

*Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2024. № 7.*

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.7.54>
УДК 311.214

V. I. Talakh,

*к. е. н., доцент, доцент кафедри фінансів, банківської справи та страхування,
Луцький національний технічний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2185-7957>*

T. A. Talakh,

*к. е. н., доцент, доцент кафедри обліку і аудиту
Луцький національний технічний університет
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1947-8114>*

ОСОБЛИВОСТІ СТАТИСТИЧНОЇ АНАЛІТИКИ ЗА ФОРС-МАЖОРНИХ ОБСТАВИН

V. Talakh,

*PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Finance, Banking and Insurance,
Lutsk National Technical University*

T. Talakh,

*PhD in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Accounting and Auditing
Lutsk National Technical University*

PECULIARITIES OF STATISTICAL ANALYSIS UNDER FORCE MAJEURE CIRCUMSTANCES

У статті розглянуто особливості статистичної аналітики в умовах форс-мажорних обставин, що впливають на господарську діяльність підприємств. Досліджено вплив форс-мажорних обставин на збір, обробку та інтерпретацію даних, а також на прийняття рішень на основі статистичних моделей. Розглянуто питання надійності та валідності даних, зокрема проблеми, пов'язані з нерепрезентативними вибірками та змінами в поведінці респондентів. Проаналізовано методи адаптації статистичних моделей до умов невизначеності та непередбачуваних змін. Запропоновано підходи щодо підвищення точності прогнозів та мінімізації ризиків шляхом використання гнучких моделей та інтеграції різних джерел даних. Визначено практичні аспекти застосування статистичних методів у форс-мажорних умовах. Доведено важливість оперативного реагування та постійного моніторингу бізнес-процесів для своєчасного коригування стратегій управління підприємствами. Досліджено перспективи розвитку статистичної аналітики в умовах постійного наростання складності та динамічності зовнішнього середовища, що вимагає від фахівців нових знань та навичок у сфері обробки даних. Доведено важливість формування релевантної аналітики даних в умовах обмеженості ресурсів та нестабільних умов, а також для прийняття стратегічних рішень розвитку підприємств.

The article examines the peculiarities of statistical analytics in conditions of force majeure affecting the economic activity of enterprises. The influence of force majeure circumstances on the collection, processing and interpretation of data, as well as on decision-making based on statistical models, was studied. Issues of data reliability and validity are addressed, including issues related to non-representative samples and changes in respondent behavior. Methods of adaptation of statistical models to conditions of uncertainty and unpredictable changes are analyzed. Approaches to increase the accuracy of forecasts and minimize risks through the use of flexible models and integration of various data sources are proposed. The practical aspects of the application of statistical methods in force majeure conditions are defined. The importance of prompt response and constant monitoring of business processes for timely adjustment of

enterprise management strategies is proven. The prospects for the development of statistical analytics in the conditions of constantly increasing complexity and dynamism of the external environment, which requires new knowledge and skills in the field of data processing from specialists. The importance of the formation of relevant data analytics in conditions of limited resources and unstable conditions, as well as for making strategic decisions for the development of enterprises, has been proven. The purpose of the article is to study the features of the application of statistical analytics in the conditions of force majeure to determine their impact on the process of collecting and developing recommendations for increasing the accuracy of forecasts and minimizing risks in the activities of enterprises. The article used various research methods to achieve the set goals. The analysis method was applied for a detailed study of the influence of force majeure circumstances on statistical analysis. The comparison method made it possible to compare different approaches and models used in crisis situations. The abstract method contributed to the generalization of the obtained data and the identification of the main regularities and trends. The method of logical generalization helped to formulate conclusions and recommendations for improving the effectiveness of statistical analytics in conditions of uncertainty. The obtained results contribute to improving the accuracy of forecasts and the effectiveness of decisions under force majeure conditions, which allows to minimize risks and increase the stability of management systems.

