

Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Наказ Міністерства освіти і науки України від 29.12.2014 № 1528) www.economy.nayka.com.ua | № 2, 2018

УДК 339.5

*К. В. Селезньова,
старший викладач кафедри економіка і маркетингу ХНЕУ ім. С. Кузнеця, м. Харків*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИПЛІКАТИВНОЇ МОДЕЛІ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ДИНАМІЧНОГО РЯДУ

*K. V. Seleznova,
senior lecturer of Economics and Marketing Department Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv*

MODELING OF EXPORT POTENTIAL DEVELOPMENT PROCESSES USING A MULTIPLICATIVE MODEL OF DECOMPOSITION OF A DYNAMIC SERIES

У статті представлено розрахунок та обґрунтування прогнозних показників обсягу експорту підприємства. Розрахунки виконані на прикладі підприємства електротехнічної промисловості Харківського регіону ПАТ «Електромашина». Прогнозні показники розраховані за допомогою мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду. Дані для побудови багатofакторної регресійної економіко-математичної моделі були за 2008-2016 рр. Розрахунки проведені у «STATGRAPHICS Plus for Windows». Таким чином, були виявлені трендові, циклічні, сезонні та випадкові складові мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду обсягу експорту підприємства, що дозволяє зробити прогноз експорту підприємства та обґрунтувати напрямки розвитку експортного потенціалу.

The article presents the calculation and justification of the forecast indicators of the volume of export of the enterprise. The calculations are made on the example of the enterprise of the electrotechnical industry of the Kharkiv region PJSC "Electromachine". Forecast indicators are calculated using a multiplicative decomposition model of a dynamic series. Data for constructing a multifactor regressive economic-mathematical model were for 2008-2016. Calculations were made in "STATGRAPHICS Plus for Windows". Thus, trend, cyclic, seasonal and random components of the multiplicative decomposition model of the dynamic range of the company's export volume were discovered, which allows us to forecast the export of the enterprise and to substantiate the directions of development of the export potential.

Ключові слова: *модель, прогноз, мультиплікативна модель, експорт, експортний потенціал.*

Keywords: *model, forecast, multiplicative model, export, export potential.*

У сучасних умовах розвитку світових інтеграційних процесів підприємства України функціонують у складній економічній ситуації. Загострення конкуренції з боку іноземних товаровиробників та відсутність розвинутих ринків збуту позначаються на розвитку та функціонуванні вітчизняних підприємств. В наслідок обмеженого платоспроможного попиту на внутрішньому ринку, поставки товарів та послуг на експорт стають практично єдиним засобом розвитку українських підприємств. Тому, щоб ефективно функціонувати кожному підприємству необхідно реалізовувати та розвивати експортний потенціал.

Для того, щоб сформувати процеси, що спонукають до розвитку експортний потенціал необхідно оцінювати існуючий та прогнозувати до яких змін призводять різноманітні фактори впливу на експортний потенціал. Одним із ефективних методів моделювання процесів розвитку експортного потенціалу виступає мультиплікативна модель декомпозиції динамічного ряду, що визначає прогноз експортного потенціалу з урахуванням трендової, циклічної, сезонної, випадкових поточних та прогнозних складових.

Вагомий внесок в дослідження експортного потенціалу промислових підприємств внесли наступні як вітчизняні учені Афанасьєв К. М., Гальчинський А. С., Горячев А. А., Шагалов Г. А., так і зарубіжні дослідники Алексєєва М. М., Білка В., Гітлоу Х., Градов А. П. Гроте Г., Долгов С. І., Кавусгіл Т., Картбі Дж., Кобиляцький Л. С., Пешкова О. П., Покровська В. В., Фамінський І. П. та інші. В останні роки наукові та прикладні питання розвитку експортного потенціалу перебували в центрі уваги багатьох науковців: П.П. Стичишина, О.О. Кириченка, Г.Б. Крушницької, Т.І. Ломаченко, О.І. Амоши, Б.М. Данилишина, Н.Д. Чалої, М.Г. Чумаченка, А.А. Мазаракі, Л.П. Серової та інших. Їх роботи слугували основою для проведення дослідження.

