

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.3

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/180-35>**Алілуйко А.М.**кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Західноукраїнський національний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4650-9350>**Алілуйко М.С.**кандидат економічних наук, викладач,
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка**Aliluiko Andrii**

West Ukrainian National University

Aliluiko Maria

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ТУРИСТИЧНИХ ПОТОКІВ УКРАЇНИ

У статті досліджено та проаналізовано стан й економічний розвиток туристичного ринку України. Економічні процеси в туристичній галузі, що змінюються з часом, можна вивчати на основі лінійних і нелінійних динамічних моделей. У статті застосовано економіко-математичну модель конкуренції типу Лоткі-Вольєрра, яка описує динаміку зміни часток ринку за видами туризму (в'їзний, виїзний, внутрішній). Проведено розрахунок прогнозованої частки ринку за видами туризму у рамках запропонованої моделі. Також побудовано математичну залежність динаміки зміни доходу туроператорів та турагентів від кількості туристів. Встановлено, що на швидкість зміни доходу найбільший вплив має кількість в'їзних туристів. Зменшення потоку внутрішніх туристів чинить негативний вплив на приріст доходів. Відповідно до побудованої конкурентної моделі Лоткі-Вольєрра прослідковується зменшення часток в'їзних та внутрішніх туристів. Дані динамічні моделі дозволяють проводити аналіз процесів в туристичній галузі, виконувати прогнозні оцінки, виробляти стратегію, приймати управлінські рішення та здійснювати планування на різних рівнях.

Ключові слова: ринкова частка, туризм, конкуренція, модель Лоткі-Вольєрра, функція корисності.

STUDY OF THE DYNAMICS OF TOURIST FLOWS IN UKRAINE

The article examines and analyzes the state and economic development of the tourist market of Ukraine. The tourism sector is one of the strategic sectors of the economy, through which further socio-economic development of the state takes place. The tourism industry is an important factor in improving the quality of life in Ukraine, creating additional jobs, replenishing the state's foreign exchange reserves and increasing its authority in the international arena. Economic processes in the tourism industry that change over time can be studied on the basis of linear and nonlinear Dynamic models. The article applies an economic and mathematical model of competition of the Lotka - Volterra type, which describes the dynamics of changes in market shares by types of tourism (inbound, outbound, domestic). The projected market share by type of tourism is calculated within the framework of the proposed model. Unlike classical econometric models of competition, the Lotka-Volterra economic model allows us to fully assess the dynamics of economic processes, achieve a state of equilibrium of the studied competitive systems, and theoretically predict and control the main parameters of the model. A mathematical dependence of the dynamics of changes in the income of tour operators and travel agents on the number of tourists is also constructed. In the course of the research, methods of statistical analysis, methods of economic and mathematical modeling were used to determine the share of the tourist market and its dynamics. As a result of the study, it was found that the rate of income change is most influenced by the number of incoming tourists. A decrease in the flow of domestic tourists has a negative impact on income growth. According to the constructed Lotka-Volterra competitive model, there is a decrease in the share of incoming and domestic tourists. The development of inbound tourism, the share of which in Ukraine has remained the smallest since 2005, will significantly increase the income of tour operators and travel agencies. These dynamic models allow you to analyze processes in the tourism industry, perform forecast assessments, develop a strategy, make management decisions and carry out planning at various levels.

Keywords: market share, tourism, competition, Lotka-Volterra model, utility function.

JEL classification: C32, C50, C59

Постановка проблеми. Один із показників розвитку туристичної галузі України є кількість внутрішніх та в'їзних туристів. Починаючи з 2009 року частка внутрішніх та в'їзних туристів залишається меншою, ніж частка виїзних. Така тенденція негативно впливає на розвиток туристичної галузі та соціально-економічний стан України.