Ключові слова: *статистична аналітика, обробка даних, форс-мажорні обставини, статистичні моделі, економічна невизначеність.*

Keywords: *statistical analytics, data processing, force majeure, statistical models, economic uncertainty.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Форс-мажорні обставини в економічній діяльності призводять до формування суттєвих операційних викликів для традиційних методів статистичної аналітики. Зокрема, в умовах високої невизначеності та швидких змін, стандартні підходи до збору, обробки та аналізу

даних можуть виявитися недостатніми або навіть неефективними. Це зумовлює потребу в розробці нових методів та підходів, які б дозволили ефективно використовувати статистичну аналітику для прийняття рішень у таких складних умовах.

Основною проблемою в даному аспекті є те, що форс-мажорні обставини досить часто призводять до появи нерепрезентативних вибірок даних, що може суттєво спотворювати результати аналізу. Зокрема, під час пандемії COVID-19 багато соціологічних досліджень зіткнулися з проблемою зниження відповідей від певних груп населення, що вплинуло на точність отриманих даних [7]. Аналогічно, під час економічних криз зміни в поведінці споживачів можуть швидко робити застарілими традиційні моделі прогнозування.

Ще однією важливою проблемою є забезпечення надійності та валідності даних в умовах обмежених ресурсів. Так, форс-мажорні обставини досить часто супроводжуються дефіцитом фінансових, людських та технічних ресурсів, що суттєво ускладнює процес збору та обробки даних. Це, у свою чергу, впливає на якість статистичних моделей та знижує їх прогнозу здатність.

В даному аспекті важливим завданням виступає необхідність швидкої адаптації статистичних моделей до нових умов. Зокрема, у кризових ситуаціях аналітики досить часто стикаються з потребою оперативного реагування та прийняття рішень на основі неповних або змінюваних даних. Це вимагає розробки гнучких моделей, які могли б швидко адаптуватися до нових умов та забезпечувати надійні прогнози. При цьому суттєвою проблемою виступає інтеграція різних джерел даних для підвищення точності та надійності статистичної аналітики. У кризових ситуаціях часто доводиться працювати з різноманітними та розрізненими даними, що вимагає застосування сучасних технологій та методів для їх функціонального поєднання та аналізу.

Таким чином, визначені проблемами статистичної аналітики в умовах форс-мажорних обставин обумовлюють актуальність дослідження питань забезпечення надійності та валідності даних та інтеграції різних джерел інформації в статистичних моделях для пошуку шляхів забезпечення ефективності управління

підприємствами в кризових ситуаціях та загального підвищення стійкості соціальних та економічних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання статистичної аналітики в умовах форс-мажорних обставин викликає значний інтерес серед дослідників, адже кризові ситуації потребують нових підходів до збору та аналізу даних. В науковій літературі наразі викладено чимало результатів досліджень, які розглядають цю тему з різних аспектів.

Одним із головних напрямків вивчення даної проблематики є адаптація традиційних методів статистичної аналітики до умов невизначеності. Зокрема, у дослідженні К. Четфілда показано, що стандартні методи аналізу даних можуть бути неефективними у випадках, коли дані є нерепрезентативними або неповними. При цьому автор пропонує використовувати гнучкі моделі, які дозволяють адаптуватися до швидкої зміни даних та забезпечувати більш точні прогнози [3].

Також варто зазначити, що в сучасних умовах цифровізації економічних систем особливого значення набуває використання великих даних для покращення точності та надійності аналітичних моделей. При цьому у дослідженні Л. Литвин обґрунтовується, що інтеграція різноманітних джерел даних, включаючи соціальні мережі, сенсори та інші нетрадиційні джерела, дозволяє отримувати більш повну картину кризової ситуації. Це, у свою чергу, сприяє прийняттю більш обґрунтованих рішень в управлінні бізнес-процесами [4].

Особливе значення в літературі приділяється питанням забезпечення якості даних. У роботі В. А. Никифорак обговорюється проблема валідності даних у кризових умовах діяльності підприємства. Зокрема, автор наголошує на необхідності впровадження систем контролю якості на всіх етапах аналізу бізнес-процесів, що передбачає як автоматизовані системи перевірки, так і участь експертів для забезпечення достовірності аналізованої інформації [1].

