
Методика екстраполяції трендів як інструмент прогнозування туристичних потоків в Україні

Ірина Мункачій

Кафедра туризму, Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
ORCID 0000-0002-7556-8149

Анна Грицишин

Кафедра туризму, Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
ORCID 0000-0002-8833-566X

Софія Білоус

Кафедра туризму, Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
ORCID 0000-0003-3651-6490

Для цитування цієї статті:

Мункачій Ірина, Грицишин Анна, Білоус Софія. Методика екстраполяції трендів як інструмент прогнозування туристичних потоків в Україні. International Science Journal of Management, Economics & Finance. Vol. 2, No. 4, 2023, pp. 65-76. doi: 10.46299/j.isjmef.20230204.08.

Надійшла до редакції: 27 травня 2023 р.; **Схвалено:** 26 червня 2023 р.;

Опубліковано: 01 серпня 2023 р.

Анотація: Застосовано метод екстраполяції трендів для прогнозування вітчизняних туристичних потоків. Дослідження зосереджено на квадратичному та лінійному рівняннях тренда. Наведено прогнозні значення показників кількості туристів, обслуговуваними суб'єктами туристичної діяльності України у 2021–2025 рр. Проаналізовано динаміку фактичних і прогнозних значень кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України. Для оцінки ступеня адекватності побудованого рівняння тренда реальному процесові обчислено середню похибку апроксимації її значення 24,2% показало, що квадратичне рівняння є середнім за своєю адекватністю реальній ситуації у вітчизняному туризмі. Запропоновано алгоритм обчислення прогнозних значень кількості туристів у 2021–2025 рр. методом екстраполяції трендів.

Ключові слова: екстраполяція, тренд, методика трендового аналізу, метод екстраполяції трендів, лінійне та квадратичне рівняння тренда, середня похибка апроксимації, суб'єкти туристичної діяльності.

1. Вступ

Відновлення незалежності та суверенітету України збіглося з фундаментальною перебудовою її соціально-економічної системи від панівної державної форми власності до приватної, від адміністративно-командної системи до ринкових підходів управління. Все це спричинило необхідність створення нової підсистеми управління – прогнозування на всіх рівнях, які формуються і функціонують на абсолютно нових рівнях теоретико-методологічних підходах та принципах.

На сучасному етапі економічного розвитку України особливої уваги заслуговує питання впровадження елементів прогнозування розвитку туристичного бізнесу та оцінки його

ефективності за допомогою математичного інструментарію, а простіше – використання математичних методів і моделей для розв’язання задач управління в сфері туризму.

2. Об’єкт і предмет дослідження

Об’єктом дослідження виступають туристичні потоки в Україні, предметом дослідження відповідно до поставленої мети є застосування методики екстраполяції трендів.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження обумовлена необхідністю застосування економіко-математичних розрахунків, а точніше прогнозування туристичних потоків в Україні із застосуванням методики екстраполяції трендів.

4. Аналіз літератури

Застосування методів та засобів науки про соціально-економічне прогнозування в практиці управління стало об’єктом дослідження таких вітчизняних економістів: В. Г. Воронкова [1], Л. А. Гаврилюка [2], Гесць В. М. [3], С. В. Глівенка [4], Б. Є. Грабовецького [5], Г. С. Домарадзької [7], В. О. Касьяненка [8], В. П. Кічора [9], В. О. Кулявець [10], Т. С. Клебанової [11], О. С. Сенишин [19] та ін. Основою дослідження діяльності суб’єктів туристичного бізнесу є вивчення вітчизняного та світового досвіду розвитку туризму, міжнародного туризму, маркетингу та менеджменту туристичної діяльності, що знайшло відображення у працях вітчизняних та зарубіжних авторів: О. О. Любіцевої [12], М. П. Мальської [13–15], Т. І. Ткаченко [18], Л. Ш. Шульгіної [20] та ін.

5. Методи досліджень

Методологічною основою дослідження є як загальнонаукові методи, так і конкретно-економічні методи, які комплексно використовуються для вирішення поставлених завдань і досягнення мети дослідження. У статті використано такі методи пізнання як аналіз, систематизація, узагальнення, синтез, наукова абстракція, логічний та структурний аналіз. Наукове з’ясування динаміки туристичних потоків проводилось за допомогою графічного і табличного інтерпретування, соціолого-економічних методів. Для соціально-економічного прогнозування туристичних потоків економіки України обґрунтовано та використано методику трендового аналізу. При використанні екстраполяції для формування прогнозу зміни в тій чи іншій кількісній характеристиці прогнозованого об’єкта зазвичай базуються на статистично визначених трендах. За допомогою цих методів визначаються кількісні параметри великих систем, кількісні характеристики економічного, наукового і виробничого потенціалу, показники, що характеризують ефективність науково-технічного прогресу, показники окремих підсистем, елементів у системах, загальна екстраполяція складних систем. Інформаційною базою для дослідження є дані Державної служби статистики України,

статистичні дані Державного агентства розвитку туризму України, Міністерства інфраструктури України, чинні законодавчі та нормативні акти, результати власних досліджень авторів, публікації, періодичні видання, інші матеріали та літературні ресурси.

