

В. В. ЛЕБІДЬ

Національний транспортний університет

ORCID: 0000-0002-1260-3760

Ю. А. МЕЙШ

Національний транспортний університет

ORCID: 0000-0001-7492-700X

Н. В. МАЙБОРОДИНА

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів
і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

ORCID: 0000-0003-1754-6790

В. П. ГЕРАСИМЕНКО

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів
і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

ORCID: 0000-0002-4017-1141

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ МИТНИХ НАДХОДЖЕНЬ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ОФОРМЛЕНИХ МИТНИХ ДЕКЛАРАЦІЙ МИТНИМ ПОСТОМ

В роботі розглянуто питання прогнозування отримання митних надходжень від сплати митних платежів в залежності від кількості оформлених митних декларацій в різних митних режимах. Митна сфера є однією із надважливих галузей у необхідності прийняття негайних та оперативних рішень, які стосуються економічних змін щодо перетину державного митного кордону та оформлення митних декларацій. Для детального аналізу та можливості виконання прогнозу митних надходжень митним постом використані матеріали щодо результатів діяльності одного з митного постів м. Києва. На практиці при дослідженні економічних явищ, що стосуються митного обкладання товарів при їх ввезенні (імпорт) і вивезенні (експорт) та процесів сплати митних платежів спостерігаються зміни в цих явищах під впливом не одного, а декількох факторів, отже вивчення змін які відбуваються є актуальною задачею.

Представлено математичну модель прогнозування митних надходжень від сплати митних платежів. Для успішної побудови математичної моделі прогнозування митних надходжень застосовується метод оцінювання параметрів моделі та враховуються особливості наданої митним постом економічної інформації, з метою кількісного вимірювання взаємозв'язків між досліджуваними процесами (кількісний показник митних надходжень в залежності від кількості оформлених митних декларацій в різних митних режимах) і можливістю подальшого прогнозування. Економічно правильна постановка задачі та можливість подальшої інтерпретації отриманих результатів являються важливими складовими успіху дослідження поряд із логічно правильним формальним застосуванням наявного математичного інструментарію.

Проведено кількісний аналіз роботи особового складу одного з відділів митного оформлення митного поста для можливості прогнозування суми надходження податків і зборів в залежності від нарахованих митних платежів. Наведено інтерпретацію оцінок параметрів моделі.

Ключові слова: митне оформлення, митний пост, митні платежі, експорт, імпорт, транзит, митна декларація, прогнозування, математична модель, множинна регресія, вибіркові параметри моделі.

V. V. LEBID

National Transport University

ORCID: 0000-0002-1260-3760

Yu. A. MEISH

National Transport University

ORCID: 0000-0001-7492-700X

N. V. MAIBORODINA

Separated Subdivision National University of Life and Environmental Sciences
of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute"

ORCID: 0000-0003-1754-6790

V. P. GERASYMENKO

Separated Subdivision National University of Life and Environmental Sciences
of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute"

ORCID: 0000-0002-4017-1141

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING TO PREDICTION OF TAXES RECEIVED BY THE CUSTOMS POST DEPENDING ON THE NUMBER OF CUSTOMS DECLARATIONS COMPLETED

The paper considers the issue of forecasting the receipt of customs revenues from the payment of customs payments depending on the number of completed customs declarations in various customs regimes. The customs sphere is one

of the most important sectors in the need to make immediate and operational decisions related to economic changes regarding the crossing of the state customs border and the preparation of customs declarations. Materials related to the results of the activities of one of the customs posts in Kyiv were used for a detailed analysis and the possibility of performing the forecast of customs receipts by the customs post. In practice, during the study of economic phenomena related to the customs taxation of goods during their import (import) and export (export) and the processes of payment of customs payments, changes in these phenomena are observed under the influence of not one, but several factors, therefore, the study of the changes that occur is a relevant issue.

A mathematical model for forecasting customs revenues from the payment of customs payments is presented. The method of evaluating the parameters of the model is used for the successful construction of a mathematical model for forecasting customs revenues and the features of the economic information provided by the customs post are taken into account in order to quantitatively measure the relationships between the investigated processes (quantitative indicator of customs revenues depending on the number of completed customs declarations in different customs regimes) and the possibility of further forecasting. An economically correct statement of the problem and the possibility of further interpretation of the obtained results are important components of the success of the research along with the logically correct formal application of the available mathematical tools.

