

Руська Р. В., кандидат економічних наук, доцент¹ (0000-0002-1854-9734)
Руський С. М.² (0009-0008-6864-4140)

¹ – Західноукраїнський національний університет, Тернопіль;

² – Ужгородський районний територіальний центр комплектування та соціальної підтримки, Ужгород

Прогнозування світових військових витрат

Резюме. У статті використано властивості часових рядів, для дослідження світових військових витрат. На їх основі побудовано експонентні моделі та здійснено прогноз світових військових витрат на наступні чотири роки.

Ключові слова: світові військові витрати; часові ряди; експонентні моделі.

Постановка проблеми. Останні десятиліття супроводжуються посиленням локальних конфліктів, руйнуванням інституту безпеки держав, що супроводжуються військовими діями, наслідки яких непередбачувані. Своєрідним гарантом безпеки держави виступала система колективної безпеки, та як показав час, не є дієвою, коли держава гарант захоплює територію.

Досліджуючи загальні світові військові витрати та здійснюючи прогнози, щодо них, на наступні роки, дасть змогу передбачити локальні військові конфлікти.

Військові витрати держав пов'язанні з експортом та імпортом. Експорт – дає змогу державам отримувати великі прибутки, імпорт – посилює безпеку держави, отже військові витрати є своєрідним індикатором безпеки держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню військових витрат держави приділяється велика увага як в Україні, так і в світі. Автор праці [1] проаналізував різні підходи трактування військових витрат, і дав своє, яке насамперед, стосується України. Такої ж точки зору дотримуються автори праць [2, 3]. Військові витрати, як воєнно-економічної безпеки держави, розглянуто в праці [4], дає можливість оцінити рівні обороноздатності окремо взятої країни. Автори праць [5–7], використавши часові ряди, зробили прогнозування ризиків виникнення збройного конфлікту на основі результатів аналізу воєнних витрат певних держав. Здійснити оцінку воєнно-економічної безпеки держави пропонується в [8], застосувавши логіко лінгвістичну модель. Автор праці [9], досліджуючи військові витрати держав, використавши методи кластеризації, визначив держави з малою військовою безпекою.

Ситуація в Україні змусила переглянути безпеку країн Євросоюзу, що відображається в

працях: Palm T., Crum B. (2019), Michelot Martin Macq–Martin (2018), Polerhina M., Limonzeva V., Karabulatova I., Vyhrystyk M. (2018) [9–11]. Основною тезою статті, Jureńczyk Ł. (2020), проглядається діяльність Великої Британії на підтримку військової безпеки Польщі та Балтії [12].

Корка R. (2019), звертає увагу про недостатню чисельність персоналу в Польських збройних силах [13]. На професійну підготовку і професійну армію роблять наголос вчені: Petrufová M., Nagyová L. (2019, June), Vasilev A. (2021), Terziev V., Georgiev M., Nichev N., Denis S., Bogdanov P. (2020) [14–16]. Вони вважають, що армія має бути не чисельна, а якісна, а збільшення військових витрат можливе лише за умови стабільно зростаючої економіки.

На моделюванні військових витрат зосередили свою увагу вчені Odehnal J., та Neubauer J. (2019) [17].

Аналізуючи праці вчених можна дійти висновку, що військові витрати є своєрідним індикатором не лише безпеки, а й військових конфліктів.

Мета статті – застосування властивостей часових рядів для побудови прогнозних моделей визначення інтенсивності світових військових витрат у майбутньому, для підвищення ступеня поінформованості особи, яка приймає рішення стосовно важливих тенденцій у сфері зовнішньої безпеки держави.

Виклад основного матеріалу. Одним із складових безпеки держави є військові витрати як найчастіше використовувані аналітичні показники для міжнародних порівнянь військового прямування економіки країн [18]. Використовуючи базу даних SIPRI, яка є достовірним доступним джерелом статистичної інформації про військові витрати, побудовано лінійний графік світових військових витрат за період 1988–2022 рр. (рис. 1).