6. Результати досліджень

У сучасних умовах господарювання використання і вибір економіко-математичних методів підприємствами, галузями і комплексами тісно пов’язані з їх виживанням в умовах жорсткої конкурентної боротьби. Однак ступінь правдивості таких прогнозів а, отже, і ступінь

довіри до них залежить від правдоподібності вибору екстраполяції і стабільності “вимірників”, що відповідає сутності досліджуваного об’єкта чи явища. Слід зазначити, що складні об’єкти, галузі чи комплекси зазвичай не можуть бути охарактеризовані одним параметром. У цьому випадку послідовність дій трендового та екстраполяційного статистичного аналізу така:

по-перше, спочатку уточнюють визначення завдання, висувають гіпотезу про можливий розвиток об’єкта, що проєктується, обговорюють фактори, що стимулюють або гальмують розвиток об’єкта, визначають необхідні методи екстраполяції;

по-друге, вибір системи параметрів уніфікує одиниці вимірювання кожного параметра;

по-третє, збір і систематизація інформації. Здійснюється перевірка показників на однорідність і порівнянність перед тим, як об’єднати їх у відповідні таблиці;

по-четверте, визначення тенденцій зміни досліджуваних показників. В екстраполяційному прогнозуванні, а не прогнозуванні конкретних значень об’єктів дослідження чи показників у певному році, важливіше зафіксувати об’єктивні зміни в часі як ознаку трендів.

Термін “екстраполяція” має декілька трактувань. У широкому розумінні екстраполяція – це науковий метод дослідження, який поширює висновки, зроблені на основі спостереження однієї частини явища, на іншу частину. У математиці це інтерпретується як функція, яка знаходить інші значення даного ряду значень, які містяться за межами ряду.

В економічній науці – це метод наукового пізнання, за допомогою якого висновки, показники, тенденції та закони певних явищ, процесів, а також стадій та етапів цілісної економічної системи поширюються на інші очікувані майбутні явища та процеси, таким чином, більше стадій та етапів розвитку системи на основі обґрунтованих і діючих закономірностей та їх внутрішні суперечності.

У практиці соціально-економічного прогнозування при вивченні часових рядів використовується екстраполяція. Основою методу екстраполяції є динамічна послідовність – ряд показників, що характеризують зміну явища в часі.

Екстраполяція може бути простою або складною залежно від особливостей зміни рівня. Зазвичай, до простих методів відносять екстраполяцію на основі аналітичних показників рядів динаміки, екстраполяцію на основі плинної середньої та екстраполяцію на основі індексу сезонності. Інші методи, такі як екстраполяція трендів і прогнозування методом експоненціального згладжування, є складними екстраполяційними моделями.

Структурні зміни у вітчизняній ринковій економіці позитивно вплинули на розвиток туризму, проте пандемія значно знизила показники туристичних потоків. Наприклад, за п’ять місяців 2021 р. в світі, за прогнозними розрахунками UNWTO, було зафіксовано на 147 млн міжнародних прибуттів менше, ніж за той же період 2020 р., і на 460 млн менше, ніж в 2019 р., а прямий валовий внутрішній продукт туризму може втратити ще 2 трлн дол. США [21].

У сучасних умовах господарювання проблема вибору та застосування економіко-математичних методів для прогнозування та оцінки туристичних потоків або інших показників, що характеризують сферу туризму, тісно пов’язана з його функцією в умовах жорсткої конкуренції, оскільки туризм – це галузь національної економіки, основною метою якої є отримання прибутків. Це в основному вимагає використання економіко-математичних розрахунків, тобто екстраполяції трендів в межах функції прогнозу.

Для визначення прогнозних значень туристичних потоків, тобто кількості туристів, обслуговуваних суб’єктами туристичної діяльності в Україні у 2021–2025 рр., використано методику трендового аналізу. Вихідними даними для відповідних розрахунків є динамічні показники кількості туристів, яких суб’єкти туристичної діяльності України обслужили в 2006–2020 рр. (рис. 1).

Після того, як економіка оговталася від фінансової кризи 2007–2008 рр., починаючи з 2006 до 2008 р. спостерігалася значне зростання кількості туристів, що відповідає середнім щорічним темпам зростання на рівні 2,7%. Також зростання цього показника спостерігалася починаючи з 2012 р. – тоді суб’єкти туристичної діяльності України обслужили 3000696 осіб,

а вже 2013 р. – 3454316 осіб. У 2014 р. спостерігалось спадання цього показника – у кількісному вираженні це 2425089 осіб. Різке зростання відбулося у 2018 р. і склало 4557447 осіб, що на 1751021 особу більше у порівнянні з 2017 р., зростання тривало і у 2019 р., а от 2020 р. приніс значний спад показників, що пов'язано з пандемією нового виду вірусу – COVID-19. Як видно з рис. 1, то показники у 2020 р. стрімко зменшилися і повернулися фактично до показників 2014 р. склавши 2360278 осіб [6]. В Україні пандемія почалася 12 березня, коли уряд оголосив загальний “локдаун”, тим самим поставивши на паузу різні сфери життя, в тому числі і туризм.

Для розрахунку прогнозного значення показника кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України, використаємо метод екстраполяції трендів, який по суті полягає в побудові рівняння тренда (1.1):

$$y = f(t) + \xi_t, \tag{1.1}$$

де $f(t)$ – детермінована не випадкова компонента процесу
 ξ_t – стохастична випадкова компонента процесу.

