

Висвітлено актуальні питання теорії та практики природничої географії, суспільної географії й картографії.
Для науковців, викладачів, аспірантів і студентів.

In this bulletin the actual problems of theory and practice of natural geography, public geography and cartography are lighted up.

For scientists, professors, PhD students and students.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

С. П. Запотоцький, д-р геогр. наук, проф.
(Київський національний університет імені Тараса Шевченка)

**РЕДАКЦІЙНА
КОЛЕГІЯ**

О. Г. Шевченко, д-р геогр. наук, доц. (шеф-редактор) (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); Н. С. Короба, канд. геогр. наук (відп. ред.) (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); Н. П. Герасименко, д-р геогр. наук, проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); М. Д. Гродзинський, д-р геогр. наук, проф., чл.-кор. НАН України (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); Л. М. Даценко, д-р геогр. наук, проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); К. В. Мезенцев, д-р геогр. наук, проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); О. Г. Ободовський, д-р геогр. наук, проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); І. Г. Савчук, канд. геогр. наук, старш. наук. співроб. (Національний університет оборони імені Івана Черняхівського, КПНЗ "КМАН учнівської молоді"); С. І. Сніжко, д-р геогр. наук, проф. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка); П. Г. Шищенко, д-р геогр. наук, проф., чл.-кор. НАПН України (Київський національний університет імені Тараса Шевченка)

Міжнародна редколегія

Павло Беднар, PhD (географічні науки), (Університет Томаса Бата в Зліні, Чехія); Давід Карачоні, PhD (географічні науки), (Північний інститут Університету Чарльза Дарвіна, Австралія); Тібор Мадленак, канд. природн. наук, доц. (Університет Матея Бела, Словаччина); Март Рейман, PhD (географічні науки), (Талліннський університет, Естонія); Жоао Сарменто, канд. геогр. наук, доц. (Університет Мінью, Португалія); Ленка Смекалова, PhD (географічні науки), (Університет Томаса Бата в Зліні, Чехія); Чіннаасак Суван-ашарія, доц. (Таксінський університет, Тайланд)

Індексується в

Cross-Ref Database, Index Copernicus International, Google Scholar

Адреса редколегії

географічний факультет, просп. Академіка Глушкова, 2а, м. Київ, ГСП-680
☎ (38044) 521 32 70
E-mail: geovisnyk.knu@gmail.com; Web: <http://visnyk-geo.univ.kiev.ua>

Затверджено

Вченою радою географічного факультету
13.06.22 (протокол № 12)

Атестовано

Атестаційною колегією Міністерства освіти і науки України
Наказ № 515 від 16.05.2016

Зареєстровано

Міністерством юстиції України.
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 23967-13807ПР від 11.05.2019

**Засновник
та видавець**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет".
Свідоцтво внесено до Державного реєстру
ДК № 1103 від 31.10.02

Адреса видавця

ВПЦ "Київський університет" (кімн. 43),
6-р Т. Шевченка, 14, Київ, Україна, 01030
☎ (38044) 239 31 72, 239 32 22; факс 239 31 28

BULLETIN

of Taras Shevchenko National University of Kyiv

ISSN 1728-2721

GEOGRAPHY

1/2(82/83)/2022

Foundation year 1958 року

In this bulletin the actual problems of theory and practice of natural geography, public geography and cartography are lighted up.

For scientists, professors, PhD students and students.

Висвітлено актуальні питання теорії та практики природничої географії, суспільної географії й картографії.
Для науковців, викладачів, аспірантів і студентів.

RESPONSIBLE EDITOR

Serhii Zapototskyi, Doctor of Geographical Sciences, Professor
(Taras Shevchenko National University of Kyiv)

EDITORIAL BOARD

Olga Shevchenko, Doctor of Geographical Sciences, Assoc. Prof. (editor-in-chief) (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Nataliia Koroma, PhD Geography (executive editor) (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Natalia Gerasimenko, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Michael Grodzynskyi, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Liudmyla Datsenko, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Kostyantyn Mezentshev, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Oleksandr Obodovskyi, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Savchuk Ivan, PhD Geography, Senior Researcher (KPNZ "Kyiv. Small Academy of Sciences of Student Youth"); Serhii Snizhko, Doctor of Geographical Sciences, Professor (Taras Shevchenko National University of Kyiv); Petro Shyshchenko, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Associate NAPS of Ukraine (Taras Shevchenko National University of Kyiv)

International Editorial Board

Pavel Bednar, RNDr., PhD (Geographical Science), (Tomas Bata University in Zlin, Czech Republic); David Karacsonyi, PhD (Geographical Science), (Northern Institute, Charles Darwin University, Australia); Tibor Madleňák, RNDr, PhD (Univerzita Mateja Bela, Slovakia); Mart Reimann, PhD (Geographical Science), (Tallinn University, Estonia); João Sarmento, The Candidate of Philological Science, Assoc. Prof. (The University of Minho, Portugal); Lenka Smekalova, Ing., PhD (Geographical Science), (Tomas Bata University in Zlin, Czech Republic); Chinnasak Suwan-achariya, Assoc. Prof. (Thaksin University, Songkla, Thailand)

Indexed in

Cross- Ref Database, Index Copernicus International, Google Scholar

Address of Editorial Board

Kyiv-127, Avenue Akademika Glushkova 2, The Faculty of Geography,
Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Tel.: +380445213270
E-mail: geovisnyk.knu@gmail.com
Web: <http://visnyk-geo.univ.kiev.ua>

Approved

Scientific Council of the Faculty of Geography.
Protocol No. 12 of June 13, 2022.

Attested

Decree of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 16.05.2016., №515. Included in the List of Scientific professional editions of Ukraine of category "B" (by Annex 1 of the order of Ministry of Education and Science of Ukraine 17.03.2020 № 409).

Registered

Ministry of Justice of Ukraine, The certificate of state registration of a print media KB № 23967-13807ПП of 11.05.2019

Founder, publishing and printing centre

Taras Shevchenko National University of Kyiv
Publishing and printing centre "Kyiv University"

The certificate has been entered in the state register
DK No. 1103 dated 10.31.02

Address of centre

01030, Ukraine, Kyiv, boulevard Taras Shevchenko 14, Room 43
Tel.: +380442393172, +380442393222; Fax: +380442340105

I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Хільчевський В., Запотоцький С. Громадянська наука і моніторинг довкілля: світові тенденції, ситуація в Україні [англ.]	8
Олійник Р. Аерозолі геоінженерії [укр.]	16

II. СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Екерт Д., Савчук І. Міст війни [укр.]	24
Запотоцька В., Телешман В. Перцепція населення децентралізаційних процесів в Україні. Кейс Кельменецької та Лівинецької громад [англ.]	28
Макаренко П. Людино-орієнтована концепція як умова розвитку України [англ.].....	34

III. ГЕОГРАФІЯ РЕКРЕАЦІЇ ТА ТУРИЗМУ

Кіптенко В., Околович І. Впровадження аспектів сталого розвитку у сфері сільського туризму в Україні [англ.].....	39
Смирнов І., Любіцева О. Явище відкладеного попиту – чинник розвитку постковідного туризму у світі та в Україні [укр.].....	47
Долгова К. Концептуальні засади суспільно-географічного вивчення комплексу дитячого туризму (на прикладі кластеру ППДТ України) [англ.].....	57

CONTENTS

ISSUE 1 (82)

I. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL INVESTIGATION

Khilchevsky V., Zapototskyi S. Citizen science and environmental monitoring: world trends, situation in Ukraine [engl.].....	8
Oliynyk R. Geosengineering aerosols [ukr.].....	16

II. SOCIO-GEOGRAPHIC INVESTIGATION

Eckert D., Savchuk I. Bridge of war [ukr.]	24
Zapototska V., Teleshman V. Population perception of decentralization processes in Ukraine. The case of Kelmenetska and Livynetska communities [engl.]	28
Makarenko P. Human-oriented concept as a condition of Ukraine's development [engl.]	34

III. GEOGRAPHY OF RECREATION AND TOURISM

Kiptenko V., Okolovych I. Introduction of sustainable development aspects in the field of rural tourism in Ukraine [engl.].....	39
Smyrnov I., Lyubitseva O. The delayed demand phenomenon as a factor of the post-COVID tourism development in the world and in Ukraine [ukr.]	47
Dolhova K. Conceptual foundations of human-geographical study of the complex of children's tourism (on the example of the CECT cluster of Ukraine) [engl.]	57

IV . ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Шищенко П., Гавриленко О., Циганок Є., Муніч Н. Відновлення деградованих міських водно-болотних угідь (на прикладі Совських ставків у Києві) [англ.]	62
Гостюк З., Карабінюк М., Буряник О. Особливості виникнення паводків на території Покутських Карпат [англ.]	70
Шевченко О., Сніжко С., Костирко І. Тропічні ночі в Україні: просторово-часовий аналіз [укр.]	76
Яценко Ю. Вплив військових дій на якість атмосферного повітря в Україні	84

V . КАРТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Краковський С., Курач Т. Класифікація інтерактивних функцій електронного атласу: теоретико-методологічні засади створення [англ.]	89
--	----

VI. МОЛОДІ НАУКОВЦІ

Разумова О. Регіональні особливості аутсорсингу [англ.]	100
Джибо Цуй Методика дослідження геопросторової організації військового туризму в Україні [англ.]	105

CONTENTS

ISSUE 2 (83)

IV . NATURAL-GEOGRAPHIC INVESTIGATION

Shyshchenko P., Havrylenko O., Tsyhanok Ye., Munich N. Restoration of degraded urban wetlands (by the case of Sovski ponds in Kyiv) [engl.].....	62
Hostiuk Z., Karabiniuk M., Burianyk O. Peculiarities of floods on the territory of Pokut Carpathians [engl.]	70
Shevchenko O., Snizhko S., Kostyrko I. Tropical night in Ukraine: spatio-temporal analysis [ukr.]	76
Yatsenko Y. The influence of military actions on atmospheric air quality in Ukraine [engl.].....	84

V . CARTOGRAPHIC INVESTIGATION

Krakovskyi S., Kurach T. Classification of interactive functions of the electronic atlas: theoretical and methodological basis of creation [engl.]	89
---	----

VI. YOUNG SCIENTISTS

Razumova O. Regional outsourcing particularities [engl.]	100
Zhibo Cui Methodology of geospatic research military tourism organizations in Ukraine [engl.].....	105

ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!



Цей випуск "Вісника Київського національного університету імені Тараса Шевченка, серія Географія", присвячується члену редакційної колегії нашого журналу, завідувачу кафедри фізичної географії та геоекології, Президенту Української асоціації ландшафтної екології, члену Президії Вченої ради Українського географічного товариства, відміннику освіти України, члену-кореспонденту Національної академії наук України, доктору географічних наук, професору **Михайлові Дмитровичу ГРОЗДИНСЬКОМУ**, який раптово пішов із життя 21 липня жовтня 2022 р. від страшної хвороби.

Михайло Дмитрович був не лише блискучим ученим, який усе життя займався науковою проблематикою в царині ландшафтної екології та сталого розвитку, а й прекрасним викладачем, що радо ділився своїми знаннями зі студентами нашого Університету та інших провідних ЗВО України, США, Англії, Південної Кореї.

По завершенню навчання у середній школі, Михайло Дмитрович Гродзинський вступив на географічний факультет Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка, який закінчив із відзнакою 1979 р. Того самого року і почав працювати у стінах рідного факультету. Згодом, 1983 р. захистив кандидатську, а 1995 р. – докторську дисертацію, отримав звання професора та став завідувачем кафедри фізичної географії та геоекології.

Він є автором понад 300 наукових праць, серед яких 26 монографій і підручників.

Про вагомі наукові здобутки й високий авторитет Михайла Дмитровича Гродзинського свідчать обрання його членом наукової ради Міжнародної асоціації ландшафтної екології (IALE), членом Національного комітету України з Програми ЮНЕСКО "Людина і біосфера", представником уряду України на нараді Ради Європи з розробки Ландшафтної конвенції, а також відзнака Державною премією України в галузі науки і техніки (2015) за цикл робіт з охорони й відновлення ландшафтного та біологічного різноманіття.

Вічна і світла пам'ять Михайлові Дмитровичу. Він назавжди залишиться у наших серцях!

I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.1>
UDC 626.81

V. Khilchevskyi, DSc (Geography), Professor
ORCID ID: 0000-0001-7643-0304

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

S. Zapototskyi, DSc (Geography), Professor
ORCID ID: 0000-0002-3515-4187

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

CITIZEN SCIENCE AND ENVIRONMENTAL MONITORING: WORLD TRENDS, SITUATION IN UKRAINE

The aim of the study was to characterize the main trends in the development of citizen science (CS), which has been attracting growing interest from society since the beginning of the 21st century, which is associated with the development of digital technologies, the ability to connect to the Internet. According to the Oxford Dictionary, "Citizenship Science is the collection and analysis of data related to the natural world by members of the general public, usually as part of a collaborative project with professional scientists". This movement has a significant activity in the countries of Western Europe, the USA, Australia, and in the last decade in China. An analysis of completed projects shows that citizen science has the greatest impact on research in the field of biology, ecology, and solutions to environmental problems and is mainly used for collecting and classifying data. The accuracy of the data obtained by CS representatives depends on the proper organization of research and requires constant monitoring and cooperation with professional scientists. Citizens' motivation to participate in research can also influence the results of CS projects. Three general aspects are highlighted as motivation for participation in CS: a) raising the individual scientific and educational level and the desire to increase public awareness; b) filling gaps in government monitoring and identifying local problems; c) harnessing scientific knowledge to inform policymakers and decision-makers and ensuring consistency of actions at different scales.

An important area of research in citizen science is monitoring the quality of water in water bodies, as evidenced by more than 800 works published during 2010–2020. In periodicals indexed by the Web of Science. It is relevant to involve representatives of citizen science in solving the tasks facing SDG 6 "Clean water and adequate sanitation", one of the 17 global goals that were adopted at the UN Summit on Sustainable Development (2015) for the period 2015–2030. The participation of citizen science can be significant in the context of SDG 6.3.2 "Identifying the proportion of water bodies with good water quality", as these studies relate to the monitoring of water bodies at the community level. The FreshWater Watch program, launched in 2012, is based on continuous monitoring of freshwater bodies. The program has both a global and a local level. Global level – citizen scientists in different countries participating in the program work according to the same methods and register a common set of parameters that are loaded into the same database. Local level – working with local groups and scientists who have scientific questions about their specific water bodies. Thus, using global approaches, it is possible to answer local questions about water quality and the state of ecosystems.

In Ukraine, the situation with citizen science is fundamentally different from that described above. There is no citizen science in the same form as in the countries of Western Europe, North America, Australia and East Asia in Ukraine. This is connected both with the general economic situation of the country and, accordingly, the constant reduction of scientific institutions, a decrease in the interest of citizens in science, and with moral and ethical aspects (from the skepticism of professional Ukrainian scientists regarding the activities of representatives of citizen science to the unwillingness of broad strata of citizens to spend their time on work in CS projects). But on Facebook (FB) there are groups of biological, hydrological and geological orientation in Ukraine, which have their own sites in FB and carry out certain work. Ukraine's integration into the structure of the European Union will contribute to the emergence of new opportunities for further development of citizen society, including participation in citizen science projects.

Keywords: *citizen science, information accuracy, environment, environmental policy, sustainable development goals, water and sanitation, situation in Ukraine.*

Introduction. In the 21st century, the world's trend of citizen participation in research projects has intensified, which became a means of encouraging their interest and a deeper understanding of science, while ensuring unprecedented interaction between professional scientists and the general public. Involving citizens often allows scientists to achieve goals more successfully than they would without their participation. In addition, such projects are aimed at encouraging public participation in research, as well as in science in general, which makes it possible to talk about such a phenomenon as *citizen science* (CS).

Citizen science is a concept of conducting scientific research with the involvement of a wide range of volunteers, many of whom can be amateurs, ie do not have previous scientific education and training in the speciality. As a rule, citizen science is associated with long-term programs, such as environmental monitoring, water management (Firehock&West, 2001; Laird et al., 2012), ornithology, and so on. Previous movements in citizen science have given impetus to industries such as amateur radio communication, amateur astronomy, and inventive activity. Today, citizen

science can also be seen as one of the approaches to non-formal science education (Bonney et al., 2009).

To a large extent, the growing interest in citizen science projects today is associated with the development of digital technologies, the availability of low-cost sensors and the ability to collect data by citizens using smartphone applications and transmitting information on the Internet. However, there are some programs that have a long history. In particular, one of the longest-running projects in citizen science is the Christmas bird count, initiated in 1900 by the National Audubon Society (USA).

An example of a global CS project is the FreshWater Watch program, launched by the international environmental organisation Earthwatch in 2012 to study the quality of water in running water bodies (Fresh Water Watch, 2022). With a global methodological approach and integration of information into a single database, the state of water bodies at the local level is also addressed.

The relevance of research in the field of citizen science is evidenced by the fact that only on the topic of monitoring water quality in water bodies during 2010–2021,

more than 850 works were published in periodicals indexed by the Web of Science.

Literature Review. Ideas that have become forerunners of recognition of citizen science in the world as a phenomenon was laid down in the works of P. Feyerabend (*Feyerabend, 1978*) and E. Chargaft (*Chargaft, 1978*). The conceptual provisions of citizen science are highlighted in the works of the British scientist A. Irwin (*Irwin, 1995*) and the American scientist R. Bonney (*Bonney, 1996*).

Various manifestations of citizen participation in research projects, which have become a means of encouraging interest and a deeper understanding of science while ensuring unprecedented interaction between professional scientists and the general public, are covered in various publications, such as C. Doyle (*Doyle et al., 2009*) et al. In 2010, the journal "Nature" published an article with the eloquent title "Citizen science: People power" (*Hand, 2010*).

The issue of reliability of the received information, one of the most sensitive issues of citizen science, is addressed in the works (*Thelen et al., 2008; Gardiner, 2012*), and economic aspects are covered in the publication (*Theobald et al., 2015*).

Citizen science's role in forming environmental policy is emphasised in the works (*Turbe et al., 2019*). Involvement of representatives of citizen science in implementing the provisions of the Sustainable Development Goals (SDGs), in particular, SDG 6 "Clean Water and Sanitation" is devoted to the work (*Hegarty et al., 2020*).

In Ukrainian scientific periodicals issues of citizen science are not considered.

The purpose of this study was: a) to identify the main trends in citizen science, which received a significant impetus to development in the world in the 21st century, and the areas of involvement of its representatives in the study of environmental issues, including water resources; b) make a cursory assessment of the situation regarding citizen science in Ukraine.

Used materials. The study used publications in international scientific journals and materials from the international environmental organization "Earthwatch", and the program "FreshWater Watch". Information from the Ukrainian information platforms Earth Day Ukraine, UkrBIN – National Biodiversity Information Network, and the world's largest social network Facebook was also used to study the existence of communities close to citizen science in Ukraine and the profile of their activities.

Results and Discussion.

History, theoretical background and terminology.

"Citizen science" is a fairly new term, but it is followed by an old practice. Historically, this term refers to scientists who have not collaborated with research institutions or have not had a formal academic education. In the 17–19 centuries, science was often done by self-employed gentlemen, amateurs, or researchers such as Isaac Newton (1643–1727), Charles Darwin (1809–1890), and others (*Silvertown, 2009*).

During the British colonization of North America, the first citizen scientists were American colonists who recorded weather data that remained in the archives and are now used to assess the climatic conditions of that time, or climate change today (*Fecko, 2014*).

In the 20th century, science became fully institutionalized. Researchers hired by universities and state research laboratories began to work in science. But in the 1970s, this situation was called into question. The philosopher P. Feyerabend called for the "democratization

of science" (*Feyerabend, 1978*). Biochemist E. Chargaft advocated the return to the science of nature lovers, because, in the traditions of Descartes, Newton, Leibniz, Buffon and Darwin, science was dominated by "amateurs, not money-oriented technical bureaucrats" (*Chargaft, 1978*).

The term "citizen science" has several sources, as well as different concepts. The first recorded use of the term dates back to 1989, in a political report by the Wilson Center (USA) entitled *Citizen Science and Politics: A European Perspective*, mentioned in a publication (*Haklay, 2015*), and in an article by R. Kerson in "MIT Technology Review" (*Kerson, R., 1989*). The last one describes how 225 volunteers in the United States collected rain samples to help the Audubon Society implement an acid rain awareness project.

Conceptual definitions of the term appeared in the mid-1990s. The British sociologist A. Irwin defined "citizen science" as "a dynamic concept of scientific citizenship that highlights the need to open science and the processes of scientific policy to the public" (*Irwin, 1995*). He sought to restore two aspects of the relationship between citizens and science: 1) science must respond to the interests and needs of citizens; 2) citizens themselves can produce reliable scientific knowledge.

The American ornithologist R. Bonney in the same period defined "citizen science" as projects in which non-scientists, such as lovers of ornithology, voluntarily receive scientific data, which is a contribution to ornithology (*Bonney, 1996*). This approach narrows the role of citizens in research compared to Irwin's concept.

The terms "citizen science" and "citizen scientists" were included in the Oxford Dictionary of English in June 2014. "Citizen science – the collection and analysis of data relating to the natural world, by the general public, usually in a joint project with professional scientists" (*Citizen science, 2014*). "A citizen-scientist is a representative of the public who is engaged in scientific work, often in cooperation with professional scientists and scientific institutions or under their guidance; amateur scientist" (*Citizen science, 2014*).

Analysis of completed projects shows that citizen science has the greatest impact on research in biology, ecology and environmental issues and is used mainly for data collection and classification (*Kullenberg, Kasperowski, 2016*). Nowadays, scientists can participate in a variety of activities, such as crowdsourcing or analysis of historical scientific data (for example, the National Center for Rain Rescue Program, which aims to digitize precipitation by 1961 by crowdsourcing precipitation data). Great Britain), to perform voluntary photo-registration of meetings of species of birds, wild animals, butterflies, etc. (*Van Strien et al., 2013*).

There are three general aspects (*Carlson, Cohen, 2018*) as a motivation to participate in "citizen science": a) raising the individual educational level and the desire to expand public awareness; b) filling gaps in state monitoring and identifying local problems; c) the use of scientific knowledge to inform politicians and decision-makers and to ensure that actions are appropriate at different scales.

Reliability of the received information. Initially, academics were sceptical of citizen science about data quality. Thus, the paper (*Foster-Smith et al., 2003*) questioned the value of marine environmental data collected by volunteers. The work of a group of 13 volunteers recruited by the Earthwatch Institute to study the distribution of living organisms off the coast of Cumbria in Scotland was evaluated. Errors related to the estimation of the number of some species. It is likely that these problems arose due to: 1) lack

of experience in the field of volunteers; 2) inadequacy of instructions on the use of some scales; 3) insufficient preparation for the beginning of field surveys.

A study published by the US National Park Service mentions possible problems with the reliability of data obtained by volunteers (*Thelen et al., 2008*): 1) some projects may not be suitable for volunteers, for example, when complex research methods are used or a significant amount of repetitive work; 2) there is a risk of entering biased data if volunteers do not have proper training in research and monitoring protocols. According to the authors of one of the environmental projects of citizen science "Lost Sun" (about beetles), the economic efficiency of citizen science data can outweigh the problems of data quality with proper management (*Gardiner, 2012*).

