

УДК 339:977

Ткачова О.К.

кандидат наук з державного управління,
доцент кафедри прикладної математики та інформатики
Університету митної справи та фінансів

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗЕД НА ОСНОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЗОННИХ КОЛИВАНЬ

ANALYSIS AND FORECASTING OF FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY BY THE STUDY OF SEASONAL FLUCTUATIONS

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена дослідженню окремих економіко-математичних методів і моделей для аналізу та прогнозування сезонних коливань в сфері ЗЕД. Здійснено прогноз обсягів експорту товарів за допомогою трендового аналізу, на основі індексу сезонності, адитивної та мультиплікативної моделей. Зазначено, що розвиток ЗЕД стикається з циклічними коливаннями, які викликані сезонним характером експорту та імпорту окремих груп товарів та послуг протягом певного періоду часу. Саме тому важливо вивчити тенденцію сезонних коливань в сфері ЗЕД.

Ключові слова: прогнозування, ЗЕД, екстраполяція, тренд, індекс сезонності, адитивна та мультиплікативна моделі.

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию отдельных экономико-математических методов и моделей для анализа и прогнозирования сезонных колебаний в сфере ВЭД. Осуществлен прогноз объемов экспорта товаров с помощью трендового анализа, на основе индекса сезонности, аддитивной и мультипликативной моделей. Отмечено, что развитие ВЭД сталкивается с циклическими колебаниями, которые вызваны сезонным характером экспорта и импорта отдельных групп товаров и услуг в течение определенного периода времени. Именно поэтому важно изучить тенденцию сезонных колебаний в сфере ВЭД.

Ключевые слова: прогнозирование, ВЭД, экстраполяция, тренд, индекс сезонности, аддитивная и мультипликативная модели.

ANNOTATION

The article is devoted to the use of some economic-mathematical methods and models for the analysis and forecasting of seasonal fluctuations of foreign economic activity. The author proposes forecasting of the volume of exports by the method of trend analysis, index of seasonality, additive and multiplicative models. It is noted that the development of foreign economic activity is faced with cyclical fluctuations, caused by the seasonal nature of exports and imports of some groups of goods and services for a certain period of time. Therefore, it's important to examine the trend of seasonal variations in the field of foreign trade.

Key words: forecasting, foreign economic activity, extrapolation, trend, index of seasonality, additive and multiplicative models.

Постановка проблеми. Розвиток зовнішньоекономічної сфери як важливої й невід'ємної частини господарської діяльності будь-якої країни вимагає все більш особливої уваги до проблеми використання статистичних та економіко-математичних методів і моделей для аналізу та розв'язання задач в сфері розвитку зовнішньоекономічної діяльності (ЗЕД).

Достатньо уваги сьогодні приділяється застосуванню різноманітних методів прогнозування зовнішньої торгівлі з метою підвищення економічних показників та пошуку нових ринків збуту української продукції. Однак в сучасних

умовах ці напрацювання є недостатніми і потребують подальшого вдосконалення.

Сезонні коливання притаманні як виробництву і попиту на деякі товари, завантаженості транспорту, будівництву, так і процесам розвитку ЗЕД, а саме, експорту та імпорту окремих груп товарів та послуг протягом певного періоду часу. Сезонність виникає, як правило, під дією кліматичних, соціальних та інших умов. Виявлення та аналіз сезонних коливань значною мірою підвищує ефективність процесів прогнозування і планування сезонних показників, які впливають на регулювання ЗЕД.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема розвитку ЗЕД розкривається у працях Ж. Зосимової, А. Кредисова, О. Вівчара, О. Гребельника, Л. Наумової, І. Бережнюка, П. Пашко, Л. Івашової, О. Дробишевої та інших науковців. Використання в практиці господарювання методів та інструментів прогнозування розглядається в дослідженнях В. Вітлінського, В. Геєця, Б. Грабовецького, А. Данильченка, І. Іванова, Л. Канторовича, О. Карагодової, В. Касьяненка, В. Науменка та інших вітчизняних учених-економістів.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою статті є дослідження використання окремих економіко-математичних методів і моделей для аналізу та прогнозування сезонних коливань в сфері ЗЕД.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час вибору методу прогнозування необхідно врахувати такі чинники, як доступність і точність ретроспективних даних, час для проведення аналізу, необхідний рівень точності, тривалість прогнозного періоду, вартість проведення аналізу і тривалість складання прогнозу [1].