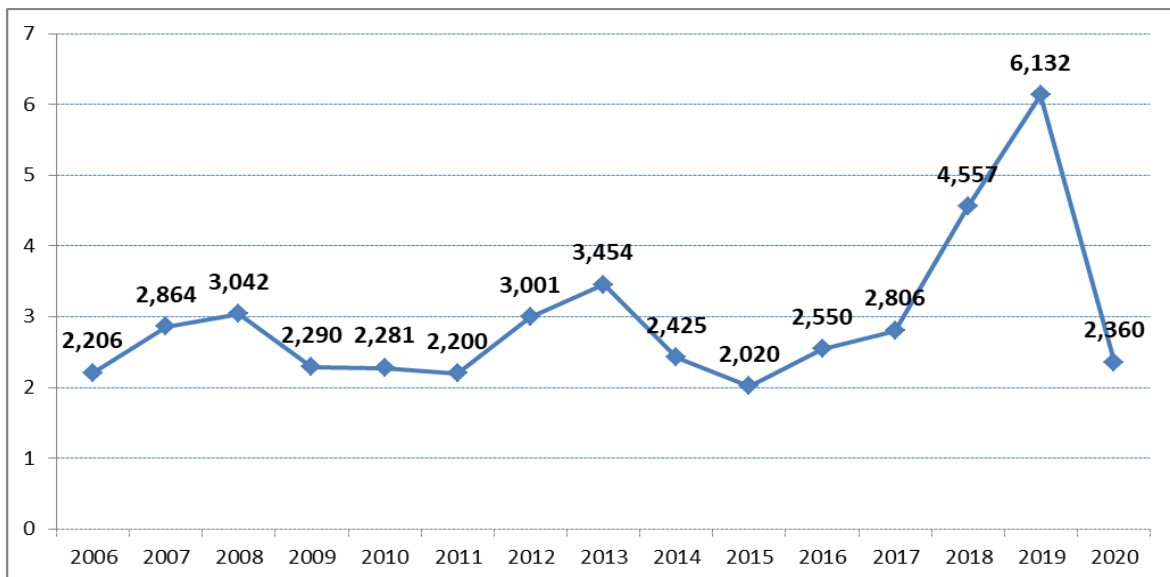


Рис. 1. Динаміка кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності в Україні в 2006–2020 рр., млн осіб

Джерело: складено авторами на основі [6]

Тренд описує фактичну усереднену для майбутнього тенденцію процесу у часі, тому екстраполяцію тренда можна застосовувати лише за умов, що розвиток явища достатньо добре описується побудованим рівнянням і умови, які визначають тенденцію розвитку у минулому, не зазнають значних змін у майбутньому. Дотримуючись цих умов, екстраполяцію здійснюємо шляхом підстановки у рівняння тренда значення незалежної змінної t , яке відповідає величині горизонту прогнозування:

$$\hat{y}_{t+p} = f(t_{n+p}), \tag{1.2}$$

де p – величина горизонту прогнозування (період часу, на який складається прогноз).

Рівняння тренда можна описати за допомогою широкого діапазону кореляцій: лінійної, квадратичної, степеневої, експоненціальної та ін. Наше дослідження зосереджено на квадратичному та лінійному рівняннях тренда.

Досліджуючи ці дві залежності, маємо за мету визначити, для якого з побудованих нами рівнянь розраховані прогнози (планові) значення будуть більш точними, тобто там, де спостерігатиметься найменше відхилення між фактичними і плановими показниками кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України.

Спочатку виразимо квадратичне рівняння у вигляді залежності:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \quad (1.3)$$

де t – фактор часу;

a_0, a_1, a_2 – коефіцієнти рівняння;

\hat{y} – розрахункове значення функції.

Для використання тренда як інструменту прогнозування кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України, необхідно кількісно визначити параметри (коефіцієнти) рівнянь a_0, a_1, a_2 .

Використовуємо метод найменших квадратів для визначення параметрів рівняння:

$$\Sigma(y_t - \hat{y}_t)^2 = \min, \quad (1.4)$$

де y_t – фактичне значення функції;

\hat{y}_t – обчислене значення функції, визначене рівнянням (1.3).

Запишемо залежність (1.4) для цього квадратичного рівняння:

$$\Sigma (y_t - a_0 - a_1 t - a_2 t^2)^2 = \min. \quad (1.5)$$

У рівнянні (1.5) y_t та t є відомими величинами, а коефіцієнти a_0, a_1, a_2 – невідомими. Щоб їх визначити, прирівнюємо до нуля похідні з цього рівняння для кожного початкового коефіцієнта (параметра) окремо.

Після відповідних перетворень отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \Sigma y_t = a_0 n + a_1 \Sigma t + a_2 \Sigma t^2 \\ \Sigma y_t t = a_0 \Sigma t + a_1 \Sigma t^2 + a_2 \Sigma t^3 \\ \Sigma y_t t^2 = a_0 \Sigma t^2 + a_1 \Sigma t^3 + a_2 \Sigma t^4, \end{cases} \quad (1.6)$$

де n – період часу (в даному випадку кількість років).

Підставивши значення a_0, a_1, a_2 , обчислені шляхом розв'язання системи (1.6), у квадратичне рівняння (1.3), отримуємо рівняння тренда, підставивши в яке лише фактор часу t , отримуємо значення прогнозованого показника \hat{y} .

Використовуючи подані в табл. 1 показники кількості туристів обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України за 2006–2020 рр. розрахуємо параметри та статистичні характеристики квадратичного та лінійного рівнянь за наведеними формулами.