M. Kosmala and others in research on data quality assessment in citizen science note that citizen science projects in the field of ecology and environmental issues have great potential for the development of science. In addition, these projects can influence policy and guide resource management by creating datasets that cannot otherwise be created (*Kosmala, 2016*). They draw the following conclusions: 1) data sets created by voluntary certification centres can be reliably high quality without compromising on quality created by professionals; 2) the accuracy of the data obtained by each volunteer varies depending on the complexity of the task and the experience of the volunteer; there are several methods to increase the accuracy to the required levels for this project; 3) most types of deviations detected in citizen science data sets are also found in professional data sets and can be eliminated with the help of existing statistical tools; 4) reviewers of citizen science projects should pay attention to standardization and compliance of protocols with data of volunteers, methods of data collection and accuracy assessment.

The reliability of CS data for water quality monitoring is discussed in (*Quinlivan et al. 2020*). This study included checking data on plant nutrients in freshwater bodies collected by citizen scientists by comparing the CS results with laboratory results obtained on the same samples. It was found that with proper preparation and appropriate organization of the study, the data collected by citizen scientists can be used to measure and monitor phosphates, nitrates, and conductivity.

In June 2019, a partnership between the Earthwatch Foundation and the Institute of Water Resources of the University of Dublin (Ireland) launched a program to monitor the water quality of the River Liffey (length 132 km, catchment area 1256 km², Irish Sea basin) flowing through Dublin and the suburbs. In September 2019, a WaterBlitz (sampling and analysis of water samples over the weekend) was conducted, during which more than 350 samples were taken at locations selected by citizens in the River Liffey Basin (*Hegarty et al., 2019*). Data analysis showed a correlation between elevated nitrate concentrations in river water and the presence of agricultural land, as well as an

increase in phosphate values in river water in urban areas after heavy rains. Due to the constant monitoring of phosphates, nitrates and turbidity of the River Liffey water, the CS representatives supplement the data collected by local authorities and the Environmental Protection Agency.

As citizen science continues to evolve, a key indicator of project success that is expected to be seen will be a growing awareness of data quality. Citizen science can become a common tool to help collect inaccessible high-quality data to support policy and resource management, environmental monitoring, and basic science (*Kosmala, 2016*).

Ethical aspects include, first and foremost, issues such as intellectual property. The Citizen Science Association (CSA), headquartered at the Cornell Ornithological Laboratory (Ithaca, USA), and the European Citizen Science Association (ECSA), headquartered at the Museum of Natural History (Berlin, Germany), have working groups on ethics and principles. In 2015, ECSA published the "Ten Principles of Citizen Science" (*European CSA, 2015*). Paragraph 10 of this document states that citizen science project managers take into account legal and ethical issues related to copyright, intellectual property, data sharing agreements, confidentiality, attribution and the impact of any activity on the environment.

At the same time, there are critical views on the use of citizen science volunteers as actual unpaid workers by some commercial organizations. In particular, D. Jemielniak and A. Przegalinska in the work devoted to the study of the impact of network technologies on the emergence of a new cooperation society, emphasize that the use of citizen science volunteers can be exploitative (*Jemielniak, Przegalinska, 2020*).

The group of authors, which in 2015 studied the work of about 390 unique projects related to biodiversity, concluded that they voluntarily participate annually from 1.36 million to 2.28 million people, and the range of in-kind contributions of volunteering in monetary terms range from \$ 667 million to \$ 2.5 billion per year (*Theobald et al., 2015*).

Citizen science and environmental policy. As noted by A. Turbe and others. (*Turbe et al., 2019*), the importance of the impact of citizen science projects on environmental policy can be understood by analyzing case studies of citizen science in three main aspects: the role of the citizen-scientist; the scientific dimension; socio-economic dimension (Fig. 1). This analysis shows that citizen science can contribute to each stage of the environmental policy process: *problem definition* (definition of a new environmental problem or formulation of a new hypothesis about known problems); *policy formation* (definition of structural elements of policy); *policy implementation* (policy implementation or description of their implementation); *compliance assurance* (measures to promote, monitor and ensure compliance with existing environmental standards, for example, through awareness-raising, inspections, warnings and fines); *policy evaluation* (evaluation of the results of citizen science intervention in environmental policy).

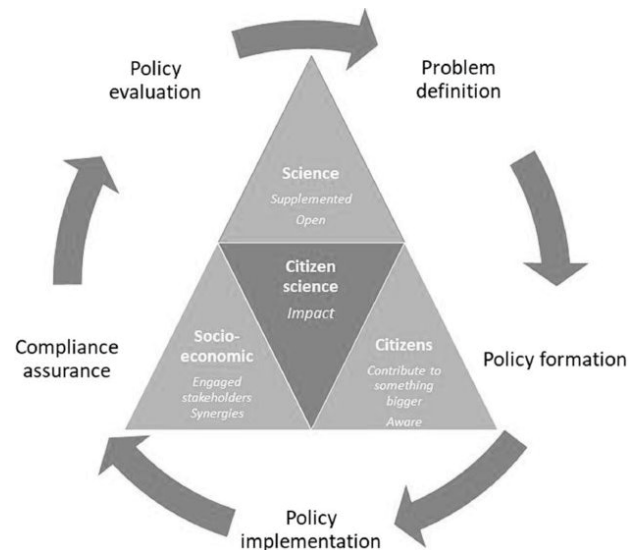


Fig. 1. Three key aspects of citizen science (citizen, scientific, socio-economic) that can affect the effectiveness of environmental policy (Source: Turbe et al., 2019)

Citizen Science and Sustainable Development Goals – SDG 6. Sustainable Development Goals (SDGs), or global goals – key areas of development of the world, which were adopted at the UN Summit on Sustainable Development in 2015 for the period 2015–2030 and number 17 global goals, which meet 169 tasks. SDG 6 "Clean Water and Sanitation" is about ensuring the availability and sustainable

management of water resources and sanitation for all (United Nations, 2018; Khilchevskiy, Karamushka, 2021).

SDG 6 has eight tasks (Table 1). Six of them should be completed by 2030, task SDG 6.6 – by 2020, and for task SDG 6.6b – the year has not been determined. Each task also has one or two indicators to be used to measure progress.

Table 1. Structure of tasks and indicators of their implementation for SDG 6 "Clean Water and Sanitation" in accordance with the resolution of the UN General Assembly resolution on sustainable development in 2015 (Source: United Nations. Goal 6)

TasksSDG 6			Implementation indicators	
№	Task title	Year of implementation	№	Indicator title
6.1	Safe and affordable drinking water	2030	6.1.1	The share of the population that uses safe drinking water
6.2	Termination of open defecation and provision of access to sanitation and hygiene	2030	6.2.1	The share of the population that uses: a) safe sanitation services; b) hand washes with soap and water
6.3	Improving water quality, wastewater treatment and safe reuse Improving water efficiency, providing fresh water supplies, and significantly reducing the number of people suffering from water shortages	2030	6.3.1	The share of domestic and industrial wastewater that is safely treated
			6.3.2	The proportion of water bodies with good water quality
6.4	Introduce integrated water resources management at all levels, including through cross-border cooperation Protection and restoration of water-related ecosystems	2030	6.4.1	Changes in water efficiency over time
			6.4.2	Water stress level: freshwater intake as a share of available freshwater resources
6.5	Expanding support to developing countries in the field of water supply and sanitation (desalination, recycling and reuse technologies)	2030	6.5.1	Degree in integrated water resources management
			6.5.2	Part of the territory of the transboundary basin with the current mechanism of water cooperation
6.6	Safe and affordable drinking water	2020	6.6.1	The length of water-related ecosystems changes over time
6.6a	Termination of open defecation and provision of access to sanitation and hygiene	2030	6.6a.1	The amount of official development assistance related to water supply and sanitation, which is part of the cost plan, is coordinated by the government
6.6b	Improving water quality, wastewater treatment and safe reuse	-	6.6b.1	Support and strengthen the participation of local communities in improving water and sanitation management

There are a total of 11 indicators (*United Nations. Goal 6*). The main sources of data on SDG 6 targets and indicators come from a body called the Integrated Monitoring Initiative for SDG 6, coordinated by UN-Water. Each government must decide how to include them in national planning processes, policies and strategies based on national realities, opportunities, levels of development and priorities (*United Nations, 2018*).

The paper (*Fritz et al., 2019*) considers a plan for the inclusion of citizen science data for sustainable development. The paper was prepared by citizen science representatives, academic scientists working in the field of citizen science, and the United Nations Environment Program (UNEP) to evaluate a practical approach to using citizen science's capacity to assess the implementation of the SDG's objectives. Involving citizens can have important benefits, especially when collecting data.

Thus, the participation of citizen science can be significant in the context of SDG 6.3.2 "Identification of the share of water bodies with good water quality" (Table 1), as these studies are related to the monitoring of water bodies at the community level.

FreshWater Watch program. FreshWater Watch is a global CS project launched by the international environmental non-profit organization Earthwatch (*Earthwatch, 2021*) to study water quality and ecosystem degradation in freshwater bodies. Earthwatch is developing a citizen science model to raise funds and recruit individuals,

students, faculty and corporate fellows to participate in critical field research to understand nature's response to accelerating global change. Earthwatch is headquartered in Boston, USA, with regional offices in Oxford, England, Melbourne, Australia, Tokyo, Japan and Hong Kong, China.

The FreshWater Watch program is based on the continuous monitoring of freshwater bodies, which began in 2012 (*FreshWater Watch, 2021*). She works with local groups and scientists who have scientific questions about their specific surface water bodies. Thus, using global approaches, it is possible to answer local questions about water quality and the state of ecosystems (*Hadj-Hammou et al., 2017; Loiselle et al., 2017*). The project works both globally and locally.

Global level – citizen scientists in different countries who participate in the program, work on common methods and register a common set of parameters that are loaded into the same database. Therefore, the results can be compared globally. Local-level – the ability to conduct small-scale research with high density. At the same time, local communities often use the results of CS research to address specific local hydroecological issues (*Hadj-Hammou et al., 2017*).

As of 2020, more than 23000 field samples were registered under the program, and water quality was monitored in more than 2500 water bodies on five continents (Figure 2).

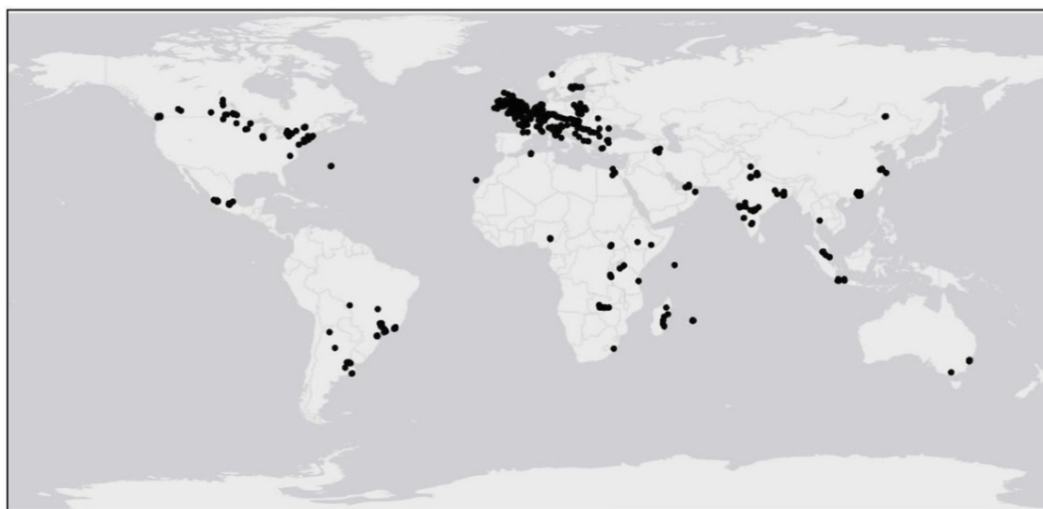


Fig. 2. Map of surface water sampling by representatives of citizen science under the program FWW "Earthwatch FreshWater Watch", which covers all continents – 2012–2019
(Source: Hegarty et. al., 2020)

Although the FreshWater Watch program does not measure all the parameters needed to achieve SDG 6.3.2, citizens do measure the phosphorus content of phosphates (PO_4^{3-}) and nitrogen in the form of nitrates (NO_3^-) at all points. And other parameters are measured within specific local projects. Many of them are concentrated in urban freshwater bodies, which are particularly vulnerable to anthropogenic impact.

The state of affairs with citizen science in Ukraine.

As noted above, in the Ukrainian scientific periodicals issues of citizen science are not considered at all. There are no publications that would indicate the use of data obtained from participation in real citizen science projects.

But among the Ukrainian electronic resources, we managed to find information platforms that position their commitment to citizen science. In particular, "Earth Day Ukraine". As stated on the main page, this all-Ukrainian platform is "created to unite the media, business, NGOs, volunteers, activists and bring the eco-consciousness of Ukrainians into an active state" (*Earth Day Ukraine, 2021*); UkrBIN – National Biodiversity Information Network is a public project for the identification and collection of observations of living organisms (*Ukrainian Biodiversity Information Network, 2021*).

On Facebook (FB), there are groups of biological, hydrological and geological orientation in Ukraine, which have their sites on FB (Table 2).

Table 2. Availability of separate information sites or groups on Facebook (FB) in the Ukrainian Internet space as of 2022, which position their commitment to citizen science

(Source: Created by the authors)

Site, group – title in English (original title in Ukrainian)	Purpose of activity	Year of foundation	Number of participants, thousand
Information platforms			
Earth Day Ukraine	uniting the media, business, and public organizations and bringing the eco-consciousness into an active state	–	–
UkrBIN	identification and collection of observations of living organisms	–	–
Groups in FB biological orientation			
Mushrooms of Ukraine (Гриби України)	association of the mycological community	2016	98.0
Flora of Ukraine (Рослинний світ України)	exchange of information on wild flora and natural vegetation	2017	28.9
Birds of Ukraine (Птахи України)	exchange of ornithological information	2014	24.3
Insects of Ukraine (Комахи України)	exchange of information about insects	2017	15.3
Ukrainian Botanical Group	exchange of information about the flora of Ukraine and the world	2012	12.3
Birdwatching Ukraine	bird watching in the wild	2014	5.0
Groups in FB hydrological orientation			
Save the Dniester from hydroelectric power plants (Врятуй Дністер від ГЕС)	preservation of the Dniester ecosystem	2015	6.0
The Dnieper unites! (Дніпро єднає!)	exchange of information on water resources of the Dnieper	2018	0.68
SOS Rivers! (Річки SOS!)	preservation of Ukrainian river systems	2016	0.49
Water movement in the Kyiv region (Водний рух Київщини)	preservation of Lybedi and others. small rivers of Kiev	2015	0.31
Ukrainian river network (Українська річкова мережа)	improving the condition of rivers in Ukraine	2015	0.19
Group in FB geological orientation			
Minerals of Ukraine (Мінерали України)	exchange of information on minerals and deposits	2021	0.85

The most numerous are groups of biological orientation: "Mushrooms of Ukraine" – unites the mycological community of the country (about 98 thousand participants); "Flora of Ukraine" (about 28 thousand participants) – dedicated to wild flora and natural vegetation of Ukraine; "Birds of Ukraine" (about 24 thousand participants) – ornithological community for the exchange of information about birds; "Ukrainian Botanical Group" (about 12 thousand participants) – definition and discussion of the flora of Ukraine and the world; "Birdwatching Ukraine" (about 5 thousand participants) – discussion and observation of birds in the wild (amateur ornithology); "Flora of Ukraine" (about 4 thousand participants) – popularization of knowledge about the diversity of plants in the country.

In Ukraine, the issue of water resources and water conflicts is relevant (Khilchevsky, 2021; Khilchevsky, Mezentsev, 2021). But there are much fewer groups of hydrological orientation in FB than biological ones. Among them, the group "Save the Dniester from hydroelectric power plants" (6 thousand people) stands out for the number of participants. Among others – "The Dnieper unites!", "SOS Rivers!" and others.

The geological orientation is represented by the group "Minerals of Ukraine".

Conclusions:

1) Citizen science is of growing interest to society since the beginning of the 21st century, which is associated with the development of digital technologies, and the possibility of connecting to the Internet. This movement is most active in Western Europe, the United States, Canada, Australia, and in the last decade in China.

2) Analysis of completed projects shows that citizen science has the greatest impact on research in biology,

ecology and environmental issues and is used mainly for data collection and classification.

3) The accuracy of the data obtained by citizen science representatives depends on the proper organization of research and requires constant monitoring and cooperation with professional scientists.

4) It is important to involve representatives of citizen science in solving the challenges facing SDG 6 "Clean Water and Sanitation", one of the 17 global goals adopted at the UN Summit on Sustainable Development for the period 2015–2030. Participation in citizen science can be significant in the context of SDG 6.3.2 "Identification of the proportion of water bodies with good water quality", as these studies are related to the monitoring of water bodies at the community level.

5) The Global FreshWater Watch program, launched in 2012, is based on continuous monitoring of freshwater bodies. The global level is provided by common methods and registration of a common set of parameters that are loaded into a single international database. Local-level – work with local groups and scientists who have scientific questions about specific surface water bodies.

6) In countries where citizen science is developing, there are three aspects as a motivation to participate in it: a) the desire to increase the individual scientific and educational level and awareness of society; b) filling gaps in state monitoring and identifying local problems; c) the use of scientific knowledge to inform politicians and decision-makers and to ensure that actions are appropriate at different scales.

7) In Ukraine, the situation with citizen science is radically different from that described above. Citizen science as it exists in the world is absent in Ukraine. This is due to the

general economic condition of the country, the constant reduction of scientific institutions, declining interest in science, and moral and ethical aspects (from the scepticism of professional Ukrainian scientists about the activities of citizen science to the unwillingness of the general public to spend time working in citizen science projects).

8) Ukraine's integration into the structure of the European Union will contribute to the emergence of new opportunities for further development of citizen society, including participation in citizen science projects.

References

1. Bonney, R. (1996). Citizen science: A lab tradition. *Living Bird*, 15(4), 7-15.
2. Bonney, R., Ballard, H., Jordan, R., McCallie, E., Phillips, T., Shirk, J., Wilderman, C. (2009). Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. Retrieved from: <https://eric.ed.gov/?id=ED519688>
3. Carlson, T., Cohen, A. (2018). Linking community-based monitoring to water policy: Perceptions of citizen scientists. *Journal of Environmental Management*, 219, 168–177. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.04.077
4. Citizen science' added to Oxford English Dictionary (2014). The Daily Zooniverse. Retrieved from: <https://daily.zooniverse.org/tag/oxford-english-dictionary/>
5. Chargaff, E. (1978). Heraclitean fire: sketches from a life before nature. New York: Rockefeller University Press. 252 p.
6. Doyle, C., David, R., Li, Y., Luzzak-Roesch, M., Anderson, D., Pearson C.M. (2019). Using the Web for Science in the Classroom: Online Citizen Science Participation in Teaching and Learning. Proceedings of the 10th ACM Conference on Web Science, 71-80. DOI: 10.1145/3292522.3326022
7. Earth Day Ukraine (2022). Website. Retrieved from: <https://earthdayukraine.org/citizen-science>
8. Earthwatch (2022). Official website. Retrieved from: <https://earthwatch.org/>
9. European CSA (2015). Ten Principles of Citizen Science. London, ECSA. Retrieved from: http://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_citizen_science.pdf
10. Fecko, K.M. (2014). The Relevance of Benjamin Franklin's and Thomas Jefferson's. Technical Writing for Modern Communicators. University of Central Florida. Electronic Theses and Dissertations, 2004-2019, 4741.
11. Feyerabend, P. (1978). Science in a Free Society. London: New Left Books. 221 p.
12. Firehock, K., West, J. (2001). A brief history of volunteer biological water monitoring using macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 14 (2), 197-202.
13. Fritz, S., See, L., Carlson, T., Haklay, M.M., Oliver, J.L., Fraisl, D., Mondardini, R., Brocklehurst, M., Shanley, L.A., Schade, S. (2019). Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2 (10), 922-930. DOI: 10.1038/s41893-019-0390-3
14. Foster-Smith, J., Evans, S.M. (2003). The value of marine ecological data collected by volunteers. *Biological Conservation*, 113, 199–213. DOI: 10.1016/S0006-3207(02)00373-7
15. FreshWater Watch (2022). Official website. Retrieved from <https://scistarter.org/freshwater-watch>
16. Gardiner, M.M., Allee, L.L., Brown P.M.J., Losey J.E., Roy, H.E., Smyth, R.R. (2012). Lessons from lady beetles: accuracy of monitoring data from US and UK citizen-science programs. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(9), 471–476. DOI: 10.1890/110185
17. Hadj-Hammou, J., Loisele, S., Ophof, D., Thornhill, I. (2017). Getting the full picture: Assessing the complementarity of citizen science and agency monitoring data. *PLoS One*, 12(12), p.e0188507. DOI: 10.1371/journal.pone.0188507
18. Haklay, M. (2015). Citizen Science and Policy: A European Perspective. Woodrow Wilson International Center for Scholars. 67 p.
19. Hand, E. (2010). Citizen science: People power. *Nature*. 466(7307), 685–687. DOI: 10.1038/466685a
20. Hegarty, S., Regan, F., O'Dowd, P., Brogan, A., Clinton, R. (2019). Citizen scientist involvement in water quality monitoring in agricultural catchments: a case study Retrieved from http://doras.dcu.ie/23939/1/Catchmentsconference_Hegartyposterupdated.pdf
21. Hegarty, S., Slaimi, A., O'Connor, N., Regan, F. (2020). Citizen Science and Water Quality Monitoring: Evidence from Dublin and Beyond. In: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds) *Clean Water and Sanitation. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-70061-8_131-1
22. Irwin, A. (1995). *Citizen Science: A Study of People, Expertise, and Sustainable Development*, Routledge, London, 112 p.
23. Jemielniak, D., Przegalinska, A. (2020). Collaborative Society. MIT Press. 264 p. DOI: 10.7551/mitpress/11587.001.0001
24. Kerson, R. (1989). Lab for the Environment. *MIT Technology Review*, 92(1), 11-12.
25. Khilchevskiy, V.K. (2021). Water resources of Ukraine: assessment based on the FAO AQUASTAT database. Proceedings 15th International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, European Association of Geoscientists & Engineers, 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.20215K2005
26. Khilchevskiy, V., Karamushka, V. (2021). Global Water Resources: Distribution and Demand. In: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds) *Clean Water and Sanitation. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-70061-8_101-1
27. Khilchevskiy, V.K., Mezentssev, K.V. (2021). Water conflicts and Ukraine: Donbas region. Proceedings 15th International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, European Association of Geoscientists & Engineers, 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.20215K2004
28. Kosmala, M., Wiggins, A., Swanson, A., Simmons B. (2016). Assessing Data Quality in Citizen Science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(10), 551–560. DOI: 10.1002/fee.1436
29. Kullenberg, C., Kasperowski, D. (2016). What Is Citizen Science? – A Scientometric Meta-Analysis. *PLOS ONE*, 11(1). DOI: 10.1371/journal.pone.0147152.
30. Laird, S.G., Nelson S., Stubbs, H.S., James, A.L., Menius, E. (2012). Organizational Structures and Data Use in Volunteer Monitoring Organizations (VMOs). *Applied Environmental Education and Communication*, 11(3), 165-177. DOI: 10.1080/1533015X.2012.776918
31. Loisele, S.A., Frost, P.C., Turak, E., Thornhill, I. (2017). Citizen scientists supporting environmental research priorities. *Science of the Total Environment*, 598, 937. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.142.
32. Quinlivan, L., Chapman, D.V., Sullivan, T. (2020). Validating citizen science monitoring of ambient water quality for the United Nations sustainable development goals. *Science of The Total Environment*, 699, 134255. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134255
33. Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 467–471. DOI: 10.1016/j.tree.2009.03.017
34. Thelen, B.A., Thiet, R.K. (2008). Cultivating connection: Incorporating meaningful citizen science into Cape Cod National Seashore's estuarine research and monitoring programs". *Park Science*, 25(1), 74-80.
35. Theobald, J., Ettinger, A.K., Burgess, H.K., DeBey, L.B., Schmidt, N.R., Froehlich, H.E., Wagner, C., HilleRisLambers, J., Tewksbury, J., Harsch, M.A., Parrish, J.K. (2015). Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181, 236–244. DOI: 10.1016/j.biocon.2014.10.021
36. Turbe, A., Barba, J., Pelacho, M., Mugda, S., Robinson, L. D., Serrano-Sanz, F., Sanz, F., Tsinaraki C., Rubio, J.-M., Schad, S. (2019). Understanding the Citizen Science Landscape for European Environmental Policy: An Assessment and Recommendations. *Citizen Science Theory and Practice*, 4(1), 34, 1-16. DOI: 10.5334/cstp.239
37. Ukrainian Biodiversity Information Network (2022). Website. Retrieved from: <https://ukrbin.com/index.php?action=about&lang=2>
38. United Nations (2018). Sustainable Development Goal. 6, Synthesis report 2018 on water and sanitation. United Nations, New York. Retrieved from: <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/3637>
39. United Nations. Goal 6. Sustainable Development, Knowledge Platform. Retrieved from: <https://sdgs.un.org/goals/goal6>
40. Van Strien, A.J., Van Swaay, C.A., Ternaat, T. (2013). Opportunistic citizen science data of animal species produce reliable estimates of distribution trends if analysed with occupancy models. *Journal of Applied Ecology*, 50, 1450–1458. DOI: 10.1111/1365-2664.12158

Надійшла до редколегії 27.03.22

В. Хільчевський, д-р геогр. наук, проф.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

С. Запотоцький, д-р геогр. наук, проф.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ГРОМАДЯНСЬКА НАУКА І МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ: СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ, СИТУАЦІЯ В УКРАЇНІ

Метою дослідження є характеристика основних тенденцій у розвитку громадянської науки (ГН), яка викликає зростаючий інтерес з боку суспільства з початку XXI ст., що пов'язано з розвитком цифрових технологій, можливістю підключення до інтернету. Згідно з Оксфордським словником, "громадянська наука – це збір і аналіз даних, що належать до світу природи, представниками широкого кола громадськості, як правило, у рамках спільного проєкту із професійними вченими". Цей рух має значну активність у країнах Західної Європи, США, Австралії, останнє десятиліття – у Китаї. Аналіз виконаних проєктів показує, що найбільше громадянська наука впливає на дослідження в галузі біології, екології, вирішення проблем довкілля і застосовується в основному для збору та класифікації даних. Точність даних, отриманих представниками ГН, залежить від організації досліджень і вимагає постійного контролю та співпраці із професійними вченими. Мотивація, якою послуговуються громадяни, беручи участь у наукових дослідженнях, може також вплинути на результати проєктів ГН. Можна виділити три загальні аспекти як мотивацію до участі в ГН: а) підвищення індивідуального науково-освітнього рівня й бажання розширити обізнаність суспільства; б) заповнення прогалин у державному моніторингу та виявлення місцевих проблем; в) використання наукових знань для інформування політиків та осіб, що приймають рішення, а також забезпечення відповідності дій у різних масштабах.

