

Лебідь В. В., кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри міжнародних перевезень
та митного контролю
Національного транспортного університету
ORCID: 0000-0002-1260-3760

Мейш Ю. А., доктор технічних наук, професор,
професор кафедри вищої математики
Національного транспортного університету
ORCID: 0000-0001-7492-700X

Майбородіна Н. В., кандидат фізико-математичних наук,
доцент, доцент кафедри природничо-математичних
та загальноінженерних дисциплін
Відокремленого підрозділу Національного університету
біоресурсів і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний інститут»
ORCID: 0000-0003-1754-6790

Герасименко В. П., кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри електроенергетики,
електротехніки та електромеханіки
Відокремленого підрозділу Національного університету
біоресурсів і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний інститут»
ORCID: 0000-0002-4017-1141

ПОБУДОВА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КІЛЬКОСТІ ОФОРМЛЕНИХ МИТНИХ ДОКУМЕНТІВ НА ОСНОВІ ПОПЕРЕДНІХ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

Сучасна державна політика України у сфері митної справи спрямована на розвиток національної економіки та на її інтеграцію до світової економіки. З метою забезпечення національних інтересів України постійно проводиться моніторинг та регулювання зовнішньої торгівлі. Кабінетом Міністрів України затверджено перелік документів, необхідних для здійснення митного контролю та митного оформлення товарів і транспортних засобів, що переміщуються через митний кордон України. Державна митна служба України постійно збирає, зберігає, обробляє, аналізує, захищає та поширює офіційну статистичну інформацію про товари, які переміщуються через митний кордон України.

В даній роботі на основі статистичних даних про оформлені митні документи побудовано економіко-математичну модель кількості оформлених митних документів із застосуванням методів кореляційно-регресійного аналізу засобами табличного процесору Microsoft Excel. Моделювання є важливим інструментом у сфері митної справи, який допомагає виокремити, узагальнити та проаналізувати суттєві для зовнішньої торгівлі характеристики. Особливого значення моделювання набуває для Державної митної служби України, оскільки дає змогу вивчати зовнішню торгівлю без проведення експериментів над нею. Важливою передумовою якісного аналізу та прогнозування є коректна постановка задачі, правильне застосування математичного апарату, дотримання методики проведення статистичних досліджень. В роботі проведено дослідження достовірності отриманих результатів та доведено достовірність побудованої функції регресії. Одержана регресійна модель дає можливість виконувати прогнозування обсягу оформлених митних документів на 2023 рік. Результати даного дослідження відіграють вагому прикладну роль при плануванні обсягів зовнішньої та внутрішньої торгівлі товарами в Україні на 2023 рік.

Ключові слова: митні документи, математична модель, кореляційно-регресійний аналіз, рівень значущості, достовірність апроксимації.

Lebid V. V., Meish Yu. A., Maiborodina N. V., Gerasymenko V. P. Construction of an economic and mathematical model of the number of formed customs documents based on previous statistical data

The modern state policy of Ukraine in the field of customs affairs is aimed at developing the national economy and integrating it into the world economy. In order to ensure the national interests of Ukraine, foreign trade is constantly monitored and regulated. The Cabinet of Ministers of Ukraine approved the list of documents required for customs control and customs clearance of goods and

© В. В. Лебідь, Ю. А. Мейш, Н. В. Майбородіна, В. П. Герасименко, 2023

vehicles moving across the customs border of Ukraine. The State Customs Service of Ukraine constantly collects, stores, processes, analyzes, protects, and distributes official statistical information about goods that move across the customs border of Ukraine. In this paper, an economic-mathematical model of the number of issued customs documents was built on the basis of statistical data on issued customs documents using the methods of correlation-regression analysis using the Microsoft Excel spreadsheet. Modeling is an important tool in customs affairs, which helps to identify, summarize and analyze the characteristics important for foreign trade. Modeling is particularly important for the State Customs Service of Ukraine, as it makes it possible to study foreign trade without conducting experiments. An important prerequisite for qualitative analysis and forecasting is the correct statement of the problem, the correct application of the mathematical apparatus, and compliance with statistical research methodology. The paper investigated the reliability of the obtained results and proved the reliability of the constructed regression function. The resulting regression model makes it possible to forecast the volume of issued customs documents for 2023. The results of this study play an important applied role in planning the volume of foreign and domestic trade in goods in Ukraine for 2023.

Key words: customs documents, mathematical model, correlation-regression analysis, significance level, approximation reliability.