Система квадратичних кореляційних рівнянь для тренда після підстановки проміжних значень показників набуде вигляду (1.7):

$$\begin{cases} 44,188 = 15a_0 + 120a_1 + 1240a_2 \\ 383,700 = 120a_0 + 1240a_1 + 14400a_2 \\ 4196,054 = 1240a_0 + 14400a_1 + 178312a_2. \end{cases} \quad (1.7)$$

Таблиця 1. Динаміка кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України у 2006–2020 рр., та розрахунок проміжних показників для визначення параметрів квадратичної кореляції та статистичних характеристик рівняння тренда

| №п/п | Рік(t) | Фактична кількість туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України, млн осіб, (y _t) | y _t | t ² | t ³ | t ⁴ | y _t ² | Кількість туристів, розрахована на основі квадратичного рівняння тренда, осіб, (ŷ _t) | Відхилення, тис., y _t -ŷ _t | Квадрат відхилення, тис., (y _t -ŷ _t) ² | $\frac{ y_t - \hat{y}_t }{y_t}$ | $\left[\frac{(y_t - \hat{y}_t)^2}{y_t} \right]$ |
|---------------|--------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|--|---|--|---------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 1. | 2006 | 2,206 | 2,206 | 1 | 1 | 1 | 2,206 | 2,633 | 0,427 | 0,182329 | 0,194 | 0,037467 |
| 2. | 2007 | 2,864 | 5,728 | 4 | 8 | 16 | 11,456 | 2,553 | 0,311 | 0,096721 | 0,109 | 0,011792 |
| 3. | 2008 | 3,042 | 9,126 | 9 | 27 | 81 | 27,378 | 2,503 | 0,539 | 0,290521 | 0,177 | 0,031395 |
| 4. | 2009 | 2,290 | 9,160 | 16 | 64 | 256 | 36,640 | 2,483 | 0,193 | 0,037249 | 0,084 | 0,007103 |
| 5. | 2010 | 2,281 | 11,405 | 25 | 125 | 625 | 57,025 | 2,493 | 0,212 | 0,044944 | 0,093 | 0,008638 |
| 6. | 2011 | 2,200 | 13,200 | 36 | 216 | 1 296 | 79,200 | 2,533 | 0,333 | 0,110889 | 0,151 | 0,022911 |
| 7. | 2012 | 3,001 | 21,007 | 49 | 343 | 2 401 | 147,049 | 2,603 | 0,398 | 0,158404 | 0,133 | 0,017589 |
| 8. | 2013 | 3,454 | 27,632 | 64 | 512 | 4 096 | 221,056 | 2,703 | 0,751 | 0,564001 | 0,217 | 0,047275 |
| 9. | 2014 | 2,425 | 21,825 | 81 | 729 | 6 561 | 196,425 | 2,833 | 0,408 | 0,166464 | 0,168 | 0,028307 |
| 10. | 2015 | 2,020 | 20,200 | 100 | 1 000 | 10 000 | 202,000 | 2,993 | 0,973 | 0,946729 | 0,482 | 0,232019 |
| 11. | 2016 | 2,550 | 28,050 | 121 | 1 331 | 14 641 | 308,550 | 3,183 | 0,633 | 0,400689 | 0,248 | 0,061621 |
| 12. | 2017 | 2,806 | 33,672 | 144 | 1 728 | 20 736 | 404,064 | 3,403 | 0,597 | 0,356409 | 0,213 | 0,045266 |
| 13. | 2018 | 4,557 | 59,241 | 169 | 2 197 | 28 561 | 770,133 | 3,653 | 0,904 | 0,817216 | 0,198 | 0,039353 |
| 14. | 2019 | 6,132 | 85,848 | 196 | 2 744 | 38 416 | 1201,872 | 3,933 | 2,199 | 4,835601 | 0,359 | 0,128602 |
| 15. | 2020 | 2,360 | 35,400 | 225 | 3 375 | 50 625 | 531,000 | 4,243 | 1,883 | 3,545689 | 0,798 | 0,636615 |
| Всього | | 44,188 | 383,7 | 1240 | 14400 | 178312 | 4196,054 | 44,745 | 10,761 | 12,553855 | 3,624 | 1,355951 |

Джерело: власні розрахунки авторів

На основі розрахованих нами параметрів $a_0 = 2,743$, $a_1 = -0,125$, $a_2 = 0,015$ квадратичне рівняння тренда записуємо наступним чином:

$$\hat{y}_t = 2,743 - 0,125t + 0,015t^2. \quad (1.8)$$

Підставивши у рівняння (1.8) значення фактора часу t за період 2006–2020 рр., у даному випадку за 2006 р. $t = 1$, за 2007 р. $t = 2$ і т. д., отримуємо показник кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України (\hat{y}_t), розрахований за квадратичним рівнянням тренда.

