

УДК 005.8:004.9:658

**Крап-Спісак Наталія Павлівна**

Кандидат технічних наук, асистент кафедри природничо-математичних дисциплін та інформаційних технологій, [orcid.org/0000-0003-3084-8515](https://orcid.org/0000-0003-3084-8515)

Львівський інститут економіки і туризму, Львів

**ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ  
ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ТУРИСТІВ В УКРАЇНІ**

**Анотація.** Актуальною проблемою у процесі дослідження конфігурацій туристичних потоків у системі управління проектами є використання математичного методу з використанням метрологічних чисел, який дає можливість проводити оцінку кількості туристів для заданого року дослідження та виконувати прогнозування кількості туристів. Метрологічні числа – це числа прикладних математичних досліджень, які записують як середньостатистичне значення кількості туристів та значення абсолютної  $\Delta_x$  похибки, за якими із заданою ймовірністю  $P$  знаходять похибку результатів вимірювання. Для прогнозування кількості туристів використовують середнє значення метрологічних чисел плюс/мінус абсолютна похибка метрологічних чисел. Прогнозування кількості туристів дає можливість визначати число туристів для заданого року дослідження із урахуванням основних факторів впливу.

**Ключові слова:** туристичні потоки; метрологічні числа; балансове співвідношення; швидкість зміни числа туристів; прискорення зміни числа туристів; похибка обчислень, прогнозне значення числа туристів

**Вступ**

Швидкий розвиток туризму вимагає розробки нових підходів та методів керування конфігураціями туристичних потоків у системі управління проектами. На сьогодні в Україні існує важлива науково-практична проблема розроблення нових методів у системі управління проектами щодо розкриття та обґрунтування системних засад керування конфігураціями туристичних потоків. Методологія керування конфігураціями туристичних потоків може бути удосконалена, якщо провести дослідження методом метрологічних чисел.

**Постановка проблеми**

Дослідження конфігурацій туристичних потоків в системі управління проектами математичним методом метрологічних чисел актуальне і потребує дослідження.

**Аналіз останніх досліджень  
і публікацій**

Поняття метрологічних чисел досліджено у статті В.Т. Кондратова “Проблема работы с метрологическими числами – проблема, которая объединит метрологию, информатику и вычислительную технику” [2]. Дослідження конфігурацій туристичних потоків із використанням метрологічних чисел у сфері управління проектами

проведено у статті В.М. Юзевича, Н.П. Крап-Спісак “Метрологічні числа у системі управління проектами”, проте тема залишається актуальною та потребує подальших досліджень та практичного застосування у сфері туризму [3].

**Мета статті**

Метою роботи є дослідження методологічних аспектів аналізу та управління конфігураціями туристичних потоків у системі управління проектами з використанням метрологічних чисел.

Об’єкт дослідження – метрологічні числа, які характеризують потоки туристів.

Предмет дослідження – математичний метод метрологічних чисел для удосконалення управління конфігураціями туристичних потоків.

**Виклад основного  
матеріалу дослідження**

У статистичному аналізі для характеристики туристичних потоків використано метрологічні числа.

Метрологічні числа – це основні числа, які розширюють можливості прикладних математичних досліджень у туристичній сфері. Наприклад, значення кількості туристів у вигляді метрологічного числа це:

– середньостатистичне значення кількості туристів та значення абсолютної  $\Delta_x$  похибки,

в якому із заданою ймовірністю  $P$  знаходимо похибку результатів вимірювання;

У загальному випадку метрологічне число кількості туристів записується так:

$$N_y = \bar{N}_y + \begin{cases} + \Delta N_B \\ - \Delta N_n \end{cases}, \quad (1)$$

де  $N_y$  – метрологічне число для заданого року спостереження;  $\bar{N}_y$  – середньостатистичне значення кількості обслужених туристів;  $+\Delta N_B$  і  $-\Delta N_n$  – абсолютний (базисний) або (ланцюговий) приріст кількості туристів.

Для аналізу кількості туристів уведено балансове співвідношення (2) та початкові умови (3):

$$\rho_N \frac{d^2 N_y}{dt^2} + J_N = \zeta_N, \quad (2)$$

$$\rho_N = 1, \zeta_N = 0, \quad (3)$$

де  $\rho_N$  – щільність кількості туристів (у першому наближенні беремо  $\rho_N = 1$ );  $J_N$  – швидкість зміни кількості туристів (потік);  $\zeta_n$  – джерело кількості туристів у заданий момент часу;  $t$  – час.