Вагомим напрямом досліджень громадянської науки є моніторинг якості води у водних об'єктах, про що свідчить понад 800 праць, опублікованих протягом 2010–2020 рр. у періодичних виданнях, що індексуються Web of Science. Актуальним є залучення представників ГН до вирішення завдань, які стоять перед Ціллю сталого розвитку 6 (ЦСР 6) "Чиста вода та належна санітарія", однією із 17-ти глобальних цілей, які були прийняті на Саміті ООН зі сталого розвитку (2015) на період до 2030 р. Участь громадянської науки може бути значною у контексті ЦСР 6.3.2 "Виявлення частки водних об'єктів із хорошою якістю води", оскільки ці дослідження пов'язані з моніторингом водних об'єктів на рівні громад. Програма "Fresh Water Watch", розпочата 2012 р., базується на безперервному моніторингу прісноводних водних об'єктів. Програма має як глобальний, так і локальний рівень. Глобальний рівень – представники ГН у різних країнах, які беруть участь у програмі, працюють за уніфікованими методиками і реєструють загальний набір параметрів, що завантажуються до єдиної бази даних. Локальний рівень – робота з місцевими групами та вченими, у яких є наукові питання щодо конкретних водних об'єктів. Отже, використовуючи глобальні підходи, можна відповісти на місцеві питання стосовно якості води та стану екосистем.

В Україні ситуація з ГН кардинально відрізняється від описаної вище. Громадянська наука в такому вигляді, як у країнах Західної Європи, Північної Америки, Австралії та Східної Азії, в Україні відсутня. Пов'язано це як із загальним економічним становищем країни, постійним скороченням наукових установ, зменшенням інтересу громадян до науки, так і з морально-етичними аспектами (від скепсису професійних українських учених щодо діяльності представників ГН до неготовності широких верств громадян витрачати свій час на роботу у проєктах ГН). Але на фейсбці (ФБ) усе ж є групи біологічної, гідрологічної та геологічної спрямованості в Україні, які мають свої сайти у ФБ і проводять певну роботу. Інтеграція України до структур Європейського Союзу сприятиме появі нових можливостей для подальшого розвитку громадянського суспільства, у тому числі участі у проєктах громадянської науки.

Ключові слова: громадянська наука, достовірність інформації, довкілля, екологічна політика, цілі сталого розвитку, вода і санітарія, ситуація в Україні.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.2>
УДК 551.510.411

Р. Олійник, канд. фіз.-мат. наук, доц.

ScopusID: 57216614121

ORCIDID: 0000-0002-8675-700

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АЕРОЗОЛІ ГЕОІНЖЕНЕРІЇ

Однозначні показники зміни клімату, які викликані індустріалізацією суспільства, стають усе більш очевидними. Необхідні термінові короткострокові перетворення в енергетичних і транспортних системах усього світу, щоб суттєво скоротити викиди вуглекислого газу. Масштаби трансформації, відсутність ефективної реакції суспільства й інертність до змін в енергетичній інфраструктурі спонукають до вивчення інших стратегій задля пом'якшення деяких наслідків планетарного потепління. Якщо планетарне нагрівання продовжуватиме зростати, то це може призвести до серйозних ризиків великомасштабного незворотного збою у кліматичній системі. Прогнози таких рівнів потепління перебувають у межах XXI ст. Оскільки намагання досягти амбітних цілей через скорочення викидів виявилися поки що невдачливими, тому останнім часом серйозно розглядаються варіанти пом'якшення кліматичних змін або адаптації до зміни клімату. Обмеження глобального потепління на 2°C вище доіндустріального рівня у XXI ст. дозволяє уникнути небезпечного втручання людини у кліматичну систему. Якщо позначка у 2°C буде перевищена, наслідки зміни клімату вже не можна буде контролювати. Наразі, підвищення середньої глобальної температури поверхні уже становить близько $1,0^{\circ}\text{C}$ вище доіндустріального значення. Передбачається, що вже $0,5^{\circ}\text{C}$ перебуває у кліматичній системі, особливо в океанах, і поки ще не вплинуло на планетарну приземну температуру повітря. Однак на сьогодні немає жодних ознак будь-якого радикального стримування глобального потепління. Навпаки, концентрація вуглекислого газу, безперечно найважливішого антропогенного парникового газу в атмосфері, продовжує неухильно зростати. З огляду на це, не лише науковою спільнотою активно обговорюються штучні втручання у кліматичну систему з метою обмеження глобального потепління, які відомі як кліматична геоінженерія.

Ключові слова: глобальне потепління, аерозолі, геоінженерія.

Вступ. Один із основних висновків доповіді Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC_Sixth_Assessment_Report_Working_Group_1, 2021; Solomon, 2007) – це "підвищення глобальних середніх температур завдяки збільшенню антропогенної концентрації парникових газів...". Основним джерелом парникових газів в індустріальну епоху є антропогенні викиди, спричинені попитом на викопне паливо в енергетиці, виробництво цементу та зміни в землекористуванні. Атмосферний CO_2 є найважливішим антропогенним парниковим газом, оскільки він має тривалий час життя в атмосфері (~ 100 років). Концентрація CO_2 на сьогодні майже на 100 ppm вище його доіндустріального рівня – 280 ppm. Поточні річні викиди CO_2 від спалювання викопного палива та зміни землекористування оцінюються приблизно у 8 Гт С і 2 Гт С відповідно (Keith, 2000), що разом з океанами й наземними екосистемами становить приблизно 40–50 %

річних викидів; поточне середньорічне зростання CO_2 в атмосфері – приблизно $2,5\text{--}3\text{ ppm}$ на кожну людину ($1\text{ ppmCO}_2 \approx 2\text{ Гт С}$). Стосовно доіндустріального періоду – середня температура планети (Global-mean Surface Temperature, GST) зросла приблизно на $1,0^{\circ}\text{C}$ (рис. 1) (Andreae et al., 2005). Очікується, що це потепління триватиме і в найближчому майбутньому. Хоча у проєкціях є велика невизначеність величини майбутнього глобального потепління, найкращі оцінки (Augustine et al., 2019) припускають подальше потепління в діапазоні $1,8\text{--}4,0^{\circ}\text{C}$ у XXI ст. Невизначеність передусім виникає через слабку прогнозованість світового економічного зростання та реакції кліматичної системи на викиди. Прогнози викидів CO_2 на 2300 р., від горіння всіх викопних ресурсів, указують, що глобальне середнє потепління становитиме близько 8°C (Keith, 2000; Kim Do-Hyun et al., 2020; Kravitz et al., 2009).

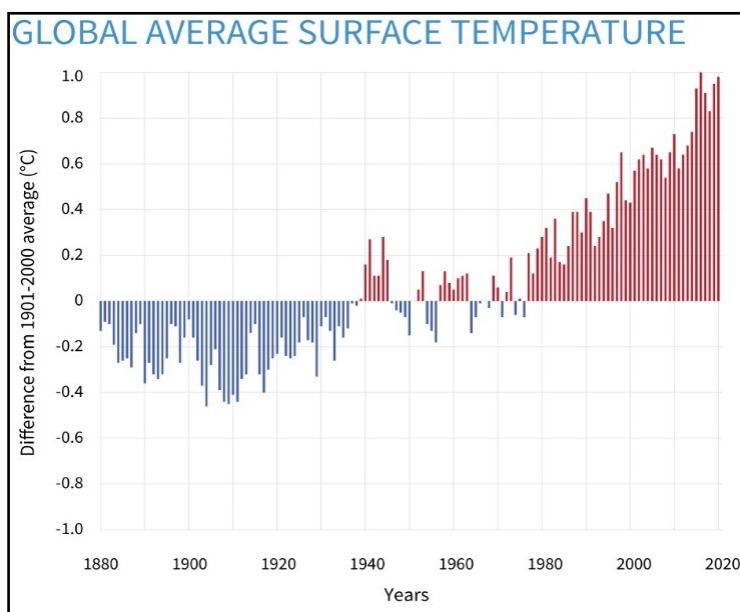


Рис. 1. Відхилення від середньої річної температури поверхні XX ст. за період 1880–2020 рр.

Потепління глобального клімату має тяжкі наслідки для людства, як для наземних, так і для морських екосистем. Частішають хвилі спеки, посухи та повені, більш інтенсивними стають тропічні циклони, збільшується рівень моря, звужується сніговий покрив і площі морського льоду. Підкислення Світового океану є одним із прямих наслідків зміни клімату, викликаний зростанням умісту CO₂ та інших парникових газів в атмосфері. Ці зміни вже стали очевидними із систематичних спостережень за підвищенням глобальних середніх температур повітря й океану, неперервним скороченням полярного льоду та зниженням лужності океанічної води (Bengtsson, 2001; Bengtsson, 2006; Budyko, 1977). Зростання попиту на енергію в майбутньому, імовірно, призведе ще до збільшення викидів CO₂ та інших парникових газів в атмосферу. Швидке зростання викидів парникових газів насправді спостерігається в останнє десятиліття і, як очікується, призведе до швидких темпів потепління вже в цьому столітті. Річні викиди CO₂ від спалювання викопного палива й виробництва цементу (Kravitzet.al., 2011) зросли із середнього значення 23,5 Гт CO₂ рік⁻¹ у 1990-х роках до 36 Гт CO₂ рік⁻¹ протягом 2010–2020 рр. Спроби уповільнити викиди виявилися невдаливими. Середня глобальна концентрація CO₂ в атмосфері зросла приблизно із 277 ppm у 1750 р. до 414 ppm у 2020 р. (зростання на 49 %). Безпрецедентне падіння глобальних викидів CO₂ від викопного палива у 2020 р., що обумовлене пандемією (COVID-19), становило 34,8 Гт, що на 5,4 % менше, ніж у 2019 (36,7 Гт CO₂). Проте 2021 р. глобальні викиди CO₂ від викопного палива знову зросли на 4,9 % (36,4 Гт CO₂), що приблизно на 0,8 % нижче рівня 2019 р. Зростання у 2021 р. на 1,6 Гт CO₂ подібне до зростання, яке спостерігалось 2010 р. після світової фінансової кризи 2008–2009 рр. Очікується, що на кінець 2022 р. викиди від використання вугілля та газу зростуть більше, ніж у 2020, але викиди від використання нафти залишаться на рівні 2019 р. Обмеження потепління, що на 2 °C вище доіндустріального рівня (Gilfillan&Marland, 2021; IPCC_Sixth_Assessment_Report Working Group 1, 2021), вимагає еквівалентної концентрації CO₂ на рівні, що нижче 400 ppm. І навпаки, якщо концентрації зростуть до 550 ppm CO₂ еквіваленту, тоді малоімовірно, що глобальне підвищення GST залишиться нижче 2 °C. Наприклад, регіональне зростання, яке вище нинішнього рівня 2,7 °C, може бути тригером, який запустить плавлення Гренландського льодовикового щита, у той час як підвищення GST приблизно на 1 °C, скоріше за все, призведе до інтенсивного відбілювання коралів (Robock, 2008; Mittiga, 2019).

Основна частина. Схемам геоінженерії, як можливим заходам охолодження планети, наразі приділяється велика увага (Augustineet.al., 2019; Bala et.al., 2008; Bala, 2009; Ban-Weiss&Caldeira, 2010; Kravitz&Robock, 2017; Montzkaet.al., 2007; Robock, 2008; Robocket.al., 2013). Проте парадигма геоінженерії не позбавлена власних ризиків (Robocket.al., 2013; Bala, 2009; Ban-Weiss&Caldeira, 2010; Mittiga, 2019; Robocket.al., 2009). Деякі з невизначеностей і наслідки від геоінженерії активно обговорюються науковцями (Bengtsson, 2006; Bengtssonet.al., 2006; Gundersonet.al., 2018; Gundersonet.al., 2019; Keith, 2019; KimDo-Hyun, 2020; Mittiga, 2019; Robocket.al., 2009), які доходять єдиної думки, що схеми геоінженерії не "лікують" від усіх наслідків зростаючої концентрації CO₂ (напр., підкислення Світового океану). Є також правові, моральні, етичні, фінансові й міжнародно-політичні питання, пов'язані з маніпуляцією нашого природного середовища. Пол Крутцен,

Нобелівський лауреат, активний прихильник геоінженерії, запропонував концепцію активного втручання у природу з метою зміни властивостей клімату, які спроможні уповільнити або запобігти згубним його переминам. Зокрема, він підтримував ідею інжекції аерозольних частинок (насамперед, двоокису сірки) у земну стратосферу для штучного підвищення планетарного альбедо Землі з метою протидії парниковому потеплінню (Crutzen, 2006; Cvijanovicet.al., 2015). Пропозиція такого експерименту ґрунтується на спостереженнях за охолодженням атмосфери після великого виверження стратовулканів, зокрема Ель-Чічон (1984) та гори Пінатубо (1991) (Crutzen, 2006). Проте одразу виникають важливі застереження щодо загальної доцільності такого експерименту та слушне питання: чи потрібна будь-яка геоінженерія клімату взагалі? Адже очевидні такі проблеми:

- недостатня точність прогнозу клімату;
- суттєва різниця часового масштабу між впливом парникових газів та аерозолів;
- екологічні наслідки, що можуть бути спричинені високими концентраціями вуглекислого газу незалежно від потепління клімату.

Потепління від збільшення парникових газів і охолодження від сульфатних аерозолів у цілому можуть контролювати клімат (Crutzen, 2006; Kravitzet.al., 2009; Robock, 2014), однак це можливо у відносно короткому часовому масштабі. Збільшення кількості аерозолів у 50–60-х рр. XX ст. унаслідок ядерних випробувань в атмосфері призвели до незначного похолодання в 70-х роках (Robock, 2015). Нинішнє скорочення аерозольних викидів інтерпретується як потенційна причина прискореного глобального потепління в останні роки (Andreaeet.al., 2005; Crutzen, 2006). Проте модельні експерименти показують, що кліматична система землі піддається впливу значним внутрішнім варіаціям, які по суті мають хаотичний характер (Bengtsson, 2001; Bengtssonet.al., 2004; Bengtssonet.al., 2006), хоча деякі явища передбачувані на період від кількох місяців до року. Внутрішні режими системи *атмосфера – океан* фактично домінують у кліматі Європи (Horowitz Hannahet.al., 2020) та Арктиці (Caldeira&Wood, 2008). Існують свідчення про те, що зміни клімату протягом останнього століття були спричинені внутрішніми коливаннями, накладеними на тенденцію все більшого потепління, викликаного форсуванням антропогенного характеру (Delworth&Knutson, 2000). Другий момент, який слід зазначити, полягає в тому, що наше розуміння впливу аерозолів на клімат є менш зрозумілим, ніж парникових газів. Змішування аерозолів та їхня взаємодія із хмарами недостатньо досліджені на сьогодні. Є ще багато відкритих питань, оскільки не вистачає детальних емпіричних даних (Righiet.al., 2020). Крім того, роль хмар у регулюванні клімату й мінливість умов форсування поки не відома до подробиць; не відомо також точно, наскільки оцінено ефект зворотного зв'язку від парникових газів, тому в моделі залучають аерозолі як компенсацію в недооцінюванні ролі парникових газів. Прискорені темпи зростання концентрації CO₂ в атмосфері останніми роками відродили ідею стабілізації глобального клімату за допомогою схем геоінженерії. На початку XXI ст. спостерігається активність у проведенні досліджень моделювання клімату. Це сприяє можливості надання точного кількісного оцінювання геоінженерії, зокрема сульфатних аерозолів і устанавлення наслідків від їхнього застосування до кліматичної системи (Gaspariniet.al., 2017; Gilfillan&Marland, 2021; Raschet.al., 2007; Rasch,

2008; Raschet.al., 2008; Robock, 2008; Robock, 2014; Tilmeset.al., 2010). Більшість запропонованих схем геоінженерії налаштовані зменшити кількість сонячної радіації, що поглинається планетою (McClellan et.al., 2012; McCusker et.al., 2014; Rasch et.al., 2008; Schmidt et.al., 2012). Дослідження кліматичного моделювання цих, так званих "схем геоінженерії сонця", показують глобальне потепління від збільшення концентрації CO₂, яке можна пом'якшити шляхом штучного маніпулювання потоком сонячного випромінювання, що поглинається кліматичною системою. При цьому спостерігається, що залишкові зміни можуть бути великими в регіональних масштабах, тому зміна планетарного клімату не може бути пом'якшена скрізь. Останні дослідження моделювання показали (Kravitzet.al., 2011; Liet.al., 2007; Luntet.al., 2008; Matthews&Caldeira, 2007; McClellanet.al., 2011; McCuskeret.al., 2014; Mittiga, 2019; Montzkaet.al., 2007; Niemeieret.al., 2013; Raschet.al., 2008; Tilmeset.al., 2013), що схеми геоінженерії можуть призвести до уповільнення глобального гідрологічного циклу. Інші проблеми, такі, як зміни земного циклу вуглецю й підкислення океану, також залишаються не вирішеними за допомогою схем геоінженерії сонця.

Чи є геоінженерія найкращим варіантом боротьби зі зміною клімату? Питання поки що залишається відкритим.

Сульфатні аерозолі є важливим компонентом тропосфери та стратосфери кліматичної системи Землі (Dentener et.al., 1996; Matthews & Caldeira, 2007; McClellan et.al., 2012; Wigley, 2006). Пропозиції щодо зміни альбедо, засновані на підвищенні вмісту в нижній стратосфері сульфатних аерозольних частинок з відповідними оптичними характеристиками для модифікації клімату, почали активно з'являтися на початку XXI ст. у зв'язку із прискоренням глобальним потеплінням. Безпосередня інжекція аерозолію можлива, наприклад, за рахунок збільшення вмісту сірки в реактивному паливі. Основне занепокоєння стосовно негативного впливу сульфату – це його вплив на вміст озону в стратосфері (Heckendornet.al., 2009). Окрім того, велика кількість польотів у стратосфері також може призвести до зміни стратосферних кліматичних умов, зокрема циркуляційних процесів. Уведення сірки у тропосферу безперспективне (HorowitzHannahet.al., 2020), оскільки:

- час життя аерозолію у тропосфері становить декілька тижнів, а у стратосфері – 1–2 роки. Отже, для тропосферної інжекції знадобиться на два порядки більше сірки, ніж для стратосферної;
- наявність хмар у тропосфері вплине на ефективність уведених аерозолів (унаслідок вологого осадження);
- забруднення тропосфери негативно вплине на приземні екосистеми;
- поглинання тропосферними аерозолями короткохвильового випромінювання частково компенсує ефект охолодження від розсіювання; цей самий ефект від стратосферних аерозолів має локальний характер і не нагріває підстильну поверхню.