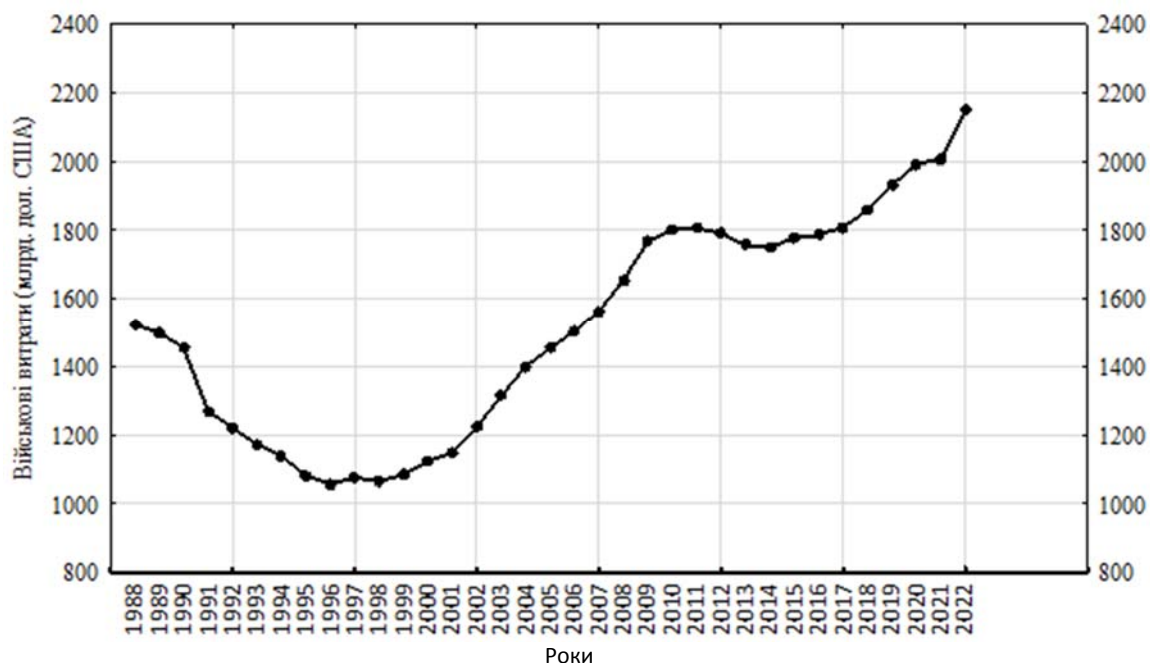


Рис. 1. Світові військові витрати, млрд доларів США

Спад світових військових витрат пов'язаний із політичною ситуацією в світі: припиняється гонка озброєнь між США та СРСР; розпад дСРСР і становлення самостійних держав [24]. З 1997 року світові військові витрати щороку зростають і лише вплив світової економічної кризи у 2010 році призупинило ріст та спад військових витрат у світі [25].

Розглядаючи політичну ситуацію в світі за графіком Світових військових витрат, можемо відмітити, що збільшення військових витрат супроводжується загостренням військових конфліктів, зменшення – затуханням, або вирішенням конфлікту. Так останнє десятиліття супроводжувалось військовими конфліктами: перша громадянська війна в Лівії, громадянська війна в Сирії (з 2011), Операція Лінда Нчі, війна в Малі, прикордонний конфлікт між Суданом та Південним Суданом, конфлікт у Північному Ківу, конфлікт в Центральноафриканській Республіці, Російсько-українська війна (з 2014) (Війна на сході України (з 2014), переросла у повномасштабне військове вторгнення в лютому 2022 року), збройний конфлікт в Ємені (2014–2015), інтервенція Росії в Сирію (з 2015), військова операція проти Ісламської держави, Чотириденна війна (2016), Друга карабаська війна (2020) [21].

Дані світових військові витрати (рис. 1) являють собою часовий ряд. Для його дослідження побудуємо дві гіпотези: H_0 – відсутність автокореляції у показниках, ряд нестационарний, і для подальшої роботи

необхідно приводити перетворення; H_1 – автокореляція присутня, ряд є стаціонарним, з ним можна працювати. Для визначення гіпотези застосуємо модуль Time series analysis/Forecasting (Аналіз часових рядів/Прогнозування) пакету STATISTICA, і в першу чергу побудуємо автокореляційну функцію (рис. 2). Автокореляційна функція вказує на міру зв'язку між елементами часового ряду, рознесеними один від одного на певний лаг. Графіком автокореляційної функції є корелограма, Q-тест Бокса-Людга – статистичний тест, який використовується для визначення груп автокореляційних коефіцієнтів часового ряду [26].

Аналізуючи графік (див. рис. 2), можна зазначити, що значення автокореляційної функції перевищує межу довірчого інтервалу і зберігає “пам'ять” до 15-го лагу. За виглядом корелограми можна сказати, що викидів немає, сезонність та періодичність відсутня.