Постановка проблеми. Задля забезпечення та захисту національних інтересів в Україні впроваджуються різноманітні митні інструменти, одним із яких виступають митні платежі, які використовуються з метою митного регулювання зовнішньоекономічної діяльності країни [1]. Митні платежі виступають в якості одного із джерел наповнення державного бюджету України. За таких умов, митниця відіграє роль не лише у якості фіскального органу, а і у якості економічно-фіскального, тобто впливає на наповнення державного бюджету країни. Цей фактор вимагає постійного оцінювання, прогнозування та корегування функціонуючої системи митно-тарифного регулювання. Такий підхід дозволяє виявляти вплив митно-тарифного регулювання на розвиток подальших зовнішньоекономічних відносин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомі вчені-економісти В. Андрущенко, А. Крисоватий, С. Буранов, О. Гребельник, Ю. Іванов, В. Науменко, П. Пашко та інші [1–4] займалися дослідженнями та вдосконаленнями системи оподаткування зовнішньоекономічної діяльності України. Однак, на сьогодні недостатньо вивченим та дослідженим залишається прогнозування податків від сплати митних платежів (мито, митний збір, податок на додану вартість), що надходять до державного бюджету України. У звіті про виконання Плану роботи митниць у розрізі забезпечення індикативних показників доходів та здійснення моніторингу надходжень платежів до бюджету зазначається, що моніторинг надходжень платежів до бюджету здійснюється шляхом щоденного, щотижневого та щомісячного інформування управління адміністрації митних платежів та митно-тарифного регулювання щодо прогнозованих надходжень в розрізі суб'єктів господарювання та очікуваних сум надходжень. Отже прогнозування кількості очікуваних оформлень митних документів на сьогодні є актуальною.

Мета статті. Метою даної роботи є побудова економіко-математичної моделі для прогнозування можливих обсягів оформлення різноманітних митних документів з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу статистичних даних, що є в наявності за попередній період.

Виклад основного матеріалу. За інформацією, що оприлюднюється Держмитслужбою, впродовж останніх років митні формальності зазнали значного спрощення та прискорення [5]. Зазначається, що митними органами здійснюється діяльність у напрямку зменшення кількості митних оглядів товарів, оформлених із застосуванням митної декларації на бланку єдиного адміністративного документа, впроваджене електронне декларування, реалізовано функціонування «єдиного вікна», що дозволяє перевозити товар зі значною економією часу та ресурсів. Митна статистика ведеться завдяки наявності оформлених митних декларацій та інших митних документів (як приклад: уніфікована митна квитанція МД-1 – надалі УМК; оглядовий розпис М 15 та митна декларація М-16 і інші), в яких міститься детальна інформація щодо переміщуваних через митний кордон України товарів, цілей переміщення та відомостей для контролю нарахованих митних платежів [6].

Основними підходами до класифікації методів прогнозування податкових надходжень до державного бюджету та контролю нарахування митних платежів є: методи макроекономічних показників, макроекономічний інтегрований метод та метод міжгалузевого балансу; побудова економіко-математичних моделей прогнозування на основі кореляційно-регресивного аналізу. Ці методи та моделі передбачають дослідження і вивчення закономірностей розвитку економічних процесів в зовнішньоекономічній діяльності країни [7].

Інші митні документи, можуть бути застосовані у різних випадках при виконанні митних формальностей, як приклад УМК може бути застосована у трьох випадках: 1) при прийнятті товарів на зберігання митним органом відповідно до законодавства; 2) при справлянні митним органом з фізичних осіб та підприємств платежів, якщо законодавством не передбачено складання вантажної митної декларації на переміщуваних через митний кордон України товари; 3) при справлянні митним органом з фізичних осіб грошової застави у випадках, установлених законодавством). І за результатами аналізу статистичних показників здійснюється підготовка пропозицій з удосконалення форматно-логічного контролю електронних копій митних декларацій та інших митних документів. Зокрема, запроваджено контроль за оформленням окремих товарів у митний режим експорт/імпорт після тимчасового ввезення/вивезення, додатковий контроль за правильністю заповнення граfi «Додаткова одиниця

виміру» при митному оформленні комплектних об'єктів, контроль за правильністю заповнення графи «Додаткова одиниця виміру» при митному оформленні товарів 44 групи згідно з УКТЗЕД.

