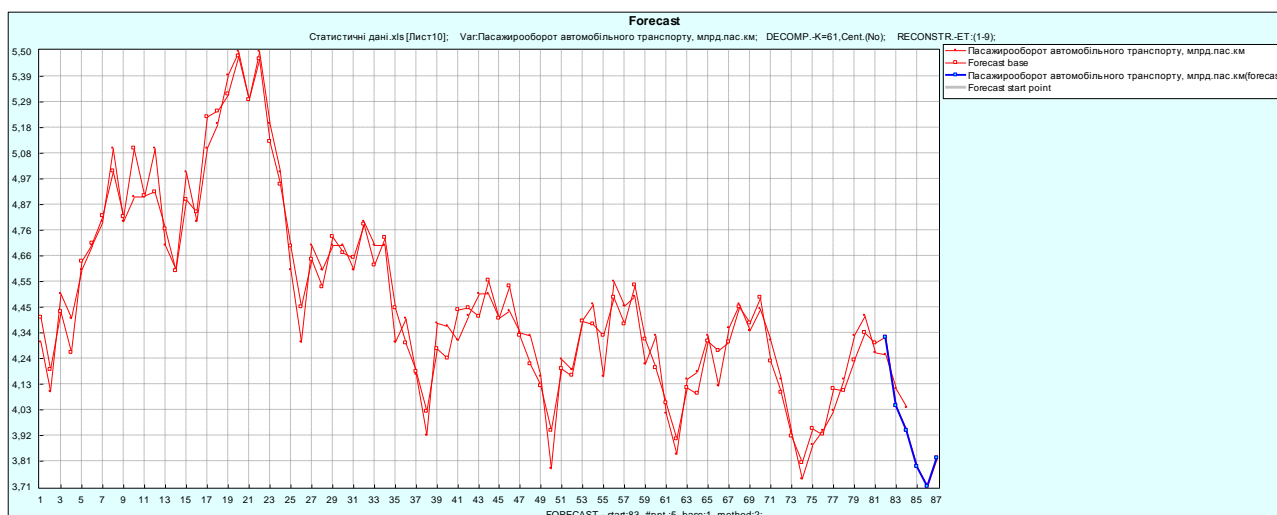


Рис. 7. Прогноз вихідного ряду пасажирообороту автомобільного транспорту в Україні на січень-березень 2014 р. з базою прогнозування 81 місяць

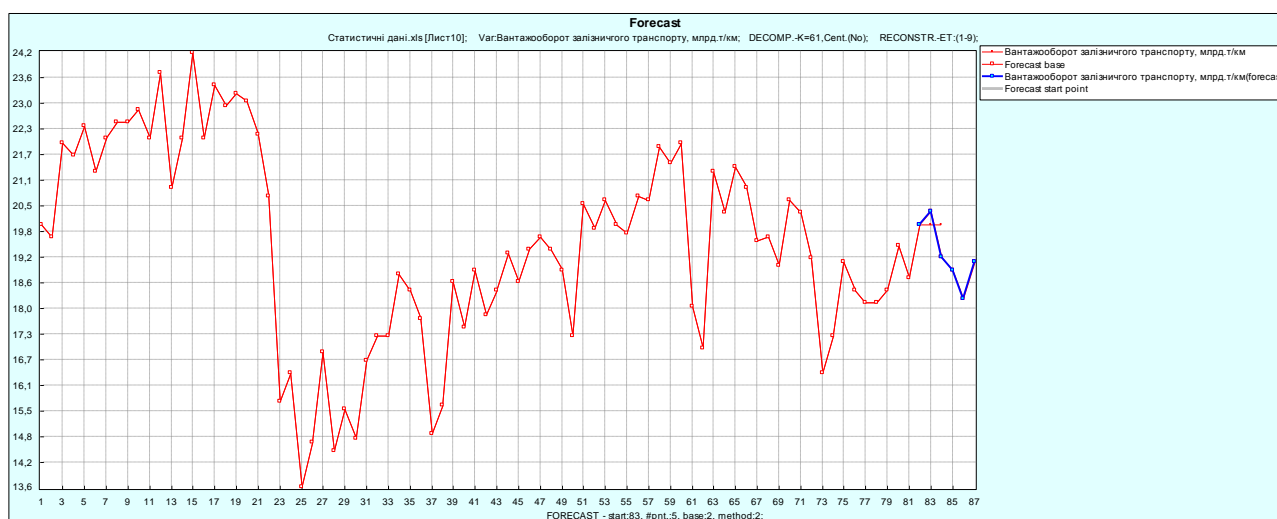


Рис. 8. Прогноз вихідного ряду вантажообороту залізничного транспорту в Україні на січень-березень 2014 р. з базою прогнозування 81 місяць

Проведене дослідження помісячних рядів пасажирообороту залізничного й автомобільного транспорту, вантажообороту залізничного транспорту та індексів цін транспорту в Україні в 2007-2013 рр. дозволяє зробити висновки про те, що різні складові або групи складових часових рядів доволі добре можуть бути проінтерпретовані.