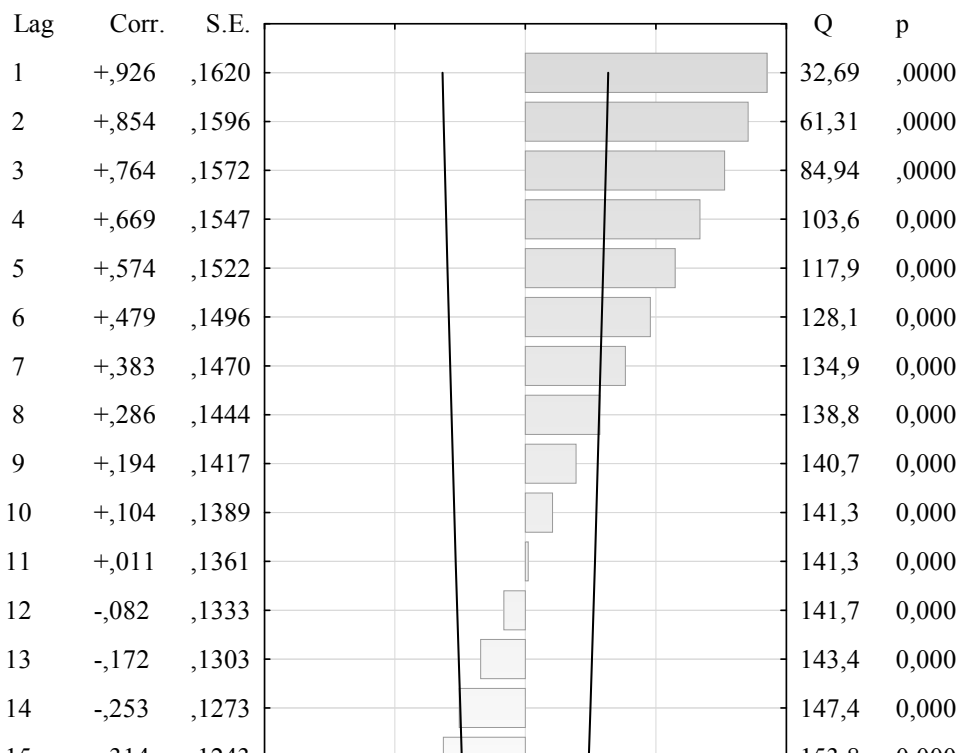
Середньоквадратичні відхилення (S.E.), невеликі і з кожним лагом зменшуються: для лагу 1 S.E.=0,162, для лагу 2 S.E.=0,1596 і т. д., для 15 лагу S.E.=0,1243. Значення Q-тесту Бокса-Людга на кожному лазі перевищують значення p , $p < 0,05$: на 1 лагу $Q=32,69 > p=0,00$, на 2 лагу $Q=61,31 > p=0,00$ і т. д., що свідчить про залежність значень досліджуваного ряду. Залежність значень підтверджує і кореляція (Corr.), на першому лагу $Corr.=0,926$, на другому – $Corr.=0,854$, і т. д., вони є відносно великими по відношенню до всіх інших, із збільшенням лагу коефіцієнти додатної кореляції зменшуються і прямують до нуля, на 11 лагу

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ

Corr.=0,11 і починає повільно збільшуватись від'ємна кореляція.

Підсумовуючи проведений аналіз слід прийняти гіпотезу H_1 – автокореляція присутня, ряд є стаціонарним. Для прогнозування світових військових витрат

доцільно використати експонентний тренд без сезонності. На його основі побудувати експонентні моделі, перевірити їх на адекватність та вибрати варіант з найменшою похибкою.



Оскільки вручну перебирати, рахувати і вибирати найкращі значення похибок є громіздко, для побудови експонентної моделі було використано Perform grid search/ Grid search/Exponential Smoothing forecasting (Виконайте пошук по сітці/пошук по сітці/експоненціальне згладжування прогнозування), з вказівкою знайти параметри:

alpha – згладжування фактичних даних;

delta – згладжування сезонності – для ряду, який досліджується сезонність відсутня, тому вона не розглядається;

gamma – згладжування по тренду.

Цей модуль, перебравши комбінації значень параметрів alpha та gamma видав 10 варіантів експонентних прогнозних моделей, із сталими значеннями суми залишків $SO=1532$ і ймовірністю здійснення прогнозу $TO=0,9861$ для всіх моделей з найменшими похибками (Табл. 1).

Таблиця 1

Моделі світових військових витрат

Модель Номер	Пошук по сітці параметрів (виділено найменші абс. похибки) (vv) Модель: Експонентний тренд, без сезон. ; $S0=1532$, $T0=,9861$ Світові військові витрати (млрд.дол.США)							
	Alpha	Gamma	Середня похибка	Середня Абс. похиб	Сума квадрат. похибок.	Середньо квад. похиб.	Середня % похиб.	Середня Абс.% похиб.
80	0,900000	0,800000	2,052413	34,06941	72850,51	2081,443	0,197625	2,312988
79	0,900000	0,700000	2,118387	33,91937	72938,02	2083,944	0,213980	2,295325
81	0,900000	0,900000	2,045676	34,21691	73432,19	2098,063	0,186575	2,329703
78	0,900000	0,600000	2,265141	34,40572	73965,85	2113,310	0,237486	2,316804
72	0,800000	0,900000	1,797277	34,87022	76104,88	2174,425	0,186861	2,359368
77	0,900000	0,500000	2,523962	35,33588	76417,45	2183,356	0,270791	2,381769
71	0,800000	0,800000	1,853319	34,94041	76438,70	2183,963	0,201521	2,353420
70	0,800000	0,700000	1,976037	35,64340	77505,09	2214,431	0,222103	2,391681
69	0,800000	0,600000	2,188351	36,53035	79700,47	2277,156	0,250566	2,452122
76	0,900000	0,400000	2,951773	36,73138	81062,27	2316,065	0,318298	2,478543