Не менш важливим в даний час є дослідження проблем аналізу та обробки даних у форс-мажорних умовах військового часу, що розкривається в роботі Ю. О. Чалюк, у якій розглядаються виклики, пов'язані з необхідністю захисту даних, особливо в контексті збору конфіденційної комерційної інформації. Автор

пропонує запровадити чіткі протоколи для забезпечення дотримання безпеки даних у форс-мажорних обставинах [2].

Також варто відзначити дослідження С. Шеулі, у якому розглядають питання використання машинного навчання для покращення статистичної аналітики в умовах форс-мажорних обставин. Автор стверджує, що алгоритми машинного навчання можуть значно покращити точність прогнозів, особливо коли йдеться про аналіз великих обсягів різнорідних даних. В роботі також наголошується на важливості міждисциплінарного підходу, що дозволяє залучати експертів з різних галузей для більш комплексного аналізу ситуації [6].

Таким чином, сучасна наукова література пропонує широкий спектр підходів та методів щодо вдосконалення статистичної аналітики в умовах форс-мажорних обставин. Разом з тим, існує об'єктивна потреба вдосконалення існуючих напрацювань для формування нових підходів до управління в кризових умовах та загального забезпечення стійкості соціальних і економічних систем.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є дослідження особливостей застосування статистичної аналітики в умовах форс-мажорних обставин для визначення їх впливу на процес збору і розробки рекомендацій щодо підвищення точності прогнозів і мінімізації ризиків в діяльності підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Статистична аналітика в умовах форс-мажорних обставин має кілька ключових особливостей, які впливають на господарську діяльність підприємств. Зокрема, в умовах невизначеності збір даних стає складнішим через нерепрезентативність вибірок і динамічні зміни в поведінці респондентів. Крім того, традиційні моделі аналізу можуть виявитися неефективними, що потребує їх адаптації до поточних умов або заміни на більш гнучкіші моделі. При цьому інтеграція різних джерел даних, включаючи великі дані, стає критично важливою для отримання повної картини ситуації. Зрештою, необхідність забезпечення якості та валідності даних в таких умовах стають ключовими аспектами для прийняття обґрунтованих рішень щодо реалізації управлінських процесів.

Відомо, що форс-мажорні обставини значно ускладнюють збір, обробку та інтерпретацію даних, що реалізуються на основі спеціалізованих статистичних моделей. При цьому збір даних стає проблематичним через зміну поведінки респондентів, що може спотворювати результати досліджень. Водночас обробка даних ускладнюється через недостатню кількість або низьку якість інформації, а їх інтерпретація стає менш надійною, оскільки традиційні моделі часто не враховують швидкі та непередбачувані зміни, що трапляються в умовах невизначеності. Усе це вимагає від аналітиків адаптації використовуваних моделей та використання більш гнучких підходів. Варто також відзначити, що прийняття рішень в таких умовах ускладнюється через високу невизначеність, що вимагає швидких і точних прогнозів, які можуть бути забезпечені лише за умови інтеграції різних джерел даних та дотримання високих стандартів якості та валідності даних.

Отже, можна стверджувати, що адаптація статистичних моделей до умов невизначеності та непередбачуваних змін є критично важливою для процесу аналітики даних. Це обумовлюється тим, що адаптація моделей дозволяє більш ефективно інтегрувати різні джерела даних, забезпечуючи точність та надійність обробки даних, що є критично важливим для прийняття обґрунтованих рішень у непрогнозованих умовах. На практиці для адаптації моделей можуть застосовуватися різні методи сприяння ефективному опрацюванню даних в умовах високої невизначеності та швидких змін. До їх числа варто віднести наступні:

1. Гнучкі моделі та адаптивні алгоритми, що передбачають використання адаптивних алгоритмів, таких як методи машинного навчання, що можуть автоматично налаштовувати свої параметри у відповідь на нові дані, а також формування багаторівневих моделей, що дозволяють враховувати різні рівні невизначеності та взаємозв'язки між ними.