Розрахункові значення кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України (\hat{y}_t) у 2006–2020 рр., є такими: $\hat{y}_{2006} = 2,633$ млн осіб; $\hat{y}_{2007} = 2,533$ млн осіб; $\hat{y}_{2008} = 2,503$ млн осіб; $\hat{y}_{2009} = 2,483$ млн осіб; $\hat{y}_{2010} = 2,493$ млн осіб; $\hat{y}_{2011} = 2,533$ млн осіб; $\hat{y}_{2012} = 2,603$ млн осіб; $\hat{y}_{2013} = 2,703$ млн осіб; $\hat{y}_{2014} = 2,833$ млн осіб; $\hat{y}_{2015} = 2,993$ млн осіб; $\hat{y}_{2016} = 3,183$ млн осіб; $\hat{y}_{2017} = 3,403$ млн осіб; $\hat{y}_{2018} = 3,653$ млн осіб; $\hat{y}_{2019} = 3,933$ млн осіб; $\hat{y}_{2020} = 4,243$ млн осіб.

Щоб оцінити, наскільки побудоване рівняння тренда відповідає реальному процесу, розраховуємо середню похибку апроксимації $\bar{\varepsilon}$:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100\% = \frac{3,624}{15} \times 100\% = 24,2\% \quad \text{або } 0,242. \quad (1.9)$$

Її значення 24,2% свідчить про те, що ступінь адекватності квадратичного рівняння реальним умовам туристичної галузі України є середнім. З цього твердження можна зробити висновок про можливість розрахунку прогностичних показників кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України у 2021–2025 рр. Для цього скористаємося квадратичною кореляцією рівняння тренда (1.8). Результати розрахунків наведено в табл. 2 та рис. 2.

Таблиця 2. Прогнозне значення показників кількості туристів, обслуговуваними суб'єктами туристичної діяльності України у 2021–2025 рр., млн осіб

| Рік, t | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Прогностичний показник кількості туристів, млн осіб, (\hat{y}_t) | 3,809 | 3,917 | 4,024 | 4,132 | 4,240 |

Джерело: власні розрахунки авторів

Для аналізу відхилень між фактичним значенням та плановим значенням кількості туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України, та вибору рівняння тренда також було побудовано лінійну кореляцію:

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1t. \quad (1.10)$$

Щоб скористатися інструментом прогнозування тренда, потрібно знайти значення коефіцієнтів рівняння – a_0 , a_1 .

За методом найменших квадратів:

$$\sum (y_t - a_0 - a_1t)^2 = \min. \quad (1.11)$$

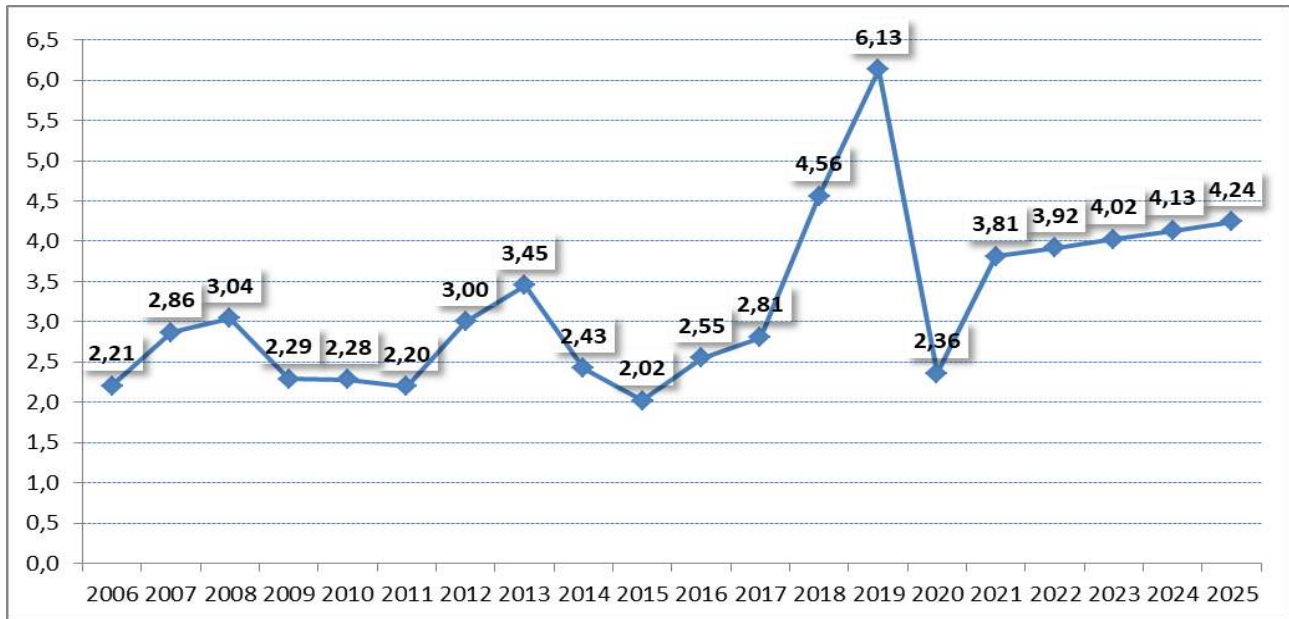


Рис. 2. Динаміка фактичних (2006–2020 рр.) та прогнозних (2021–2025 рр.) значень кількості туристів, обслуговуваними суб’єктами туристичної діяльності України, млн осіб
Джерело: розроблено авторами

Після відповідних перетворень отримуємо систему лінійних рівнянь:

$$\begin{cases} \sum y_t = a_0 n + a_1 \sum t, \\ \sum y_t t = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2. \end{cases} \quad (1.12)$$

Підставивши у нього відповідні проміжні показники, наведені у табл. 2, отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 44,188 = 15a_0 + 120a_1, \\ 383,700 = 120a_0 + 1240a_1. \end{cases} \quad (1.13)$$

Підставивши значення a_0 , a_1 , отримані шляхом розв’язання системи (1.13), у лінійну залежність (1.10), запишемо рівняння тренда:

$$\hat{y}_t = 2,083 + 0,108t. \quad (1.14)$$

Підставивши у рівняння (1.14) значення фактора часу t за період 2006–2020 рр. (у даному випадку за 2006 р. $t = 1$, за 2007 р. $t = 2$ і т. д.), отримаємо показник кількості туристів (\hat{y}_t), обслуговуваних суб’єктами туристичної діяльності в Україні за цей період, розрахований на основі лінійного рівняння тренда (розрахункові дані наведені у графі 5 табл. 3).