Зміна кількості або частки туристів, які обслуговуються турагентами та туроператорами, кожного року змінюються за рахунок переходу від одного до іншого виду туризму. Тому можна зробити припущення про конкурентну взаємодію внутрішнього, в'їзного та виїзного видів туризму як складових однієї синергетичної системи. Таку конкурентну взаємодію можна досліджувати за допомогою простих і одночасно адекватних математичних моделей. Серед них найбільш простою є модель конкурентної взаємодії Лоткі-Вольтерра, яка описує конкуренцію як динамічний процес. Така модель, незважаючи на численну кількість недоліків дозволяє досить просто описати базовий механізм конкуренції із збереженням внутрішніх взаємозв'язків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ряд науковців у своїх працях присвятили дослідженню розвитку туристичного ринку: О. Б. Білоцерківський[2], Л. П. Дядечко, О. М. Кальченко, Є. В. Панкова, В. І. Стафійчук, М. П. Мальська, Н. В. Антонюк, Н. М. Ганич, Т. І. Ткаченко, В. С. Мазур, Б. В. Шупік. Щодо моделювання розвитку туризму виділимо праці І. С. Благуна [3], О. А. Жуковської [4; 5], В. В. Носкова, А. А. Деміна. Однак, не зважаючи на значні напрацювання, недостатньо вивченими є особливості розвитку туристичного ринку, його динаміка та структура змін. На даний час немає побудованих математичних моделей, які б оцінювали конкурентну взаємодію туристичних потоків за видами туризму.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження та аналіз стану і економічного розвитку туристичного ринку України. Побудова математичної моделі динаміки основних показників діяльності туроператорів та турагентів.

Виклад основного матеріалу. Щорічно Україну відвідує велика кількість туристів. Для наочності динаміки туристичних потоків надано їх графічне зображення на лінійній діаграмі (рис. 1). В цілому

загальна кількість всіх туристів України змінюється циклічно, маючи цикли з вершинами у 2003, 2008, 2013, 2019 роках. Тенденція змін різних показників має різнонаправлений характер: кількість виїзних туристів стрімко зростає, а внутрішніх значно знижується, також повільно знижується і кількість в'їзних туристів.

На загальну кількість туристів суттєво впливає структурний склад туристичних потоків (рис. 2). Дані рис. 2 свідчать про суттєву зміну структури туристичних потоків у 2020 році проти середніх даних за аналізований двадцятирічний період: у 18 разів скоротилась кількість в'їзних туристів, більш ніж у 4 рази знизилась кількість внутрішніх туристів, а кількість виїзних туристів майже вдвічі зросла і склала 90,1 % від усіх туристів України.

Також, варто детальніше проаналізувати динаміку туристичних потоків в Україні за період 2012–2020 років. У 2014 та 2015 роках майже на 30% та відповідно на 42% зменшилась кількість іноземних громадян, які відвідали Україну порівняно з 2013 роком. Це пов'язано з військовими діями, які розпочались на сході нашої країни та анексією Криму. Якщо аналізувати ситуацію з 2015 року, то спостерігається тенденція до поступового збільшення кількості іноземців, які відвідали Україну. Найбільша кількість відвідувачів зафіксована у 2019 році. Схожа ситуація і на внутрішньому ринку туристичних послуг. Значний спад спостерігаємо у 2014 та 2015 роках, а найбільша кількість внутрішніх туристів зафіксована у 2019 році (рис. 1).

Якщо аналізувати показники виїзду громадян України за період 2012–2020 роки, то варто зазначити, найбільша кількість виїхала у 2019 році і становила 5,5 млн. осіб. Разом з тим пандемія коронавіруса та супутні їй карантинні обмеження значно вплинули на туристичну галузь у 2020 році, скоротивши число туристів на 61,5%.

Дослідимо динаміку зміни частки кількості туристів, обслугованих туроператорами та турагентами (враховані юридичні особи та фізичні особи-підприємці), за допомогою функцій

$$x_i(t) = \frac{e^{f_i(t)}}{\sum_{j=0}^n e^{f_j(t)}}, \quad i = \overline{0, n}, \quad (1)$$