2. Байєсівський аналіз, який дозволяє інтегрувати апостеріорні розподіли, що враховують попередню інформацію та нові дані, для оновлення прогнозів у реальному часі, а також використання марківських процесів Монте-Карло для оцінки складних моделей, які важко аналізувати традиційними методами.

3. Робастні статистичні методи, які є менш чутливими до спотворень та аномальних значень, допомагають забезпечити стабільність моделей під час значних змін у даних. В даному аспекті найбільш поширеними є методи розподілу ймовірностей, такі як медіанний аналіз, який менше піддається впливу аномальних даних.

4. Методи симуляції Монте-Карло, що використовуються для оцінки впливу невизначеності на прогнози, що дозволяє моделювати різні сценарії та оцінювати їх ймовірність, а також стрес-тестування моделей через симуляцію екстремальних подій для оцінки їх стійкості.

5. Використання методів аналізу часових рядів, таких як авторегресійні моделі або моделі з ковзним середнім, для виявлення та прогнозування трендів і сезонних коливань в умовах невизначеності, а також використання рекурентних нейронних мереж та довгої короткострокової пам'яті для роботи з послідовностями даних, що змінюються у часі.

6. Використання ансамблю методів, таких як багатомодельні ансамблі, що поєднують результати кількох моделей для підвищення точності прогнозів. Найбільш поширеним в даному аспекті є використання таких технік ансамблю як беггінг і бустінг, для зменшення варіабельності та підвищення стійкості моделей.

Однак, в умовах зростання ролі цифрових та інформаційних технологій найбільш ефективним методом адаптації статистичних моделей на нашу думку є використання великих даних для отримання більш повної та актуальної інформації, що дозволяє точніше моделювати непередбачувані зміни. При цьому цифрові методи обробки даних дозволяють проводити аналіз інформації з різних джерел, включаючи соціальні мережі, сенсори та транзакційні дані, для виявлення прихованих патернів та тенденцій. Так, згідно досліджень статистики великих даних у глобальному бізнесу було визначено ключові чинники для розширення стратегії їх використання в провідних компаніях США (рис. 1). Як бачимо, основні сфери застосування великих даних, відображають собою ті напрямки аналітики, які потребують першочергового опрацювання в умовах невизначеності та економічних криз. Тому інтеграція великих даних, яка дозволяє опрацьовувати найбільші масиви

інформації, і є найбільш ефективним підходом при адаптації статистичних моделей до невизначеності. В практичному аспекті інтеграція великих даних в процес статистичної аналітики реалізується за двома ключовими напрямками – використання машинного навчання та нейронних мереж.