Таблиця 3. Динаміка кількості туристів, обслуговуваними суб'єктами туристичної діяльності в Україні у 2006–2020 рр., та розрахунків проміжних показників для визначення лінійних кореляційних параметрів і статистичних характеристик рівняння тренда

| №п/п | Рік, (<i>t</i>) | Фактична кількість туристів, обслуговуваних суб'єктами туристичної діяльності України, млн осіб (<i>y_t</i>) | <i>y_t</i> | <i>t²</i> | Кількість туристів, розрахована на основі лінійного рівняння тренда, осіб (<i>ŷ_t</i>) | Відхилення, тис. $ y_t - \hat{y}_t $ | Квадрат відхилення, тис. (<i>y_t - ŷ_t</i>) ² |
|---------------|----------------------|--|----------------------|----------------------|--|--|---|
| | | | | | | | |
| 1. | 2006 | 2,206 | 2,206 | 1 | 2,191 | 0,015 | 0,000225 |
| 2. | 2007 | 2,864 | 5,728 | 4 | 2,299 | 0,565 | 0,319225 |
| 3. | 2008 | 3,042 | 9,126 | 9 | 2,407 | 0,635 | 0,403225 |
| 4. | 2009 | 2,290 | 9,160 | 16 | 2,515 | 0,225 | 0,050625 |
| 5. | 2010 | 2,281 | 11,405 | 25 | 2,623 | 0,342 | 0,116964 |
| 6. | 2011 | 2,200 | 13,200 | 36 | 2,731 | 0,531 | 0,281961 |
| 7. | 2012 | 3,001 | 21,007 | 49 | 2,839 | 0,162 | 0,026244 |
| 8. | 2013 | 3,454 | 27,632 | 64 | 2,947 | 0,507 | 0,257049 |
| 9. | 2014 | 2,425 | 21,825 | 81 | 3,055 | 0,630 | 0,396900 |
| 10. | 2015 | 2,020 | 20,200 | 100 | 3,163 | 1,143 | 1,306449 |
| 11. | 2016 | 2,550 | 28,050 | 121 | 3,271 | 0,721 | 0,519841 |
| 12. | 2017 | 2,806 | 33,672 | 144 | 3,379 | 0,573 | 0,328329 |
| 13. | 2018 | 4,557 | 59,241 | 169 | 3,487 | 1,070 | 1,144900 |
| 14. | 2019 | 6,132 | 85,848 | 196 | 3,595 | 2,537 | 6,436369 |
| 15. | 2020 | 2,360 | 35,400 | 225 | 3,703 | 1,343 | 1,803649 |
| Всього | | 44,188 | 383,7 | 1240 | 44,205 | 10,999 | 13,391955 |

Джерело: власні розрахунки авторів

За результатами аналізу даних наведених у табл. 1 і 3 робимо наступні висновки: оскільки сума квадратів відхилень між фактичними і запланованими значеннями кількості туристів, обслуговуваними суб'єктами туристичної діяльності України, у табл. 1 є меншою на 0,838 млн осіб для подальшого дослідження варто використовувати квадратичну кореляцію тренда. Для оцінки адекватності квадратичної залежності рівняння введемо поняття середньої похибки апроксимації ($\bar{\varepsilon}$), яку розраховуємо за формулою:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \times 100 = 24,2\% \quad (1.11)$$

Після розрахунку середньої похибки апроксимації, запропонуємо використовувати такі показники, як середнє квадратичне відхилення (абсолютне та відносне) і середнє відхилення

між фактичним і розрахованим значеннями функції для оцінки якості квадратичної кореляції рівняння тренда (абсолютне і відносне) між цими значеннями функції.

Обчислюємо середнє квадратичне відхилення фактичного та оціненого значень функції:

$$\text{абсолютне } \sigma_{\text{абс}} = \sqrt{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2 \div (n-1)}; \quad \sigma_{\text{абс}} = 0,947 \text{ млн осіб}; \quad (1.12)$$

$$\text{відносне } \sigma_{\text{від}} = \sqrt{\sum ((y_t - \hat{y}_t) \div y_t)^2 \div (n-1)} \times 100\%; \quad \sigma_{\text{від}} = 50,8\% \quad (1.13)$$

Середнє відхилення між фактичними та розрахованими значеннями функції:

$$\text{абсолютне } \bar{\Delta}_{\text{абс}} = \sum |y_t - \hat{y}_t| / n; \quad \bar{\Delta}_{\text{абс}} = 0,717 \text{ млн осіб}; \quad (1.14)$$

$$\text{відносне рівне середній похибці апроксимації } \bar{\varepsilon} = 24,2\%. \quad (1.15)$$

Науково доведено, що чим менше значення показника, розраховане за формулами 1.12, 1.13, 1.14, 1.15), тим вища якість квадратичної кореляції $\hat{y}_t = 2,743 - 0,125t + 0,015t^2$ рівняння тренда. Розраховані показники підтверджують правильність вибору квадратичного рівняння. Алгоритм вирішення цієї задачі схематично зображено на рис. 3.