Середня похибка – це середнє значення суми відхилень прогнозних значень від фактичних. *Середня абсолютна похибка* – середнє значення суми відхилень, прогнозних значень від фактичних за абсолютною величиною. *Сума квадратів похибок* – середнє значення суми квадратів відхилень, прогнозних значень від фактичних. *Середня відсоткова похибка* – середнє значення суми, відхилень прогнозних значень від фактичних поділених на фактичне. Якщо середня відсоткова похибка моделі менша 5 %, якість моделі висока. *Середня абсолютна відсоткова похибка* – середнє значення суми, відхилень прогнозних значень від фактичних поділених на фактичне, за абсолютною

величиною. Якщо середня абсолютна відсоткова похибка менша 10 % – точність прогнозу висока, 10-20 % – добра точність, 20-50 % – задовільна і більша 50 % – незадовільна.

Виділено моделі з різними найменшими похибками. Розглянемо прогнози світових військових витрат за моделями: 80, 79, 81 та 72 і здійснимо прогнози за кожною з них на наступні чотири роки.

Модель 79, в якій найменша середня абсолютна відсоткова похибка, з параметрами: $\alpha=0,9$, $\gamma=0,7$, отримаємо прогнозні значення світових військових витрат на наступні чотири роки, (рис. 3).

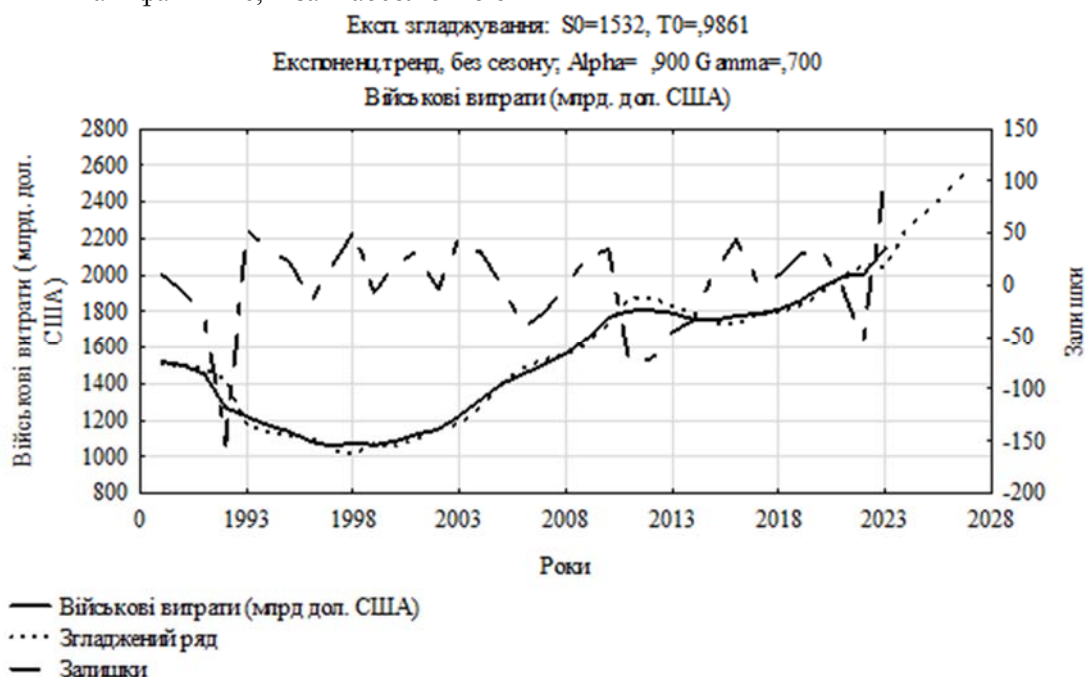


Рис. 3. Результати прогнозу світових військових витрат за експонентною моделлю 79

Експонентна модель 79 з параметрами: $\alpha=0,9$, $\gamma=0,7$ прогнозує збільшення світових військових витрат: на кінець 2023 року становитиме 2242,417 млрд дол., 2024 рік – 2352,089 млрд дол., 2025 рік – 2467,126 млрд дол., 2026 рік –