Сульфатні аерозолі завжди розміщувалися у стратосфері, створюючи певний природний аерозольний фон. Низька фоновіа концентрація виникає внаслідок перенесення із тропосфери природної та антропогенної сіркової сполуки. Іноді значно вищі концентрації виникають через вулканічне виверження, що призводить до ефекту тимчасового охолодження кліматичної системи (Crutzen, 2006; Govindasamy&Caldeira, 2000; Govindasamyet.al., 2003; Robock, 2000; Wigley, 2006), який зникає з вимиванням аерозолію з атмосфери. Отже,

вулканічна інжекція сульфатного аерозолію служить як природний аналог геоінженерного аерозолію. Аналогія не ідеальна, тому що вулканічний аерозоль вимивається протягом кількох років і кліматична система не реагує так само, немов би частинки існували постійно внаслідок поповнення, під час геоінженерних зусиль. Збурення системи, яке виникає при постійному примусі, припиняється, очевидно, зі зникненням примусу. Сульфатні аерозолі відіграють важливу роль у хімії нижньої стратосфери, а після вулканічного виверження – і в радіаційному бюджеті Землі за рахунок зменшення надходження сонячної променевої енергії, що досягає поверхні Землі. Процеси, що керують стратосферним циклом сірки, пов'язують зі стратосферними аерозолями (Govindasamy, 2003; Kravitzet.al., 2011; Righiet.al., 2020; Robocket.al., 2009; Robocket.al., 2013). Сульфатні аерозолі відіграють важливу роль і у тропосфері (Daiet.al., 2018; Delworth&Knutson, 2003; Healdet.al., 2005; Pitariet.al., 2016): вони є розсіювачами сонячного випромінювання ("прямий аерозольний ефект"), але також діють і як ядра конденсації хмар (CCN), впливаючи на розмір крапель хмари та стійкість або тривалість життя хмар ("непрямий аерозольний ефект"), а отже – на відбивну здатність хмар (хмарне альбедо). Хоча аерозольна геоінженерія зосереджується на стратосферних аерозолях, не можна ігнорувати тропосферу, тому необхідно включати в обговорення і деякі аспекти тропосферного циклу сірки, оскільки джерела, стоки та навантаження на види сірки набагато більші у тропосфері, ніж у стратосфері. Джерелами аерозольних прекурсорів є природні й антропогенні відновлені гази, що містять сірку (DMS; SO₂; H₂S; COS). Ці гази-прекурсори поступово окислюються (за допомогою як газоподібних, так і водних реакцій) до кінцевих продуктів із залученням сульфат-аніону (SO₄²⁻) у поєднанні з різними іншими катіонами. У тропосфері, де є достатня кількість аміаку, більшість аерозолів існує у формі сумішей сульфату амонію ((NH₄)₂SO₄) і бісульфату ((NH₄)HSO₄). Гази, що містять сірку в стратосфері, окислюються (в основному через реакції з радикалом OH) до SO₂, який потім окислюється до газоподібної H₂SO₄. Стратосферні сульфатні аерозолі існують у вигляді сумішей конденсованої сірчаної кислоти (H₂SO₄) і води, за деяких обставин, утворюються тверді гідрати азотної кислоти – моногідрат (HNO₃·H₂O) та тригідрат (HNO₃·3H₂O). У стратосфері сульфат зв'язується з водою у співвідношенні 75/25 H₂SO₄/ H₂O з утворенням частинок (3 Tr SO = 2Tr SO₂ = 1 Tr S ≈ 4 Tr аерозольних частинок). Хоча джерело COS відносно невелике порівняно з іншими видами, через свою відносну стабільність він є домінуючим сірковмісним видом в атмосфері. Окислення COS є відносно невеликим внеском у радіаційно активний сульфат аерозолію тропосфери, але він відіграє більшу роль у стратосфері, де вносить, можливо, половину сірки в умовах вулканічного спокою. Також сірка надходить до стратосфери у вигляді SO₂ та сульфатних аерозольних частинок. Відновлені види сірки окислюються й утворюють сірчаноокислий газ. Парціальний тиск пари H₂SO₄ у стратосфері майже завжди визначають фотохімічні реакції. Загалом пара H₂SO₄ перенасичена і, як правило, дуже перенасичена, над бінарними краплями розчину H₂O-H₂SO₄. Частинки утворюються і ростуть шляхом осадження з парової фази залежно від температури навколишнього середовища й концентрації H₂O та H₂SO₄. Ці аерозольні частинки потім транспортуються вітром (як і їхні попередники). Над нижньою стратосферою частинки можуть випаровуватися, утворюючи газоподібну сірчану кислоту, яка внаслідок фотолізу

може трансформуватися в газоподібний SO_2 , а також знову окислюватися і конденсуватися в інших частинах стратосфери. Осадження з пари (сублімація) є основним механізмом збільшення аерозолів у стратосфері та вулканічних хмарах. Оскільки джерела та стоки аерозолів набагато сильніші у тропосфері, то час життя частинок сульфатного аерозолів у тропосфері – близько кількох діб, тоді як для стратосферного аерозолів він становить близько року. Цим пояснюється відносно рівномірне просторове розповсюдження сульфатного аерозолів у стратосфері та набагато менші просторові масштаби, пов'язані із тропосферним аерозолем. Уважається, що чисте джерело сірки у стратосфері має порядок $0,1 \text{ Tg S рік}^{-1}$ за умови вулканічного спокою. Виверження вулкану повністю змінює баланс умов у стратосфері. Наприклад, виверження гори Пінатубо (1991) ввело в атмосферу приблизно 10 Tg S (у вигляді SO_2) протягом кількох днів. Ця кількість інжекції приблизно у 100 разів більше, ніж з усіх інших джерел за рік. Парціальний тиск сірчаної кислоти при цьому досягає набагато вищих рівнів, ніж у фонових умовах. Після виверження нові частинки зароджуються лише в найбільш щільних частинах хмари. Вони швидко коагулюють і розсіюються до рівнів концентрації, за яких немає значної агрегації частинок, що контролюється броунівською коагуляцією (за винятком, можливо, дуже високих навантажень сірки). Коагуляція, в основному, обмежує кількісну концентрацію частинок, а не їхній спектральний розмір, який залежить більше від інтенсивності джерела сірки. Отже, на ріст аерозольних частинок впливає як сублімація, так і коагуляція з іншими частинками. Уважається, що основний механізм утрати видів сірки зі стратосфери пов'язаний із седиментацією аерозольних частинок. Необхідно також урахувати той факт, що у верхній стратосфері середній вільний пробіг між молекулами повітря може значно перевищувати розмір частинок, тому частинки випадають швидше, ніж у тропосфері. Седиментація стратосферного аерозолів у тропосферу (більші частинки осідають швидше) пришвидшить його вимивання з атмосфери внаслідок вологих і сухих процесів осадження. Швидкість розбавлення введенного SO_2 є критичною через дуже нелінійну реакцію росту частинок і швидкості осідання у шлейфах, що розширюються; частинки мають бути лише 10 мкм або менше, щоб швидко не випадати зі стратосфери, що значно обмежує загальну масу зваженої речовини, оптичну товщину й інфрачервоний ефект. На це обмеження маси вказує 10-кратна масова інжекція гори Пінатубо, яка привела до незначного зростання видимої оптичної товщини лише через кілька місяців. Як бачимо, життєвий цикл цих частинок контролюється складною взаємодією між метеорологічними полями (напр., вітер, вологість і температура), місцевою концентрацією газоподібних видів сірки, концентрацією аерозольних частинок та їхнім розподілом за розмірами. В умовах вулканічного спокою, який часто називають фоновими умовами, парціальні тиски сірчаних газів залишаються відносно низькими, а виявлені аерозольні частки є доволі малими (Arnold et al., 2000; Bauman et al., 2003; Yu & Turco, 2001) з типовим розподілом розмірів, що добре описуються логарифмічно-нормальним законом розподілу з радіусом сухого режиму, стандартним відхиленням і ефективним радіусом $0,05/2,03/0,17 \text{ мкм}$ відповідно. Після вулканічного виверження, коли концентрація сірки стає набагато вищою, частинки виростають до значно більших розмірів (Collinset et al., 2006; Raschet et al., 2008). Через 6–12 місяців після виверження стратовулканів розподіл відповідно змінюється $0,376/1,25/0,43 \text{ мкм}$.

В оцінюваннях цих розподілів за розміром існує невідомість. Було встановлено, що стандартне відхилення розподілу вулканічного аерозолів перебуває в діапазоні від $1,3\text{--}2 \text{ мкм}$ і більше (Steele & Turco, 1997). Коли частинки малі, вони в основному розсіюють короткохвильовий енергетичний спектр і не відіграють ролі у впливі на інфрачервону частину енергетичного сонячного спектра. Більші частинки, які спостерігаються після виверження, розсіюються й поглинаються як короткохвильове, так і довгохвильове (інфрачервоне) випромінювання. Отже, маленькі частинки мають тенденцію до зворотного розсіювання сонячної енергії, назад у космос. Великі частинки розсіюють менш ефективно, але також затримують частину витоку енергії в інфрачервоному діапазоні. Тому розмір аерозолів суттєво впливає на радіаційний баланс. Щоб збільшити масу й кількість сульфатних аерозолів у стратосфері, необхідно ввести нове джерело. Використовуючи Пінатубо як аналог (Crutzen, 2006; Wigley, 2006), джерело 5 Tg S рік^{-1} оцінено як достатнє, щоб збалансувати потепління, що обумовлене внаслідок подвоєння CO_2 . Ці дослідження передбачали, що довгострокова реакція кліматичної системи на поступову інжекцію буде подібна до швидкоплинної інжекції Пінатубо. Більш реалістичне оцінювання (Rasch, et al., 2008) було отримано при моделюванні кліматичної системи, де використовувалися дані щодо кількості аерозолів, необхідного для збалансованого нагрівання, чутливого до розміру частинок. Запропонована модель передбачає інжекцію $1,5 \text{ Tg S рік}^{-1}$ як достатню, щоб збалансувати потепління, обумовлене парниковими газами, якщо частинки мають такий вигляд, як у фонових умовах і, можливо, удвічі більшу, якщо частинки більші за вулканічні аерозолі. В аналогічному дослідженні (Robock, 2014; Robock, 2015) пропонується інжекція $1,5\text{--}5 \text{ Tg S рік}^{-1}$, припускаючи більші розміри аерозольних частинок, оскільки в полярних регіонах аерозолі швидше вимиваються зі стратосфери. Усі ці дослідження свідчать про те, що для балансування потепління знадобиться джерело в $15\text{--}30$ разів інтенсивніше, ніж нинішні невулканічні джерела сірки у стратосфері з метою компенсування потепління, яке обумовлене подвоєнням CO_2 в атмосфері. Зауважимо, що незважаючи на це, дуже велике збурення стратосферного сірчаного бюджету виявляється доволі невеликим збуренням загального сірчаного бюджету атмосфери. Існують конкуруючі проблеми у визначенні оптимального способу продукування геотехнологічного сульфатного аерозолів. Оскільки фоновий аерозоль може бути основним стоком новоутворених частинок і парів, сама їхня наявність обмежує утворення нових сульфатних частинок. Коли стратосфера відносно чиста (вулканічний спокій), може відбутися накопичування перенасичення H_2SO_4 і зародження нових частинок. Тому сам конструйований сульфатний шар стає обмежувальним фактором до постійної інжекції нових оптично ефективних аерозолів. Альтернативою може бути використання газу-прекурсуру, який має тривалий час життя у тропосфері, використовуючи природні транспортні механізми доставлення його до стратосфери. COS може служити природним аналогом такого газу (Montzka et al., 2007), хоча він є канцерогенним і парниковим. Сучасні джерела COS оцінюються в $1\text{--}2 \text{ Tg S рік}^{-1}$, із яких близько 15% мають антропогенне походження. Приблизно $0,03\text{--}0,05 \text{ Tg S рік}^{-1}$ досягає тропопаузи та потрапляє у стратосферу (Smith, 2020; Tilmes et al., 2018). Час життя у тропосфері, за оцінками, становить приблизно $1\text{--}3$ роки, а у стратосфері – набагато довше ($3\text{--}10$ років). У такий спосіб збільшення антропогенних джерел COS може привести до істотного збільшення кількості сульфатних

аерозолів у стратосфері. Наприклад, зростання концентрації COS у 50 разів еквівалентне новому джерелу 1 Tg S рік^{-1} (Quaglia et al., 2021). Модифікація стратосферного аерозолію – це методологія введення аерозолів або їхніх прекурсорів для створення бажаного світловідбивного екрану.

Для моделювання клімату аерозолями на сьогодні необхідно використовувати параметри аерозолію, які часто залишаються незмінними у просторі та часі (ефективний розмір, розподіл за розміром, морфологія, хімічний склад). Існує багато фізичних обмежень до таких схем інжекції парів і аерозолів, включаючи дуже високу чутливість до швидкості зародження (гомогенна нуклеація), яку важко визначити кількісно у шлейфах інжекції. Найбільш оптично ефективними для зміни клімату є аерозольні частинки радіусом $0,1 \text{ мкм}$, у припущенні їхньої сферичності й однорідності. Частинки такого розміру мають близький до максимального переріз зворотного розсіювання на одиницю маси; вони є малі, щоб залишатися завислими у розрідженому стратосферному повітрі щонайменше рік. Отже, їх можна вводити на достатньо низьких рівнях для підтримання бажаної концентрації аерозолію проти коагуляції (можливо, протягом декількох місяців). Тривала коагуляція призводить до зростання аерозольних частинок і, зрештою, погіршує оптичну ефективність аерозолію. Якщо розмір частинок збільшується, тоді маса аерозолію, необхідного для підтримання фіксованої оптичної товщини, збільшується приблизно як $\sim R$, а локальний масовий потік осадження – як $\sim R^4$, при цьому інфрачервоне поглинання частинок зростає як $\sim R^3$ (Lee, Joonsuk et al., 2009; Liet et al., 2007; Zaveriet al., 2010). Відповідно, для досягнення та стабілізації певного чистого радіаційного впливу більше за розміром частинки означають більші масові інжекції, які, у свою чергу, прискорюють ріст частинок, а це ще більше ускладнює обслуговування геоінженерного шару. Аерозолі верхньої тропосфери та стратосфери, зазвичай, мають близький до логарифмічно-нормального розподілу розмірів частинок із дисперсією $1,6\text{--}2,0 \text{ мкм}$. Такий розподіл вимагає більшої загальної маси частинок на цільову оптичну товщину, ніж майже монодисперсний аерозоль того самого середнього розміру й кількісної концентрації частинок. Відповідно, масові інжекції мають бути збільшені приблизно у два рази за інших рівних умов. Вузьким місцем при диспергуванні оптично ефективного аерозолію – за умови ідеальної деагрегації у форсунках інжектора – є коагуляція в ранній еволюції аерозольного шлейфу. Початкова концентрація частинок шлейфу масштабується обернено до площі поперечного перерізу шлейфу й довжини шлейфу; куб радіуса частинки масштабується з питомою густиною частинок, а також з масою аерозольного навантаження. Оскільки властивості аерозолію (концентрація, розмір) зазвичай різняться в межах поперечного перерізу шлейфу (Yu & Turco, 1998; Yu & Turco, 1998), то для моделювання припускається рівномірне змішування, і розглядаються лише середні показники.

Для інжекції базового масового потоку приблизно $2,5 \text{ Tg S рік}^{-1}$, або аерозольного навантаження 10 Tg , потрібні частинки з ефективним радіусом близько $0,1 \text{ мкм}$ і кількісною концентрацією частинок $1 \times 10^9 \text{ см}^{-3}$. Для цього необхідно:

- введення первинного сульфатного аерозолію за допомогою інжекторів, установлених на аероплатформах у нижній стратосфері;
- паливо з високим вмістом сірки, для виділення прекурсорів аерозолів у потоці відпрацьованих газів реактивного двигуна.

Передбачається, що кожен процес інжекції має відбуватися рівномірно в шарі $15\text{--}25 \text{ км}$, при цьому початкові шлейфи необхідно розподілити по всьому регіону з метою уникнення перенасичення. Локалізація аерозольних частинок на менших висотах, у більш тонких шарах або регіонально – наприклад, у високих широтах – може призвести до загострення проблеми стосовно підтримання сконструйованого аерозольного шару за рахунок збільшення щільності частинок і, таким чином, збільшення коагуляції. Вплив висотної авіації на верхню тропосферу і нижню стратосферу широко вивчений, починаючи з надзвукової транспортної програми 1970-х років; він поширюється на новітні дозвукові літаки у США та Європі (Jordan et al., 2018; Tilmes et al., 2010). Ці проекти досліджували викиди від реактивних літаків, динаміку шлейфу, мікрофізичні й динамічні процеси. Збагачення авіаційного палива сполуками сірки (H_2S , Sn) може збільшити масу сульфатних частинок у сліді струменя літака (Jordan et al., 2018; Yu, & Turco, 1998; Yu & Turco, 1997). Частинки сірчаної кислоти утворюються шляхом радикальних реакцій у процесі згоряння палива в реактивних двигунах. Сірчана кислота – це побічний продукт залишків сірки в паливі (як правило, менше 1% мас. S); більша частина сірки виділяється у вигляді SO_2 . Частка, що виділяється як H_2SO_4 , зменшується зі збільшенням вмісту сірки в паливі та становить приблизно 2% мас. від загальної сірки в міру наближення вмісту сірки в паливі приблизно до 1% (Arnold et al., 2000). Прямі вимірювання частинок у сліді реактивного струменя (Brook & Charles et al., 2000) показали, що нуклеація частинок тонкої моди, які не містять сажу, узгоджується з відносно постійністю процесу інжекції. Сліди пари, що утворюються у струмені інжекції, можуть суттєво модифікувати властивості частинки (Yu & Turco, 1998). Сліди конденсації надзвичайно рідкісні, оскільки у стратосфері зазвичай сухі умови. Якщо уявно підвищити вміст сірки в реактивному паливі до 5% мас. для цілей геоінженерії, то під час стратосферних польотів щорічні витрати становитимуть приблизно 50 Tg палива (половина від кількості польотів, що використовується наразі комерційною авіацією), з якого імітується до $2,5 \text{ Tg S}$, що в кінцевому підсумку утворить приблизно 10 Tg сульфатного аерозолію. Загальна кількість імітованих частинок становитиме приблизно 5×10^{27} . Якщо аерозоль рівномірно розподілити у стратосферному шарі товщиною 10 км на висоті $15\text{--}25 \text{ км}$, то це дасть середню концентрацію $1 \times 10^3 \text{ см}^{-3}$ з радіусом частинок приблизно $0,06 \text{ мкм}$; іншими словами, ідеальний геоінженерний сонячний екран.

Наведені оцінки припускають:

- відсутність несподіваної хімії чи мікрофізики на ранній стадії інжекції, які могли б суттєво змінити коефіцієнт викиду;
- ідеальний розподіл сульфатної маси у стратосферному шарі;
- відсутність механізму коагуляції.

Висновки. Основна перевага сульфатних аерозолів, як засобу для модифікації альbedo Землі, полягає в тому, що природа вже виконала відповідні експерименти у вигляді вулканічних нагнітань сірки (гора Пінатубо, 1991). Гора Пінатубо інжектувала близько 9 Mt S у стратосферу, утворивши сульфатний аерозольний шар, що охолодив Землю на $\sim 0,5^\circ\text{C}$ протягом року. Як інструмент кліматичної інженерії, сульфати, однак, є примітивним інструментом. До їхніх недоліків можна віднести таке:

- продукувати сульфатний аерозоль оптимального спектрального розміру важко;

- розсіювання сульфатного аерозолі сильно залежить від розміру його частинок, максимум ефективності досягається за діаметра частинки $\sim 0,3$ мкм і швидко зменшується за більших або менших розмірів частинок;
- аерозолі, що утворюються шляхом безперервної інжекції SO_2 , мають розподіл розмірів, який значно перевищує оптимальний, оскільки більша частина доданої сірки осідає на вже існуючих частинках, що істотно обмежує радіаційний вплив унаслідок утворення грубих частинок;
- створення радіаційного впливу, достатнього для компенсації радіаційного ефекту, викликаного подвоєнням концентрації CO_2 , вимагає великих інжекцій сірки;
- проблема посилюється, якщо сульфатні аерозолі досягають більш теплих шарів у верхній стратосфері, де тиск пари H_2SO_4 є достатньо високим, щоб забезпечити перенесення маси в паровій фазі від менших частинок до більших, що ускладнює підтримання відповідного розміру аерозолі, який розповсюджується;
- сульфатні аерозолі значно збільшують співвідношення дифузної до прямої інсоляції на поверхні (напр., виверження Пінатубо збільшило кількість розсіяного сонячного світла злого неба, що досягає земної поверхні більш ніж у два рази; це викликало, у свою чергу, різноманітні побічні ефекти від зміни продуктивності екосистем до зниження ефективності сонячних енергетичних систем);
- сульфати в нижній стратосфері забезпечують реакційну здатність поверхні, які можуть прискорити каталітичне видалення озону внаслідок перетворення хлору із пластових видів до ClO . Цей ефект може бути більш серйозним, якщо концентрація водяної пари в нижній стратосфері збільшується зі збільшенням глобальної температури.

Ураховуючи недоліки сульфатних аерозолів як схеми геоінженерії кліматичної системи, варто досконало вивчити можливості проектування розсіювання сонячного випромінювання з метою досягнення бажаного радіаційного ефекту з меншими витратами та важкими побічними ефектами.

References

1. Andreae, M., Jones, C. & Cox, P. (2005). Strong present-day aerosol cooling implies a hot future. *Nature* 435, p.1187–1190. DOI: 10.1038/nature03671
2. Arnold, F., A. Kiendler, V. Wiedemer, S. Aberle, T. Stilp, and R. Busen (2000). Chemiion concentration measurements in jet engine exhaust at the ground: Implications for ion chemistry and aerosol formation in the wake of a jet aircraft. *Geophys. Res. Lett.*, 27, p. 1723–1726, 2000. DOI: 10.1029/1999GL011096
3. Augustine, G., Soderstrom, S., Milner, D., & Weber, K. (2019). Constructing a distant future: Imaginaries in geoengineering. *Academy of Management Journal*, 62(6), p. 1930–1960. 2019. DOI: 10.5465/amj.2018.0059
4. Bala G., Duffy P. B., Taylor K. E. (2008). Impact of geoengineering schemes on the global hydrological cycle. *PNAS* 2008, vol. 105, no. 22, p. 7664–7669. 2008. DOI: 10.1073/pnas.0711648105
5. Bala G. (2009) Problems with geoengineering schemes to combat climate change. *CURRENT SCIENCE*, Vol. 96, No. 1, 10, 2009.
6. Ban-Weiss G. A. and Caldeira K. (2010). Geoengineering as an optimization problem. – *Environ. Res. Lett.*, 5 034009, 2010. DOI: 10.1088/1748-9326/5/3/034009
7. Bauman J. J., Russell P. B., Geller M. A., Patrick Hamill. (2003). A stratospheric aerosol climatology from SAGE II and CLAES measurements: 2. Results and comparisons, 1984–1999. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 108, 2003. DOI: 10.1029/2002JD002993
8. Bengtsson, I. (2001). Uncertainties of global climate predictions', in Schulze, E.-D., et al. (eds.), *Global Biochemical Cycles in the Climate System*, Academic Press, pp. 15–30. ISBN 0-12-631260-5.
9. Bengtsson, L., Semenov, V. and Johannessen, O. M. (2004). The early 20th century warming in the Arctic – A possible mechanism', *Journal of Climate*, 17 (20), pp. 4045–4057. 2004. ISSN 0894-8755. DOI: 10.1175/1520-0442(2004)017 <4045:TETWIT> 2.0.CO;2.
10. Bengtsson, L. (2006) Geo-Engineering to Confine Climate Change: Is it at all Feasible? *Climatic Change*, 77 (3–4), pp. 229–234. 2006. ISSN 0165-0009. DOI: 10.1007/s10584-006-9133-3