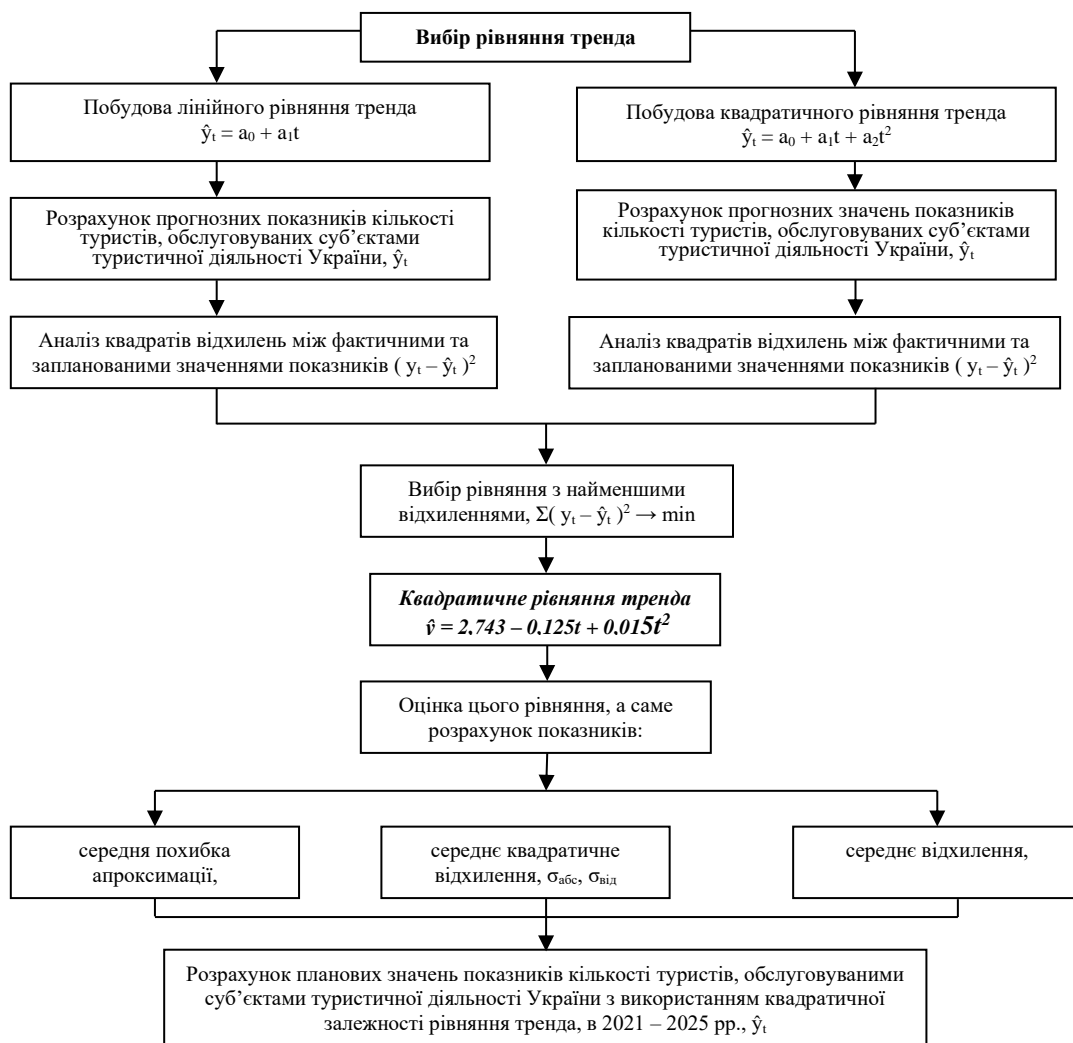


Рис. 3. Алгоритм розрахунку прогнозованої кількості туристів у 2021–2025 рр. з використанням методу екстраполяції трендів

Джерело: розроблено авторами

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Отриманий у результаті дослідження динамічний ряд прогнозованих показників кількості туристів, які будуть обслуговуватися суб'єктами туристичної діяльності в Україні у 2021–2025 рр., свідчить про те, що в майбутньому потік туристів зростатиме, проте ще не скоро досягнуть до пандемічних значень, навіть у 2025 р. не вдасться досягти рівня 2018 р. Незважаючи на покращення, нерівномірний рівень вакцинації у світі та нові штами COVID-19, які постійно з'являються, можуть впливати на нестабільне відновлення туристичного ринку в Україні. Варто також зазначити, що незначне збільшення кількості туристів (млн осіб), які обслуговуватимуться суб'єктами туристичної діяльності України, призведе до повільного зростання прибутків туристичної галузі України.

8. Висновки

Отже, важливість економіко-математичного методу залежить від того, наскільки достатньо враховані основні переваги методу та обґрунтованість пропозицій.