Для того, щоб виконати успішне прогнозування щодо кількості оформлених інших митних документів та обрати модель, за якою здійснюватиметься прогнозування, застосуємо методи кореляційно-регресивного аналізу. При обранні такого підходу в роботі враховано спеціальні критерії якості моделі [8–9]. Для перевірки достовірності побудованої математичної моделі перевірено значущість отриманих результатів [10].

Для оцінки якості рівняння моделі застосовано засоби MS Excel, з допомогою якого можна автоматично розрахувати коефіцієнт апроксимації (детермінації) R^2 . Коефіцієнт апроксимації R^2 показує рівень залежності між досліджуваними величинами, залежність тим сильніша, чим значення коефіцієнта R^2 ближче до 1. Для прийняття моделі вважається, що коефіцієнт апроксимації R^2 має бути більше 50%. Модель вважається достатньо адекватною, якщо коефіцієнт апроксимації вище 80%. У разі рівності 1 коефіцієнта апроксимації отримаємо функціональну залежність змінних.

Для задачі, що розглядається оберемо рівень значущості $\alpha = 0,05$ тобто 5%, в такому разі рівень довіри всіх отриманих висновків дорівнюватиме $p = 1 - \alpha = 0,95$; тобто буде набувати ймовірності 95%.

Побудуємо модель оформлених інших митних документів, дані за попередні роки маємо в таблиці 1.

Таблиця 1

Показник	Одиниця виміру	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Оформлено інших митних документів	тис. шт.	1361,1	1502,6	1667,5	1727,2	1620,4	846,0	903,7	494,9

Для побудови економіко математичної моделі прогнозування кількості оформлених митних документів застосуємо засоби Microsoft Excel.

На основі відомих статистичних даних про обсяги оформлених інших митних документів з 2015 року по 2022 рік:

1) визначимо тип залежності між даними;

2) побудуємо математичну модель;

3) за побудованою моделлю виконаємо прогнозування, що включає:

а) прогноз обсягів оформлення інших митних документів на 2023 рік;

б) обчислення довірчого інтервалу для прогнозованого індивідуального значення оформлених інших митних документів.

1. Для того, щоб визначити тип залежності між даними величинами побудуємо кореляційне поле точок (рис. 1).