11. Bengtsson, L., Hodges, K. I., Roeckner, E., and Brokopf, R. (2006). On the natural variability of the pre-industrial European Climate', *Climate Dyn.* 1–18, 2006. DOI: 10.1007/s00382-006-0168-y
12. Brock Charles A., Schroder F. Kfircher B., Petzold A., Busen A., Fiebig M. (2000). Ultrafine particle size distributions measured in aircraft exhaust plumes. *Journal of geophysical research*, Vol. 105, No. D21, p. 26555–26,567. 2000. DOI: 10.1029/2000jd900360
13. Budyko, M. I. (1977). *Climatic Changes*. American Geophysical Union, 1977. DOI: 10.1098/rsta.2008.0132
14. Collins, W. D., Hack J. J., Rasch P. J., (2006). The Formulation and Atmospheric Simulation of the Community Atmosphere Model: CAM3. *Article in Journal of Climate*. June 2006. DOI: 10.1175/JCLI3760.1
15. Crutzen, P. J. (2006). Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: A contribution to resolve a policy dilemma? *Climatic Change*, this issue. DOI: 10.1007/s10584-006-9101-y
16. Cvijanovic I., Caldeira K., MacMartin D. G. (2015). Impacts of ocean albedo alteration on Arctic sea ice restoration and Northern Hemisphere climate. – *Environ. Res. Lett.*, vol. 10, 044020. DOI: 10.1088/1748-9326/10/4/044020
17. Dai, Z., Weisenstein, D. K., & Keith, D. W. (2018). Tailoring meridional and seasonal radiative forcing by sulfate aerosol solar geoengineering. *Geophysical Research Letters*, 45(2), 1030–1039. DOI: 10.1002/2017GL076472C
18. Delworth, T. L., & Knutson, T. R. (2000). Simulation of early 20th century global warming. *Science*, 287(5461), p. 2246–2250. DOI: 10.1126/science.287.5461.2246
19. Dentener, F. J., Carmichael, G. R., Zhang, Y., Lelieveld, J., & Crutzen, P. J. (1996). Role of mineral aerosol as a reactive surface in the global troposphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 101(D17), 22869–22889. DOI: 10.1029/96JD01818
20. Driscoll S., Bozzo A., Gray L. J., Robock A., and Stenchikov G. (2012). Coupled Model Intercomparison Project 5 (CMIP5) simulations of climate following volcanic eruptions. – *J. Geophys. Res.*, vol. 117, D17105, DOI: 10.1029/2012JD017607
21. Gasparini B., Münch S., Poncet L., Feldmann M., Lohmann U. (2017). Is increasing ice crystal sedimentation velocity in geoengineering simulations a good proxy for cirrus cloud seeding? *Atmos. Chem. Phys.*, 17, p. 4871–4885. DOI: 10.5194/acp-17-4871-2017.
22. Gilfillan D., Marland G. (2021). CDIA-FF: global and national CO_2 emissions from fossil fuel combustion and cement manufacture: 1751–2017. *Earth Syst. Sci. Data*, 13, p. 1667–1680, 2021. DOI: 10.5194/essd-13-1667-2021
23. Govindasamy, B. and Caldeira, K. (2000). Geoengineering Earth's radiation balance to mitigate CO_2 -induced climate change. *Geophys. Res. Lett.*, 2000, 27, p. 2141–2144. DOI: 10.1029/1999GL006086
24. Govindasamy, B., Caldeira, K., Duffy, P. B. (2003). Geoengineering Earth's radiation balance to mitigate climate change from a quadrupling of CO_2 . *Global Planet. Change*, 2003, 37, p. 157–168. DOI: 10.1016/S0921-8181(02)00195-9
25. Gunderson R., Petersen B., Stuart D. (2018). A Critical Examination of Geoengineering: Economic and Technological Rationality in Social Context. *Sustainability* 2018, 10, 269, p. 1–21. DOI: 10.3390/su10010269
26. Gunderson, R., Stuart, D., & Petersen, B. (2019). The political economy of geoengineering as plan B: Technological rationality, moral hazard, and new technology. *New Political Economy*, 24(5), p. 696–22.7.15. *New Political Economy* 2019, Vol. 24, No. 5, 696–715. DOI: 10.1080/13563467.2018.1501356
27. Heald, C. L., Jacob, D. J., Park, R. J., Russell, L. M., Huebert, B. J., Seinfeld, J. H., Weber, R. J. (2005). A large organic aerosol source in the free troposphere missing from current models. *Geophysical Research Letters*, 32(18). DOI: 10.1029/2005GL023831
28. Heckendorn P., Weisenstein D., Fueglistaler S., Luo B.P., Rozanov E., Schraner M., Thomason L.W., Peter T. (2009). The impact of geoengineering aerosols on stratospheric temperature and ozone. *Environ. Res. Lett.* 4 (2009) 045108 (12pp) DOI: 10.1088/1748-9326/4/4/045108
29. Horowitz Hannah M., Holmes C., Wright A., Sherwen T., Wang X., Evans M., Jiayue Huang J., Jaeglé L., Chen Q., Shuting Zhai S., Alexander B. (2020). Effects of Sea Salt Aerosol Emissions for Marine Cloud Brightening on Atmospheric Chemistry: Implications for Radiative Forcing. *Geophys. Res. Lett.* 2020 Feb 28; 47(4). DOI: 10.1029/2019GL085838
30. IPCC Sixth Assessment Report Working Group 1, 9/8/21, Retrieved from: <https://www.ipcc.ch/2021/08/09/ar6-wg1-20210809-pr/> Archived 2021-08-11 at the Wayback Machine
31. Jordan P. Smith, John A. Dykema, and David W. Keith. (2018). Production of Sulfates Onboard an Aircraft: Implications for the Cost and Feasibility of Stratospheric Solar Geoengineering. *Earth and Space Science*, 2018, vol. 5, p. 75–174. DOI: 10.1002/2018EA000370
32. Keith, D. W. (2000). Geoengineering the climate: History and prospect. *Annual review of energy and the environment*, 25(1), p. 245–284. DOI: 10.1146/annurev.energy.25.1.245
33. Kim Do-Hyun, Shin Ho-Jeong, Chung Il-Ung. (2020). Geoengineering: Impact of Marine Cloud Brightening Control on the Extreme Temperature Change Over East Asia. *Atmosphere* 2020, 11, 1345. DOI: 10.3390/atmos11121345
34. Kravitz, Ben, Alan Robock, Luke Oman, Georgiy Stenchikov, and Allison B. Marquardt. (2009). Sulfuric acid deposition from stratospheric geoengineering with sulfate aerosols. *J. Geophys. Res.*, 114, D14109. DOI: 10.1029/2009JD011918

35. Kravitz, B., Robock, A., Boucher, O., Schmidt, H., Taylor, K. E., Stenchikov, G., and Schulz, M. (2011). The Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP). *Atmospheric Science Letters*, 12, 162–167. DOI: 10.1002/asl.316, 2011
36. Kravitz, Ben, and Alan Robock. (2017). Vetting new models of climate responses to geoengineering: The Seventh Meeting of the Geoengineering Model Intercomparison Project; Newry, Maine, 26 July 2017, Eos, 98. DOI: 10.1029/2017EO08938
37. Kravitz, Ben, Alan Robock, Olivier Boucher, Mark Lawrence, John C. Moore, Ulrike Niemeier, Trude Storelvmo, Simone Tilmes, and Robert Wood. (2018). The Geoengineering Model Intercomparison Project – introduction to the second special issue. *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 9 pp. DOI: 10.5194/acp-special_issue376-preface
38. Lee, Joonsuk; Yang, Ping; Dessler, Andrew E.; Gao, Bo-Cai; Plattnick, Steven. (2009). Distribution and Radiative Forcing of Tropical Thin Cirrus Clouds. *Journal of the Atmospheric Sciences*. 66 (12): 3721–3731. Bibcode:2009JAtS...66.3721L. DOI: 10.1175/2009JAS3183.1
39. Li, Z., Xia, X., Cribb, M., Mi, W., Holben, B., Wang, P., ... & Dickerson, R. E. (2007). Aerosol optical properties and their radiative effects in northern China. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 112(D22). DOI: 10.1029/2006JD007382
40. Lunt, D. J., Ridgwell, A., Valdes, P. J., Seale, A. (2008). Sunshade World: A fully coupled GCM evaluation of the climatic impacts of geoengineering. *Geophys. Res. Lett.*, 2008, 35, L12710. DOI: 10.1029/2008GL033674
41. Matthews H. D., Caldeira K. (2007). Transient climate–carbon simulations of planetary geoengineering. *PNAS* 2007, vol. 104, no. 24, p. 9949–9953. DOI: 10.1073/pnas.0700419104
42. McClellan, J., D. W. Keith, and J. Apt (2012) Cost analysis of stratospheric albedo modification delivery systems, *Environmental Research Letters*. DOI: 10.1088/1748-9326/7/3/034019
43. McCusker, K. E., K. C. Armour, C. M. Bitz, and D. S. Battisti. (2014). Rapid and extensive warming following cessation of solar radiation management, *Environmental Research Letter*. DOI: 10.1088/1748-9326/9/2/0240057.57
44. Mittiga, R. (2019). What's the Problem with Geo-engineering? *Social Theory and Practice*. Vol. 45, No. 3, p. 471–499. DOI: 5840/soctheorpract201992768
45. Montzka S., Calvert, B. D. Hall, J. W. Elkins, T. J. Conway, P. P. Tans, C. Sweeney (2007). On the global distribution, seasonality, and budget of atmospheric carbonyl sulfide (COS) and some similarities to CO₂. DOI: 10.1029/2006JD007665
46. Montzka S., Calvert P., Hall B. D., Elkins J. W., Conway T. J., Tans P. P., Sweeney C. (2007) On the global distribution, seasonality, and budget of atmospheric carbonyl sulfide (COS) and some similarities to CO₂. *Journal of Geophysical Research* 112, p. 1–15.2007. DOI: 10.1029/2006JD007665
47. Niemeier U., Schmidt H., Alterskjær K., Kristjánsson J. E. (2013). Solar irradiance reduction via climate engineering: Impact of different techniques on the energy balance and the hydrological cycle. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 118, P. 11905–11917, DOI: 10.1002/2013JD020445
48. Pitari G., Daniele Visioni D., Mancini E., Cionni I., Glauco Di Genova G., Gandolfi I. (2016). Sulfate Aerosols from Non-Explosive Volcanoes: Chemical-Radiative Effects in the Troposphere and Lower Stratosphere. *Atmosphere* 2016, 7, 85, p. 2–24. DOI: 10.3390/atmos7070085
49. Quaglia I., Daniele Visioni D., Pitari G. and Ben Kravitz B. (2021) A novel approach to sulfate geoengineering with surface emissions of carbonyl sulfide. *Atmospheric Chemistry and Physics*. Preprint. Discussion started: 11 October 2021. DOI: 10.5194/acp-2021-813
50. Rasch, Philip J., Simone Tilmes, Richard P. Turco, Alan Robock, Luke Oman, Chih-Chieh (Jack) Chen, Georgiy L. Stenchikov, and Rolando R. Garcia. (2008). An overview of geoengineering of climate using stratospheric sulfate aerosols. *Phil. Trans. Royal Soc. A*, 366, 4007–4037, DOI: 10.1098/rsta.2008.0131
51. Rasch, P. J., Crutzen, P. J., Coleman, D. B. (2008). Exploring the geoengineering of climate using stratospheric sulfate aerosols: The role of particle size. *Geophysical Research Letters*, vol. 35, 2, L02809, DOI: 10.1029/2007GL032179
52. Rasch, P. J., Tilmes, S., Turco, R. P., Robock, A., Oman, L., Chen, C. C., ... & Garcia, R. R. (2008). An overview of geoengineering of climate using stratospheric sulphate aerosols. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1882), p. 4007–4037. DOI: 10.1098/rsta.2008.0131
53. Righi M., Hendricks J., Ulrike Lohmann U., Beer C. G., Valerian Hahn V., Heindol B., Romy Heller R., Krämer M., Ponater M., Christian Rolf C., Ina Tegen I., Voigt C. (2020). Coupling aerosols to (cirrus) clouds in the global EMAC-MADE3 aerosol-climate model. *Geosci. Model Dev.*, 13, p. 1635–1661, 2020. DOI: 10.5194/gmd-13-1635-2020.
54. Robock A. (2000). Volcanic Eruptions and climate. *Reviews of Geophysics*, 38, 2 p. 191–219. DOI: 10.1029/1998RG000054
55. Robock, A., (2008). Whither geoengineering? *Science*, 320, p. 1166–1167.
56. Robock, A., Allison B. Marquardt, Ben Kravitz, and Georgiy Stenchikov. (2009). The benefits, risks, and costs of stratospheric geoengineering. *Geophys. Res. Lett.*, 36, L19703, DOI:10.1029/2009GL039209/
57. Robock, A., Douglas G. MacMartin, Riley Duren, and Matthew W. Christensen. (2013). Studying geoengineering with natural and anthropogenic analogs. *Climatic Change*, 121, p. 445–458, DOI:10.1007/s10584-013-0777-5
58. Robock, Alan. (2014). Stratospheric aerosol geoengineering, *Issues Env. Sci. Tech.* (special issue "Geoengineering of the Climate System"), 38, p. 162–185.
59. Robock, Alan. (2015). Cloud control: Climatologist Alan Robock on the effects of geoengineering and nuclear war. *Bull. Atomic Sci.*, DOI:10.1177/0096340215581353
60. Robock, Alan. (2016). Albedo enhancement by stratospheric sulfur injection: More research needed. *Earth's Future*, 4, DOI:10.1002/2016EF000407
61. Robock, Alan. (2014). Stratospheric aerosol geoengineering, *Issues Env. Sci. Tech.* (special issue "Geoengineering of the Climate System"), 38, p. 162–185.
62. Schmidt, H., K. Alterskjær, D. Bou Karam, O. Boucher, A. Jones, J. E. Kristjánsson, U. Niemeier, M. Schulz, A. Aaheim, F. Benduhn, M. Lawrence, and C. Timmreck. (2012). Solar irradiance reduction to counteract radiative forcing from a quadrupling of CO₂: Climate responses simulated by four Earth system models. *Earth Syst. Dynam.*, *Earth Syst. Dynam.*, 3, p. 63–78.
63. Smith W. The cost of stratospheric aerosol injection through 2100 (2020). *Environ. Res. Lett.* 15 (2020), 114004. DOI: 10.1088/1748-9326/aba7e7.
64. Solomon S. IPCC (2007): Climate change the physical science basis. Agufall meeting abstracts. Vol. 2007, p. U43D-01.
65. Steele, H. M., Turco, R. P. (1997). Separation of aerosol and gas components in the Halogen Occultation Experiment and the Stratospheric Aerosol and Gas Experiment (SAGE) II extinction measurements' Implications for SAGE II ozone concentrations and trends. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 102, No. D16, p. 19,665–19,681, 1997.
66. Tilmes S., Pan L. L., Hoor P., Atlas E., Avery M. A. Campos T. Christensen L. E., Diskin G. S., Gao R.-S., Herman R. L., Hintsa E. J., Loewenstein M., Lopez J., Paige M. E., Pittman J. V., Podolske J. R., et al. (2010). An aircraft-based upper troposphere lower stratosphere O₃, CO, and H₂O climatology for the Northern Hemisphere. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 115, D14303, DOI:10.1029/2009JD012731, 2010.
67. Tilmes S., Fasullo J., Lamarque J.-F., Marsh D. R., Mills M., Kari Alterskjær K., Muri H., Kristjánsson J. E., Boucher O., Schulz M., Cole J. N. S., Curry C. L., Jones A., Haywood J., Irvine P. J., Moor J. C., Karam D. B., Kravitz B., Rasch P. J., Singh B., Yoon J.-H., Niemeier U., Hauke Schmidt H., Robock A., Yang S., and Shingo Watanabe S. (2013). The hydrological impact of geoengineering in the Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP). *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 11,036–11,058. DOI:10.1002/jgrd.50868.
68. Tilmes S., Richter J. H., Mills M. J., Kravitz B., MacMartin D. G., Garcia R. R., Kinnison D. E., Lamarque J.-F., Tribbia J. and Vitt F. (2018). Effects of different stratospheric SO₂ injection altitudes on stratospheric chemistry and dynamics *J. Geophys. Res.* 2018, 123, p. 4654–4673. DOI: 10.1002/2017JD028146
69. Wigley T. M. L. (2006). A combined mitigation/geoengineering approach to climate stabilization. *Science* vol. 314, p. 452–454. DOI: 10.1126/science.11317
70. Yu, F., and R. P. Turco. (1998). The formation and evolution of aerosols in stratospheric aircraft plumes: Numerical simulations and comparisons with observations, *J. Geophys. Res.*, 103, p. 25915–25934. DOI: 10.1029/98JD02453
71. Yu, F., and R. P. Turco. (1998). Contrail formation and impacts on aerosol properties in aircraft plumes: Effects of fuel sulfur content. *Geophysical Research Letters*, vol. 25, no. 3, p. 313–316. DOI: 10.1029/97GL03695
72. Yu F., Turco R. P. (1997) The role of ions in the formation and evolution of particles in aircraft plumes. *J. Geophysical Research Letters*. v. 24, № 15, p. 1927–1930, 1997.
73. Yu, F., and R. P. Turco. (2001). From molecular clusters to nanoparticles: Role of ambient ionization in tropospheric aerosol formation, *J. Geophys. Res.*, 106, p. 4797–4814. DOI: 10.1029/2000JD900539
74. Zaveri, R. A., Barnard, J. C., Easter, R. C., Riemer, N., & West, M. (2010). Particle-resolved simulation of aerosol size, composition, mixing state, and the associated optical and cloud condensation nuclei activation properties in an evolving urban plume. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 115(D17). Retrieved from: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2009JD013616#:~:text=https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.1029%2F2009JD013616>

Надійшла до редколегії 20.04.22

R. Oliynyk, PhD Physics and Mathematics, Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

GEOENGINEERING AEROSOLS

The unambiguous indicators of climate change caused by the industrialization of society are becoming increasingly apparent. Urgent short-term transformations in energy and transport systems around the world are needed to significantly reduce carbon emissions. The scale of the transformation, the lack of effective public response, and the inertia of changes in energy infrastructure are prompting other strategies to mitigate some of the effects of global warming. If global warming continues to rise, it could lead to serious risks of large-scale irreversible failure in the climate system. Projections of such levels of warming are within the XXI century. As efforts to achieve ambitious emission reduction targets have so far failed, options for mitigating climate change or adapting to climate change have recently been seriously considered. Limiting global warming by 2 ° C above pre-industrial levels in the 21st century. avoids dangerous human interference in the climate system. If the 2 ° C mark is exceeded, the effects of climate change can no longer be controlled. Currently, the increase in average global surface temperature is already about 1.0 ° C above pre-industrial values. It is estimated that 0.5 ° C is already in the climate system, especially in the oceans, and has not yet affected the planet's surface air temperature. However, there are currently no signs of any radical containment of global warming. On the contrary, the concentration of carbon dioxide, arguably the most important anthropogenic greenhouse gas in the atmosphere, continues to rise steadily. Given this situation, it is not only the scientific community that is actively discussing artificial interventions in the climate system to limit global warming, which is known as climate geoengineering.

Keywords: global warming, aerosols, geoengineering.

II. СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.3>
УДК 933

Д. Екерт, д-р геогр. наук
ORCID ID: 0000-0001-6512-2197
НЦНД, МУНДЛ 7504 Географія міст, Париж, Франція,
Центр ім. Марка Блока, Берлін, Німеччина

І. Савчук, канд. геогр. наук
ORCID ID: 0000-0003-3779-0467
НЦНД, МУНДЛ 7504 Географія міст, Париж, Франція,
КПНЗ "КМАН учнівської молоді", Київ, Україна

МІСТ ВІЙНИ

Широкомасштабна війна, що розпочалась 24 лютого 2022 р., поділила історію незалежної України на дві частини. Ворог напав по всій лінії спільного державного кордону. Особливе місце при цьому має наступ на Таврійській ділянці фронту. Формування на території анексованого Криму великого військового угруповання було б неможливим без регулярного переміщення по Кримському мосту через Керченську протоку військових підрозділів і спеціальної техніки. У статті ставиться питання про те, чи є таке застосування цього важливого у стратегічному значенні об'єкта транспортної інфраструктури випадковим чи навпаки – його зведення було потрібне саме для здійснення військових цілей? Для підтвердження своєї гіпотези автори аналізують усі мости, які були зведені та функціонували певний (непривалій) період між Кримським і Таманським півостровами. Це відповідно німецький міст 1943 р., радянський міст 1944–1945 рр. і сучасний міст, зведений за рішенням федерального уряду Росії, після анексії Кримського півострова. Було встановлено, що всі вони були збудовані заради забезпечення реалізації саме воєнних операцій. Аналіз їхнього будівництва прямо вказує на те, що ці мости зводили з метою швидкого переміщення у кримському напрямку великих військових з'єднань. Отже, існуючий Кримський міст можна з повним правом назвати мостом війни. У мирний час відсутній між Кримом і Кубанню значні потоки людей і товарів, що могли б визначити доцільність його будівництва. Варто при цьому зауважити, що українські географи, не дивлячись на вісім років анексії Кримського півострова, не опублікували жодної статті щодо цього питання. Постає закономірне питання: чи не зумовлено це тим, що більшість із них було сформовано на теоретико-методологічних засадах радянської й пострадянської наукової школи, де питання військової та політичної географії були завжди маргінальними темами відкритих досліджень. Автори пропонують для вивчення феномена "міста війни" залучити сучасні постнекласичні напрацювання французьких географів, щонайменше сприяти вправленню ситуації в українській географії, коли питання територіальної цілісності та воєнних дій мали стати пріоритетними, а не маргінальними, темами наукових досліджень.

Ключові слова: Кримський міст, геополітика, військова географія, анексія, війна.

Актуальність. 24 лютого 2022 р. назавжди увійшло в історію України як страшна дата, коли, після понад 70 років миру, знову йде широкомасштабна війна. У цій війні велике значення має переміщення великих військових підрозділів. Це можливо здійснити шляхом застосування таких об'єктів інфраструктури подвійного призначення, як залізниця, аеродромів, мостів. Їхнє облаштування та зведення відповідно до військових вимог є важливим компонентом підготовки війни. Росія тривалий час готувалась до широкомасштабної війни з Україною. Свідченням тому є зведення у прикордонних районах численних військових об'єктів, мілітаризація анексованого Кримського півострова за зразком Калінінградської області (Hazemann, 2017; Gomart, 2015; Snegur, 2014; Soller, 2019; Tétart, 2019).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За винятком нашої статті (Eckert&Savchuk, 2022), не були опубліковані наукові географічні публікації щодо розбудови інфраструктури подвійного використання на анексованих територіях Криму. Автори публікацій з геополітичних питань лише звертають увагу на виняткове значення Кримського мосту для Росії у рамках установавання її панування на анексованих територіях (див., напр., Chamontin, 2019, 15). У своїй попередній статті (Eckert&Savchuk, 2022) ми розглянули різні проекти побудови мосту через Керченську протоку та ймовірне його використання у мирний час, виходячи із сучасного рівня господарського розвитку прилеглих регіонів. Питання розвитку великих російських інфраструктурних проектів за часів правління В. В. Путіна з позицій геостратегії та

військової географії докладно розглянув Ж. Радвані (Radvani, 2017 a, b). Він звертає увагу на те, що у Росії було взято курс на зменшення залежності від країн-сусідів і що це "суттєво посилює стратегічний потенціал країни" (Radvani, 2017a, 14). Також зазначає, що "покаращення мережі автодоріг на Північному Кавказі... супроводжується передислокацією військових баз ближче до кордону" (Radvani, 2017b, 19). Українські географи, наскільки нам відомо, взагалі не публікували статей стосовно розвитку суспільства та дій окупаційної влади на тимчасово окупованих і анексованих територіях України. Отже, можна констатувати, що вітчизняні географи не вважали за потрібне проаналізувати ті зміни, які відбулись за вісім років з часу встановлення окупаційного режиму на цій частині території України. Єдиним винятком є стаття щодо трансформації магістральних видів транспорту під впливом анексії Кримського півострова й тимчасової окупації частини території держави на сході (Savchuk, 2017). Д. Екерт опублікував дві статті щодо розвитку державних кордонів України за таких специфічних умов (Eckert, Lambroschini, 2017, Eckert, 2019). Він наголошує на тому, що окупаційні органи влади облаштовували лінію зіткнення сторін на Донбасі та у Криму як лінію державного кордону, що свідчило про їхні наміри тривалого панування на анексованих і тимчасово окупованих територіях. Тому є всі підстави стверджувати, що ми першими у географічній науці розглядаємо Кримський міст як насамперед військовий об'єкт, а не споруду подвійного призначення чи об'єкт цивільної інфраструктури.