2587,789 млрд дол. При цьому середня абсолютна відсоткова похибка становить 2,295 % (Табл.1). Відносна похибка прогнозу світових військових витрат по даній моделі за останніх 5 років, розраховується за формулою

$$\theta = \frac{\sum_{2018}^{2022} |Resids|}{\sum_{2018}^{2022} Mslstary\ expenditure} \quad \theta = \frac{29,857+36,321-1,36-52,099+102,422}{1859+1932,1+1992,2+2006,6+2148,1} = 0,011. \quad (1)$$

Отже, прогноз здійснений за експонентною моделлю 79 з параметрами: $\alpha=0,9$; $\gamma=0,7$, за минулі 5 років, характеризується похибкою в 1,1 %.

Експонентна модель 81, параметри якої: $\alpha=0,9$, $\gamma=0,9$ характеризується

найменшою середньою відсотковою похибкою (Табл. 1). Прогноз світових військових витрат на наступні чотири роки, за експонентною моделлю 81 (рис.4), показує їх зростання.

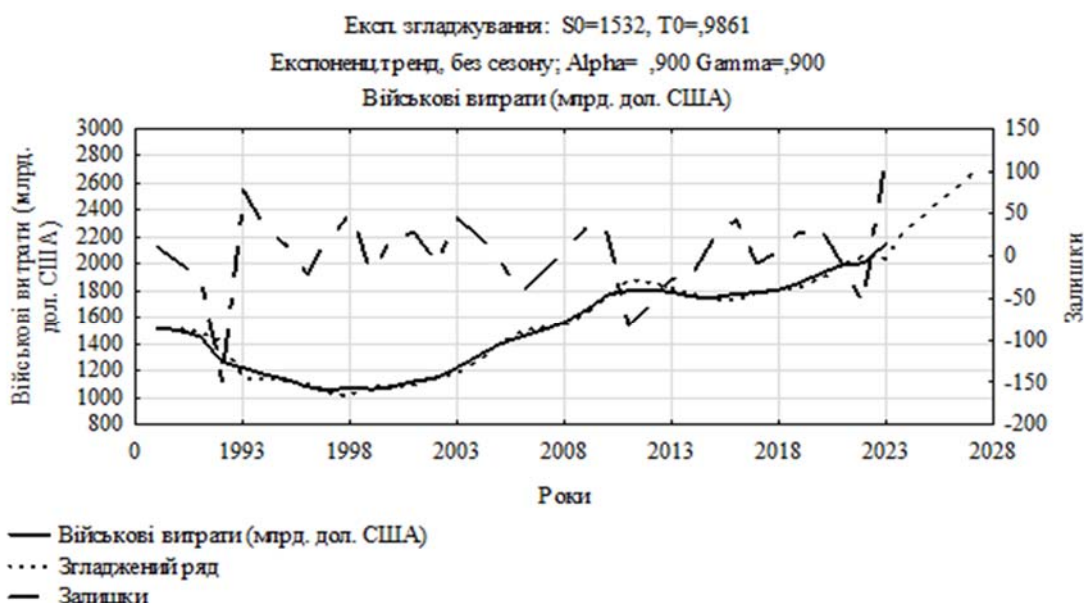


Рис. 4. Результати прогнозу світових військових витрат за експонентною моделлю 81

Експонентна модель 81 з параметрами: $\alpha=0,9$, $\gamma=0,9$ прогнозує збільшення світових військових витрат: на кінець 2023 року становитиме 2258,797 млрд дол., 2024 рік – 2387,676 млрд дол., 2025 рік – 2523,909 млрд дол., 2026 рік –

2667,915 млрд дол. При цьому середня абсолютна відсоткова похибка становить 2,3 %, (Табл. 1). Відносна похибка прогнозу світових військових витрат по даній моделі за останніх 5 років, становитиме

$$\theta = \frac{112,262 - 53,732 - 9,694 + 30,599 + 28,159}{1859 + 1932,1 + 1992,2 + 2006,6 + 2148,1} = 0,010.$$