Екстраполяційні методи застосовуються у процесі вивчення часових рядів. Звідси випливає, що основу екстраполяційних методів становлять динамічні ряди, а саме послідовність показників, що характеризують зміну явища у часі. Окремі спостереження динамічного ряду називаються його рівнями. Тому залежно від особливостей зміни рівнів у рядах динаміки методи екстраполяції можуть бути простими (екстраполяція на основі аналітичних показників рядів динаміки, екстраполяція плинної середньої, екстраполяція на основі індексу се-

зонності) і складними (екстраполяція трендів, прогнозування на основі експоненціального згладжування) [2, с. 89]. Екстраполяційні методи досить вдало можна використовувати для аналізу і прогнозування процесів в митній справі [3, с. 185].

Формуючи прогнози за допомогою екстраполяції, як правило, виходять зі статистично створених тенденцій зміни тих чи інших кількісних характеристик об'єкта прогнозування. За допомогою цих методів екстраполуються кількісні параметри великих систем, кількісні характеристики економічного, наукового, виробничого потенціалу, дані про результативність науково-технічного прогресу, характеристики співвідношення окремих підсистем, елементів у системі, показників складних систем тощо [4].

На динаміку зовнішньоторговельного обігу істотно впливають сезонні коливання експортно-імпорتنних поставок. Сезонним коливанням притаманні відносно стійкі зміни обсягів поставок за внутрішньорічними періодами протягом ряду років, тобто підйоми і спади експорту (імпорту) з року в рік в певні місяці (квартали).

Сезонністю називають стійку тенденцію щодо варіації рівнів динамічного ряду всередині року за сезонами. На практиці досить складними виявляються ідентифікація та прогнозування сезонних складових динаміки експортних показників.

Для вивчення сезонності широке застосування знаходять статистичні методи, що дають змогу виміряти інтенсивність сезонних коливань річного циклу за кілька років за допомогою спеціальних показників – індексів сезонності; встановити конфігурацію сезонної хвилі і прогнозувати можливі зміни на майбутнє з урахуванням сезонності. Способи їх обчислення залежать від наявності в рядах динаміки основної тенденції розвитку.

Якщо в динамічних рядах тенденція відсутня або незначна, то індекси сезонності знаходять за формулою:

$$I_{St} = \frac{\bar{y}_t}{\bar{y}} * 100\%, \quad (1)$$

$$\bar{y}_t = \frac{\sum y_i}{k},$$

де I_{St} – індекс сезонності, який обчислюється для кожного сезону;

\bar{y}_t – середній рівень ряду динаміки за інтервал часу t (квартал, місяць);

\bar{y} – загальний середній рівень ряду динаміки за рік;

k – кількість років, на підставі яких будується прогноз.

Індекси сезонності, обчислені за такою методикою, дають змогу розподіляти обсяги експорту (імпорту), прогнозовані на наступний рік, за сезонами всередині року. Для цього прогнозоване річне значення показника спочатку розподіляється рівномірно по сезонах (по одній четвертій, якщо це квартали, або по одній

дванадцятій, якщо як сезони прийняті місяці). Далі знаходять добуток середнього сезонного значення показника за рівномірного розподілу та індексу сезонності за відповідний сезон.

Для виявлення сезонності в рядах динаміки з чітко вираженою тенденцією, коли значний середньомісячний темп зростання, обумовлений тенденцією, приховує сезонні зміни, можна використати метод плинної середньої або аналітичного вирівнювання.

Оскільки під час розрахунку індексів сезонності переважно елімінований (усунутий) вплив випадкових факторів (оскільки використовуються дані декількох років), то можна припустити, що сезонний фактор постійно впливає на величину експорту (імпорту).