Мета дослідження – розкрити значення мосту через Керченську протоку як військового об'єкта. Завдання: показати значення реалізованих проєктів з побудови такого мосту для ведення широкомасштабних бойових операцій і вказати на недоцільність його існування за умов мирного часу.

Методика та методологія. В основі дослідження покладено теоретичну концепцію геоісторії, що передбачає вивчення довгої тривалості та впливу географічних чинників на реалізацію певних інфраструктурних проєктів. З огляду на те, що українські вчені мало обізнані з цією концепцією, її основні положення викладено у серії публікацій українською мовою І. Г. Савчука (*Savchuk, 2019, 5–13; Savchuk, 2018, 2021*). Головним у нашому дослідженні є застосування наукового принципу відтворення, згідно з яким за однакових умов наявне створення подібних об'єктів. З методологічними особливостями застосування сучасного калітативного підходу у географії українські вчені можуть ознайомитись у (*Morange, Schmoll, 2016*).

Виклад основних результатів дослідження. Сучасний міст через Керченську протоку від самого свого відкриття служив насамперед військовим цілям та був спрямований на гарантування переміщення великих військових контингентів і техніки до анексованого Криму (*Plouchart, 2020*). Його будівництво було ініційовано на найвищому рівні, що знайшло своє відображення у відповідній міждержавній угоді ("Угода між Урядом Російської Федерації і Кабінетом Міністрів України про спільні дії з організації будівництва транспортного переходу через Керченську протоку", набула чинності 11.02.2014). Важко зрозуміти, чим керувався тогочасний прем'єр-міністр України, коли підписував цей документ. Його попередники на цьому високому посту, не зважаючи на наполягання російських високопосадовців, відмовлялись створювати правові основи для реалізації проєкту будівництва цього мосту. Його недоцільність у мирний час була усвідомлена ще у радянський час (*Bahrov&Gradov, 1974*), проте відповідний міждержавний документ усе ж таки було підписано. Це дало Росії підстави, на початку анексії Кримського півострова, стверджувати, що вона лише реалізує міжурядову угоду з будівництва мосту і не порушує ані міжнародне, ані українське законодавство з цього питання. Не думаємо, що українські високопосадовці знали про історію зведення й експлуатації попередніх мостів, створених саме заради ведення широкомасштабних бойових дій. Це питання не висвітлено у радянській чи сучасній російській історіографії. Нами у цій статті проаналізовано історико-географічний контекст зведення мостів через Керченську протоку в минулому саме з метою реалізації цих воєнних цілей.

Першим реалізованим (не повністю) проєктом був міст, прокладений німецькою окупаційною владою 1943 р. Вище німецьке військово-політичне командування надавало йому виняткового значення у стратегії встановлення свого тривалого панування та реорганізації Кримського півострова відповідно до Генплану "Ост". Саме тому спочатку було успішно зведено канатну дорогу між двома берегами, а також завезено до місця майбутнього будівництва з Німеччини у достатній кількості будівельні матеріали й залізні ферми майбутнього гігантського моста. Намір збудувати тут великий (за технічними параметрами) міст було прийнято ще 1942 р., коли німецькі війська лише вийшли до Перекопу. Зведений за

65 діб канатний міст дозволяв переміщувати до 1000 т вантажів щоденно до німецьких армій, які розгортали наступ на Кавказ (*Singer, 1998, 605-607*). Проте це був лише тимчасовий міст. Переконавшись в його ефективності й доцільності зведення довготривалої споруди капітального мосту, за прямою вказівкою А. Гітлера (07.03.1943 р.), було прийнято рішення про проєктування капітального мосту із двома автомобільними й однією залізничною лінією між двома берегами Керченської протоки та його зведення у максимально стислі терміни (*Singer, 1998, 41–42*). Цей проєкт було знайдено в архівах Організації Тодда і використано радянськими інженерами-планувальниками при проєктуванні гігантського мосту через Керченську протоку в кінці 40-х рр. XX ст. (див. *Eckert&Savchuk, 2022*). За нацистським проєктом у травні 1943 р. до самого наступу радянських військ у жовтні 1943 тривало будівництво цього супермосту (*Singer, 1998, 598-604*).

Радянські війська, зайнявши місцевість будівництва мосту, відразу проінформували своє вище керівництво. І відповідь не забарилася. Державний комітет оборони СРСР Постановою № 5027 від 25.01.1944 р. приймає рішення звести залізничний міст через Керченську протоку (Мост...). У такий спосіб було завершено будівництво частини німецького проєкту. Відсутність у радянській версії мосту автомобільних полос є очевидною. Парк легкових і вантажних автомобілів був у РСЧА настільки не значний, що не існувало потреби у будівництві відповідної частини німецького проєкту. Радянська держава спиралась саме на залізничні перевезення військової техніки й особового складу, нехтуючи, через брак автотранспорту та асфальтованих доріг, вантажним автомобільним транспортом. Тому зведений поспіхом міст відрізнявся від первинного німецького проєкту та служив насамперед потребам у перевезенні вантажів із Кубані до Криму, з огляду як на бої на Півдні України, так і на майже повністю знищену залізничну інфраструктуру у цьому регіоні й на Донбасі, що надавало йому виняткового значення в умовах уведення війни у забезпеченні радянських військ, які розвивали наступ у Таврійському напрямку. Міст було відкрито 18.11.1944 р., проте вже 20.02.1945 р. його було зруйновано через льодохід, з огляду на те, що не було зведено захисні споруди та не належним чином укріплено несучі конструкції. Зрозуміло, що у зруйнованій країні було не до відновлення цього мосту, особливо, коли можна було використовувати традиційні залізничні лінії через Сиваш. Тобто нагальної потреби ані війська, ані зруйнованого війною господарства не було у відновленні цього мосту. Тому 1953 р. вирішили запровадити замість нього паромну переправу Крим – Кавказ, що цілковито задовольняла потреби півострова у мирний час як у радянський період, так і за роки незалежності.

Сучасний Керченський міст є найбільшим інфраструктурним проєктом, зведеним в анексованому Криму федеральною владою. Після двох років будівництва його було з помпою відкрито 2018 р., а у наступному році по ньому було прокладено залізничну лінію. У такий спосіб було пов'язано автомобільну й залізничну мережу півострова з материковою частиною Росії. Це було не лише політичне важливе рішення. В його основі – виразний геостратегічний аспект. Свідченням тому є публікація у мережі Інтернет на сайті, присвяченому будівництву, інформації та ескізів проєкту такого моста, розробленого

московським спеціалізованим науково-дослідним інститутом за сталінських часів (Мост...). Символічне значення мосту, збудованого у рекордно стислий для російських мегапроектів термін, для самоутвердження федеральної влади було докладно розкрито у низці публікацій (Bayou, 2016; Plouchart, 2020).

По мосту відразу почали перевозити до анексованого Кримського півострова техніку й особовий склад новостворених військових підрозділів ("Показали справжнє призначення"). Саме цим, на нашу думку, зумовлено великі обсяги перевезень по ньому, зафіксовані російською статистикою. Він був відкритий від 2020 р. для вантажних залізничних перевезень і по ньому було перевезено у перший рік існування 2,5 млн т вантажів. При цьому перевезення по ньому вантажів у комерційному сполученні не вигідно через існуючу тарифну політику "РЖД" ("Рентабельности не будет"). Сучасний Кримський міст від початку відкриття руху по ньому використовується російськими військовими для переміщення техніки, боеприпасів, особового складу до півострова. Отже є всі підстави стверджувати, що його було зведено саме заради ведення війни, а не для мирних потреб. Тому на найвищому рівні висловлюється думка про доцільність його знищення під час війни (Сили...). Коротка історія існування його попередників цілком може повторитися і у мирний час відновить свою роботу паромна переправа Крим – Кавказ, потужності якої цілком достатньо для задоволення потреб у комерційному товарообороті (Bahrov&Gradov, 1974).

Висновки. Проведений аналіз реалізованих проєктів мостів через Керченську протоку дозволив дійти таких висновків: 1) усі реалізовані проєкти було зведено для переміщення переважно військової техніки й особового складу; 2) ці мости не мають господарського значення у мирний час; 3) усі мости мали залізничні колії, що зумовлено потребою у перевезенні важкої військової техніки до Кримського півострова. Отже, сучасний Керченський міст цілком справедливо можна вважати мостом війни, який, як заявив Секретар РНБО України О. Данилов (21.04.2022 р.), за наявності відповідної можливості, буде знищений Збройними Силами України (Сили...). Відсутність потреби у мирний час такого моста ставить під сумнів довготривалість його існування, особливо в умовах широкомасштабної війни. Тому є всі підстави передбачити, що він теж існуватиме незначний період, як і його попередники.

References

1. Bahrov, N. V., Hradov, G. L., (1974). Problemy razvitiya i razmesheniya proizvoditelnykh sil Severnogo Prichernomorya. M. [Bahrov, N. V., Gradov, G. L., 1974. The Problems of development and deployment of productive forces of the Northern Black Sea coast, Moscow] (in Russian)
2. Most cherez Kerchenskiy proliv [The bridge across the Kerch Strait] Retrieved from <http://kerch.rusarchives.ru/documents/postanovlenie-gosudarstvennogo-komiteta-oborony-sssr-no-5027ss-o-stroitelstve> [28.04.2022] (in Russian)
3. "Pokazali spravzhne priznachennya": Rosia pustyla viyskovu tekhniku Krymskym mostom ["They showed their true purpose": Russia let military equipment over the Crimean bridge] Retrieved from <https://news.obozrevatel.com/ukr/russia/pokazali-spravzhne-priznachennya-rosiya-pustila-vijskovu-tehniku-po-krymskomu-mostu.htm> (in Ukrainian)
4. Prikhoditsya gnat porojniyak: Krym v jeleznodorozhnom tupike [We have to haul empty cars: the Crimea is in a railroad dead end] Retrieved from <https://ru.krymr.com/a/krym-zheleznodorozhnyy-tupik/31183237.html> [28.04.2022] (in Russian)

5. "Rentabelnosti ne budet": chto ne tak s jeleznoy dorogoy iz Rossii v Krym ["There will be no profitability": what is wrong with the railroad from Russia to the Crimea] Retrieved from <https://ru.krymr.com/a/pochemu-jeleznyaya-doroga-is-rossii-v-krym-ne-vpechatlila-gruzoperevozchikov/30818551.html> [28.04.2022] (in Russian)
6. Savchuk, I., 2018. Osnovni naukovy pidkhody do vyvchennya prostoro-haluzevoho rozvytku hospodarskoy diyalnosti [Savchuk, I., 2018. Main Scientific Approaches to Study Space-Development of Economic Activity]. *Ukrainian Historical Journal*, (2) 110-120. DOI: 10.15407/uhj2018.02.110 (in Ukrainian).
7. Savchuk, I., 2019. Rozvytok hospodarskoy diyalnosti na teritorii suchastnoi Ukrainy u prostori i chasi. Kyiv. Savchuk, I., 2019. [Development of economic activity on the territory of modern Ukraine in space and time], Kyiv. (in Ukrainian).
8. Syly ZSU hotuyutsya vdaryty po Krymskomu mostu: shcho vidomo [Forces of the Ukrainian armed forces are preparing to attack the Crimean bridge: what we know] Retrieved from <https://politeka.net/uk/society/373776-sily-vsu-gotovyatsya-udarit-po-krymskomu-mostu-chto-izvestno> [21.04.2022] (in Ukrainian).
9. Uhoda mij Kabinetom Ministriv Ukrainy ta Uryadom Rosiyskoy Federatsii pro spilni dii z organizatsii budivnytstva transportnoho perekhodu cherez Kerchensku protoku [Agreement between the Cabinet of Ministers of Ukraine and the Russian Federation on joint activities to organize the construction of the Kerch stream crossing] Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/643_430#Text [3.11.2021] (in Ukrainian).
10. Bayou C. (2016). Le pont de Kertch : Derrière la prouesse technique, le geste politique. Regard sur l'Est. Retrieved from: <http://regard-est.com/le-pont-de-kertch-derriere-la-prouesse-technique-le-geste-politique>, [28.04.2022] (in French)
11. Chamontin, L. (2019). Ukraine: évolutions géopolitiques et imbroglie territorial. *Population & Avenir*, 744, 14-16. DOI: 10.3917/popav.744.0014 (in French)
12. Eckert D., Lambroschini S., (2017). La ligne de démarcation entre le Donbass et le reste de l'Ukraine. M@ppemonde, (119). Retrieved from: <http://mappemonde.mgm.fr/119lieu1/> (in French)
13. Eckert, D., Savchuk, I., (2022). Le(s) pont(s) de Crimée avant 2014. Les discontinuités d'une longue histoire. M@ppemonde, (133) Retrieved from: <http://journals.openedition.org/mappemonde/7304> (in French)
14. Eckert, D., (2019). Ukrainian border: current state and problems. *Visnyk Kyivskogo nacionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka, Geografiya* [Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography], 2 (75), 24-28, DOI: 10.17721/1728-2721.2019.75.4 (in Ukrainian)
15. Gomar, T. (2015). Russie : de la "grande stratégie" à la "guerre limitée". *Politique étrangère*, 25-38. DOI: 10.3917/pe.152.0025 (in French)
16. Hazemann, R. (2017). L'évolution de la présence des forces armées russes en Crimée depuis 2014. *Revue Défense Nationale*, 802, 42-49. DOI: 10.3917/rdna.802.0042 (in French)
17. Morange, M., Schmoll, C. (2016). Les outils qualitatifs en géographie. Méthodes et applications. Paris, Armand Colin (in French)
18. Plouchart J., (2020). Le pont de Crimée, un instrument redoutable contre l'Ukraine, Regard sur l'Est. Retrieved from: <http://regard-est.com/le-pont-de-crimée-un-instrument-redoutable-contre-lukraine> [10.06.2020] (in French)
19. Radvanyi, J., (2017a). Adapter les réseaux de transport eurasien : réussites et défis. *Revue Défense Nationale*, 802, 84-89. DOI: 10.3917/rdna.802.0084 (in French)
20. Radvanyi, J., (2017b). Quand Vladimir Poutine se fait géographe.... *Hérodote*, 166-167, 113-132. DOI: 10.3917/her.166.0113 (in French)
21. Savchuk, I. (2017). Le trafic ferroviaire international de voyageurs en Ukraine, un pont entre l'Est et l'Ouest ou le choix d'un bloc ? *Géotransports*, 2 Retrieved from: http://geotransports.fr/Revue/n09/pp_51-62_Le_trafic_ferroviaire_international_de_voyageurs_en_Ukraine_I_Savchuk.pdf (in French)
22. Savchuk, I., (2021). Formation of Geohistory As an Interdisciplinary Direction in French Humanities of the Second Half of the Twentieth Century. *Ukrainian Historical Journal*, (2) 154-166. DOI: 10.15407/uhj2021.02.154 (in Ukrainian).
23. Singer H., éd. (1998). Quellen zur Geschichte der Organisation Todt. Osnabrück, Biblio Verlag, vol. 1-2. (in German)
24. Snegur, J. (2014). Les avantages stratégiques de la Crimée. *Outre-Terre*, 41, 316-329. DOI: 10.3917/oute1.041.0316 (in French)
25. Soller, M. (2022) La Crimée, une base avancée en mer Noire? Retrieved from: <https://www.iris-france.org/137328-la-crimée-une-base-avancée-en-mer-noire/> [28.04.2022] (in French)
26. Tétart, F. (2019). Un avant-poste stratégique : la raison d'être de Kaliningrad. *Stratégique*, 121-122, 149-167. DOI: 10.3917/strat.121.0149 (in French)

Надійшла до редколегії 01.05.22

D. Eckert, DSc (Geography)
CNRS, UMR 8504 Géographie-cités, Paris, France,
Centre Marc Bloch, Berlin, Germany

I. Savchuk PhD Geography
CNRS, UMR 8504 Géographie-cités, Paris (France),
KPNZ "Kyiv. Small Academy of Sciences of Student Youth", Kyiv, Ukraine

BRIDGE OF WAR

The large-scale war, which began on February 24, 2022, divided the history of independent Ukraine into two parts. The enemy attacked along the common state border. The offensive in the south on the Taurid section of the front had a special place. The formation of a large military group on the territory of the annexed Crimea would not have been possible without the regular movement of military units and special equipment across the Crimean Bridge across the Kerch Strait. The article raises the question of whether such use of this strategically important object of transport infrastructure is accidental or whether its construction was necessary for military purposes? To confirm their hypothesis, the authors analyze all the bridges that were built and operated for a certain (short) period between the Crimean and Taman peninsulas. These are the German bridge of 1943, the Soviet bridge of 1944–1945 and the modern bridge, built by the decision of the Russian federal government after the annexation of the Crimean Peninsula. It was established that all of them were built to ensure the implementation of military operations. An analysis of their construction directly indicates that these bridges were built in order to quickly move large military units in the Crimean direction. Thus, the existing Crimean bridge can rightly be called a bridge of war. In peacetime, there are no significant flows of people and goods that could determine the feasibility of its construction. It is worth noting that Ukrainian geographers, despite eight years of annexation of the Crimean Peninsula, have not published any publications on this issue. A natural question arises as to whether this is due to the fact that most of them were formed on the theoretical and methodological basis of the Soviet and post-Soviet scientific schools, where issues of military and political geography have always been marginal topics of open research. The authors propose to study the phenomenon of "bridge of war" to involve modern post-classical works of French geographers, which should help correct the situation in Ukrainian geography, when issues of territorial integrity and military action were to become priority rather than marginal topics of research.

Keywords: Crimean bridge, geopolitics, military geography, annexation, war.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.4>
UDC911.3

V. Zapototska, PhD Geography, Assistant Professor
ORCID ID: 0000-0001-9299-2585
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

V. Teleshman, PhD Student
ORCID ID: 0000-0001-6513-928X
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

POPULATION PERCEPTION OF DECENTRALIZATION PROCESSES IN UKRAINE. THE CASE OF KELMENETSKA AND LIVYNETSKA COMMUNITIES

The ratification by Ukraine of the European Charter of Local Self-Government in 1997, and the subsequent creation of the Concept of Reforming Local Self-Government and Territorial Organization of Power in 2014 marked the beginning of a new stage in the development of our state, one of the most important tasks of which was the creation of capable, self-sufficient communities. Therefore, the importance of researching the attitudes of the community population, their perception of the changes that have taken place, ideas and expectations from the reform is unquestionable and necessary at all stages of decentralization and after its implementation.

The paper presents the results of a study of the awareness and perception of residents of Kelmenetska and Livynetska territorial communities regarding certain aspects of decentralization processes. The survey involved 630 respondents, and their answers were analyzed according to their gender, age, level of education and the size of the settlements in which they live.

The paper analyzes people's feelings about the changes due to the reform of local self-government and territorial organization of power, and how exactly their lives changed after such changes. The level of awareness of the changes in the administrative-territorial structure of the region that occurred as a result of the consolidation of districts in Chernivtsi region and the formation of united territorial communities, including Kelmenetska and Livynetska within the former Kelmenetskyi district, whose residents are the respondents themselves, was determined, and their relationship was analyzed in relation to such division. The level of respondents' willingness to take direct part in the development of their territorial community was determined.

As a result of the conducted research, it was discovered, that the residents of Kelmenetska and Livynetska communities have a high level of awareness of the administrative and territorial changes to which the reform has led. A significant number of the population did not feel the effect of bringing the authorities closer to the people and transferring budgets to the localities. On the other hand, residents of the studied communities show a significant level of social awareness and have a high level of readiness to participate in the development of their own community.

Keywords: community, territorial community, decentralization, reform of local self-government and territorial organization of power.

Relevance of research. The reform of local self-government and territorial organization of power created prerequisites for qualitatively new directions of development of territories and society. Expanded powers and opportunities received by the local self-government bodies of the newly formed units of the basic level – territorial communities – are one of the main results of decentralization, which are designed, among other things, to create significant opportunities and improve the quality of life of local residents. In this sense, the internal perception of changes by the population itself is an extremely important factor in the success of the reform, because only full awareness, understanding and readiness for personal direct participation in the development of one's own administrative and territorial units can form the optimal consolidation necessary for the formation of truly self-sufficient territorial communities.

Analysis of the recent research and publications. The study of people's attitudes to the process and results of decentralization is an important element in ensuring the success of this reform because of the feedback from society, which in this case makes it possible to understand whether some form of measures undertaken are successful, and accordingly, to shape further direction of development. In 2015 the Council of Europe, in cooperation with Ukrainian partners, initiated a series of annual sociological studies among the population of Ukraine on the reform of local self-government and decentralization (*Decentralization, 2020*), in which experts in the field of local self-government and the Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine participate. The first wave of the all-Ukrainian sociological study "Decentralization and reform of local self-government" commissioned by the Council of Europe Program "Decentralization and reform of public administration in Ukraine" (*Kyiv International Institute of*

Sociology, 2021) was conducted in September-October 2015, the second one – in October-December 2016, the third one – in October-December 2017, the fourth one – in November-December 2018, the fifth one – in August-September 2020 (*Kyiv International Institute of Sociology, 2021*) and the sixth one – in October-November 2021 (*Decentralization. 63 %..., 2021*).

Over the years, social and political opinions of adult population of Ukraine were studied from these surveys, and at the same time residents of UTC, who went through the process of unification in 2015-2018 (*Decentralization, 2020*), were interviewed on their level of interest in politics, the assessment of certain aspects of local self-government reform and establishment of united territorial communities, the perception of the state of affairs in the community and the war in eastern Ukraine, the Covid-19 pandemic, etc.

A series of surveys on the public opinion on the reform of decentralization and its results was also conducted by Democratic Initiatives Foundation and Kyiv International Institute of Sociology in August 2016, June 2017 and August 2018. And in 2020 the research was carried out in cooperation with the sociological service of the Razumkov Center in all the regions of Ukraine, except Crimea and the occupied territories in Donetsk and Luhansk regions (*Democratic initiatives, 2020*). An objective assessment of the implemented reforms is a natural result of a strategic vision of the situation, and monitoring of the dynamics of community development in the context of new, both internal and external challenges in modern conditions becomes more and more important, therefore research and analysis of the population's perception of implementation of decentralization and its impact on quality of life, as well as general changes caused by it, remain relevant today.

The aim of the research. The assessment of personal perception and awareness of particular aspects of decentralization processes and their results by residents of Kelmentsi and Livyntsi territorial communities.

Methods and methodology. This study was conducted among residents of Kelmentsi and Livyntsi territorial communities in the period from January 15 to February 24, 2022. Data was collected by the questionnaire method using Google Forms online software and distribution of printed copies of questionnaires, as well as by face-to-face interviews, during which (besides direct responses to questionnaire), additional opinions and impressions of the subject of this study were obtained. This survey was carried out with 630 respondents. The maximum statistical error with a probability of 0.95 and a design effect of 1.5 does not exceed 3.95 %. The peculiarities of the demographic composition, sex-age structure of communities and their settlement system were taken into account in the survey. All respondents were stratified by following categories:

- sex: male and female;
- age: under 18 years old (including students of 9-11 grades); 18–34 years old; 35–49 years old; 50–59 years old; 60+ years old;
- educational level: complete secondary education; secondary special education, higher education;
- the size of settlements with: less than 1000 people, 1000-2000 people, more than 2000 people; urban-type settlement Kelmentsi (more than 7000 people).

The article provides analysis of views of respondents on particular questions of the sociological research, which reflect public awareness in the process of administrative-territorial reform, people's perception of current changes and social activity, and their willingness to engage in the development of their own community.