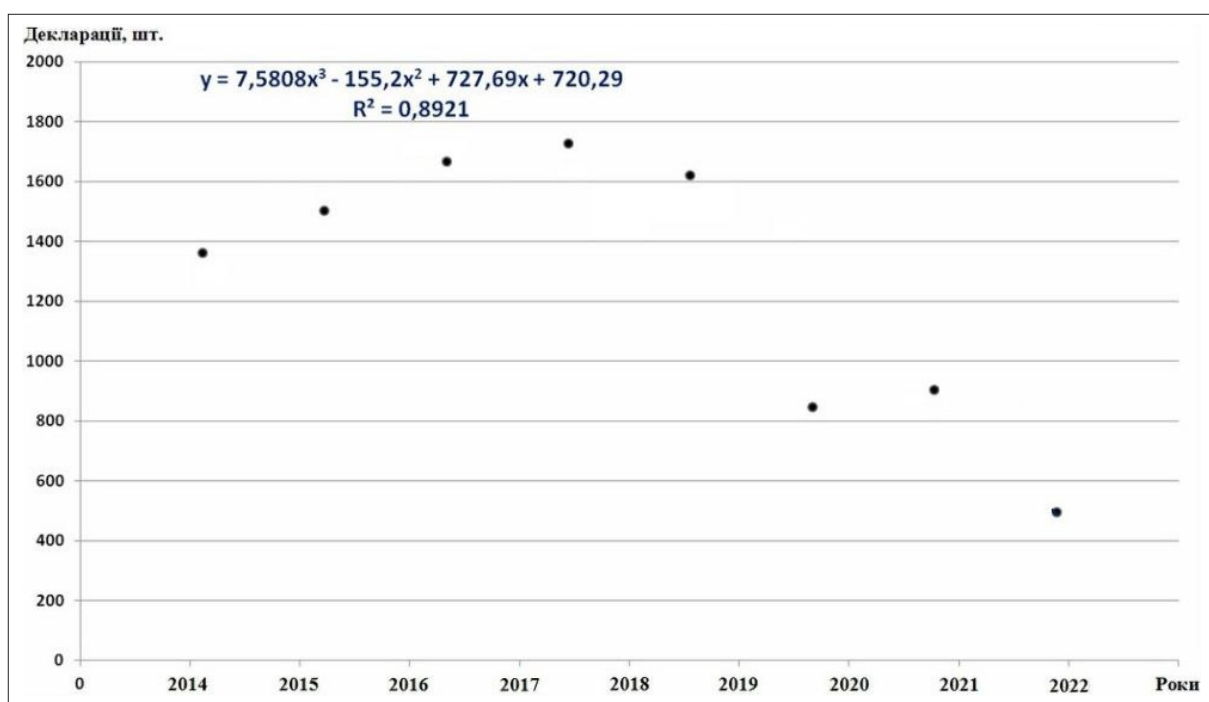


Рис. 1

За розміщенням точок на кореляційному полі припустимо, що обсяг оформлених інших митних документів має нелінійну форму (рис. 2).

2. Засобами табличного процесору MicrosoftExcel здійснюємо вибір моделі. Зупинимо свій вибір на кубічній функції.

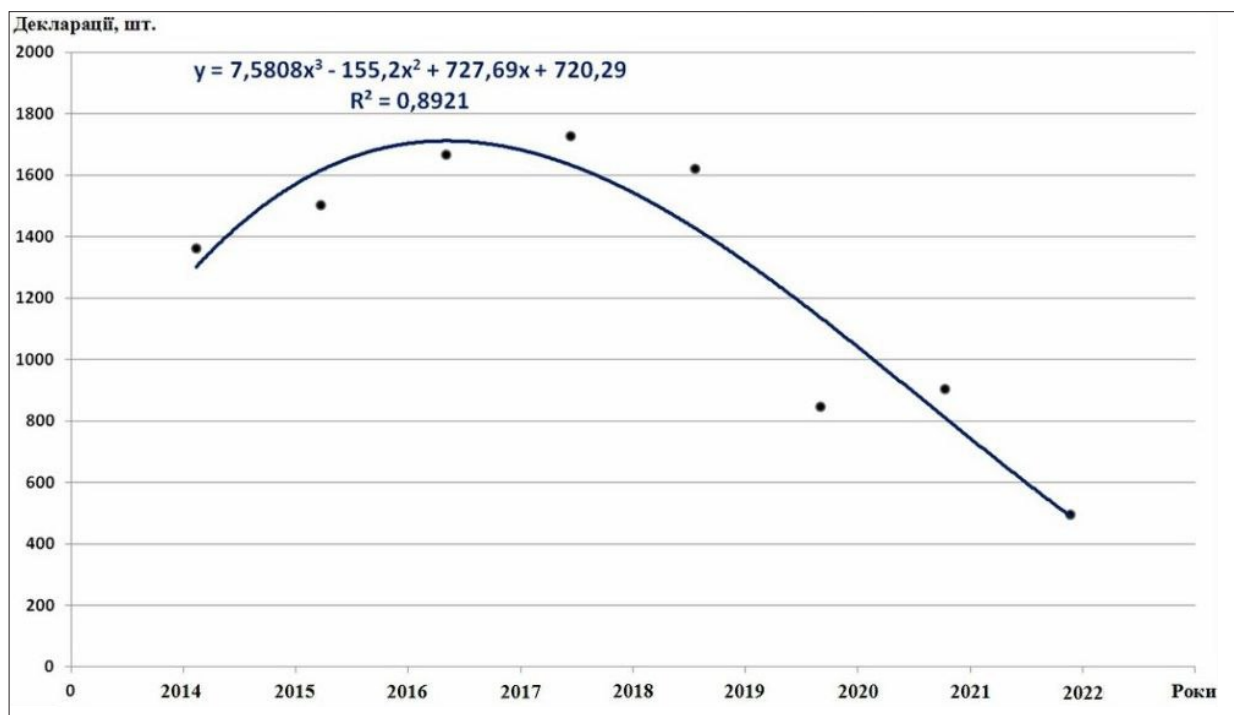


Рис. 2

Отже, на основі даних про обсяг оформлених інших митних документів з 2015 року по 2022 рік ми одержали емпіричну модель:

$$\hat{y} = 7,5808x^3 - 155,2x^2 + 727,69x + 720,29 \quad (1)$$

або теоретичну модель:

$$y = 7,5808x^3 - 155,2x^2 + 727,69x + 720,29 + u, \quad (2)$$

де u – випадкова складова.

3) Для даної моделі достовірність апроксимації (коефіцієнт детермінації) $R^2 = 0,8921$.

Оскільки коефіцієнт детермінації $0,8 \leq R^2 < 1$ – кубічна модель достатньо точно відповідає дійсним значенням обсягу оформлених інших митних документів.