Запишемо загальний розв'язок задачі (2) – (3):

$$N_y = \frac{\zeta_N - J_N}{\rho_N} \frac{t^2}{2} + C_1 t + C_2, \quad (4)$$

де  $N_y$  – метрологічне число кількості туристів, яке характеризує середню кількість туристів за певний проміжок часу.

Враховуючи умову (3), отримаємо:

$$N_y = -J_N \frac{t^2}{2} + C_1 t + C_2. \quad (5)$$

Формула (5) – частковий розв'язок задачі (2) – (3):

$$J_N = \left| \frac{\Delta N_y}{\Delta t} \right| = \left| \frac{dN_y}{dt} \right|, \quad (6)$$

де  $\Delta N_y$ ,  $\Delta t$  – прирости (зміни) кількості туристів і часу відповідно.

Позначимо  $V_{JN}$  – прискорення зміни кількості туристів, яке визначено за формулою:

$$V_{JN} = \left| \frac{d^2 N_y}{dt^2} \right|. \quad (7)$$

Якщо  $V_{JN} > 0$ , то  $V_{JN}$  можна трактувати як прискорення (в протилежному випадку – сповільнення).

Проведемо дослідження кількості громадян України, які виїжджали за кордон України методом метрологічних чисел.

Нехай відомо кількість громадян України, які виїжджали за кордон (табл. 1). Необхідно

спрогнозувати, яка кількість туристів буде обслуговуватися у наступному році [10].

Таблиця 1 – Кількість громадян України, які виїжджали за кордон

Роки дослідження	Кількість громадян України, які виїжджали за кордон – усього
2000	13422320
2001	14849033
2002	14729444
2003	14794932
2004	15487571
2005	16453704
2006	16875256
2007	17334653
2008	15498567
2009	15333949
2010	17180034
2011	19773143
2012	21432836
2013	23761287
2014	22437671
2015	23141646

Побудуємо графік, на якому зображено кількість громадян України, які виїжджали за кордон засобами табличного процесора MS Excel. Даний графік показано на рисунку.



Рисунок – Кількість громадян України, які виїжджали за кордон

Визначимо середнє значення кількості туристів, які виїжджали за кордон, та похибку результату оцінювання кількості обслужених туристів. Результати досліджень подані у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати досліджень

Роки дослідження	Кількість громадян України, які виїжджали за кордон – усього	Середнє значення кількості туристів, які виїжджали за кордон	Похибка результату оцінювання кількості обслужених туристів, $\Delta$
2000	13422320		
2001	14849033	14135676,5	1426713
2002	14729444	14789238,5	-119589
2003	14794932	14762188	65488
2004	15487571	15141251,5	692639
2005	16453704	15970637,5	966133
2006	16875256	16664480	421552
2007	17334653	17104954,5	459397
2008	15498567	16416610	-1836086
2009	15333949	15416258	-164618
2010	17180034	16256991,5	1846085
2011	19773143	18476588,5	2593109
2012	21432836	20602989,5	1659693
2013	23761287	22597061,5	2328451
2014	22437671	23099479	-1323616
2015	23141646	22789658,5	703975

Визначимо значення метрологічних чисел для кожного року дослідження. Результати досліджень подані у табл. 3.

Таблиця 3 – Результати досліджень

Роки дослідження	Метрологічні числа	
	$N_y^-$	$N_y^+$
2000		
2001	12708963,5	15562389,5
2002	14908827,5	14669649,5
2003	14696700	14827676
2004	14448612,5	15833890,5
2005	15004504,5	16936770,5
2006	16242928	17086032
2007	16645557,5	17564351,5
2008	18252696	14580524
2009	15580876	15251640
2010	14410906,5	18103076,5
2011	15883479,5	21069697,5
2012	18943296,5	22262682,5
2013	20268610,5	24925512,5
2014	24423095	21775863
2015	22085683,5	23493633,5

Із табл. 3 видно на якому проміжку ( $N_y^-; N_y^+$ ) знаходяться значення кількості туристів за заданим видом туристичних потоків.

Для обчислення прогнозного значення кількості туристів на наступні роки скористаємося формулою:

$$P = \text{CPЗНАЧ}(N_y^-; N_y^+) \pm \delta, \quad (8)$$

де  $P$  – прогнозне значення кількості туристів;  $\text{CPЗНАЧ}(N_y^-; N_y^+)$  – середнє значення метрологічних чисел;  $\delta$  – похибка між значеннями метрологічних чисел.