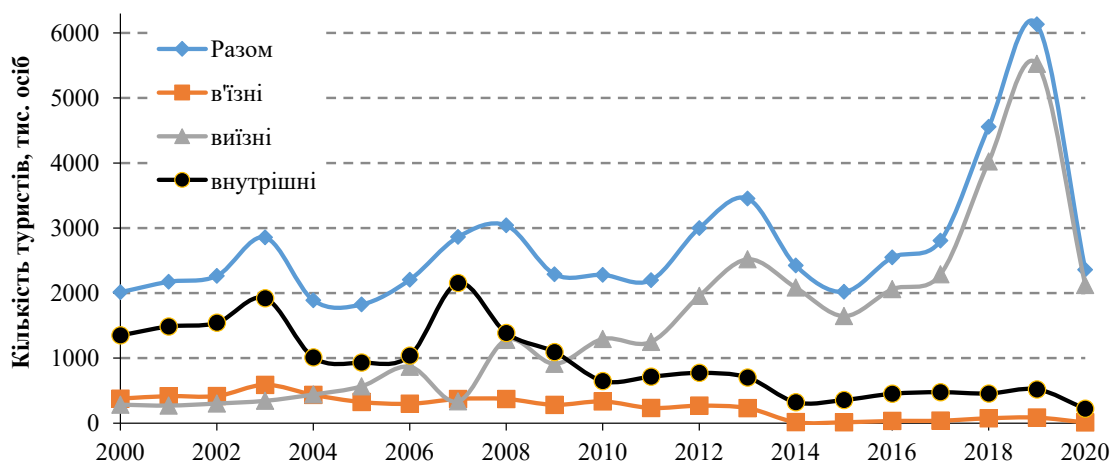


Рис. 1. Динаміка туристичних потоків України

Джерело: складено за джерелами [8]

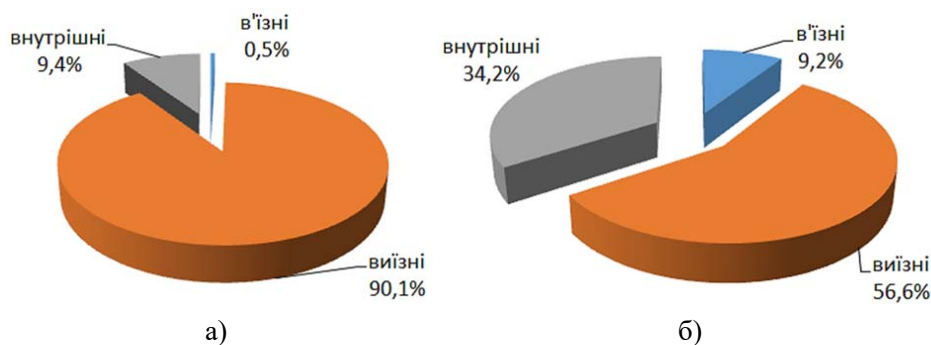


Рис. 2. Структура туристичних потоків України:
а) – у 2020 році; б) – в середньому за 2000–2020 рр.

Джерело: складено за джерелами [8]

де $f_i(t)$ – функція корисності для i -ї групи туристів. Якщо в (1) вважати, що $f_0(t) = 0$, то

$$x_i(t) = \frac{e^{f_i(t)}}{1 + \sum_{j=1}^n e^{f_j(t)}}, \quad i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Це відповідає тому, що частка ринку $x_0(t)$ є малою, яка суттєво не впливає на інші частки.

В роботі [7] показано, що з (2) можна отримати диференціальне рівняння:

$$\frac{dx_i}{dt} = \frac{df_i}{dt} x_i - \frac{df_i}{dt} x_i^2 - \frac{1}{df_i} \sum_{j \neq i, j=1}^n \frac{df_j}{dt} x_i x_j, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Якщо в (3) невідомі функції корисності оцінювати лінійними рівняннями $f_i(t) = a_i t + b_i$, $i = \overline{1, n}$, то отримаємо біологічну конкурентну модель чисельності популяції «хижак-жертва» (модель Лоткі-Вольтерра):

$$\frac{dx_i}{dt} = a_i x_i - a_i x_i^2 - \sum_{j \neq i, j=1}^n a_{ij} x_i x_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad (4)$$

Можна здійснити таку інтерпретацію екологічних показників як економічних: де x_i – обсяг наданих послуг в i -й галузі; a_i – коефіцієнт монопольності або коефіцієнт, який описує витрати на підтримку та про-

сування послуг. Фактично коефіцієнт a_i характеризує темп росту наданих послуг в галузі. Чим краще становище в галузі, тим більше значення a_i ; $a_i x_i^2$ – зниження швидкості росту надання послуг, яка пов'язана з вичерпністю ресурсів (трудових, природних, інформаційних та ін.); $a_{ij} = \frac{a_j}{a_i}$ – коефіцієнт конкуренції між i -ю та j -ю галузями; $a_{ij} x_i x_j$, ($i \neq j$) – зниження швидкості росту надання послуг, що пов'язано із зіткненням споживчих інтересів даної пари конкурентів.