Але незважаючи на велику кількість наукових праць і досліджень з даної тематики, доводиться констатувати, що майже відсутні праці щодо прогнозування експортного потенціалу. Тому існує ціла низка актуальних проблем у цій сфері, яка потребує подальшого дослідження та вирішення, що й зумовили вибір теми дослідження.

Головна мета дослідження полягає у дослідженні процесів моделювання розвитку експортного потенціалу з використанням мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду. Об'єкт дослідження – процеси розвитку та використання експортного потенціалу машинобудівних підприємств.

Розглянемо методику моделювання процесів розвитку експортного потенціалу з використанням мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду на прикладі машинобудівного підприємства Харківського регіону, що займається виготовленням двигунів постійного току та рудникового устаткування ПАТ «Електромашина». Більшість продукції підприємства реалізується на експорт, але ПАТ «Електромашина» використовує свій експортний потенціал не в повному обсязі, тому існують резерви підвищення доходів підприємства. Для визначення можливих прогнозних обсягів експорту використаємо мультиплікативну модель декомпозиції динамічного ряду.

У процесі економіко-математичних досліджень, пов'язаних з аналізом впливу множини факторів на експортний потенціал підприємств, виникає потреба в застосуванні множинної кореляції й регресії. При цьому ставиться задача визначення такої функції (F), що математично описувала б зміни середнього значення досліджуваного показника «у» залежно від факторів-аргументів $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ з урахуванням особливостей досліджуваного процесу.

Така задача вирішується на основі знання сутності досліджуваного процесу й попереднього вивчення й аналізу парних взаємозв'язків між середнім значенням показника «у» і окремо взятими факторами-аргументами « x_i ».

При об'єднанні парних рівнянь в єдине множинне, коли змінна «у» не підлягає функціональним перетворенням, різні парні залежності підсумовуються [1] (формула 1):

$$\bar{y}_{x_1, x_2, \dots, x_i} = \bar{f}_1(x_1) + \bar{f}_2(x_2) + \dots + \bar{f}_i(x_i), \quad (1)$$

де $\bar{f}_i(x_i)$ – функція з невизначеними коефіцієнтами, що входять у парні рівняння, які розраховані способом найменших квадратів.

Множинне рівняння є надійнішим та точнішим, чим слабшими будуть внутрішні кореляційні зв'язки між факторами-аргументами.

Вибір факторів-аргументів, включених у множинну модель, не може бути зроблений відразу на основі відомостей про кореляційні відносини або коефіцієнти кореляції між залежною й незалежними змінними.

Найбільш глибокий аналіз рівняння множинної регресії можна одержати, якщо фактори-аргументи приєднати послідовно.

На кожному етапі необхідно аналізувати:

обумовленість системи нормальних рівнянь для визначення коефіцієнтів регресії;

зміну коефіцієнтів регресії;

зростання коефіцієнта множинної кореляції $R_{yx_1, x_2, \dots, x_m}$ за врахованими факторами-аргументами і

зменшення залишкової дисперсії $\sigma_{y \text{ залиш}}^2$.

Для рішення задачі по знаходженню параметрів рівняння множинної регресії вирішується система нормальних рівнянь у стандартизованому вигляді [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} i_{y/x_1} = \beta_1 + \beta_2 \times i_{x_1/x_2} + \beta_3 \times i_{x_1/x_3} + \dots + \beta_m \times i_{x_1/x_m} \\ i_{y/x_2} = \beta_1 \times i_{x_2/x_1} + \beta_2 + \dots + \beta_m \times i_{x_2/x_m} \\ \dots \\ i_{y/x_m} = \beta_1 \times i_{x_m/x_1} + \beta_2 \times i_{x_m/x_2} + \dots + \beta_m \end{array} \right.$$

У таблиці 1 представлені показники для побудови регресійної моделі. Дані для побудови багатофакторної регресійної економіко-математичної моделі були розраховані за даними ПАТ «Електромашина» за 2008-2016 рр. Розрахунки проведені у «STATGRAPHICS Plus for Windows».