Обчислимо прогнозне значення кількості громадян України, які виїжджали за кордон у 2016 році за формулою (8):

$$P_1 = 24197608,5;$$

$$P_2 = 21381708,5.$$

Таким чином за формулою (8) можна прогнозувати значення кількості туристів на наступний рік із використанням метрологічних чисел.

Отже, число туристів у 2016 році буде належати проміжку ( $P_2; P_1$ ), тобто (21381708,5; 24197608,5).

Розглянуті показники туристичних потоків використовуються для прогнозування даних щодо заданого виду туризму (в'їзного, виїзного, внутрішнього та інших) для заданого року дослідження.

### Висновки

Використання математичного методу метрологічних чисел дає можливість визначити проміжок, в якому знаходиться задана кількість туристів, та обчислювати прогноз кількості туристів на наступний рік, що підвищує ефективність та якість проектних рішень в туристичній індустрії.

Звідси можна визначити основні фактори, які впливають на зміну конфігурацій туристичних потоків:

- природно-географічні та культурно-історичні;
- доступність і місткість туристсько-рекреаційних ресурсів;
- соціально-економічні;
- забезпечення достатньої безпеки туристів;
- достатній рівень туристичного обслуговування;
- рівень розвитку туристичної інфраструктури.

Усі наведені фактори впливають на виробничу потужність галузі туризму комплексно.

## Список літератури

1. Засименко В. М. Основи теорії планування експерименту / В. М. Засименко. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2000. – 205 с.
2. Кондратов В. Т. Проблема роботи з метрологічними числами – проблема, яка поєднує метрологію, інформатику і обчислювальну техніку/ В. Т. Кондратов // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2008. – № 7. – С. 13–22.
3. Крап Н. П. Моделювання туристичних потоків з використанням метрологічних чисел / Н.П. Крап, В.М. Юзевич // Комп'ютерні науки та інформаційні технології. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – Львів: Вид. НУ “Львівська політехніка”. – 2011. – № 694. – С. 221-225.
4. Крап-Спісак Н.П. Метрологічні числа у системі управління проектами / Н.П.Крап-Спісак, В.М. Юзевич // Збірник наукових праць “Управління розвитком складних систем”. – 2015. – № 24. – С. 70-74.
5. Мальська М. П. Міжнародний туризм і сфера послуг: Підручник / М. П. Мальська, Н. В. Антонюк, Н. М. Ганич. – К.: Знання, 2008. – 661 с. ISBN 978-966-346-327-8
6. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень: науково-навчальне видання / С. О. Довгий ... [та ін.] / Національна академія наук України, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. – К.: Азимут-Україна, 2011. – 607 с. : іл. – ISBN 9789661541251.
7. Теория выбора и принятия решений / И. М. Макаров, Т. М. Виноградская, А. А. Рубчинский, В. Б. Соколов. – М.: Наука, 1982. – С. 328.
8. Сахно Є.Ю. Оцінка інформаційних потоків в системі управління проектами / Є.Ю. Сахно., М.С. Дорош., А.В. Ребенко // Збірник наукових праць “Управління розвитком складних систем”. – 2010. – № 1. – С. 79-84.
9. Цюцюра С.В. Теоретичні основи та сутність управлінських рішень. Моделі прийняття управлінських рішень / С.В. Цюцюра., О.В. Криворучко., М.І. Цюцюра // Збірник наукових праць “Управління розвитком складних систем”. – 2012. – № 9. – С. 53-58.
10. Сайт Державного агентства України з туризму і курортів / Режим доступу: [www.stat.gov.ua](http://www.stat.gov.ua)

Стаття надійшла до редколегії 04.11.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Ванько, НУ “Львівська політехніка”, Львів.