В роботі [1] розглянуто методи знаходження невідомих параметрів моделі (4) за даною статистичною вибіркою. Це дозволяє обчислити будь-яку характеристику галузі в довільний момент часу.

Для дослідження динаміки зміни кількості туристів, обслугованих туроператорами та турагентами скористаємося статистичними даними кількості візних, візних і внутрішніх туристів за період з 2000 р. по 2020 рік. Визначимо стратегію розвитку туристичної галузі України опираючись на модель (3).

Значення функцій корисності $f_i(t)$ будемо шукати за формулою [6]

$$f_i(t) = \ln(x_i(t)) - \ln(x_0(t)), \quad i = \overline{1, n},$$

де $x_0(t)$ візьмемо частку візних туристів, яка є найменшою.

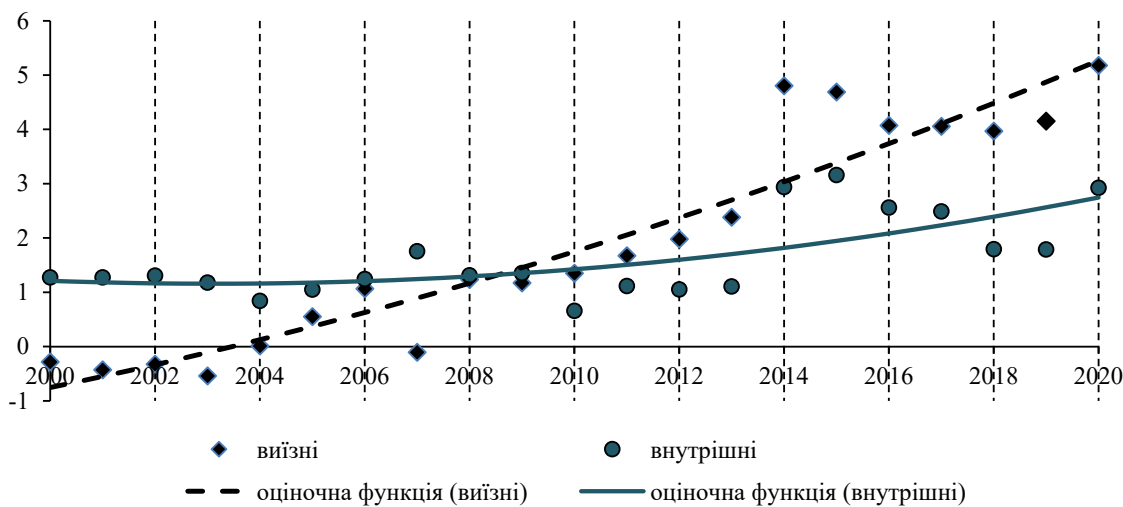


Рис. 3. Фактичні значення та графіки функцій корисності $\hat{f}_1(t), \hat{f}_2(t)$.

Для неперервних динамічних систем характерним є зміна параметрів з часом, що може призвести до зміни положень рівноваги. Для того щоб коефіцієнти моделі (3) не були сталими необхідно функції корисності мали нелінійний характер. Функції корисності будемо оцінювати квадратичними рівняннями регресії $\hat{f}_i(t) = a_i t^2 + b_i t + c_i$, $i = 1, 2$. Отримаємо наступні функції для частки виїзних і внутрішніх туристів, відповідно:

$$\begin{aligned} \hat{f}_1(t) &= 0,005t^2 + 0,2t - 0,752, \\ \hat{f}_2(t) &= 0,006t^2 - 0,034t + 1,212. \end{aligned} \quad (5)$$

На рис. 3 наведено фактичні значення функцій корисності та відповідні графіки рівнянь регресії за статистичними даними кількості виїзних і внутрішніх туристів.