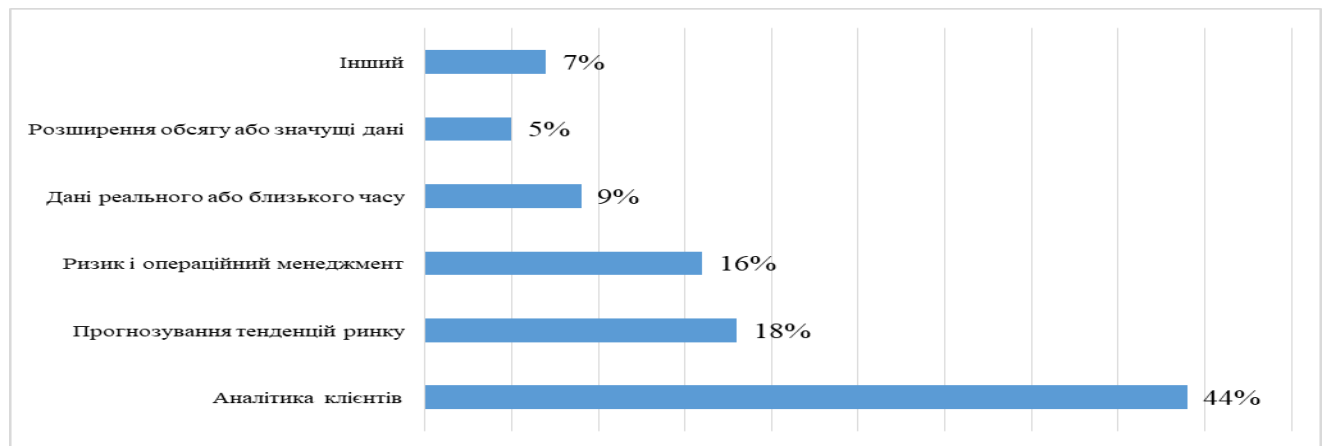


Рис. 1. Ключові чинники для розширення стратегії використання великих даних провідними компаніями США у 2022 р.

Джерело: [5].

Машинне навчання дозволяє підвищити точність прогнозів в умовах невизначеності та форс-мажорних обставин завдяки своїй здатності вчитися на великому обсязі даних і автоматично адаптуватися до нових умов. Його алгоритми, такі як Random Forest, Gradient Boosting та Support Vector Machines, можуть обробляти складні і нелінійні взаємозв'язки в даних, які часто виникають під час кризових ситуацій. Це дозволяє моделювати складні сценарії та враховувати множинні фактори, що впливають на результат.

Застосування технік навчання на основі реального часу дозволяє моделям машинного навчання швидко адаптуватися до змінних умов, таких як зміни в поведінці споживачів або нові економічні показники. Наприклад, під час пандемії COVID-19 алгоритми машинного навчання використовувалися для прогнозування розповсюдження вірусу, виявлення змін у споживчих трендах та оцінки впливу урядових заходів на економіку [7]. Дані алгоритми можуть автоматично оновлювати

свої прогнози на основі нових даних, що забезпечує більш точні та актуальні результати. Також машинне навчання дозволяє інтегрувати дані з різних джерел, що забезпечує більш повну картину аналізованої ситуації. Застосування таких технік, як кластеризація та аналіз головних компонент, допомагає виявити приховані тренди, які можуть бути пропущені традиційними методами аналізу. Крім того, використання методів виявлення аномалій дозволяє вчасно ідентифікувати незвичайні події або зміни, що можуть вказувати на нові ризики або можливості.

Нейронні мережі, особливо рекурентні та моделі довгої короткострокової пам'яті, забезпечують підвищення точності прогнозів в умовах невизначеності та форс-мажорних обставин завдяки своїй здатності ефективно обробляти послідовності даних та виявляти довгострокові залежності. Ці моделі особливо корисні для аналізу часових рядів, де дані змінюються з часом і потребують врахування попередніх значень для точного прогнозування майбутніх. Моделі короткої пам'яті здатні «запам'ятовувати» інформацію на довгий період, що дозволяє їм виявляти важливі зміни, які традиційні методи можуть пропустити. Це дозволяє сформулювати більш точні та надійні прогнози, що є критично важливим у періоди економічної нестабільності.

Конволюційні нейронні мережі також можуть використовуватися для аналізу складних структурованих даних. Використання глибокого навчання дозволяє моделювати складні багатовимірні взаємозв'язки, що покращує точність прогнозів та дозволяє враховувати більш широкий спектр факторів. Усе це забезпечує можливість оперативного реагування на нові події та швидке оновлення прогнозів. Загалом, нейронні мережі забезпечують високу гнучкість та адаптивність моделей, що є ключовими для точного прогнозування в умовах невизначеності та динамічних змін.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Таким чином, приходимо до висновку, що в умовах форс-мажорних обставин традиційні методи збору, обробки та аналізу даних часто не враховують швидкі зміни і високий рівень невизначеності, що характерні для таких ситуацій. Тому для підвищення точності прогнозів і ефективності прийняття управлінських рішень необхідно

забезпечити дієву адаптацію статистичних моделей до нових умов, що може бути реалізовано за допомогою інтеграції великих даних та застосування сучасних алгоритмів машинного навчання і нейронних мереж в аналітичні процеси. При цьому, використання машинного навчання та нейронних мереж дозволяє моделювати складні взаємозв'язки в даних і враховувати довгострокові залежності, що підвищує точність прогнозів навіть у найбільш непередбачуваних умовах і відзначається високим рівнем достовірності.