Наприклад, сезонне постачання газу, нафтопродуктів, палива пов'язано з сезонністю споживання; сезонне постачання зернових, соняшнику, цукру викликано сезонним характером виробництва; сезонність експорту (імпорту) зимового або літнього одягу та взуття обумовлена сезонністю реалізації та споживання відповідних груп товарів.

Графічне зображення сезонності називається сезонною хвилею.

Для прогнозування рядів, в яких варіація рівнів може мати сезонний характер, користуються моделями з виділеним трендом і сезонною компонентою. Ефективність прогнозування сезонних процесів можлива лише за використання спеціального класу методів та моделей (адитивних та мультиплікативних). Головна задача дослідження окремого часового ряду – виявлення і надання кількісного вираження кожній із указаних компонентів для того, щоб використати одержану інформацію для прогнозування майбутніх значень ряду.

Модель з адитивною компонентою – це модель, у якій часовий ряд подається як сума трендової $f(t)$, сезонної (S_t) і випадкової компоненти E_t (t – параметр часу).

Алгоритм побудови моделі складається з таких кроків.

1) Вирівнювання початкового ряду методом ковзної середньої.

2) Розрахунок значень сезонної компоненти (S_t).

3) Розрахунок десеоналізованого обсягу (віднімання відповідних значень сезонних компонент від фактичних значень ряду динаміки):

$$T_t = y_t - S_t. \quad (2)$$

Знаходження оцінок сезонної компоненти в цій моделі будується на використанні середньої плинної. На основі знайдених значень сезонних компонент розраховують сезонні оцінки. Переважно середні оцінки коригують так, щоб їх сума дорівнювала 0 (збільшують чи зменшують на одне й те саме число).

4) Розрахунок прогнозних значень ряду за моделлю:

$$y_t^{np}(\text{адит.}) = f(t) + S_t. \quad (3)$$

5) Розрахунок абсолютних або відносних похибок для оцінки міри відповідності прогнозованих значень фактичним даним.

Модель з мультиплікативною компонентою – це модель, у якій часовий ряд подається як добуток трендової ($f(t)$), сезонної (S_t) і випадкової компоненти E_t (t – параметр часу).

Розрахунки такі, як у попередній моделі, відмінність полягає в обчисленні сезонної компоненти.

Десезоналізований обсяг знаходимо за формулою:

$$T_t = y_t / S_t. \quad (4)$$

Прогнозні значення обчислюють за формулою:

$$y_t^{np}(\text{мульти.}) = f(t) * S_t. \quad (5)$$

Приклад 1. Для даних за три роки ($k=3$) y_1, y_2, y_3 , що характеризують експорт умовного товару А (тис. дол. США), розраховуємо індекси сезонності за формулами (1).

$$I_{S_1} = \frac{26,4}{22,71} \cdot 100\% \approx 116,3\% \quad \text{тощо.}$$

$$I_{S_2} = \frac{21,1}{22,71} \cdot 100\% \approx 92,9\%$$

Таблиця 1

Дані для розрахунку індексу сезонності

Місяць	Експорт товару А (тис. дол. США)			Середньомісячна, y_i	Індекс сезонності, I_s (%)
	2014 р.	2015 р.	2016 р.		
1	20,0	27,8	31,5	26,4	116,3
2	24,1	16,6	22,5	21,1	92,9
3	15,1	7,8	16,8	13,2	58,1
4	25,0	24,7	6,7	18,8	82,8
5	22,3	35,0	23,1	26,8	118,0
6	26,3	29,7	27,4	27,8	122,4
7	16,2	17,3	12,5	15,3	67,4
8	23,2	23,8	24,5	23,8	104,8
9	24,5	26,3	26,2	25,7	113,2
10	10,2	31,3	17,9	19,8	87,2
11	36,1	20,7	33,5	30,1	132,5
12	21,6	28,8	20,8	23,7	104,4
Σ	264,6	289,8	263,4	272,5	1 199,9
В середньому	22,05	24,15	21,95	22,71	100

З рис. 1 очевидно, що пік сезонності експорту продукції за трьохрічний період попадає 11-й місяць (листопад), а спад – на 3-й місяць (березень).