Підставляючи $\hat{f}_0(t) = 0$ та (5) в (1) отримаємо розрахункові частки ринку $x_0(t)$, $x_1(t)$, $x_2(t)$ для кількості в'їзних, виїзних та внутрішніх туристів відповідно, які наведені на рис. 2 у порівнянні з фактичними даними. Коефіцієнти детермінації для кожного з рівнянь становлять $R_1^2 = 0,91$, $R_2^2 = 0,95$, $R_3^2 = 0,9$. В табл. 1 наведені прогнозовані значення частки (на рис. 4 частини графіків правіше вертикальної лінії).

Таблиця 1

Прогнозовані частки ринку

| Рік | $x_0(t)$ | $x_1(t)$ | $x_2(t)$ |
|------|----------|----------|----------|
| 2021 | 0,003 | 0,936 | 0,061 |
| 2022 | 0,002 | 0,948 | 0,050 |
| 2023 | 0,001 | 0,958 | 0,041 |

Для дослідження характеру конкуренції побудуємо графіки похідних (рис. 5):

$$\hat{f}'_1(t) = 0,01t + 0,2, \quad \hat{f}'_2(t) = 0,012t - 0,034.$$

Динаміку ринку послуг можна класифікувати за аналогією конкуренції в екології. Якщо на деякому інтервалі $\hat{f}'_1(t) > 0$ і $\hat{f}'_2(t) > 0$, то відповідні послуги перебувають у стані чистої конкуренції, тобто більша частка ринку однієї послуги гальмує зростання частки

іншої. Якщо ж $\hat{f}'_1(t) < 0$ і $\hat{f}'_2(t) < 0$, то послуги знаходяться в стані взаємодії (симбіоз), тобто більша частки ринку сприяє збільшенню меншої частки. Якщо ж $\hat{f}'_1(t)$ і $\hat{f}'_2(t)$ мають протилежні знаки, то частка ринку із додатним значенням похідної є «хижаком», а інша частка – «жертвою». Завдяки цьому висока частка ринку «здобичі» прискорює зростання частки «хижака», але висока частка ринку «хижака» гальмує зростання «здобичі».

Оскільки, розв'язком рівняння $\hat{f}'_2(t) = 0$ є число $t^* \approx 3,2$, що відповідає моменту часу – березень 2003 року, то на часовому проміжку $(2000; t^*)$ відповідно до проведеного моделювання спостерігаємо стан конкуренції «хижак-жертва» (ХЖ), а на проміжку $(t^*; 2020)$ – стан чистої конкуренції (ЧК).

Опишемо динаміку приросту доходів від надання туристичних послуг $D(t)$ за рахунок загальної кількості туристів $N(t)$, обслугованих туроператорами та тур агентами на момент часу t . Використаємо розрахункові частки ринку $x_0(t)$, $x_1(t)$, $x_2(t)$ для кількості в'їзних, виїзних та внутрішніх туристів відповідно. Запишемо динамічну модель

$$\frac{dD}{dt} = \sum_{i=0}^2 \alpha_i x_i(t) N(t), \quad (6)$$

де $\alpha_i(t)$, $i = 0, 2$ – коефіцієнти, які описують темп росту доходів туроператорів та турагенств від i -го виду туризму.

Для параметризації моделі (6) можна побудувати нелінійну багатофакторну економетричну модель:

$$\Delta D_i = \sum_{i=0}^2 \alpha_i x_i N + u_i, \quad \Delta D_i = D_i(t) - D_i(t-1), \quad i = 0, 2,$$