Експ. згладжування: S0=1532, T0=,9861

Експоненціальний тренд, без сезону; Alpha= ,900 Gamma=,800

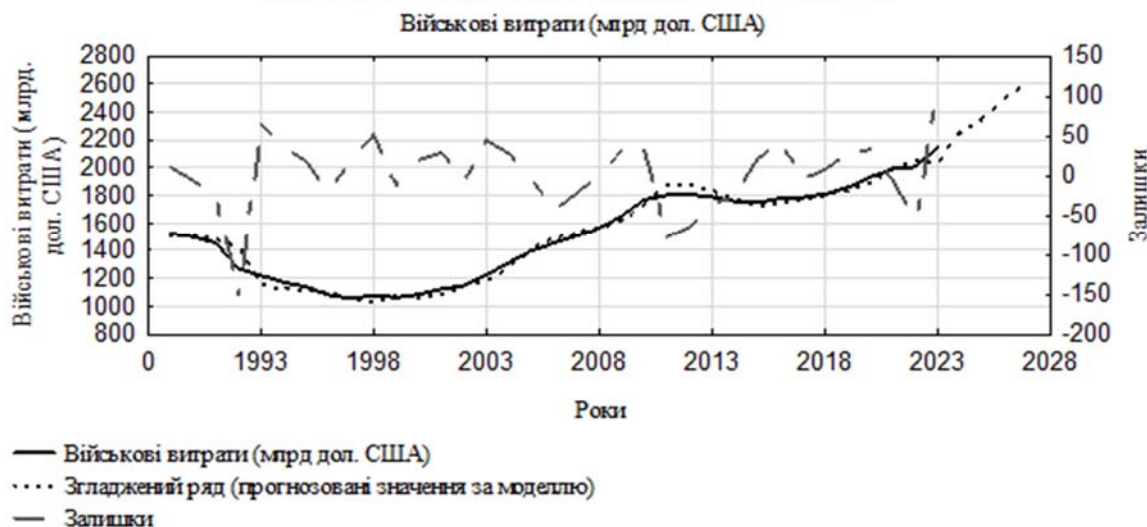


Рис. 5. Результати прогнозу світових військових витрат за експонентною моделлю 80

Експонентна модель 80, характеризується найменшими показниками за двома характеристиками: сумою квадратів відхилень та середньоквадратичними відхиленнями (Табл. 1). Прогноз за моделлю 80 (рис. 5) з параметрами: $\alpha=0,9$; $\gamma=0,8$, характеризує 2023 рік світовими військовими витратами у 2250,177 млрд дол.,

2024 рік – 2368,917 млрд дол., 2025 рік – 2493,922 млрд дол. та 2026 рік – 2625,524 млрд дол., при цьому середня абсолютна відсоткова похибка – 2,31 %.

Відносна похибка прогнозу світових військових витрат по цій моделі за останніх 5 років, становитиме:

$$\theta = \frac{28,696 + 33,309 - 5,820 - 53,402 + 107,113}{1859 + 1932,1 + 1992,2 + 2006,6 + 2148,1} = 0,011.$$

Відносні похибки за експонентними моделями: 79 – $\alpha=0,9$, $\gamma=0,7$ та 80 – $\alpha=0,9$; $\gamma=0,8$ співпадають, а середня абсолютна похибка за експонентною моделлю

79 менша, тому здійснювати прогноз краще за нею.

Розглянемо прогноз за останньою експонентною моделлю 72 (рис. 6, Табл. 1), за найменшою середньою помилкою.

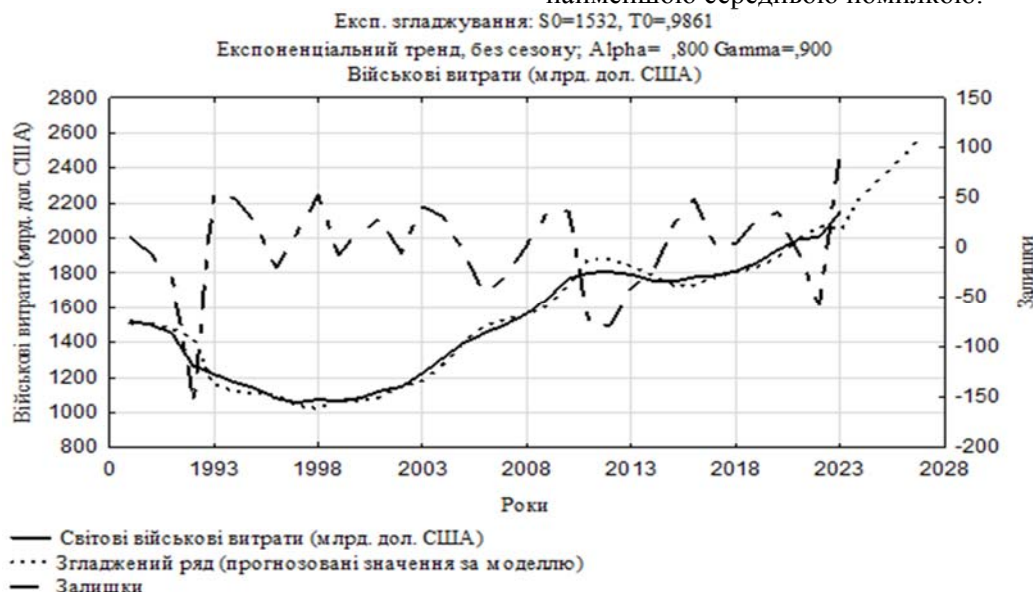


Рис. 6. Результати прогнозу світових військових витрат за експонентною моделлю 72

Модель 80, з параметрами: $\alpha=0,8$; $\gamma=0,9$, показує, що світові військові витрати у 2023 році – 2235,681 млрд дол., у 2024 році – 2348,726 млрд дол., у 2025 році – 2467,486 млрд дол. та у 2026 році –

2592,251 млрд дол., при середній абсолютній відсотковій похибці – 2,36 %.