A quantitative analysis of the work of the personnel of one of the customs clearance departments of the customs post was carried out for the possibility of forecasting the amount of taxes and fees, depending on the accrued customs payments. An interpretation of model parameter estimates is provided.

Key words: customs clearance, customs post, customs payments, export, import, transit, customs declaration, forecasting, mathematical model, multiple regression, sample parameters of the model.

Постановка проблеми

Оголошений період воєнного стану в Україні, відповідно до Наказу Президента України № 64 від 24.02.2022 року у зв'язку з військовою агресією Російської Федерації, охарактеризувався ухваленням органами державної влади України значної кількості різноманітних нормативно-правових актів [1]. Митна сфера стала однією із надважливих галузей у необхідності прийняття негайних та оперативних рішень, які стосувалися економічних змін щодо перетину державного митного кордону та оформлення митних декларацій. Це було викликано необхідністю переведення економіки України на умови роботи воєнного часу. В таких умовах прогнозування економічних явищ та процесів на основі побудови математичних моделей відіграють надважливу роль. На практиці при дослідженні економічних явищ щодо митного обкладання товарів при їх ввезенні (імпорт) і вивезенні (експорт) та процесів сплати митних платежів спостерігаються зміни в цих явищах під впливом не одного, а декількох факторів.

Формулювання мети дослідження

Як відомо, одним із головних важелів регулювання зовнішньоекономічної діяльності країни та наповнення державного бюджету є митні платежі. Сплата їх залежать від кількості оформлених митних декларацій. Отже, метою представленої роботи є постановка та побудова лінійної багатофакторної моделі прогнозування митних надходжень митним постом від сплати митних платежів в залежності від кількості оформлених митних декларацій за рік у різних режимах митного оформлення (імпорт, експорт, транзит) на основі роботи п'яти підрозділів одного з Київських митних постів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В умовах економічної нестабільності, невизначеності та ризику дослідженням ефективної системи оподаткування зовнішньоекономічної діяльності України займаються відомі вчені-економісти, такі як В. Андрущенко, А. Крисоватий, С. Буранов, О. Гребельник, Ю. Іванов, В. Науменко, П. Пашко та інші [2–6]. Однак дослідження прогнозованих податків від сплати митних платежів та їх вплив на подальший розвиток зовнішньоекономічних відносин в умовах воєнного стану в країні потребує подальших досліджень.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо діяльність одного із Київських митних постів. Митний пост у своїй діяльності керується Конституцією та законами України, міжнародними договорами України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, Митним кодексом України, актами Президента України та постановами Верховної Ради України, прийнятими відповідно до Конституції та законів України, актами Кабінету Міністрів України, нормативно-правовими актами Міністерства фінансів України, іншими актами законодавства, розпорядчими документами Держмитслужби, дорученнями Голови Держмитслужби (особи, яка виконує його обов'язки), його першого заступника та заступників, а також наказами Київської митниці, Положенням про Київську митницю Держмитслужби.

Митний пост здійснює свою діяльність та митні формальності за адресою свого розташування, за місцями розташування підрозділів митного оформлення, які входять до його складу, та поза їх місцем розташування, з урахуванням положень статті 247 Митного кодексу України у визначеній зоні його відповідальності.

Одним із основних завдань митного поста є забезпечення справляння митних платежів, контроль правильності обчислення, своєчасності та повноти їх сплати, застосування заходів щодо їх примусового стягнення у межах повноважень, визначених Митним кодексом України, Податковим кодексом України, Положенням про Державну митну службу України, затвердженого постановою КМУ від 06.03.2019 № 227, та іншими актами законодавства України.

До складу митного поста входять п'ять підрозділів митного оформлення.

Практика нарахування митних платежів та отримання податків державою зумовлює багато дискусій та скарг платників, судових оскаржень, що відбувається на тлі загального зростання обсягів імпорту та погіршення сальдо платіжного балансу нашої країни.