Тобто побудована модель на 89,21% відповідає вхідним статистичним даним.

Обчислимо індекс кореляції R за формулою $R = \sqrt{R^2}$:

$$R = \sqrt{0,8921} = 0,94.$$

Оскільки величини R^2 і R наближаються до одиниці, то для побудованої моделі це свідчить про її достовірність.

Обчислимо емпіричні значення \hat{y}_i , підставивши в модель (1).

Обчислимо залишки моделі u_i за формулою

$$u_i = y_i - \hat{y}_i,$$

відносні похибки залишків моделі δ_i за формулою

$$\delta_i = \frac{u_i}{y_i} \cdot 100\%,$$

середнє значення відносної похибки залишків $\bar{\delta}$ за формулою

$$\bar{\delta} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i .$$

$$\bar{\delta} = \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^n \delta_i = \frac{1}{9} \cdot (-11,27\%) = -1,41\% .$$

Оскільки $\bar{\delta} = -1,41\%$ значно менше 10%, то модель можна вважати достатньо точною.

3. а) обчислимо точковий прогноз \hat{y}_{np} обсягу оформлених інших митних документів для заданого значення x_{np} за побудованою емпіричною моделлю (11), використавши формулу для точкового прогнозу:

$$\hat{y}_{np} = 7,5808x_{np}^3 - 155,2x_{np}^2 + 727,69x_{np} + 720,29 .$$

Значення \hat{y}_{np} обсягу оформлених інших митних документів на 2023 рік за одержаною моделлю:

$$\hat{y}_{np} = 224,7 \text{ (тис. шт.)} .$$

Отже, з ймовірністю 95% можна стверджувати, що обсяг оформлених інших митних документів на 2023 рік: $\hat{y}_{np} = 224,7$ (тис. шт.).

б) обчислимо довірчий інтервал для індивідуального значення y_{np} обсягу оформлених інших митних документів за формулою

$$y_{np} \in \left(\hat{y}_{np} - \Delta y_{np}; \hat{y}_{np} + \Delta y_{np} \right) ,$$

з використанням формули

$$\Delta y_{np} = t_{\text{табл}} \cdot \hat{\sigma}_u \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_{np} - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} .$$

Табличне значення розподілу Стюдента:

$$t_{\text{табл}} = t(0,025; 7) = 2,84 .$$

Обчислимо незміщену оцінку дисперсії залишків $\hat{\sigma}_u^2$ за формулою

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{1}{n-2} \cdot \sum_{i=1}^n u_i^2 ,$$

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{1}{9-2} \cdot 158265,9 = 22609,41 .$$

Обчислимо середнє квадратичне відхилення залишків $\hat{\sigma}_u$ за формулою

$$\hat{\sigma}_u = \sqrt{\hat{\sigma}_u^2} ,$$

$$\hat{\sigma}_u = \sqrt{22609,41} = 150,36 .$$

Отже, похибка індивідуального значення y_{np} :

$$\Delta y_{np} = 2,84 \cdot 150,36 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{9} + \frac{(10-5)^2}{60}} = 389,35 .$$

Довірчий інтервал для індивідуального значення y_{np} оформлених інших митних документів:

$$y_{np} \in (224,7 - 389,35; 224,7 + 389,35) ;$$

$$y_{np} \in (-164,65; 614,05) .$$

Отже, з ймовірністю 95% можна стверджувати, що прогнозоване теоретичне (дійсне) значення y_{np} обсягу оформлених інших митних документів на 2023 рік потрапить в інтервал $y_{np} \in (-164,65; 614,05)$.

Висновки з дослідження і перспективи подальшого розвитку у цьому напрямі. В даній роботі з використанням методів регресійного аналізу статистичних даних побудовано модель обсягу оформлених митних документів засобами табличного процесору Microsoft Excel. Проведений в роботі кореляційний аналіз і доведено достовірність побудованої функції регресії. Всі сформульовані висновки в даній роботі виконуються з ймовірністю 95%.

Побудована достовірною функцією регресії дає можливість виконувати прогнозування обсягу оформлених митних документів на 2023 рік. Згідно одержаних в роботі результатів обсяг оформлених митних документів на 2023 рік становить $y_{np} = 224,7$ (тис. шт.). Довірчий інтервал для прогнозованого індивідуального значення оформлених митних документів: $y_{np} \in (-164,65; 614,05)$.