Таблиця 1.
Система показників для дослідження впливу основних факторів на питому вагу експорту в чистому доході підприємства

Підсистема показників	Умовні позначення в моделі	Назва показника
1	2	3
Підсистема показників, що характеризує поточне функціонування підприємства (незалежні змінні)	Col_1	Витрати на збут, тис. грн.
	Col_2	Витрати на покращення техніки безпеки персоналу, тис. грн.
	Col_3	Частка з/п працівників у структурі собівартості, %
Підсистема показників, що характеризує розвиток підприємства (незалежні змінні)	Col_4	Витрати на розробку та відправку у виробництво нової техніки та впровадження нових технологій, тис. грн.
	Col_5	Фінансування технічних програм, тис. грн.
	Col_6	Витрати на підвищення кваліфікації кадрів підприємства, тис. грн.
	Col_7	Частка видатків на розвиток іміджу підприємства у видатках на збут, %
	Col_8	Відсоток нової продукції у обсязі ТП, %
	Col_9	Випуск нової техніки, тис. грн.
Залежна змінна	Col_10	Питома вага експорту в чистому доході підприємства, % (y)

Багатофакторна регресійна економіко-математична модель, що відображає вплив факторів на питому вагу експорту в чистому доході підприємства:

$$\text{Col}_{10} = 61,7399 + 0,0300443\text{Col}_{11} + 0,0494134\text{Col}_{12} - 3,97396\text{Col}_{13} + 0,00280347\text{Col}_{14} + 0,0113092\text{Col}_{15} - 1,49222\text{Col}_{16} + 0,172706\text{Col}_{17} - 1,05737\text{Col}_{18} + 0,00657068\text{Col}_{19}$$

Аналізуючи побудовану економіко-математичну модель автор стверджує, що: зростання питомої ваги експорту в чистому доході підприємства обумовлене в першу чергу зростанням видатків на збут та зростанням їх структурі видатків на розвиток іміджу.

Негативний вплив на зростання результативного показника здійснили такі змінні, як: Витрати на підвищення кваліфікації кадрів підприємства, що знизилися на протязі 2010-2012 років, та відсоток нової продукції у обсязі ТП, що також значно знизився. Менеджменту підприємства необхідно приділити значну увагу розвитку, а не акцентуватися на поточному функціонуванні підприємства.

Ця модель побудована на основі «класичного» методу найменший квадратів. Перш ніж формувати рівняння множинної регресії, необхідно спочатку звільнитися від кожного фактору, що лінійно залежить від інших, тобто встановити мультиколінеарність, а також не включати в модель фактори, що функціонально впливають на досліджуваний показник або перебувають між собою у функціональній залежності [1]. Практика показує, що при наявності внутрішніх коефіцієнтів кореляції, більших 0,7 ($|r_{ij}| > 0,7$), система нормальних рівнянь може стати погано обумовленою, тому треба один з таких факторів виключити [1].

Характеристики побудованої економіко-математичної моделі вказують на доцільність виключення з її складу показника: частка видатків на розвиток іміджу підприємства у видатках на збут. Зважаючи на це автор вважає за доцільно побудувати економіко-математичну модель за допомогою покрокового вибору:

$$\text{Col}_{10} = 85,3073 - 0,0372359\text{Col}_5 - 1,48128\text{Col}_8 + 0,00653781\text{Col}_9$$

При побудові такої моделі виключено значну кількість показників з розгляду, але ні один з внутрішніх коефіцієнтів кореляції не перевищив значення 0,7. В результаті такої побудови регресійної економіко-математичної моделі авторові вдалося виключити ефект мультиколінеарності.