На основі даних отриманих за період роботи з 01.12.2021 – по 31.12.2021 митного посту по оформленню декларацій в різних митних режимах оформлення (імпорт, експорт та транзит) побудовано математичну модель прогнозування суми митних надходжень та зборів (табл. 1).

Таблиця 1

Аналітичне представлення кількості оформлених митних декларацій у різних митних режимах за 2021 р. [7, 8].

Номер посту	Кількість оформлених митних декларацій, (шт.)				Сума перерахованих податків і зборів, (тис. грн)
	ІМ	ЕК	ТР	Всього	
1	1551	332	95	1978	357085,4
2	1473	478	1	1952	303438,9
3	1676	803	269	2748	313462,5
4	781	90	0	871	189804,3
5	99	315	0	414	46519,4

В таблиці введено наступні позначення:

ІМ – митні декларації оформлені в митному режимі імпорт

ЕМ – митні декларації оформлені в митному режимі експорт

ТР – митні декларації оформлені в митному режимі транзит

Розглянемо побудову лінійної моделі множинної регресії на основі даних представлених в таблиці 1. Специфікуємо модель в лінійній формі [9, 10].

Теоретична лінійна модель множинної регресії має вигляд (1):

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + u, \tag{1}$$

де a_0, a_1, a_2, a_3 – параметри моделі, u – випадкова складова або залишки.

В даній роботі параметрами a_1, a_2, a_3 відповідно є кількості митних декларацій оформлених в митних режимах імпорту, експорту та транзиту.

Емпірична лінійна модель множинної регресії має вигляд (2):

$$\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1x_1 + \hat{a}_2x_2 + \hat{a}_3x_3, \tag{2}$$

де $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$ – оцінки параметрів моделі.

Оскільки ми маємо справу з вибірковою моделлю (побудована для вибірки), то параметри вибіркової моделі є випадковими величинами, а їх математичне сподівання дорівнює параметрам моделі для генеральної сукупності. Для того, щоб визначити параметри моделі для генеральної сукупності, необхідно за вибіркою отримати якомога кращі оцінки параметрів, тобто значення, найближчі до параметрів моделі генеральної сукупності. З цією метою будемо використовувати метод найменших квадратів.

Знайдемо оцінки $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$ параметрів моделі методом найменших квадратів, використовуючи оператор оцінювання параметрів моделі (3):

$$\hat{A} = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y, \tag{3}$$

де \hat{A} – вектор оцінок параметрів $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3$; X^T – матриця, транспонована до матриці X ; $(X^T \cdot X)^{-1}$ – матриця, обернена до матриці $X^T \cdot X$.

Для відшукання вектора оцінок \hat{A} виконаємо наступні кроки.

Запишемо вихідні дані в матричному вигляді: вектор-стовпець залежної змінної $Y_{5 \times 1}$ та матрицю незалежних змінних $X_{5 \times 4}$ (оскільки вважаємо, що в моделі присутня оцінка \hat{a}_0 , то в перший стовпець матриці X запишемо одиниці) (числа 5×1 та 5×4 вказують на розмір матриць – кількість рядків та стовпців матриці):

$$Y_{5 \times 1} = \begin{pmatrix} 357085,4 \\ 303438,9 \\ 313462,5 \\ 189804,3 \\ 46519,4 \end{pmatrix}, \quad X_{5 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1551 & 332 & 95 \\ 1 & 1473 & 478 & 1 \\ 1 & 1676 & 803 & 269 \\ 1 & 781 & 90 & 0 \\ 1 & 99 & 315 & 0 \end{pmatrix}.$$

Запишемо матрицю X^T – транспоновану до матриці X :

$$X_{4 \times 5}^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1551 & 1473 & 1676 & 781 & 99 \\ 332 & 478 & 803 & 90 & 315 \\ 95 & 1 & 269 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Знайдемо добуток матриць $X^T \cdot X$:

$$X^T \cdot X = \begin{pmatrix} 5 & 5580 & 2018 & 365 \\ 5580 & 8004068 & 2666329 & 599662 \\ 2018 & 2666329 & 1090842 & 248025 \\ 365 & 599662 & 248025 & 81387 \end{pmatrix}.$$