Підсумовуючи, зазначимо ряд висновків, які можна зробити, застосовуючи запропонований метод екстраполяції трендів (тобто побудову квадратичної кореляції рівняння тренда):

по-перше, цей метод, на відміну від інших методів екстраполяції, дозволяє на рівні динамічного ряду врахувати всі елементи, які однаково впливають на прогнозовані показники (у нашому випадку – на прогнозовані показники кількості туристів, обслуговуваними суб'єктами туристичної діяльності України);

по-друге, квадратична кореляція побудованого рівняння тренда є достатньою для реальної ситуації туристичної діяльності, про що свідчить розраховане значення середньої похибки апроксимації ($\bar{\varepsilon} = 24,2\%$); середнє квадратичне відхилення між фактичним значенням функції та оціненим значенням функції (абсолютне $\partial_{\text{абс}} = 0,947$ млн осіб і відносне $\partial_{\text{від}} = 50,8\%$) і середнє відхилення (абсолютне та відносне) між цими значеннями функції.

Список літератури:

- 1) Воронкова В. Г. (2004) Соціально-економічне прогнозування : навчальний посібник. Київ : Професіонал, 284 с.
- 2) Гаврилюк Л. А., Бержанір А. Л. (2005) Прогнозування соціально-економічних процесів : підручник. Умань, 280 с.
- 3) Геєць В. М., Клебанова Т. С., Черняк О. І. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підручник. Харків : ВД "ІНЖЕК", 2005. 396 с.
- 4) Глівенко С. В., Соколов М. О., Теліженко О. М. Економічне прогнозування : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2004. 207 с.
- 5) Грабовецький Б. Є. (2003) Економічне прогнозування та планування : навчальний посібник. Київ : Центр учбової л-ри, 188 с.
- 6) Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
- 7) Домарадська Г. С., Гладун Т. М., Фещур Р. В. Прогнозування і макроекономічне планування : навчальний посібник. Львів : Магнолія 2006, 2007. 211 с.
- 8) Касьяненко В. О., Старченко Л. В. (2006) Моделювання та прогнозування економічних процесів : навчальний посібник. Суми : ВТД "Університетська книга", 185 с.
- 9) Кічор В. П., Фещур Р. В., Якимів А. І., Скворцов Д. І., Висоцький А. Л. Методи і моделі економічного прогнозування : навчальний посібник. Львів : Растр-7, 2019. 272 с.
- 10) Кулявець В. О. (2009) Прогнозування соціально-економічних процесів : навчальний посібник. Київ : Кондор, 194 с.

- 11) Клебанова Т. С., Курзенев В. А., Наумов В. М. та ін. Прогнозування соціально-економічних процесів : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.030502 “Економічна кібернетика” денної форми навчання. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 656 с.
- 12) Любіцева О. О. (2005) Ринок туристичних послуг (геопросторові аспекти) : підручник. 3-тє вид., перероб. і доп. – Київ : Альтерпрес, 436 с.
- 13) Мальська М. П., Жук І. З. (2016) Управління маркетинговою діяльністю у сфері туризму: теорія, методологія, практика : монографія. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. 224 с.
- 14) Мальська М. П., Жук І. З. (2016) Управління маркетингом у сфері туризму : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 328 с.
- 15) Мальська М. П., Рутинський М. Й., Білоус С. В., Мандюк Н. Л. Економіка туризму: теорія та практика : підручник. Київ : Центр учбової л-ри, 2014. 650 с.
- 16) Пашута М. Т. (2005) Прогнозування та програмування економічного і соціального розвитку : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 408 с.
- 17) Присенко Г. В. (2005) Прогнозування соціально-економічних процесів : навчальний посібник. Київ : КНЕУ, 378 с.
- 18) Ткаченко Т. І. (2009) Сталий розвиток туризму : теорія, методологія, реалії бізнесу : монографія. 2-ге вид., випр. та доп. – Київ, 463 с.
- 19) Яцура В. В., Сенишин О. С., Горинь М. О. Соціально-економічне прогнозування : навчальний посібник. Львів : Видавничий центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2010. 412 с.
- 20) Шульгіна Л. М. (2005) Маркетинг туристичного бізнесу : монографія. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 596 с.
- 21) World Tourism Organization UNWTO. URL: <https://www.unwto.org/>

Methodology of trends extrapolation as a tool for forecasting tourist flows in Ukraine

Iryna Munkachii

Department of Tourism, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
ORCID 0000-0002-7556-8149

Anna Hrytsyshyn

Department of Tourism, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
ORCID 0000-0002-8833-566X

Sofia Bilous

Department of Tourism, Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine
ORCID 0000-0003-3651-6490

Abstract: The trend extrapolation method is used to forecast domestic tourist flows. The research focuses on quadratic and linear trend equations. The forecast values of the indicators of the number of tourists served by the entities of tourism activity of Ukraine in 2021–2025 are given. The dynamics of the actual and forecast values of the number of tourists served by the entities of tourism activity in Ukraine are analyzed. To assess the degree of adequacy of the constructed trend equation to the real process, the average error of approximation of its value of 24.2% was calculated, showing that the quadratic equation is average in its adequacy to the real situation in domestic tourism. An algorithm for calculating forecast values of the number of tourists in 2021–2025 by the method of trend extrapolation is proposed.

Keywords: extrapolation, trend, method of trend analysis, method of extrapolation of trends, linear and quadratic equation of trend, the average error of approximation, subjects of tourist activity.