де u_i – збурення. За статистичними даними про дохід від надання туристичних послуг юридичними особами та фізичними особами-підприємцями (без ПДВ, акцизів і аналогічних обов'язкових платежів) [8] знайдемо значення оцінок невідомих параметрів $\alpha_i(t)$, $i = 0, 2$ і отримаємо емпіричне рівняння

$$\frac{dD}{dt} = 154,26x_0(t)N(t) + 9,76x_1(t)N(t) - 49,28x_2(t)N(t).$$

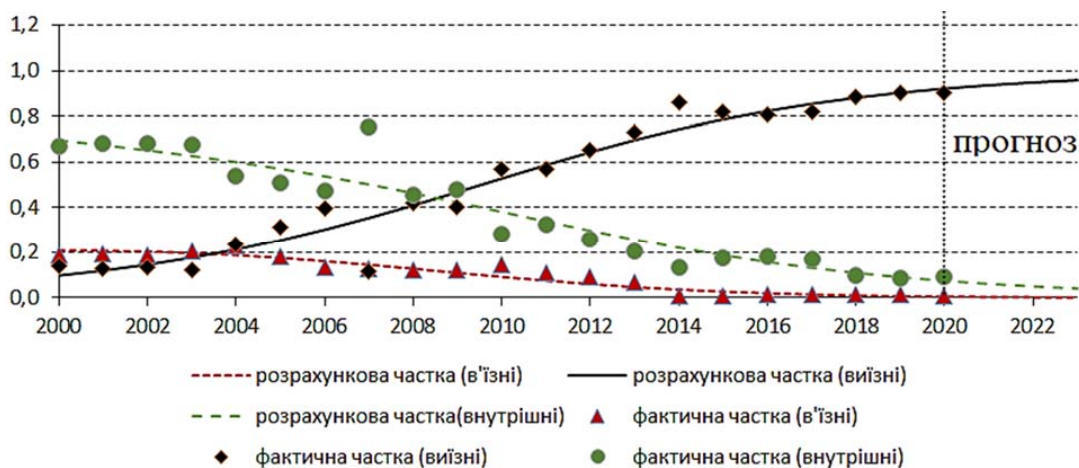
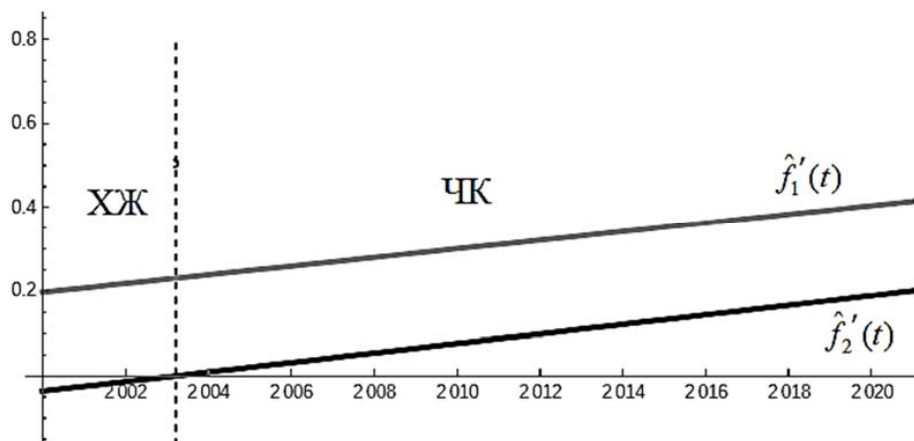


Рис. 4. Фактичні та розрахункові значення часток кількості в'їзних, виїзних та внутрішніх туристів

Рис. 5. Графіки функцій $\hat{f}'_1(t)$, $\hat{f}'_2(t)$

Коефіцієнти детермінації становлять $R^2 = 0,81$.

З рівняння видно, що чисельність в'їзних туристів значно впливає на динаміку зміни доходів туроператорів та турагентів. А от кількість внутрішніх туристів чинить негативний вплив на приріст доходів. Розвиток в'їзного туризму, частка якого в Україні з 2005 року залишається найменшою, дозволить значно збільшити доходи туроператорів та турагентств.

Висновки: Досліджено та проаналізовано стан й економічний розвиток туристичного ринку України. Побудовано модель конкурентної взаємодії Лоткі-Вольтерра за видами туризму. Дана модель показала, що починаючи з 2009 року, частка внутрішніх та в'їзних туристів

залишається меншою, ніж частка виїзних. Така тенденція негативно впливає на розвиток туристичної галузі та соціально-економічний стан України, адже понад 10% коштів держбюджету втрачаються та приносять прибуток іншим країнам. Тому для України розвиток внутрішнього та в'їзного туризму має бути пріоритетним.