Таким чином, виявлено найбільш незначний, але все таки позитивний вплив на зростання залежної змінної показника випуску нової техніки, за яким спостерігалась тенденція поперемінного зростання та спаду на протязі аналізованого періоду. Найбільш негативно впливає зміна відсотка нової продукції в загальному обсязі товарної продукції, також незначний негативний вплив на результативний показник виявлено по фінансуванню технічних програм, це викликано зниженням фінансування на протязі 20012-2014 років.

Ефективним інструментом досягнення стійких конкурентних позицій підприємств є врахування загальних порівняльних тенденції розвитку результативного показника підприємства, виділення його циклічної, сезонної та випадкової складових.

Всі без виключення системи, в тому числі і підприємства, розвиваються циклічно. Врахування попередніх, поточних та прогнозних циклічних коливань результативного показника підприємства дозволить своєчасно ввести технологічні та технічні інновації, підвищити кваліфікацію персоналу, підвищити якість продукції, яка випускається, розрахувати необхідну для ринку кількість продукції, що дозволить підприємству підготуватись до етапу спаду.

Сезонні зміни обсягів та цін реалізації продукції для підприємств-конкурентів співпадають, але інформація про сезонні коливання дозволить запровадити стратегію диверсифікації саме на протязі непродуктивних сезонів підприємства та його конкурентів.

В будь-якому процесі, або явищі є випадкова складова, врахування якої в загальній тенденції функціонування або розвитку підприємства дозволить йому динамічно та з високим ступенем гнучкості адаптуватись до змін зовнішнього середовища. Всі наведені складові можливо виділити на основі побудови мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду результативного показника підприємства.

Модель декомпозиції динамічного ряду відноситься до класу динамічних. У динамічних моделях, на відміну від статичних, фактор часу (t) враховується як додаткова змінна.

Моделі декомпозиції динамічного ряду бувають адитивні й мультиплікативні. Математичний опис адитивних моделей наступний [2-3]:

$$y(t) = f(t) + q(t) + h(t) + e_t, \text{ або} \quad (2)$$

$$y(t) = T + C + S + R \quad (3)$$

Мультиплікативні моделі описуються наступними рівняннями:

$$y(t) = f(t) * q(t) * h(t) * e_t, \text{ або} \quad (4)$$

$$y(t) = T * C * S * R, \quad (5)$$

де $f(t)$ - тренд (T);

$q(t)$ - циклічна складова (C);

$h(t)$ - сезонна складова (S);

e_t - випадкова складова (R).

Динамічний ряд результативного показника обсягу експорту підприємства представимо у вигляді мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду [2]:

$$Y = T \cdot C \cdot S \cdot R \quad (6)$$

де Y – результативний показник (тис. грн.)

T – трендова складова;

C – циклічна складова;

S – сезонна складова;

R – випадкова складова.

Алгоритм оцінки кожної складової динамічного ряду на прикладі динаміки результативного показника складають такі етапи.

1) Розрахунок ковзкої середньої величини (лаг 4 періоди) за такою формулою [2-3]:

$$\bar{y}_i = \frac{y_{i-2} + y_{i-1} + y_i + y_{i+1}}{n} \quad (7)$$

де n - кількість аналізованих кварталів

2) Визначення центрованої ковзкої середньої (СМА) величини (лаг 2 періоди), яка включає в себе еволюторну тенденцію (або тренд). Тренд визначається лінійною залежністю:

$$T = a + bx \quad (8)$$

де a, b – параметри лінійної залежності,

x – порядковий номер відповідного кварталу.

3) Виділення тренду та розрахунок параметрів лінійної залежності за допомогою методу найменших квадратів на основі системи нормальних рівнянь [3]:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y = a n + b \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n y x_i = a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{cases} \quad (9)$$

Так як центрована ковзка середня включає в себе тренд, то саме ці данні будемо вважати фактичними залежними змінними (y).

Для визначення трендової складової необхідно побудувати просту регресійну економіко-математична модель за допомогою ППП «Statgraphics plus».