#### Крап-Спісак Наталя Павлівна

Кандидат технічних наук, асистент кафедри естественно-математических дисциплин и информационных технологий, [orcid.org/0000-0003-3084-8515](http://orcid.org/0000-0003-3084-8515)  
 Львовский институт экономики и туризма, Львов

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТУРИСТОВ В УКРАИНЕ

**Аннотация.** Актуальной проблемой в процессе исследования конфигураций туристических потоков в системе управления проектами является использование математического метода метрологических чисел, который дает возможность проводить оценку числа туристов для заданного года исследования и выполнять прогнозирование количества туристов. Метрологические числа – это числа прикладных математических исследований, которые записывают как среднестатистическое значение количества туристов и значение абсолютной погрешности, по которым с заданной вероятностью  $P$  находят погрешность результатов измерения. Для прогнозирования количества туристов используют первое и второе приближение. Прогнозирование количества туристов дает возможность определять количество туристов для заданного года исследования с учетом основных факторов влияния.

**Ключевые слова:** туристические потоки; метрологические числа; балансовое соотношение; скорость изменения числа туристов; ускорения изменения числа туристов; погрешность вычислений; прогнозное значение количества туристов

#### Крап-Спісак Наталія

Ph.D., Assistant Department of Natural and Mathematical Sciences and Information Technology, [orcid.org/0000-0003-3084-8515](http://orcid.org/0000-0003-3084-8515)  
 Lviv Institute of Economy and Tourism, Lviv

### THE USE OF MATHEMATICAL METHOD FOR PREDICTING NUMBER OF TOURISTS IN UKRAINE

**Abstract.** The actual problems in the research process configurations tourist flows in the system of project management is the use of a mathematical method of using metrological numbers, which makes it possible to assess the number of tourists for a given year to carry out research and forecasting tourist numbers. Metrological number - a number of applied mathematical

research, which is recorded as the average value of the number of tourists and the absolute value of  $\Delta h$  error, which with a certain probability  $P$  are error measurement results. To predict the number of tourists using the first and second coming are used. Predicting the number of tourists makes it possible to determine the number of tourists for a given year study taking into account the main factors of influence.

**Keywords:** *tourist flows; metrological number; the balance value; the rate of change in the number of tourists; accelerating change in the number of tourists; error computing; predictive value of the number of tourists*

#### References

1. Zasyenko, V.M. (2000). *Basic theory of experiment planning*. Lviv: NU "Lviv Polytechnic", 205.
2. Kondratov, V.T. (2008). *Problem working with metrological numbers – a problem that combines metrology, informatics and computer science. Computer means, networks and systems*, 7, 13-22.
3. Krap, N.P. (2011). *Modeling tourism flows using a metrological numbers* / N.P. Krap, V.M. Yuzevych // *Computer Science and Information Technology. Proceedings of the National University "Lviv- Country Polytechnic"*. Lviv: Lviv Polytechnic, 221-225.
4. Krap-Spisak, N.P. (2015). *Metrological number in the management of projects* / N.P. Krap-Spisak, V.M. Yuzevych // *Proceedings of "Managing the development of complex systems"*, 24, 70-74.
5. Malska, M.P., Antoniuk, N.V., Ganych, N.M. (2008). *International tourism and the service sector: Textbook*, Kyiv: Knowledge, 661. ISBN 978-966-346-327-8
6. *Forecasting methods in decision support systems: scientific and educational publications* / S.A Long ... [et al.] (2011) / *National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Telecommunications and Global Information Space*, Kyiv: Azimut-Ukraine, 607: Ill. ISBN 978966 1541251.
7. Makarov, I.M. & Vynohradskaya, T.N. & Rubchynskyy, A.A. & Sokolov, V.B. (1982). *Choice Theory and Adoption decisions*. Moscow, Russia: Nauka, 328.
8. Sahno, E.Y. (2010). *Evaluation of information flow in the management of projects* / E.Y. Sahno, M.S. Dorosh, A.V. Rebenok // *Management of development of complex systems*, 1, 79-84.
9. Tsyutsyura, S.V. (2012). *The theoretical basis and essence of management decisions. model management decisions* // S.V. Tsyutsyura., O.V. Kryvoruchko., M.I. Tsyutsyura // *Management of development of complex systems*, 9, 53-58.
10. *The site of the State Agency of Ukraine for Tourism and Resorts* / Access: <http://www.stat.gov.ua>

#### Посилання на публікацію

- APA Krap-Spisak, N.P., (2016). *The use of mathematical methods for predicting number of tourists in Ukraine. Management of Development of Complex Systems*, (28), 90 – 94.
- ГОСТ Кран-Спісак Н.П. Використання математичних методів для прогнозування кількості туристів в Україні. [Текст] / Н. П. Кран- Спісак / *Управління розвитком складних систем*. – 2016. – № 28. – С. 90 – 94.