Presentation of the material. Approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine on April 1, 2014 The concept of reforming local self-government and territorial organization of power in Ukraine is caused by political processes taking place in the state and society on the way to European integration. It provides for decentralization, the creation of appropriate material (property, in particular, land owned by territorial

communities), financial (taxes and fees related to the territory of the relevant administrative-territorial unit) and organizational conditions to ensure the performance by local self-government bodies of their own and delegated powers (Tkachuk A., 2017). Therefore, the first questions of the sociological survey relate to the personal feelings of the population of the studied communities regarding the changes caused by the decentralization reform.

Question №1 "The main goal of the reform of local self-government and territorial organization of power is to bring power closer to the people and transfer budgets to local governments (from state bodies to local self-government bodies). Have you experienced such changes?" More than half of the respondents did not experience the effect of bringing power closer to the people and transferring budgets to local governments, while 23.4 % of the surveyed women and 20.9 % of the men experienced such changes. Teenagers under the age of 18 felt the least influence, which is explained by the lack of a formed position regarding the question – the share of respondents of this age group could not answer affirmatively or negatively – 43.3 %. Among the elderly people who passed a sociological survey, the share of those who experienced changes is 13.2 %, while 3/4 of the 60+ age group did not experience such changes, which is the lowest and highest figure according to the proposed answer options, respectively. On the contrary, men and women of the age groups of 18–34 years – 29.7 % and 35–49 years – 27.5 % experienced the changes the most. Among all the respondents, respondents with a higher education experienced the impact of the local self-government reform the most – 26.6 %, while the least – with a complete secondary education – 16.7 %. On the other hand, men and women with secondary special education experienced the least changes – 57.7 %. The largest share of people who answered the question in the affirmative live in the urban-type settlement Kelmentsi (the administrative center of the Kelmenetska community and the Dnistrovskiy district). The residents of this locality make up to 28.6 % of the total number of respondents, while the share of respondents of other localities who answered the question in the affirmative ranges from 15.5 % to 21.8 % (table 1).

Table 1. The main goal of the reform of local self-government and territorial organization of power is to bring power closer to the people and transfer budgets to local governments (from state bodies to local self-government bodies). Have you experienced such changes?

	1. Have you experienced the changes?		
	Yes, I have experienced	No, I did not experience	Difficult to answer
Sex			
Male	20,9	52,3	26,8
Female	23,4	56	20,6
Age			
under 18	24,3	32,4	43,3
18-34	29,7	37,8	32,5
35-49	27,5	48,1	24,4
50-59	18,6	65,1	16,3
60+	11,4	75,4	13,2
Educational level			
Complete secondary education	16,7	50	33,3
Secondary special education	20,6	57,7	21,7
Higher education	26,6	53,1	20,3
Settlement			
less than 1000 people	15,5	57,3	27,2
1000-2000 people	20,2	56,3	23,5
more than 2000 people	21,8	54,3	23,9
urban-type settlement Kelmentsi (more than 7000 people)	28,6	52,1	19,3

Question № 2 "Has your life changed after the formation of new united territorial communities (during the last few years)?" The question about the rapprochement of power and the transfer of budgets to local governments caused certain difficulties for the formulation of their own specific position for a significant part of the respondents, who believe that it is necessary to express a professional opinion about the general foundations of decentralization processes in Ukraine. The question about changing the respondents' lives in recent years, after the formation of new united territorial communities, has become more practical, based on their personal experience, the real reflection of which is an internal assessment of one's own life development and opportunities formed, or, on the contrary, their absence. Only 13.4 % of men and 10.6 % of women could not answer the question, and women of the Kelmenetska and Livynetska territorial communities were more sensitive to changes – 40.6 % of them answered that life has become worse over the past few years, while only 13.9 % felt changes for the better, in contrast to men – 34 % and 16.1 %, respectively. Naturally, the largest share among respondents who felt improvement belongs to the age group under 18 years old – 24.3 % of high school students, on the other hand, the oldest age groups are less satisfied with the changes – only 12.8 % and 6.3 % of respondents aged 50–59 years and over 60 answered that life has become better. Among respondents with a higher education, the largest share of those who chose the option "Yes, life has become better" – 19.3 %, while such a share is lower among respondents with vocational and complete secondary education – 14.4 % and 10.6 % respectively. Residents of Kelmentsi experienced the most positive changes in their lives in recent years – 18.6 % of respondents living in this settlement, while 40% did not experience any changes. On the other hand, in other settlements of the studied communities with a population of more than 1000 people, about 15 % of all respondents noted that life has become better, while residents of villages with a population of less than 1000 people felt the least positive changes – 10.9 %.

In order to optimize its activities in response to national and global challenges and trends, the state is constantly improving its apparatus, including changing the parameters of the administrative-territorial system. At the same time, a balance is always maintained between the effectiveness of the organization of government and historical, economic, geographical, and demographic features (**Council of Europe, 2019**). By Resolution No. 807-IX of the Verkhovna Rada of Ukraine dated July 17, 2020, 136 new districts were formed in the process of consolidation from 490 districts that existed before the reform. The next question indicates the level of awareness of the respondents regarding the intra-regional changes formed in the process of decentralization.

Question № 3 "Do you know that as a result of consolidation of districts in the Chernivtsi region, only 3 were formed: Dnistrovskiyi, Chernivetskiy and Vyzhnytskyi?" The population of Kelmenetska and Livynetska territorial communities has a sufficient level of awareness of the processes of reforming the administrative and territorial system in the region. Thus, among the respondents, 49.2 % of men and 51.9 % of women are well aware of the fact that as a result of consolidation in the Chernivtsi region, 3 were formed from 11 districts: Dnistrovskiyi, Chernivetskiy and

Vyzhnytskyi (Fig. 1). Another 35.6 % of male residents and 34 % of female residents of the surveyed territorial communities have some information about the specified administrative and territorial changes. One of the main reasons for a significant share of residents of the studied communities being aware of this issue is to a certain extent the debatable process of determining the center of the Dnistrovskiyi district, which was accompanied by active public discussions, both among specialists of specialized committees, experts, representatives of local self-government bodies of the region, and ordinary residents who shared their thoughts and positions, including at the household level, communicating with relatives, friends and colleagues. The urban-type settlement Kelmenetsi – the district center of the former Kelmenetskiy district became one of the two main "candidates" for becoming a center of the newly formed district, which led to increasing the interest of the population in the issue of administrative and territorial reform at the local level and formed their clear positions and the already mentioned high level awareness. Respondents of the youngest and oldest age groups have the least information about the consolidation of districts – the share of young men and women under the age of 18 who are well aware of administrative and territorial changes in the region is 32.4 %, and among people aged 60 and older – 46.3 %. On the other hand, the share of people who are well aware of administrative and territorial changes in the region among the population aged 35–49 and 50–59 is the highest – 58.1 % and 57 %, respectively. The most aware respondents are residents of the district center (high level of awareness – 55.7 %), residents with a higher education (62.3 % among all respondents), and by their field of activity work in state structures (65.3 % among all respondents), are specialists or private entrepreneurs (58.7 % and 64.2 % among all respondents, respectively). At the same time, the least aware are residents with complete secondary education – 40.2 % and those living in settlements with less than 1000 people – 47.3 %.

In Ukraine, the decentralization process began in 2014 with the adoption of the Concept of Reform of Local Self-Government and Territorial Organization of Power in Ukraine (04/01/2014), the Laws of Ukraine "On Cooperation of Territorial Communities" (06/17/2014), "On Voluntary Association of Territorial Communities" (05/02/2015) and amendments to the Budget and Tax Codes – regarding financial decentralization. This process made it possible to form, in accordance with the provisions of the European Charter of Local Self-Government, a significant effective and capable institution of local self-government at the basic level – United Territorial Communities (UTC) (**Government portal, 2020**). In total, 1469 united territorial communities were formed in Ukraine, including 2 territorial communities within the former Kelmenetskiy district. The following questions of the study were aimed at tracing how much the residents of the studied communities are aware of the fact that such changes have taken place, what is their opinion about such changes, and regardless of one or another position, to determine their personal readiness to participate in the development of their community.

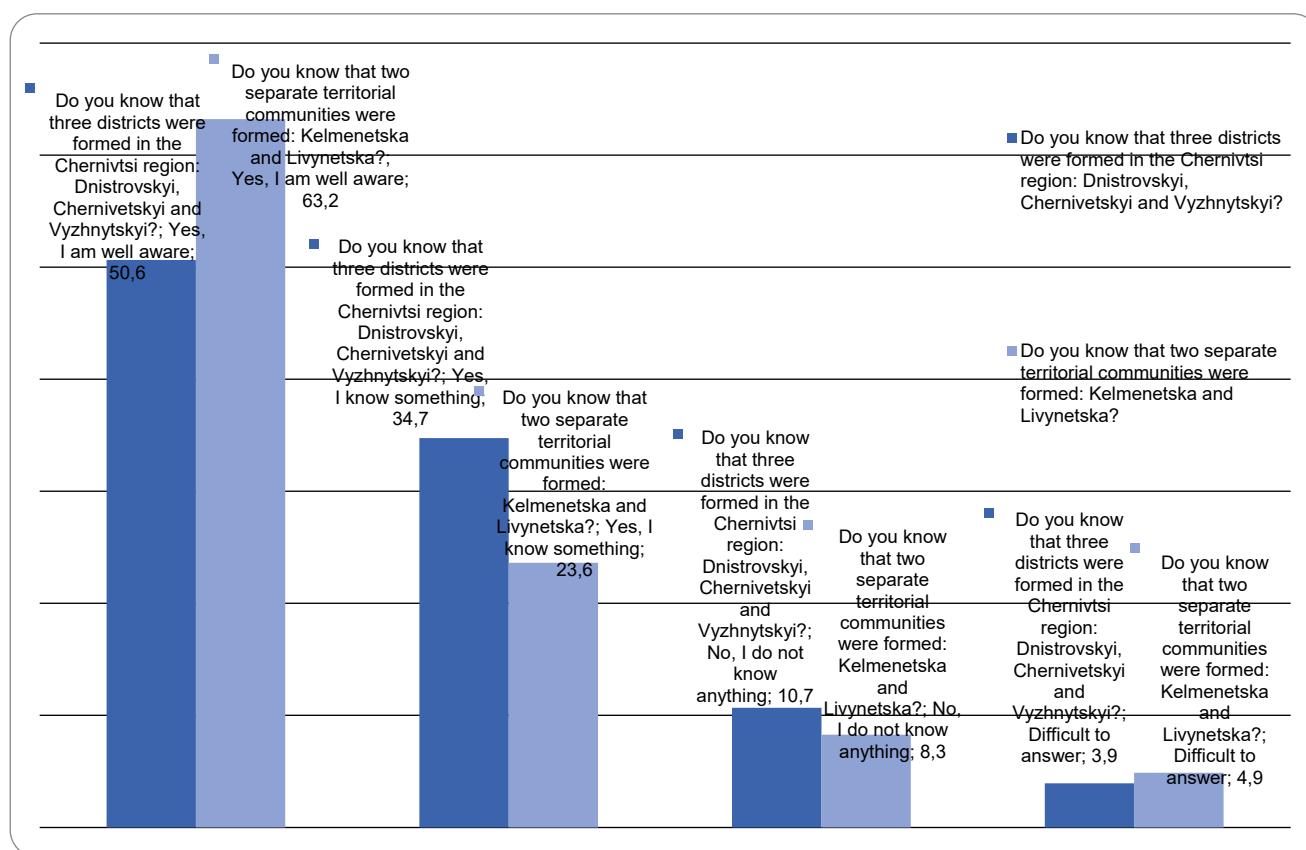


Fig. 1. People's awareness of the consolidation of districts of Chernivtsi region and the formation of united territorial communities

Question № 4 "Do you know that after the reform, two separate territorial communities were formed within the boundaries of the former Kelmenetskiy district: Kelmenetska and Livynetska (in which the villages of Livyntsi, Podvirivka, Zelena, Kozyriany, Mykhailivka and Oselivka, which were previously part of the Kelmenetskiy district, remained)?"

Compared to the previous question, the number of respondents who are well aware of the result of the decentralization process – the formation of two territorial communities within the former Kelmenetskiy district – Kelmenetska and Livynetska – is higher. Thus, 62.1 % of men and 64.2 % of women who passed the survey chose the option "yes, I am well aware", and another 23.3 % and 23.9 %, respectively, chose "yes, I know something". In general, 8.3 % of respondents answered that they do not know anything about the formation of new communities, and 4.9 % found it difficult to answer the question.

Among respondents aged 35–49 years and 50–59 years, the share of those aware of the formation of new administrative-territorial units at the basic level is the highest – 70 % and 66.3 %, respectively. On the other hand, the share among representatives of the youngest and oldest age groups is the lowest – 51.4 % of respondents under the age of 18 chose the option "Yes, I am well aware", and among respondents aged 60 and older, this figure is 57.7 %. At the same time 13.5 % and 8.6 %, respectively, among the specified age groups, do not know anything about the newly formed communities.

Among the respondents with a higher education, 70.5 % are well informed and another 19.8 % have heard something about the formation of two different territorial communities.

On the other hand, among the respondents who has special secondary education, such shares are 61.5 % and 24.7 %, respectively, and among respondents with complete secondary education, it is even less – 56.1 % and 27.3 %, respectively. Naturally, the respondents who live in Kelmenetska are the most aware – 76.3 % of them chose the option "Yes, I am well aware" and only 6.3 % do not know anything about the new administrative-territorial formations. In settlements with a smaller population, the share of informed residents decreases, and, conversely, those who do not have information on this issue increases:

- settlements with more than 2000 people – "Yes, I am well aware" – 62,7 %; "No, I do not know anything" – 8,9 %;
- settlements with 1000–2000 people – "Yes, I am well aware" – 59 %; "No, I do not know anything" – 8,5 %;
- settlements with less than 1000 people – "Yes, I am well aware" – 54,8 %; "No, I do not know anything" – 9,4 %.

Question № 5 "How do you feel about the fact that two separate territorial communities were formed within the former Kelmenetskiy district: Kelmenetska and Livynetska?"

The conducted survey showed that the population of the communities as a whole is mostly dissatisfied with the division of the former Kelmenetskiy district into 2 territorial communities. The formation of capable communities through their unification, which began in Ukraine in 2015 (*Decentralization. Decentralization..., 2021*) and took place on a voluntary basis, did not find its continuation in the Kelmenetskiy district. If in 2017 in each of the 11 districts of the Chernivtsi region two or more united territorial communities independently united, then in the Kelmenetskiy district – none (**Administrative and territorial system of Ukraine, 2021**). Among the possible reasons: the passivity

of a significant part of the population regarding decentralization processes in Ukraine and the region; the desire to form the Kelmenetska territorial community, the size and composition of which would correspond to the former Kelmenetskyi district; the absence of a single formed position of a critical majority of the population regarding joint cooperation and uniting into communities; lack of stable connections between local government representatives and the population, etc. Only 12.5 % of respondents have a positive or rather positive attitude to the formation of two territorial communities within the former Kelmenetskyi district (11.6 % among men and 13.3 % among women), while 40.7 % have a negative or rather negative attitude (41.8 % among men and 39.8 % among women). More than a third (36.7 %) of respondents are neutral about such changes, and 10.1 % could not answer the question. The share of those who support such a division into communities is the largest among the age groups 18–34 and 35–49 – more than 15 % in each, and the smallest among the population under 18 and over 60. However, if the low level of support among young people is primarily characterized by a general neutral position – 56.8 % or the lack of a formed opinion on this issue – 16.1 %, then for the older generation such a result of decentralization did not meet support at the time of the survey – 50.3 % respondents of this age category have a negative or rather negative attitude towards the formation of two territorial communities.

The position of the population with a higher education is the most formed, among which 13.8 % gave a positive assessment of the newly formed communities, and 45.5 % – a negative one, which are the highest proportions for both answer options in comparison with the population of other levels of education. The most dissatisfied with the changes are the respondents living in Kelmentsi – 52.8 %, while in the rest of the settlements the share of respondents who chose the option "Negatively or rather negatively" ranges from 34.2 % to 39.4 %, and supported the following changes of more than 12 % in each of them.

Question № 6 "Are you ready to take a direct part in the development of your territorial community?" forms an idea about the public position, activity and interest of the residents of the studied communities to be not observers but participants in their development. In general, more than 3/4 of all respondents answered that they are ready to participate directly in the development of their local community to one degree or another – 76.8 % of men and 75.5 % of women answered positively. The largest share of respondents who chose the option "Yes, or rather yes" among age groups up to 49 years old – more than 80 % in each, on the other hand, elderly people showed the least willingness to participate personally in community development activities, only 60 % of them gave a positive answer to this question, while 24.6 % of this age group answered negatively. However, during personal communication, a significant proportion of older people noted not so much a lack of desire to participate in the development of their own community, as limited opportunities, consisting primarily of a lack of the necessary physical strength and resources for socially useful activities and a certain psychological detachment from the affairs of their own community because of their age. Therefore, it is an important task of both local self-government bodies and various representatives of public organizations and activists to convey the importance and necessity of an active social position of each resident of their own community and create opportunities to be heard and realized by all segments of the population. In general, the population of Kelmenetska and

Livynetska communities with higher education takes a more active civic position – 88.4 % of respondents answered the question positively, while the smallest share of respondents with a complete secondary education – 65.9 % – is ready to participate in the development of the community. The largest number among those who have decided on the answer to this question is among the residents of the Kelmentsi district center – 82.2 % of respondents from this settlement are ready to help their community, 10.7 % are not. Among respondents in settlements with more than 2000 people, such shares are 77.2 % versus 15.2 %; settlements with a population from 1000 to 2000 people – 73.2 % versus 14.2 %; settlements with a population less than 1000 people – 70 % and 17.3 %, respectively.

Conclusions. The study of the perception of residents of Kelmenetska and Livynetska territorial communities regarding certain aspects of decentralization processes and their results revealed a number of features that reflect the attitude of the local population to recent changes. In general, there is a certain pessimism regarding the effect of reforms of local self-government and territorial organization of power and their impact on the lives of the population of the studied communities. High awareness of the population in intra-regional changes in the administrative-territorial system at this stage is not accompanied by a significant level of their support, however, despite this, the respondents showed a high level of readiness for personal participation in the development of their own communities. It is worth noting that important factors that had a significant impact on the formation of certain positions of the respondents are, for example, the relative "youth" of the decentralization reform for the studied communities, which were fully formed only in 2020; the spread of the Covid-19 pandemic and a number of accompanying bans and restrictions that occurred at the time of the formation of the studied communities; tense situation in the period preceding the beginning of the large-scale war of Russia against Ukraine, during which this sociological study was conducted.

The real impact of the decentralization reform on the development of Ukraine will be fully investigated only later, first of all, in the process of our state's struggle with the external aggressor. However, the heroic struggle of Ukrainians, reflected in many narratives precisely in the context of communities, their unexpectedly strong consolidation and organization, indicates that one of the most important tests of the reform has already been successfully passed.

References

1. Administratyvno-terytorialnyi ustroi Ukrainy: dynamika zmin 2015-2020 (2021). [Administrative and territorial system of Ukraine: dynamics of changes 2015-2020]. Retrieved from: https://storymaps.arcgis.com/stories/65b7a1a6ee3249418f7290b4d9952ec9?fbclid=IwAR2vj7a-Knmi7EEsGOW9A4a2VryTwGSZwesEG43nATLmV-j9bsU_Y1wt-KE
2. Atlas administratyvno-terytorialnoho ustroiu Ukrainy (2021). Proiekt "Pidtrymka nalezhnogo vriaduvannya v mistsevykh hromadakh yak skladovoi reform detsentralizatsii" Koordynatora proektiv OBSIE v Ukraini, Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy, Tovarystvo doslidnykiv ukrainy – Kyiv. 441. [Atlas of the administrative-territorial system of Ukraine [General ed. by Ostapenko P.] / second edition, supplemented; The project "Supporting proper governance in local communities as a component of the reform decentralization" of the OSCE project coordinator in Ukraine, the Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine, the Society of Researchers of Ukraine – Kyiv. – 2021. – 441 p.]
3. Demokratichni initsiatyvy (2020). Hromadska dumka naselennia shchodo reform detsentralizatsii ta yih rezultativ. [Democratic initiatives. Public opinion of the population regarding the decentralization reform and its results]. Retrieved from: <https://dif.org.ua/article/gromadska-dumka-naselennya-shchodo-reformi-detsentralizatsii-ta-ii-rezultativ>
4. Detsentralizatsiia (2020). Sotsiologichniy barometr reformy: shcho dumaie naselennia pro detsentralizatsiiu. [Decentralization. Sociological

barometer of the reform: what the population thinks about decentralization]. Retrieved from: <https://decentralization.gov.ua/news/13071>

5. Detsentralizatsiia (2021). 63 % ukrainstviv pidtrymuit detsentralizatsiiu, – dani 6 khvyli vseukrainskoho sotsiologichnoho doslidzhennia. [Decentralization. 63% of Ukrainians support decentralization, according to the 6th wave of the All-Ukrainian sociological survey]. Retrieved from: <https://decentralization.gov.ua/news/14352>

6. Detsentralizatsiia (2021). Detsentralizatsiia v Ukraini. [Decentralization. Decentralization in Ukraine]. Retrieved from: https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/768/22-10-2021_book-ua.pdf

7. Kyivskiyimzhnarnodniinstytutsotsiologii (2021). Detsentralizatsiia ta reforma mistsevoho samovriaduvannia: rezultaty shosto khvyli sotsiologichnoho doslidzhennia. Analitichnyi zvit. [Kyiv International Institute of Sociology. Decentralization and reform of local self-government: results of the sixth wave of sociological research. Analytical report]. Retrieved from: https://www.kiis.com.ua/materials/pr/20211209_dec/A_Report_Decentralization_Wave_6_ukr.pdf

8. Rada Yevropy (2019) Zmist, pryntsypy ta meta reform z detsentralizatsii. [Council of Europe. Content, principles and purpose of the decentralization reform]. Retrieved from: <https://decentralization.gov.ua/uploads/library/file/436/25.08.2019.pdf>

9. Tkachuk A. (2017) Rozumne zrostannia. Nova paradyhma dlia OTH. [Tkachuk A. Smart growth. A new paradigm for the united territorial communities]. Retrieved from: <http://www.csi.org.ua/pro-konferentsiyu-vid-utvorennia-ob-yednanyh-terytorialnyh-gromad-rozumnogo-zrostannia-vrazhennia-iz-zaly/>

10. Uriadovi portal (2020). Decentralization reform. [Government portal. Decentralization reform]. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/reformi/efektivne-vryaduvannya/reforma-decentralizatsii>

11. Verkhovna Rada Ukrainy (2020). Pryniato Postanovu "Pro utvorennia ta likvidatsiiu raioniv". [The Verkhovna Rada of Ukraine. Adopted the Resolution "On the Formation and Liquidation of Districts"]. Retrieved from: <https://www.rada.gov.ua/news/Novyny/196122.html>

Надійшла до редколегії 01.05.22

В. Запотоцька, канд. геогр. наук, асист.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

В. Телешман, асп.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ПЕРЦЕПЦІЯ НАСЕЛЕННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В УКРАЇНІ. КЕЙС КЕЛЬМЕНЕЦЬКОЇ ТА ЛІВИНЕЦЬКОЇ ГРОМАД

Ратифікація Україною у 1997 р. Європейської Хартії місцевого самоврядування, а в подальшому створення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади 2014 р. поклали початок нового етапу розвитку нашої держави, одним із найголовніших завдань якого стало створення спроможних, самодостатніх громад. Тому важливість дослідження настроїв населення громад, їхнє сприйняття змін, що відбулись, пропозицій та очікувань від реформи є безсумнівним і необхідним на всіх етапах децентралізації та після її проведення.