Приклад 2. За умовними даними обсягів експорту товару В (тис. дол США) за 11 кварталів (табл. 2) складемо прогноз на наступні два періоди, використовуючи можливості електронних таблиць MS Excel.

Візуально бачимо, що дані мають сезонні коливання, тому для обчислення прогнозних значень ряду застосуємо адитивну та мультиплікативну моделі прогнозування.

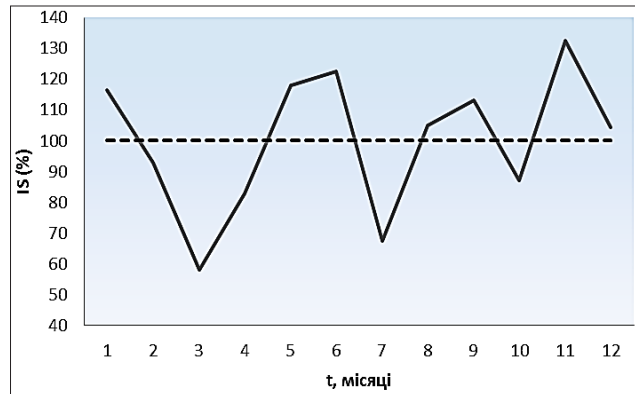


Рис. 1. «Сезонна хвиля» експорту товару А за період з 2014 по 2016 рр.

Таблиця 2
Дані обсягів експорту товару В

Обсяг експорту (тис. дол. США)	Дані обсягів експорту товару В										
	20	26	31	27	32	38	43	31	40	46	51
Квартал	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Рік	2014		2015				2016			2017	

Таблиця 3
Розрахунок оцінок сезонної компоненти в адитивній моделі

Рік	Квартал	Обсяг експорту, y_t	Разом за 4 кв.	Середня плинна за 4 кв.	Центрована середня плинна	Оцінка сезонної компоненти
2014	3	20		-		
	4	26		-		
			104	26		
	1	31			27,5	+3,5
			116	29		
	2	27			30,5	-3,5
			128	32		
	3	32			33,5	-1,5
			140	35		
	4	38			35,5	2,5
			144	36		
	2015	1	43			37
			152	38		
2		31			39	-8
			160	40		
3		40			41	-1
			168	42		
4		46			-	
					-	
1		51			-	
					-	

Розраховуємо оцінки сезонної компоненти за адитивною компонентою (табл. 3). Маючи індивідуальні значення сезонної оцінки та їх по-

хибки для кожного періоду часу, знайдемо їх середні квартальні значення (табл. 3).

Скоригуємо сезонну компоненту (табл. 4).

Таблиця 4

Коригування сезонної адитивної компоненти

Квартал	Сер. значення сезонної компоненти	Відкориговане сер. значення сезон. компоненти
3	-1,25	-1,3
4	2,5	2,4
1	4,75	4,7
2	-5,75	-5,8
Разом	$\Sigma(S + E) = 0,25$	$\Sigma(S + E) = 0$

Віднімаючи значення сезонних компонент від фактичних рівнів, усуваємо сезонність ряду.

Таблиця 5

Розрахунок прогнозних значень за адитивною моделлю

Рік	Квартал	Обсяг експорту, Y_t	Сезонна компонента, S_t	Десезон. обсяг, T_t	Період, t	Прогн. знач., $Y_t^{пр}$	Абс. похибка прогнозу, $Y_t - Y_t^{пр}$	Відносна похибка прогнозу, %
2014	3	20	-1,3	21,3	1	21,2	-1,2	6,0
	4	26	+2,4	23,6	2	27,3	-1,3	5,0
	1	31	+4,7	26,3	3	32,0	-1,0	3,2
	2	27	-5,8	32,8	4	23,9	+3,1	11,5
2015	3	32	-1,3	33,3	5	30,8	+1,2	3,8
	4	38	+2,4	35,6	6	36,9	+1,1	2,9
	1	43	+4,7	38,3	7	41,6	+1,4	3,3
	2	31	-5,8	36,8	8	33,5	-2,5	8,1
2016	3	40	-1,3	41,3	9	40,4	-0,4	1,0
	4	46	+2,4	43,6	10	46,4	-0,4	0,9
	1	51	+4,7	46,3	11	51,1	-0,1	0,2