Зверніть увагу на те, що елементи матриці $X^T \cdot X$ симетричні відносно головної діагоналі. Знайдемо матрицю $(X^T \cdot X)^{-1}$, обернену до матриці $X^T \cdot X$ (оскільки матриця розміру $(X^T \cdot X)_{4 \times 4}$, то обернена до неї матриця такого ж розміру $(X^T \cdot X)_{4 \times 4}^{-1}$):

$$(X^T \cdot X)^{-1} = \begin{pmatrix} 1,530439 & -0,000642 & -0,002531 & 0,005577 \\ -0,000642 & 0,000001 & -0,000001 & -0,000002 \\ -0,002531 & -0,000001 & 0,000001 & -0,000019 \\ 0,005577 & -0,000002 & -0,000019 & 0,000006 \end{pmatrix}.$$

Зверніть увагу на те, що елементи матриці $(X^T \cdot X)^{-1}$ також симетричні відносно головної діагоналі. Знайдемо добуток матриць $X^T \cdot Y$. Оскільки $X_{4 \times 12}^T \cdot Y_{12 \times 1} = (X^T \cdot Y)_{4 \times 1}$, одержимо матрицю:

$$X^T \cdot Y = \begin{pmatrix} 1210310,5 \\ 1679010684 \\ 547042533 \\ 118547964 \end{pmatrix}.$$

Знайдемо матрицю \hat{A} , яка являє собою добуток матриці $(X^T \cdot X)^{-1}$ на матрицю $X^T \cdot Y$. Оскільки $(X^T \cdot X)_{4 \times 4}^{-1} \cdot (X^T \cdot Y)_{4 \times 1} = \hat{A}_{4 \times 1}$, одержимо:

$$\hat{A} = \begin{pmatrix} 51569,65 \\ 207,56 \\ -104,62 \\ 14,88 \end{pmatrix}.$$

Знайдені методом найменших квадратів оцінки параметрів такі:

$$\hat{a}_0 = 51569,65; \quad \hat{a}_1 = 207,56; \quad \hat{a}_2 = -104,62; \quad \hat{a}_3 = 14,88.$$

Отже, теоретична лінійна модель множинної регресії має вигляд:

$$y = 51569,65 + 207,56x_1 - 104,62x_2 + 14,88x_3 + u. \quad (4)$$

Для практичного застосування даної моделі, випадкову складову u в формулі (4) відкидаємо і одержуємо емпіричну лінійну модель множинної регресії:

$$\hat{a}_0 = 51569,65; \quad \hat{a}_1 = 207,56; \quad \hat{a}_2 = -104,62; \quad \hat{a}_3 = 14,88. \quad (5)$$

Інтерпретація оцінок параметрів моделі.

Оцінка $\hat{a}_1 = 207,56$ вказує на те, що при збільшенні кількості митних декларацій оформлених в митному режимі імпорт на 1 шт. сума перерахованих податків і зборів (тис. грн) збільшується на 207,56 одиниці (за умови, що ЕМ – митні декларації оформлені в митному режимі експорт та ТР – митні декларації оформлені в митному режимі транзит залишаються не змінними).

Оцінка $\hat{a}_2 = -104,62$ вказує на те, що при збільшенні кількості митних декларацій оформлених в митному режимі експорт на 1 шт. сума перерахованих податків і зборів (тис. грн) зменшується на -104,62 одиниці (за умови, що ІМ – митні декларації оформлені в митному режимі імпорт та ТР – митні декларації оформлені в митному режимі транзит будуть не змінними).

Оцінка $\hat{a}_3 = 14,88$ вказує на те, що при збільшенні митних декларацій оформлених в митному режимі транзит на 1 шт. сума перерахованих податків і зборів (тис. грн) збільшиться на 14,88 одиниці (за умови, що ІМ – митні декларації оформлені в митному режимі імпорту та ЕМ – митні декларації оформлені в митному режимі експорту будуть не змінними).

Висновки

В даній роботі наведено постановку задачі про прогнозування суми перерахованих митних надходжень в залежності від кількості оформлених декларацій у митних режимах імпорту, експорту та транзиту. Побудована багатофакторна лінійна модель множинної регресії для заданої залежності. Наведена інтерпретація оцінок параметрів моделі. Отримана модель дає можливість проводити кількісний аналіз роботи особового складу митного поста по оформленню декларацій та прогнозувати суми митних надходжень та зборів в залежності від нарахованих митних платежів за певний період часу.