Результати даного дослідження відіграють вагомую прикладну роль при плануванні обсягів зовнішньої та внутрішньої торгівлі товарами в Україні на 2023 рік.

Список використаних джерел:

1. Доходи держбюджету України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/income/> (дата звернення: 05.12.2022)
2. Митна справа : підручник / 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. Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. Економетрія : підручник. Київ : КНЕУ, 2004. 520 с.
4. Майбородіна Н.В. Економетрика: навчальний посібник. Ніжин : ПП Лисенко М.М., 2021. 280 с.
5. Свічкарь В. А. Особливості митного регулювання в національних та глобальних логістичних мережах поставок. *Ефективна економіка*. 2018. № 1. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6065> (дата звернення: 27.04.2023)
6. Спрощення процедур торгівлі в Україні: Митні процедури, проблеми та очікування бізнесу піл час війни. ГО «Інститут економічних досліджень та політичних консультацій». Київ : 2023. 48с.
7. Статистика та реєстри. Статистика декларування, переміщення товарів та транспортних засобів. URL: <https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri>
8. Запорожець О. Ф. Адміністрування митних платежів: аналіз та прогнозування надходжень до державного бюджету. *Вісник міжнародного державного університету*. 2012. № 8. С. 78–89.
9. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 184 с.
10. Лебідь В. В., Мейш Ю. А., Майбородіна Н. В., Герасименко В. П. Застосування методів математичної статистики до прогнозування кількості оформлення митних декларацій. *Системи та технології / (правонаступник наукового журналу «Вісник Академії митної служби України. Серія: «Технічні науки»*. № 2 (64), 2022. С. 30–37.

References:

1. *Dokhody derzhbiudzhetu Ukrainy* [Revenues of the state budget of Ukraine]. (2022). <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/income/> (data zvernennia: 05.12.2022)
2. Krysovatiy A. I., Herchakivskiy S. D., Demianiuk O. B. & ect. (2014). *Mytna sprava* [Customs business]: pidruch. A. I. Krysovatoho (red.). Ternopil: VPTs "Ekon. dumka TNEU".
3. Nakonechnyi S.I., Tereshchenko T.O., Romaniuk T.P. (2004). *Ekonometriia* [Econometrics]: pidruchnyk. K.: KNEU.
4. Maiborodina N.V. (2021). *Ekonometryka* [Econometrics]: navchalnyi posibnyk. Nizhyn: PP Lysenko M.M.
5. Svichkar V. A. (2018). *Osoblyvosti mytnoho rehuliuвання v natsionalnykh ta hlobalnykh lohistrychnykh merezhakh postavok. Efektyvna ekonomika*. [Peculiarities of customs regulation in national and global logistics supply networks. Efficient economy]. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6065>
6. *Sproshchennia protsedur torhivli v Ukraini: Mytni protsedury, problemy ta ochikuvannia biznesu pil chas viiny* [Simplification of trade procedures in Ukraine: Customs procedures, problems and expectations of business during the war]. (2023). HO "Instytut ekonomichnykh doslidzhen ta politychnykh konsultatsii". Kyiv.
7. *Statystyka ta reiestry. Statystyka deklaruvannia, peremishchennia tovariv ta transportnykh zasobiv* [Statistics and registers. Statistics of declaration, movement of goods and vehicles]. (2022). URL: <https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri>
8. Zaporozhets O. F. (2012). *Administruvannia mytnykh platezhiv: analiz ta prohnouzuvannia nadkhodzhen do derzhavnoho biudzhetu* [Administration of customs payments: analysis and forecasting of revenues to the state budget]. *Visnyk mizhnarodnoho derzhavnoho universytetu*. № 8.
9. Vasylykiv I.M. (2020). *Osnovy teorii ymovirnostei i matematychnoi statystyky* [Basics of the theory of probabilities and mathematical statistics]: navch. posibnyk. Lviv: LNU imeni Ivana Franka.
10. Lebid V. V., Meish Yu. A., Maiborodina N. V., Herasymenko V. P. (2022). *Zastosuvannia metodiv matematychnoi statystyky do prohnouzuvannia kilkosti oformlennia mytnykh deklaratsii* [The application of mathematical statistics methods to forecasting the number of customs declarations issued] // *Systemy ta tekhnolohii / (pravonastupnyk naukovoho zhurnalalu "Visnyk Akademii mytnoi sluzhby Ukrainy. Serii: "Tekhnichni nauky"*, № 2 (64).