Отже, в умовах швидких змін та зростання невизначеності важливою складовою успішного управління є здатність до оперативного реагування на нові виклики. Відповідно, розробка та впровадження адаптивних статистичних моделей дає змогу суб'єктам господарювання не лише знижувати ризики, але й більш ефективно використовувати наявні фінансові та матеріальні ресурси. Крім того, інтеграція різних джерел аналітики даних сприяє отриманню більш точних та обґрунтованих прогнозів, що є важливим для прийняття стратегічних рішень. Тому реалізація принципів адаптації статистичних моделей до умов невизначеності може сприяти розробці та формуванню більш ефективного інструментарію аналізу даних в кризових умовах, що забезпечить підвищення загальної стійкості як окремих бізнес-процесів, так і економічних систем загалом.

Література

1. Никифорак В. А., Кобеля З. І., Вербівська Л. В. Організація виробництва: навч. посіб. Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2010. 407 с.
2. Чалюк Ю. О. «Warstate» і «Welfare state»: конфлікт чи синергія воєнної стратегії та соціальної безпеки України. Сталий розвиток економіки. 2024. №1(48). С. 309-320.
3. Chatfield C. Model uncertainty, data mining and statistical inference. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*. 1995. Vol. 158(3). Pp. 419–444.
4. Lytvyn L., Hryhoruk A., Verbivska L., Poprotsky O., Medynska T., Pelekh O. Entrepreneurship Transformation in the Context of the Digitization of Business Processes. *Postmodern Openings*. 2022. Vol. 13(2). Pp. 396–408.

5. Luenendonk M. The Ultimate List of Big Data Statistics for 2024 – Data Should Work, Not Overwhelm. Founderjar : web-site. URL: <https://www.founderjar.com/big-data-statistics> (дата звернення 30.06.2024).

6. Sheuly S. S., Barua S., Begum S., Ahmed M. U., Güclü E., Osbakk M. Data analytics using statistical methods and machine learning: a case study of power transfer units. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2021. Vol. 114. Pp. 1859–1870.

7. Zhou C., Su F., Pei T., Zhang A., Du Y., Luo B., & Xiao, H. COVID-19: challenges to GIS with big data. *Geography and sustainability*. 2020. Vol. 1(1). Pp. 77–87.

References

1. Nykyforak, V. A., Kobelia, Z. I. and Verbivska, L. V. (2010), *Organisatsia vyrobnytstva* [Organization of production], Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine.

2. Chaliuk, Yu. O. (2024), “Warstate” and “Welfare state”, *Stalyi rozvytok ekonomiky*, vol. 1(48), pp. 309–320.

3. Chatfield, C. (1995), “Model uncertainty, data mining and statistical inference”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*, vol. 158(3), pp. 419–444.

4. Lytvyn L., Hryhoruk A., Verbivska L., Poprotsky O., Medynska T., and Pelekh O. (2022), “Entrepreneurship Transformation in the Context of the Digitization of Business Processes”, *Postmodern Openings*, vol. 13(2), pp. 396–408.

5. Luenendonk, M. (2024), “The Ultimate List of Big Data Statistics for 2024 – Data Should Work, Not Overwhelm”, available at: <https://www.founderjar.com/big-data-statistics> (Accessed 30 June 2024).

6. Sheuly, S. S., Barua, S., Begum, S., Ahmed, M. U., Güclü, E., and Osbakk, M. (2021), “Data analytics using statistical methods and machine learning: a case study of power transfer units”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 114, pp. 1859-1870.

7. Zhou, C., Su, F., Pei, T., Zhang, A., Du, Y., Luo, B., and Xiao, H. (2020), “COVID-19: challenges to GIS with big data”, *Geography and sustainability*, vol. 1(1), pp. 77–87.

Стаття надійшла до редакції 03.07.2024 р.