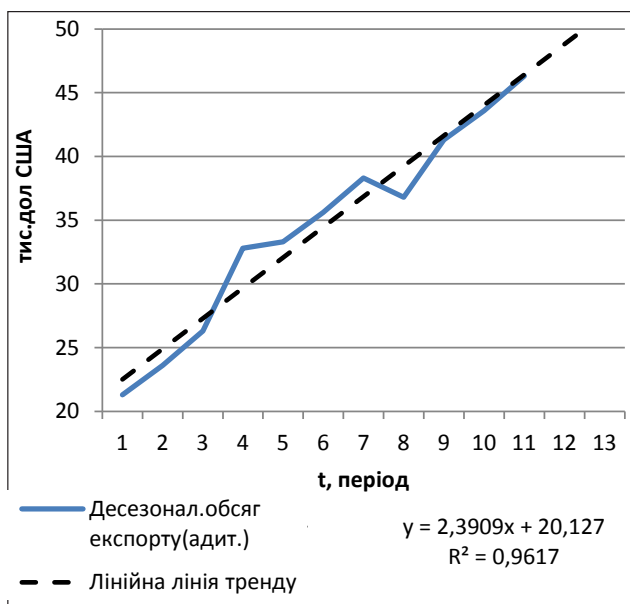


Рис. 2. Прогноз експорту товару за адитивною компонентою

За допомогою рівняння тренду $\hat{T} = 2,39 * t + 20,13$ знаходимо прогнозні значення ряду за адитивною компонентою: $Y_{2017(2)}^{np} = 43,1$; $Y_{2017(3)}^{np} = 49,9$. Середня відносна похибка прогнозування = 4,2%.

Зробимо відповідні розрахунки за мультиплікативною компонентою. Розрахуємо середні квартальні значення сезонних компонент (табл. 6).

Таблиця 6

Коригування сезонної мультиплікативної компоненти

Квартал	Сер. значення сезонної компоненти	Відкориговане сер. значення сезонної компоненти
3	0,9654	0,9604
4	1,0704	1,0649
1	1,448	1,1389
2	0,8401	0,8358
Разом	$\Sigma(S * E) = 4,0207$	$\Sigma(S * E) = 4$

Таблиця 7

Розрахунок прогнозних значень за мультиплікативною моделлю

Рік	Квартал	Обсяг експорту, Y_t	Сезонна компонента, S_t	Десезон. обсяг, T_t	Період, t	Прогн. знач., $Y_t^{пр}$	Абс. похибка прогнозу, $Y_t - Y_t^{пр}$	Відносна похибка прогнозу, %
2014	3	20	0,9604	20,8	1	22,0	-2,0	10,0
	4	26	1,0649	24,4	2	26,8	-0,8	3,1
	1	31	1,1389	27,2	3	31,3	-0,3	1,0
	2	27	0,8358	32,3	4	24,9	+2,1	7,8
2015	3	32	0,9604	33,3	5	30,8	+1,8	3,8
	4	38	1,0649	35,7	6	36,7	+1,3	3,4
	1	43	1,1389	37,8	7	41,8	+1,2	2,8
	2	31	0,8358	37,1	8	32,6	-1,6	5,2
2016	3	40	0,9604	41,7	9	39,7	+0,3	0,7
	4	46	1,0649	43,2	10	46,4	-0,4	0,9
	1	51	1,1389	44,8	11	52,3	-1,3	2,5