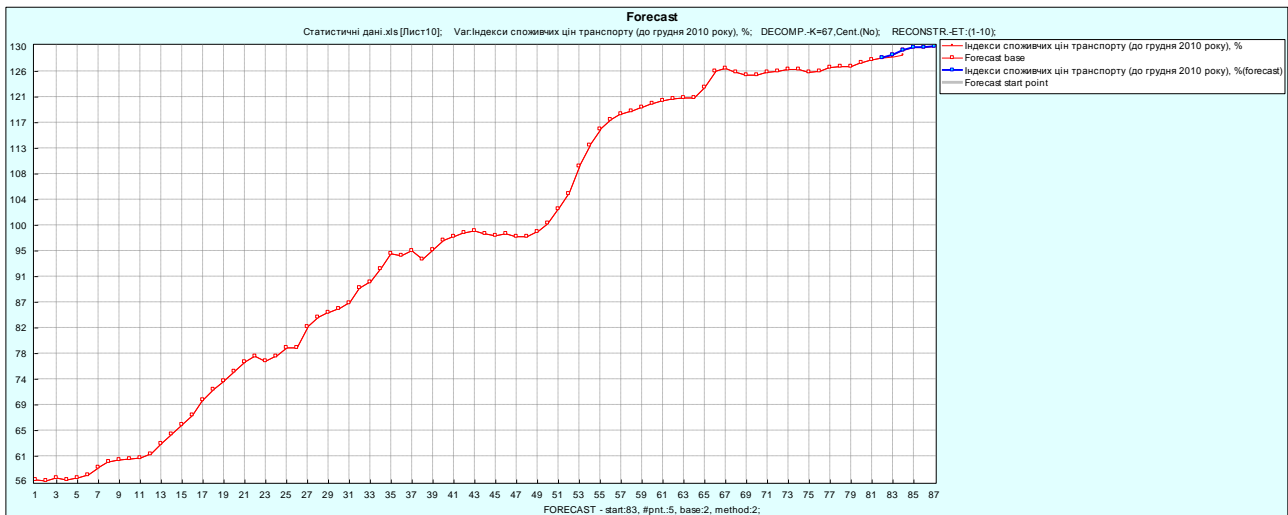


Рис. 9. Прогноз вихідного ряду «індекси цін транспорту» в Україні на січень-березень 2014 р. з базою прогнозування 81 місяць

Можна стверджувати, що метод аналізу сингулярного спектру обґрунтовано обійме почесне місце серед інструментів аналізу та прогнозу часових рядів.

Розвиваючи дане дослідження при прогнозуванні кон'юнктури ринку транспортних послуг в Україні, слід особливу увагу приділити обробці багатомірних часових рядів.

Література:

1. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посіб./ А.М. Єріна. – К.: КНЕУ, 2001. – 170 с.
2. Дубров А.М. Многомерные статистические методы/ А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 352 с.
3. Голяндина Н.Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов: учебн. пособ./ Н.Э. Голяндина. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2004. – 76 с.
4. Статистична інформація/ [Електронний ресурс]/ Державна служба статистики України. – Офіц. веб-сайт. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tiz.htm.
5. Анализ и прогноз временных рядов: программная реализация метода "Гусеница"; сост. Н.Э. Голяндина, В.В. Некруткин, К.А. Браулов/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gistatgroup.com/gus/programs.html>. – CaterpillarSSA 3.30.
6. Черняк О.І. Динамічна економетрика: Навч. посіб./ О.І. Черняк, А.В. Ставицький. – К.: КВІЦ, 2000. - 120 с.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ РЫНКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ В УКРАИНЕ

Лазебник Ю.А., к. э. н., доцент

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

В статье предложена методика и изложены результаты прогнозирования тенденций развития рынка транспортных услуг в Украине путем выявления отдельных составляющих временных рядов, таких как тренд и периодические и сезонные колебания, с помощью сингулярного спектрального анализа.

Ключевые слова: прогнозирование, транспортные услуги, сингулярный спектральный анализ.

STATISTICAL FORECASTING OF TENDENCIES OF TRANSPORT SERVICES
MARKET DEVELOPMENT IN UKRAINE

Lazebnyk Y.O., Ph D., the senior lecturer
V.N. Karazin Kharkiv National University

In the article the technique is offered and the results of forecasting of tendencies of transport services market development in Ukraine by revealing of separate making time series, such as a trend both periodic and seasonal fluctuations with the help of singular spectral analysis are stated.

Keywords: forecasting, transport services, singular spectral analysis.

Надійшла до редколегії 20.02.2014 р.