4) Оцінка значень циклічної складової [2]:

$$C = \frac{CMA}{T} \quad (10)$$

Представити графічно значення циклічної складової, що буде вказувати на тенденцію зниження (зростання) результативного показника за аналізований часовий період, які пов'язані з впливом економічних циклів (спад або зростання економічних показників).

5) Визначення сукупного впливу сезонної та випадкової складових на динаміку досліджуваного показника.

Позначимо цей вплив через змінну, яка називається коефіцієнтом зміни результативного показника підприємства (K), який дорівнює добутку ($S \cdot R$) [2].

$$K = S \cdot R = \frac{T \cdot C \cdot S \cdot R}{TC} = \frac{Y_n}{CMA} \quad (11)$$

де Y_n – початкове значення результативного показника.

6) Розрахунок модифікованого середнього значення (M) [2-3]:

$$M = \frac{\sum K_i - (K_{MIN} + K_{MAX})}{n}, \quad (12)$$

де n – кількість елементів в кожній колонці, за виключенням мінімального та максимального елементів.

Визначити випадкову складову R можливо за допомогою формули [2]:

$$R = \frac{S \cdot R}{S}, \quad (13)$$

де $S \cdot R$ – коефіцієнт зміни результативного показника;

S – сезонна складова (модифіковане середнє).

На наступному етапі побудови мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду необхідно визначити прогностичні значення досліджуваного показника з урахуванням трендової, сезонної та циклічної складових економіко-математичної моделі.

Визначення прогностичних значень результативного показника з урахуванням трендової складової [4]:

$$T_{ПРОГНОЗ} = a + vx_{ПРОГНОЗ} \quad (14)$$

Визначення прогностичних значень результативного показника з урахуванням трендової та сезонної складової:

$$TS_{ПРОГНОЗ} = T_{ПРОГНОЗ} S_K, \quad (15)$$

де S_K – сезонна складова в k -му періоді.

Визначення прогностичних значень результативного показника з урахуванням трендової, сезонної та циклічної складових [4]:

$$TSC_{ПРОГНОЗ} = TS_{ПРОГНОЗ} C_{ПРОГНОЗ}, \quad (16)$$

де $C_{ПРОГНОЗ}$ – прогностичні значення результативного показника циклічної складової в прогностичних періодах.

Розрахунки щодо визначення складових мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду представлені в таблиці 2. Вони проведені у «STATGRAPHICS Plus for Windows». Використовувались дані ПАТ «Електромашина» по кварталам з 2008 по 2016 роки.

Позначення в Таблиці 2:

Y – обсяг експорту підприємства, тис. грн.;

B – ковзка середня величина;

CMA – центрована ковзка середня величина;

X – номери кварталів за порядком;

T – трендова складова;

C – циклічна складова;

K – коефіцієнт зміни обсягу експорту підприємства;

R – випадкова складова;

S (M) – модифіковане середнє значення, сезонна складова.

Для визначення сезонної складової була сформована Таблиця 3.

Таблиця 3.
Визначення сезонної складової та сезонного індексу

Періоди	1	2	3	4
2008			0,98842	0,96441
2009	1,0304067	1,011174	0,980076	0,935149
2010	1,0610372	1,020181	0,981936	0,945046
2011	1,0508492	1,01479	0,948044	0,851671
2012	1,126244	1,041585	0,957376	0,877767
2013	1,114314	1,036264	1,022247	1,068802
2014	0,9235592	0,977532	0,913562	0,775513
2015	1,1887718	1,047559	0,962274	0,831817
2016	1,1407682	1,044507		
S (M)	1,0872699	1,028083	0,969688	0,900977
Сезонний індекс	108,72699	102,8083	96,96876	90,09769

Визначення прогнозних значень обсягу експорту підприємства з урахуванням складових мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду представлено в таблиці 4.