Відносна похибка прогнозу світових військових витрат по цій моделі за останніх 5 років, становитиме:

$$\theta = \frac{2,36+27,105+35,405-4,071-57,148+100,112}{1859+1932,1+1992,2+2006,6+2148,1} = 0,010.$$

Відносні похибки, експонентних моделей 81 та 72, прогнозу світових військових витрат однакові. Для розрахунку прогнозу, з розглянутих моделей 81 та 72, доцільно використовувати модель 81 для якої середня абсолютна відсоткова похибка становить 2,3 %.

Для вибору остаточної моделі для здійснення прогнозу світових військових витрат порівняємо моделі 79 та 81. Відносна похибка, прогнозу за 5 років, менша у моделі 81, а середня абсолютна відсоткова похибка менша у 79. Можемо зробити висновок, що дані моделі рівнозначні, і для вибору необхідно вибирати ту, по якій похибці хочемо мати найменше значення.

Висновки та подальші дослідження.

Аналіз даних світових військових витрат показав, що їм притаманні властивості часових рядів. Використовуючи методичний підхід, властивостей часових рядів, було визначено, що світові військові витрати змінюються експонентне, сезонність відсутня. Використовуючи експонентне моделювання часових рядів визначено десять кращих

експонентних моделей з різними параметрами α – згладжування фактичних даних, γ – згладжування по тренду, для визначення прогнозу світових військових витрат. Проаналізовано чотири експонентні моделі, що мали різні найнижчі похибки за характеристиками притаманним експонентним моделям. Здійсненні прогнози показали зростання світових військових витрат, по кожній із розглянутих моделей.

Запропоновану методику можна використати для дослідження військових витрат, як держав-сусідів, так і альянсів держав, в яких військові витрати відповідають експонентному тренду, щоб мати загальну картину щодо безпеки своєї країни. Якщо спостерігається інший тренд доцільно використовувати різновиди Agima -моделей, що і буде метою наших подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сохаський О. Ю. Макроекономічні ефекти військових витрат у відкритих економіках : дис. 2020. URL: <https://www.wunu.edu.ua/svr/>