Список використаної літератури

1. Про затвердження положень про Державну податкову службу України та про Державну митну службу України (із змінами та доповненнями) від 2 березня 2015 р. № 1153 і від 7 березня 2022 р. № 216 : Постанова Кабінету Міністрів України від 16.03.2022 р. № 291. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/291-2022-п#Text>.
2. Митна справа: підруч. / А. І. Крисоватий, С. Д. Герчаківський, О. Б. Дем'янюк та ін. ; за ред. А. І. Крисоватого. Тернопіль : ВПЦ «Екон. думка ТНЕУ», 2014. 540 с.
3. Баранов С. О. Митне право України : навчально-методичний посібник. Одеса, 2017. 375 с.
4. Прокопенко В. В. Виконання митних формальностей при переміщенні товарів через митний кордон України різними видами транспорту : монографія. Дніпро : Ун-т митної справи та фінансів. 2018. 336 с.
5. Найденко О.С., Тихомирова Д.В. Роль митних платежів в митній політиці. Інфраструктура ринку. Випуск 60. Ст. 180-185. URL: http://market-infr.od.ua/journals/2021/60_2021/34.pdf
6. Дубовик О., Мартинюк І. Фіскальна ефективність митних платежів в Україні. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua>
7. Доходи держбюджету України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/income/>(дата звернення: 05.12.2022)
8. Порівняльний аналіз фіскального ефекту від застосування інструментів уникнення оподаткування в Україні: нові виклики. URL: https://case-ukraine.com.ua/content/uploads/2020/09/CASE_Tax-avoidance.pdf
9. Наконечний С.І. Економетрія: підручник / Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. К.: КНЕУ, 2004. 520 с.
10. Майбородина Н.В. Економетрика: навчальний посібник / Майбородина Н.В. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2021. 280 с.

References

1. Pro zatverdzhennia polozhen pro Derzhavnu podatkovu sluzhbu Ukrainy ta pro Derzhavnu mytnu sluzhbu Ukrainy (iz zminamy ta dopovnenniamy) vid 2 bereznia 2015 r. № 1153 i vid 7 bereznia 2022 r. № 216 : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 16.03.2022 r. № 291. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/291-2022-п#Text>.
2. Mytna sprava: pidruch. / A. I. Krysovatyi, S. D. Herchakivskyi, O. B. Demianiuk ta in. ; za red. A. I. Krysovatoho. Ternopil : VPTs «Ekon. dumka TNEU», 2014. 540 s.
3. Baranov S. O. Mytne pravo Ukrainy : navchalno-metodychnyi posibnyk. Odesa, 2017. 375 s.
4. Prokopenko V. V. Vykonannia mytnykh formalnostei pry peremishchenni tovariv cherez mytnyi kordon Ukrainy riznymy vydamy transportu : monohrafiia. Dnipro : Un-t mytnoi spravy ta finansiv. 2018. 336 s.
5. Naidenko O.Ie., Tykhomyrova D.V. Rol mytnykh platezhiv v mytnii politytsi. Infrastruktura rynku. Vypusk 60. St. 180-185. URL: http://market-infr.od.ua/journals/2021/60_2021/34.pdf
6. Dubovyk O., Martyniuk I. Fiskalna efektyvnist mytnykh platezhiv v Ukraini. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua>
7. Dokhody derzhbiudzhetu Ukrainy. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/income/>(data zvernennia: 05.12.2022)
8. Porivnialnyi analiz fiskalnoho efektu vid zastosuvannia instrumentiv unyknennia opodatkuvannia v Ukraini: novi vyklyky. URL: https://case-ukraine.com.ua/content/uploads/2020/09/CASE_Tax-avoidance.pdf
9. Nakonechnyi S.I. Ekonometriia: pidruchnyk / Nakonechnyi S.I., Tereshchenko T.O., Romaniuk T.P. K.: KNEU, 2004. 520 s.
10. Maiborodina N.V. Ekonometryka: navchalnyi posibnyk / Maiborodina N.V. Nizhyn: PP Lysenko M.M., 2021. 280 s.