Таблиця 4.
Визначення прогнозних значень обсягу експорту підприємства з урахуванням складових мультиплікативної моделі декомпозиції динамічного ряду

Роки	Квартали	T прогноз	TS прогноз	TSC прогноз
2017	1	16209,69	17624,30959	103919,7
	2	16646,98	17114,48787	53455,01
	3	17084,27	16566,40918	35799,26
	4	17521,56	15786,5242	26410,56
2018	1	17958,86	19526,12293	27233,56
	2	18396,15	18912,77448	23111,13
	3	18833,44	18262,55191	20039,31
	4	19270,73	17362,48048	17416,87
2019	1	19708,02	21427,93626	19920,85
	2	20145,31	20711,06109	18033,96
	3	20582,6	19958,69463	16429,04
	4	21019,89	18938,43675	14850,28
2020	1	21457,18	23329,7496	18235,66
	2	21894,47	22509,3477	18218,26
	3	22331,77	21654,83736	18087,57
	4	22769,06	20514,39302	17619,69

Позначення, представлені в таблиці 4:

T прогноз – прогнозні значення з урахуванням трендової складової;

TS прогноз – прогнозні значення з урахуванням трендової та сезонної складових;

TSC прогноз – прогнозні значення з урахуванням трендової, сезонної та циклічної складових.

Розрахунок прогнозних значень з урахуванням трендової складової вказує на подальше стабільне зростання обсягу експорту підприємства при незмінності інших умов внутрішнього та зовнішнього середовища.

Прогнозні значення виручки від реалізації продукції підприємства з урахуванням трендової та сезонної складових в кожному році на протязі перших двох кварталів очікується зростання обсягу експорту підприємства, а в третьому та четвертому – зниження.

Таким чином, виділення трендової складової моделі дозволяє зробити висновок про стабільне зростання обсягу експорту підприємства. Прогнозна динаміка циклічної складової вказує на можливість поступового зниження обсягу експорту підприємства на протязі аналізованих прогнозних періодів. Випадкова складова моделі засвідчує про високу можливість впливу випадкових факторів в 2013 та 2015 роках. Динаміка сезонної складової вказує на підвищення аналізованого показника в 3-4 кварталах кожного року. Дані прогнозні значення слід вважати дійсними лише при незмінності всіх інших умов.

Література.

1. Егоршин А. А. Корреляционно-регрессионный анализ. Курс лекций и лабораторных работ: Учебн. пособие для вузов А. А. Егоршин, Л. М. Малярец. – Харьков: Основа, 1998. – 208 с.
2. Клебанова Т. С. Эконометрия на персональном компьютере: учебное пособие. Ч.1. /Т. С. Клебанова, Н. А. Дубровина. – Харьков: Изд. ХГЭУ, 1999. – 140 с.
3. Куліков П. М. Економіко-математичне моделювання фінансового стану підприємства: навчальний посібник / П. М. Куліков, Г. А. Іващенко. – Харків: ВД «ІНЖЕК», 2009. – 152 с.
4. Клебанова Т. С. Методы прогнозирования: учебное пособие / Т. С. Клебанова, В. В. Иванов, Н. А. Дубровина. – Харьков: Изд. ХГЭУ, 2002. – 372 с.

References.

1. Egorshin A. A. (1998), Korreljacionno-regressionnyj analiz [Correlation-regression analysis], Osнова, Kharkov, Ukraine.
2. Klebanova T. S. (1999), Jekonometrija na personal'nom komp'jutere: uchebnoe posobie. Ch.1. [Econometrics on a personal computer: a manual. Part 1], KhSEU, Kharkov, Ukraine.
3. Kulikov P.M. (2009), Ekonomiko-matematychne modeliuvannia finansovoho stanu pidpriemstva: navchal'nyj posibnyk [Economic-mathematical modeling of the financial condition of the enterprise: a manual], "INZHEK", Kharkov, Ukraine.
4. Klebanova T. S. (2002), Methods of forecasting: a manual [Metody prognozirovanija: uchebnoe posobie], KhSEU, Kharkov, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2018 р