- disertacja/sohatskuy/dusertatsia.pdf (дата звернення: 04.05.2021).
2. Резнікова Н. В., Івашенко О. А., Панченко В. Г. Критичний аналіз теоретичних підходів до встановлення макроекономічних ефектів військових витрат. 2019.
 3. Пустовійт Р. Ф. Військові витрати та їх вплив на національну економіку // Фінанси України. 2016. № 11. С. 79–93.
 4. Семененко О. М., Бойко Р. В., Водчиць О. Г., Добровольський Ю. Б., Бердочник Д. В., Ярошенко А. В. Основні методологічні аспекти воєнно-економічного забезпечення обороноздатності держави: теорія та практика // Системи обробки інформації. 2017. № 3 (51). С. 165–175.
 5. Бутвін Б., Зварич А., Соломицький О. Порівняльна оцінка деяких підходів щодо можливості їх використання для прогнозування бойової активності // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. 2018. № 4 (86). С. 20–31.
 6. Семененко О. М., Бойко Р. В., Водчиць О. Г., Остапець О. М., Кремешний О. І. Методичний підхід щодо оцінювання рівня воєнно-економічної безпеки держави на основі оцінок рівнів забезпеченості ресурсами // Системи озброєння і військова техніка. 2013. № 4 (36). С. 156–162.
 7. Solomitsky A., Semenenko O., Onofriichuk P., Slyusarenko M., Baranov S., Mitchenko S. Метод прогнозування ризиків виникнення збройного конфлікту на основі результатів аналізу обсягів воєнних витрат // Social Development and Security : Journal of Scientific Papers. 2022. № 12 (1), С. 164–174.
 8. Семененко О., Чернишова І., Добровольська Л., Харитонов К., Мотрунич І. Логіколінгвістична модель оцінювання стану воєнно-економічної безпеки // Social Development and Security : Journal of Scientific Papers. 2020. № 10 (5). С. 28–37.
 9. Руська Р. В. Аналіз військових витрат держав світу методами кластеризації // Science, trends and development methods : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (Токуо, Япон, 19 груд. 2022 р.). Токуо, Япон, 2022. С. 80–83. URL: https://eu-conf.com/ua/events/science-trends-and-development-methods/?utm_source=eSputnik-promo&utm_medium=email&utm_campaign=EU-CONF-Sbornik_materialov_konferencii_opublikovan&utm_content=800568873 (дата звернення: 10.09.2023).
 10. Palm T., Crum B. Military operations and the EU's identity as an international security actor // European security. 2019. 28 (4). P. 513–534.
 11. Michelot M. M. Military security // New Security Challenges. 2018. 4.
 12. Polerhina M., Limonzeva V., Karabulatova I., Vyhrystyk M. The Evolution of the Concept of “Terror”/“Terrorism” in Modern Scientific Knowledge as a Factor in Ensuring the Security of Modern Society // Astra Salvensis. 2018. (12).
 13. Jureńczyk Ł. The United Kingdom Towards the Military Security of Poland and the Baltic States in the 20th and 21st Centuries // Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego. 2020. 14(1). P. 132–143.
 14. Kopka R. Social structure determinants of Polish military manpower // Security and Defence Quarterly. 2019. 26(4). P. 67–97.
 15. Petrufová M., Nagyová L. Globalization Trends in the Security Environment and Education of Military Professionals in the Slovak Armed Forces // In International conference KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION. 2019, June. Vol. 25, No. 2. P. 305–315.
 16. Vasilev A. Is military spending quantitatively important for business cycle fluctuations in Bulgaria. 2021. No. 03. EERI Research Paper Series.
 17. Terziev V., Georgiev M., Nichev N., Denis S., Bogdanov P. Implementation of the strategy card in the system of military education // Available at SSRN 3688274. 2020.
 18. Odehnal J., Neubauer J. Modeling of military expenditure of the Czech republic // Economic and Social Development: Book of Proceedings. 2019. P. 59–66.
 19. Ванда І. Військові витрати країн світу: методичні особливості картографічного представлення // Grail of Science. 2022. (21). P. 278–284.
 20. SIPRI Military Expenditure Database. URL: <https://armstrade.sipri.org/armstrade> (дата звернення: 04.05.2021).
 21. Список війн XXI століття URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Список_війн_XXI_століття (дата звернення: 04.05.2021).
 22. Андрусенко Ю. О. Аналіз основних моделей прогнозування часових рядів // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 3 (65). С. 91–96.
 23. SIPRI Military Expenditure Database. URL: https://armstrade.sipri.org/armstrade/html/export_val_ues.php (дата звернення: 04.05.2021).
 24. Pokliatska V. V. Трансформація радянсько-американських відносин на завершальному етапі холодної війни (1985–1991 pp.) // Zaporizhzhia Historical Review. 2014. 1 (41). P. 161.
 25. Бурдяк О. М. Світові економічні кризи та їх наслідки // Науковий вісник Чернівецького університету. Економіка. 2014. С. 694–695, 26–30.
 26. Долгіх А. О., Байбуз О. Г. Аналіз методів, моделей та програмних засобів прогнозування часових рядів // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. 2018. Вып. 79. С. 74–87.

Forecasting world military spending

Annotation

Recent decades have been marked by the intensification of local conflicts, the destruction of the state security institution, accompanied by military operations, the consequences of which are unpredictable. The system of collective security was a kind of guarantor of state security, but time has shown that it is not effective when the guarantor state seizes territory. By studying global military expenditures and making forecasts for the coming years, it will be possible to predict local military conflicts.

The purpose of the article is to use the properties of time series to build predictive models for determining the intensity of global military spending in the future, to increase the degree of awareness of decision-makers about important trends in the external security of the state.

Using the SIPRI database, which is a reliable and accessible source of statistical information on military spending, the author analyses global military spending for the period from 1988 to 2022. Considering the political situation in the world, it can be noted that an increase in military spending is accompanied by an escalation of military conflicts, while a decrease is accompanied by a decline or resolution of the conflict.

The data on global military spending (Fig. 1) is a time series. Two hypotheses were tested to investigate it: H0 - there is no autocorrelation in the indicators, the series is not stationary, and further work requires transformations; H1 - autocorrelation is present, the series is stationary, and it is possible to work with it. The validity of hypothesis H1 is proved. An exponential trend without seasonality was used to forecast global military spending.

The proposed methodology can be used to study military expenditures of both neighbouring states and alliances of states in which military expenditures follow an exponential trend in order to have a general picture of the security of their country. If a different trend is observed, it is advisable to use variations of Arima models, which will be the goal of our further research.

Keywords: world military expenditures; time series; exponential models.