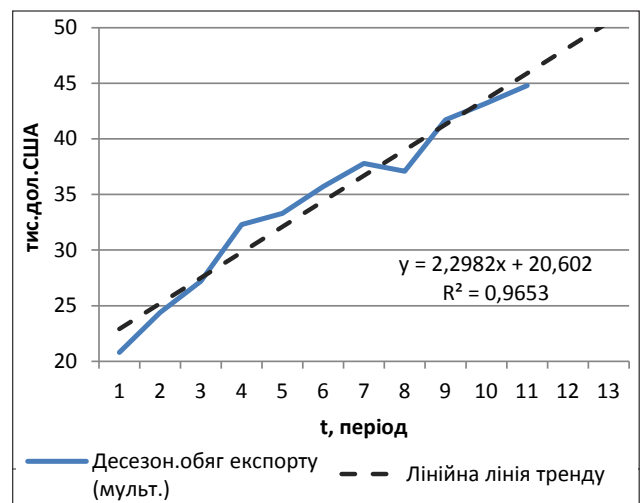


Рис. 3. Прогноз експорту товарів за мультиплікативною компонентою

На основі десеоналізованих обсягів експорту товару побудуємо рівняння регресії, яке описує тренд мультиплікативної моделі: $\hat{T} = 2,3 * t + 20,6$.

Прогнозні значення ряду за мультиплікативною компонентою дорівнюють $Y_{2017(2)}^{np} = 40,3$; $Y_{2017(1)}^{np} = 48,5$. Середня відносна похибка прогнозування за мультиплікативною моделлю становить 3,7%.

Отже, для нашого прикладу прогноз за мультиплікативною компонентою є більш точним, ніж прогноз за адитивною компонентою (3,7% < 4,2%).

Висновки. Запропонований у статті метод екстраполяції тренду, визначення індексу сезонності та порівняння двох моделей для ряду з сезонними коливаннями дають змогу проаналізувати та дослідити інтенсивність сезонних коливань, спрогнозувати розвиток процесів та явищ в сфері ЗЕД, а саме прогнозування експорту (імпорту) окремих груп товарів та послуг, що мають сезонний характер. Побудована функція тренду є адекватною реальним умовам, що підтверджується значеннями обчислених похибок. Як бачимо, адитивні сезонні моделі здатні відображати відносно постійне сезонне коливання, а мультиплікативні враховують коливання, що динамічно змінюються залежно від тренда. Отримані розрахунки на основі запропонованих методів мають неточності, бо не враховують ризики, що певною мірою пов'язано з політичними чинниками, змінами в законодавстві, ускладненням чи поліпшен-

ням зовнішньоекономічних відносин з країнами-партнерами України та іншими факторами. На практиці з метою збільшення адекватності та точності потрібно використовувати моделі, які здатні враховувати коливання обох видів, до таких моделей відносяться моделі авторегресії, Хольта-Уінтерса та Бокса-Дженкінса [5]. А також для отримання найбільш вірогідних прогнозів слід поєднувати різні методи прогнозування (експертний, статистичний, математичного моделювання тощо), що сприятиме зниженню ризиків і забезпечить упередження коливань на стадії їх виконання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Економіко-математичне моделювання: [навч. посібник] / [В. Вітлінський, С. Наконечний, О. Шарапов та ін.]; за заг. ред. В. Вітлінського. – К.: КНЕУ, 2008. – 536 с.
2. Прийняття управлінських рішень: [навч. посібник] / [Ю. Петруня, Б. Літовченко, В. Говоруха, О. Ткачова та ін.]; за заг. ред. Ю. Петруні. – К.: ЦУЛ, 2011. – 216 с.
3. Ткачова О. Методологічні аспекти оцінювання ефективності діяльності митних органів за допомогою економіко-математичних методів / О. Ткачова // Держава та регіони. – 2010. – № 1. – С. 185-189.
4. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: [підручник] / [В. Гесць, Т. Клебанова, О. Черняк, В. Іванов, Н. Дубровіна, А. Ставицький]. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. – 396 с.
5. Лугінін О. Економетрія: [навч. посібник] / Л. Лугінін. – 2-ге вид., перероб. та доп. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 278 с.