Укріплення позицій України на вітчизняному та світовому туристичних ринках є можливим за умов створення національного конкурентоздатного туристичного продукту, через вирішення нагальних проблем: відновлення історико-культурної спадщини міст України; зростання якості надання готельних послуг; удосконалення інфраструктури туризму.

Список використаних джерел:

1. Алілуйко А. М. Дослідження конкурентної взаємодії на ринку послуг мобільного зв'язку. *Інноваційна економіка*. 2013. № 2 (40). С. 221–226.
2. Білоцерківській О. Б. Статистичний аналіз і тенденції розвитку готельного господарства в Україні. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету: Економіка і менеджмент*. 2018. Вип. 30. С. 116–119. URL http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/37174/3/2018_Bilotserkivskiyi_Statystychnyi_analiz.pdf (дата звернення: 31.08.2022).
3. Благун І. С., Кейван О. І. Прогнозування попиту на туристичні послуги. *Науковий журнал "Бізнес інформ"*. № 8. 2012. С. 7–11.
4. Жуковська О. А., Нікітіна П. А. Економіко-математичне моделювання ємності ринку та ринкової частки компанії. *Журнал "Економічний вісник"*. 2016. № 13. С. 546–550.
5. Жуковська О. А., Хома М. М., Економіко-математичне моделювання розвитку підприємства у сфері туризму. *Економічний вісник НТУУ "Київський політехнічний інститут"*. 2018. № 15. С. 593–601.
6. Marasco A., Picucci A., Romano A., Market share dynamics using Lotka – Volterra models. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 105. (2016) P. 49–62.
7. Romano A. Turning the Coin: a competition model to evaluate mergers. *J. Res. Ind. Org.* (2013) P. 1–8.
8. Статистичний бюлетень "Туристична діяльність в Україні". Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 28.08.2022).

References:

1. Aliluiko A. M. (2013) Doslidzhennia konkurentnoi vzaiemodii na rynku posluh mobilnoho zv'iazku [Research of competitive interaction in the market of mobile communication services]. *Innovatsiina ekonomika*, vol. 2 (40), pp. 221–226.
2. Bilotserkivskiyi O. B. (2018) Statystychnyi analiz i tendentsii rozvytku hotelnoho gospodarstva v Ukraini [Statistical analysis and development tendencies of hotel industry of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriya: Ekonomika i menedzhment*, vol. 30, pp. 116–119. Available at: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/37174/3/2018_Bilotserkivskiyi_Statystychnyi_analiz.pdf (accessed 31 September 2022).
3. Blahun I. S., Keiva O. I. (2012) Prohnozuvannia popytu na turystychni posluhy [Forecasting demand for tourist services]. *Naukovyi zhurnal "Biznes inform"*, vol. 8, pp. 7–11.
4. Zhukovska O. A., Nikitina P. A. (2016) Ekonomiko-matematychne modeliuвання yemnosti rynku ta rynkovoї chastky kompanii [Economic and mathematical modeling of market capacity and market share of the company]. *Zhurnal "Ekonomichnyi visnyk"*, vol. 13, pp. 546–550.

5. Zhukovska O. A., Khoma M. M. (2018) Ekonomiko-matematychnе modeliuвання rozvytku pidpryiemstva u sferi turyzmu [Economic and mathematical modeling of the development of the enterprise in the field of tourism]. *Ekonomichnyi visnyk NTUU "Kyivskiy politekhnichnyi instytut"*, vol. 15, pp. 593–601.
6. Marasco A., Picucci A., Romano A. (2016). Market share dynamics using Lotka – Volterra models. *Technol. Forecast. Soc. Chang.*, vol. 105, pp. 49–62.
7. Romano A. (2013) Turning the Coin: a competition model to evaluate mergers. *J. Res. Ind. Org.*, pp. 1–8.
8. Statystychnyi biuletен "Turystychna diialnist v Ukraini". Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [Statistical bulletin "Tourist activity in Ukraine". State Statistics Service of Ukraine]. Kyiv: Informatsiino-analitychne ahentstvo. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua> (accessed 28.08.2022).