Представлено результати дослідження обізнаності й перцепції жителів Кельменецької та Лівинецької територіальних громад щодо окремих аспектів децентралізаційних процесів. Впрацюванні взяли участь 630 респондентів, а їхні відповіді проаналізовано відповідно до їхньої статі, віку, рівня освіти та розміру населених пунктів, в яких проживають.

Проаналізовано відчуття людей стосовно змін унаслідок реформи місцевого самоврядування й територіальної організації влади, та того, як саме змінилось їхнє життя після таких змін; визначено рівень обізнаності щодо змін адміністративно-територіального устрою регіону, які відбулись внаслідок укрупнення районів у Чернівецькій області та формування об'єднаних територіальних громад, у тому числі Кельменецької й Лівинецької в межах колишнього Кельменецького району, жителями яких є самі респонденти; проаналізовано їхнє ставлення стосовно такого поділу; визначено рівень готовності респондентів брати безпосередню участь у розвитку своєї територіальної громади.

У результаті проведеного дослідження було визначено, що жителі Кельменецької та Лівинецької громад мають високий рівень обізнаності стосовно адміністративно-територіальних змін, до яких привела реформа. Значна кількість населення не відчула ефекту наближення влади до людей і передавання бюджетів на місця. Натомість, жителі досліджуваних громад виявляють значний рівень соціальної свідомості й мають високий рівень готовності брати участь у розвитку власної громади.

Ключові слова: громада, територіальна громада, децентралізація, реформа місцевого самоврядування й територіальної організації влади.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.5>
UDC 911.3:338.4 (477)

P. Makarenko, PhD Geography, Researcher,
ORCID ID: 0000-0002-3046-192X

Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

HUMAN-ORIENTED CONCEPT AS A CONDITION OF UKRAINE'S DEVELOPMENT

According to Ukrstat, 42.4 million people lived in Ukraine in 2018, but the population is declining every year. Under the current dynamics, by 2050 the population will decrease to 28.0 million people. Under such conditions, in the perspective of 10–20 years in Ukraine there will be a catastrophic shortage of labor resources. However, today the economically active population is 18 million people with an economically inactive population – 18.5 million people. In confirmation of this, the average number of full-time employees in April 2020 decreased by 171 thousand people compared to April 2019. The largest decreases were recorded in industry (-77.9 thousand people), health care (-49.7 thousand people) and agriculture, forestry and fisheries (-40.0 thousand people).

In the Global Competitiveness Rating according to the World Economic Forum, Ukraine in 2019 ranked 85th out of 141 economies in the world. However, the best results of the Forum were recorded in the categories "Qualification of the population" (44th place, 69.9 points out of 100) and "Infrastructure" (57th place, 70.3 points out of 100), which was significantly higher than the average values of countries with below average income. Particularly noteworthy are the results of the subcategory "Qualification of the future workforce" – 26th place, 72.6 points out of 100. According to the Human Development Index, Ukraine in 2019 ranked 88th with an average index of 0.750. Over the last ten years, the increase in this index has been minimal.

At the same time, research by the Finnish Economic Research Institute (ETLA) suggests that innovation or new marketing strategies can be used to continuously increase national competitiveness. In Finland, the main method of increasing competitiveness is investment in the quality of human capital, investment in education, which provides an opportunity to train qualified personnel and develop quality production. Therefore, the task of preserving and developing human capital becomes the main condition for further development of the country. But in the conditions of full-scale aggression of the Russian Federation in Ukraine, partial destruction of its economy and mass displacement of the population this task becomes vital.

Keywords: human-oriented concept, education system, investment in human capital, competitiveness.

Statement of the problem. In the minds of the economic crisis, as an effective development of Ukraine for the last 30 years, a number of options for neutralizing this negative impact have been outlined. This problem will become especially topical in the minds of the Soviet military in Ukraine.

Analysis of the rest of the research and publications. On the thought of leading scientists, who research the problem, one of the most effective and priming options for promoting the competitiveness of the national economy is investing in human potential.

The method of this work was to characterize the development of labor resources in Ukraine in a people-oriented concept of exit from the crisis.

Follow-up methods. Some analytical and analytical-statistical research methods were used in the article, in particular, the analysis of the literature of domestic and foreign authors was necessary to understand the relevance and level of study of problems by specialists. Systematization and generalization of data from the State Statistics Service of Ukraine and other open sources were used to assess labor resources and the impact of education on them in some countries.

Follow-up results. Science sees a number of officials who are pouring into the labor force in Ukraine (Table 1) (Hitis, Nikulina, 2018). According to them, the necessary measures to improve the situation have been proposed.

Table 1. Characteristics of officials and correctional entries in the system of labor resources in Ukraine

Factors affecting the state of labor resources	Measures to improve the situation
Conducting a systematic analysis of the structure of employees in the labor market	Continue work to reduce the shadow economy to improve the quality of statistics
Existence of a strategy for the development of the country's labor potential, which must meet the challenges facing Ukraine. Outflow of able-bodied population and youth abroad	Introduction of a comprehensive program to create new jobs with the main goal – to save existing labor resources from emigration
The economic level of development of the country and the cost of national labor	Improving work efficiency
Existence of a lifelong learning system, in particular for adults term of their productive employment	Involvement of the existing infrastructure of higher education in vocational guidance, training, retraining of adult specialists
Balance of supply and demand of labor. Correspondence of professional and educational training workers to the promising requirements of the labor market	Optimization of the state order, target orders for higher education institutions

The current system of higher education in Ukraine is characterized by the ratio of the number of educational institutions to the population as a "super-system". Higher education has always been prestigious among the population, with the majority of young people seeking higher education. The ratio of the percentage of people receiving higher education, regardless of their age, to the total number of people with a typical age for higher education (Gross Enrolment Ratio) in Ukraine is 73%, which corresponds to this figure in Central and Eastern Europe (Antoniuk, 2019).

The reason for the imbalance in the system of qualified personnel is explained by the training of educational institutions of specialists who are already oversaturated with the labor market – lawyers, managers, economists, etc. At the same time, there is a shortage of technical specialists needed by industry and agriculture (Hitis&Nikulina, 2018).

The current level of infrastructure of educational institutions, the culture of the population and its desire to obtain higher education should be the foundation for further development of human resources. This is especially important for the introduction of a full-fledged system of

lifelong learning and retraining. However, the foundation of human education remains school education, in isolation from which it is impossible to assess the development of human resources in the coming decades.

Given the steady trend of an aging population and the need to overcome the consequences of imbalances in the training of skilled workers, it is a developed education system that should become the locomotive of human

resources development and the basis of human-oriented concept of overcoming the crisis.

However, the current level of investment in education, professional, scientific and technical activities remains low. In macroeconomic categories, Ukraine spends 5.0 % of GDP on education (*Conceição, 2019*), but more detailed statistics are available in small quantities. From 2020, Ukrstat collects regional statistics on the capital investment indicator, which is shown in the Table 2.

Table 2. Capital investments for types of economic activity by regions in January-March, 2020 (Ukrstat)

Region	Education		Professional, scientific and technical activity	
	Thousands, UAH	in % to the total amount in the region	Thousands, UAH	in % to the total amount in the region
Vinnysia	13360	0.6	35820	1.5
Volynska	1724	0.1	783	0.0
Dnipropetrovsk	6251	0.1	18929	0.2
Donetsk	Conf.	Conf.	23337	0.6
Zhytomyrska	-	-	2153	0.2
Transcarpathian	9388	1.4	2731	0.4
Zaporizka	17279	1.0	50872	2.9
Ivano-Frankivsk	2277	0.2	2832	0.3
Kyivska	Conf.	Conf.	22899	0.4
Kirovohrad	768	0.1	5880	0.6
Lugansk	11080	3.2	17477	5.1
Lvivska	20377	0.6	14602	0.5
Mykolaivska	8317	0.6	23613	1.8
Odessa	30831	1.0	23334	0.8
Poltava	6564	0.2	18836	0.5
Rivne	1947	0.2	967	0.1
Sumska	8572	1.0	4262	0.5
Ternopil'ska	6110	0.6	2912	0.3
Kharkov	23122	0.7	34041	1.1
Kherson	5542	0.9	5289	0.8
Khmelnitsky	1797	0.1	189	0.0
Cherkaska	3229	0.2	4516	0.3
Chernivetska	1677	0.5	639	0.2
Chernigiv'ska	4046	0.3	416	0.0
Kyiv	131338	0.5	823390	3.2
Ukraine	324386	0.4	1140719	1.5

The data are given without taking into account the temporarily occupied territory of the Autonomous Republic of Crimea, the city of Sevastopol and parts of the temporarily occupied territories in Donetsk and Luhansk regions.

Symbols: Conf. – data are not published in order to ensure compliance with the requirements of the Law of Ukraine "On State Statistics" on the confidentiality of statistical information.

Investments in education at the regional level in the 1st quarter of 2020 were equal to or exceeded 1.0% of the total investment in only 5 regions, and in the Zhytomyrska region were not at all. The situation with investments in professional, scientific and technical activities is uneven. In three oblasts at the same time, the relative percentage of such investments was less than ten percent, and in five regions it was more than 1.5 %.

Also, the level of wages in education should be taken into account. The average monthly salary for the 1st quarter of 2020 was UAH 10.4 thousand, and in the field of education – UAH 8.3 thousand. (*State Statistics Service of Ukraine, 2020*).

There is a separate problem of low productivity in Ukraine – one worker produces about \$ 3 per hour (at the same time, the average value of this indicator in the EU is \$ 61.1 (*Organisation for Economic Co-operation and Development, 2019*), but should take into account the shadowing of the domestic economy. According to IMF

estimates, it ranges from 35–57 % of GDP, which is almost twice as much as Western European countries (*Vikhrov, 2018*).

The main reasons for low productivity are the structure of the economy, and workers are involved in those areas that have not been modernized for a long time and focus on exports of raw materials and products with low added value. Despite the fact that labor productivity ranges from \$ 4 / hour. in scientific and technical activities up to \$ 22.2 / h in the field of information and telecommunications, the number of employees in these areas is insignificant. Only in the spheres of industry, agriculture, fisheries and forestry in 2018, 47 % of the working population was employed, and labor productivity here fluctuated in the range of \$ 1–2 / hour. These results indicate that without proper modernization, even skilled labor will not be able to realize their potential.

At the moment, it is possible to identify several areas and industries where the current level of skills of labor resources can give impetus to the resumption of economic development.

Despite the pandemic the world faced in 2020, the potential of Ukraine's tourism sector is significant, given the wide range of recreational resources available. Its development is able to solve economic, important social and political problems (*Shelemetieva, 2019*). In the ranking of the competitiveness of the tourism industry in 2019, Ukraine ranked 78th out of 110 Eurasian countries, but it should be

noted that in such categories as "Human Resources and Labor Market" and "Price Competitiveness" Ukraine was rated at 4.8 and 5.9 points, respectively. In addition to the relatively low level of holiday prices, according to the assessment of labor resources, Ukraine is close to Spain and the Czech Republic (4.9 points), corresponds to the tourist attractions of Montenegro and Poland (4.8 points) and exceeds Greece (4.7 points), Italy (4.6 points) and Croatia (4.1 points) (*Calderwood&Soshkin, 2019*). For Ukraine, this hides significant development potential and the opportunity to become a significant tourist center of Eastern Europe.

In this aspect, it is important to take into account international experience. Since the 1980s, in China, one of the directions of development of both the economy and human potential is the formation of favorable conditions for the progress of the tourism sector (*Liu&Wall, 2005; Qiu Zhang&Wu, 2004*). For Ukraine, this approach can be implemented with a high degree of probability. Significant traditions of friendliness and great cultural heritage will help attract professionals and develop human capital.

Examples from China show that despite very different wages, tourism attracts workers from the regions and is often considered more lucrative than other forms of employment. Experts expect that this will help achieve a high level of employment of a large number of the country's working population and especially rural workers (*Liu&Wall, 2005*). However, it is important to take into account the criticism of the processes and the negative aspects. Despite the rapid development of China's tourism industry, human resources problems were recorded in the mid-2000s, the main ones being staff turnover, human resource shortages, lack of qualified managers and the gap between education and industry. These challenges stimulated the development of a retention strategy, which should be implemented at the level of general managers of companies, including with the short-term assistance of national and regional tourism administrations. Specialists focused on conducting the necessary training and retraining of managers directly in the workplace. It should be noted that at that time, the industry was dissatisfied with the activities of graduates, there was a gap between qualifications in education and the real tasks of tourism workers (*Qiu Zhang&Wu, 2004*), which today is typical for Ukraine not only in tourism.

In order to reduce this gap, experts saw the joint participation of all stakeholders – industry, education and government. Given that the existing curricula at the time were considered obsolete, advisory commissions and, in particular, high-level teachers in educational institutions were urgently needed (*Qiu Zhang&Wu, 2004*).

Researchers in China have developed detailed recommendations for a systematic plan for internships for tourism workers for human resources development on the example of Heilongjiang Province (Figure 1) (*Qiu Zhang&Lam, 2004*). First of all, they proposed to establish general directions for the development of human capital for the next 20 years. With this in mind, the following three plans were proposed:

1. On-the-job training.
2. Trainings of trainers.
3. Certification of teachers and improvement of research skills.

The first plan is to be the main issue in improving the skills of the workforce and labor standards in the region.

At the same time, training a significant number of staff requires significant financial costs, so the №2 plan – training of trainers – included raising the existing level in the industry;

in this case, well-trained trainers can return to their region, city and conduct the necessary training depending on the needs.

Plan №3 provided for raising the level of relevant faculties of educational institutions to the level of international standards, teaching students modern approaches to teaching the necessary material. Experts recommended the introduction of licensing for university teachers. At the same time, improving the research infrastructure is the best way to increase the effectiveness of teaching in the faculties. To achieve this goal, faculty members should be involved in international exchange programs and participate in international conferences in the field of tourism (*Qiu Zhang&Lam, 2004*).

Another industry, which is based primarily on human capital and is already developing in Ukraine year after year, is the field of IT technology. A study of this market in 2018 showed that there were 12,634 companies in Ukraine with IT NACE and estimated that about 70 % of active companies in the labor market provide IT services to a wide range of customers, about 15 % – work for one parent company and 15% create their own product (*Shelest, et al., 2018*). That is, an important feature of the Ukrainian IT market is the high share of outsourcing, which is sometimes seen as a low value-added activity. Ukraine is one of the five countries most attractive for IT outsourcing (*Ganushchak-Yefimenko, 2016*). In the regional aspect, according to official data, 51.7 % of all companies in this industry in 2018 were based in Kyiv, and in Kharkiv, Dnipro, Lviv and Odessa were based 7.5 %, 6.0 %, 5.0 % and 4.5 % respectively. It is noteworthy that in other regions were based a significant 25.4 % of all these companies (*Shelest et al., 2018*).

In 2016, the share of the IT industry in Ukraine's GDP was 3.8 % and was estimated at UAH 2,383.2 billion (*Rakhman&Aleksandrova, 2018*). The Ukrainian IT industry is currently successfully competing in the global market, and in the first half of 2018, the export of computer services ranked second in the structure of exports of services in Ukraine. However, the IT industry will be truly successful when the value of the external and internal markets is roughly equivalent. As of 2018, the value of the domestic market of IT services in Ukraine is many times less than the export share (*Shelest et al., 2018*).

Also, in 2017, the official salary in the field of information and telecommunications was 69 % higher than the national average. The importance of labor resources in this area is underlined by the fact that in the cost structure of IT companies in Ukraine the share of the wage bill has consistently exceeded 80% in recent years. In 2017, the number of employees in this field was estimated at more than 120 thousand people (*Shelest et al., 2018*).

At the same time, the results of the SWOT analysis of the IT market of Ukraine showed its high fragmentation, low level of foreign investment, outflow of highly qualified personnel, unfavorable legal field, low level of IT expenditures in the domestic market, high corruption and unguaranteed investor and property rights (*Meshko&Kostiuchenko, 2015*).

However, experts believe that the most important areas for the development of this industry is a systematic approach of industry to the development of education and, above all, higher technical education; and, it is the reform of tax legislation and maintaining the conditions that allow the industry to develop and be competitive internationally (*Schwab, 2019, Shelest, et al., 2018*). Thus, IT companies pay 19 % income tax, while the raw materials industry spends only 3 % (*Rakhman&Aleksandrova, 2018*).

The prospect for the development of IT companies and increase its competitiveness is the unification of IT companies, universities and research institutes, with the support of the authorities (*Rakhman&Aleksandrova, 2018; Rahman, 2017*). Given the high potential and skills of the workforce in this area, the creation of such associations, possibly in the form of technology parks, with appropriate tax and investment regimes, will allow the industry to develop and invest in human capital.

In addition, a form of such cooperation in Ukraine could be the widespread introduction of dual education, a way of learning that began in the 1960s in Germany. According to the wording in the "Concept of training specialists in the dual form of education", approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine in 2018, it provides a combination of training in educational institutions with on-the-job training at enterprises, institutions and organizations to obtain certain qualifications, on the basis of the agreement on the implementation of training in the dual form of education (*Pro skhvalennia Kontseptsii ... zdobuttia osvity, 2018*).

In the IT industry of Ukraine, successful examples of the introduction of dual education at the master's level are in Kharkiv Polytechnic University (Department of Software Engineering and Information Technology Management). University students legally combine education (fundamental theoretical training is carried out on the basis of the department) and work (the practical part is implemented within the work process in the IT industry).

At Kharkiv National University, at the master's level in Strategic Communications and New Media, the course program consists of a mandatory component developed by the department, and the other part is developed and filled by the curator of the program from an IT company, in this case Kharkiv IT cluster. Within the framework of such a project, teachers are specially invited to read individual courses or modules (*Nikitina, 2019*).

In Kyiv, there is an example of the organization of dual education in one discipline – "Accounting Automation Technologies" for 4th year students of the Department of Computer Science, Kyiv National University of Culture and Arts together with the Center for Certified Education PROCOM. Theoretical training at the university is combined with practical training from experienced specialists on the quality standards of IT companies at the level of seminars.

In 2020, the Eastern European National University in Lutsk, its students and the IT company InternetDevels started dual education, starting with the first year of students of the two educational programs "Computer Science and Information Technology" and "Applied Linguistics" based on new curricula. Since 2017, the Precarpathian University in Ivano-Frankivsk has been training high school students for intensive Java training courses, and freshmen are training on real projects at Ciklum and EPAM branches in parallel with their studies at the IT specialties of the State University of Telecommunications.

These and other examples show the significant potential of using this method of study, which will adapt students' professional knowledge and skills to the requirements of the labor market, improve their practical training, confirm the competitiveness of graduates in the labor market, enable students to earn while studying, and most importantly, to keep him from going abroad, to form in him a vision of innovative, attractive for life and work environment, not overshadowed by the shortcomings of the education system, to prevent the outflow of qualified professionals (*Holmström et al., 2019*).

However, at the moment it is important that to modify the educational process, provide educational services should not IT companies, but the university together with its innovation center, whose specialists, who are also teachers, form the vector of learning senior students involved in development of projects of the center. In this situation, IT companies are forced to perform educational functions that are not typical for them.

Conclusions. Every year the population of Ukraine decreases, which in the perspective of 10–20 years will lead to a significant shortage of labor resources. Under such conditions, the task of preserving and developing human capital becomes the main condition for further development of the country. At the heart of the human-oriented concept of overcoming the crisis is the priority of national policy for the development of education from preschool to retraining of adult professionals, which will enable the training of qualified personnel and develop quality production. An important element in the development of the education system should be the involvement of international experience, the creation of programs for the exchange of experience, education and training of teachers. Today, investments in human capital in such areas as tourism and IT business will give a boost to the economy, create conditions to prevent the outflow of skilled labor, create jobs in the regions. Particular attention in this aspect is given to the creation of comprehensive programs of interaction of all stakeholders: employees, business and government, the combination of which can lead to a synergistic effect.

References:

1. State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Hitis T.P., Nikulina A.A., (2018). Doslidzhennia suchasnoho stanu trudovykh resursiv Ukrainy [Research of the current state of labor resources of Ukraine]. Bulletin of Economic Science of Ukraine, 2(35), Retrieved from: <http://www.venu-journal.org/download/2018/2/08-Hitis.pdf> (In Ukrainian).
3. Conceição P., (2019). Human Development Report 2019: Beyond Income, Beyond Averages, Beyond Today: Inequalities in Human Development in the 21st Century. United Nations Development Programme.
4. Antoniuk V.P., (2019). Suchasni transformatsii v sferi vyshchoi i profesiinoi osvity yak reaktsiia na potreby rynku pratsi [Modern transformations in the field of higher and professional education as a reaction to the needs of the labor market.]. Bulletin of Economic Science of Ukraine, 1(36), Retrieved from: <http://www.venu-journal.org/download/2019/01-Antoniuk.pdf> (In Ukrainian).
5. Shelemetieva T.V., (2019). Rozvytok vnutrishnoho turyzmu v Ukraini yak obiekta upravlinnia [Development of domestic tourism in Ukraine as an object of management]. Bulletin of Economic Science of Ukraine, 1(36), Retrieved from: <http://www.venu-journal.org/download/2019/27-Shelemetieva.pdf> (In Ukrainian).
6. Liu A., Wall G., (2005). Human resources development in China. Annals of Tourism Research, 32(3), 689-710. DOI: 10.1016/j.annals.2004.10.011
7. Qiu Zhang H., Wu E., (2004). Human resources issues facing the hotel and travel industry in China. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 16(7), 424-428. DOI: 10.1108/09596110410559122
8. Qiu Zhang H., Lam T., (2004). Human resources issues in the development of tourism in China: evidence from Heilongjiang Province. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 16(1), 45-51. DOI: 10.1108/09596110410516552
9. Holmström B., Honkapohja S., Huhtala A., Hyytinen A., Kauhanen A., Koski H. ... Rouvinen P., (2019). Suomen kasvu (Finnish Economic Growth). ETLA B 278. Retrieved from: <https://www.eta.fi/wp-content/uploads/ETLA-B278.pdf>
10. Schwab K., (2019). The global competitiveness report 2019. In World Economic Forum. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf.
11. Vikhrov M., 2018. Pratsia bez rezultatu [Work without result]. Tyzhden.ua. Retrieved from: <https://m.tyzhden.ua/publication/214378> (In Ukrainian).
12. Shelest O., Kutovyi Ya., Samokhodskiy I., (2018). Rozvytok ukrainskoi IT-industrii [Development of the Ukrainian IT industry]. IT Ukraine Association, BRDO, Retrieved from: https://ko.com.ua/files/u125/Ukrainian_IT_Industry_Report_UKR.pdf (In Ukrainian).
13. Rakhman M.S., Aleksandrova A.O., (2018). Konkurentsiia ta konkurentospromozhnist IT-pidpriemstv na mizhnarodnomu rynku

[Competition and competitiveness of IT companies at worldwide market]. Scientific Bulletin of KSU. Series "Economic Sciences", Vol. 1 No. 30, Retrieved from: <http://ejournal.kspu.edu/index.php/ej/article/view/162/158> (In Ukrainian).

14. Meshko N.P., Kostiuchenko M.K., (2015). Perspektyvy rozvytku sfery IT yak providnoi innovatsiinoi haluzi Ukrainy [Prospects for the development of the IT sector as a leading innovation industry in Ukraine]. European journal of management issues, Vol. 23, issue 4. P. 71–77, Retrieved from: https://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fmecon/program_5e4ba43063ed9.pdf (In Ukrainian).

15. Rahman M.S., (2017). Doslidzhennia informatsiinykh i telekomunikatsiinykh posluh Ukrainy yak eksportoorientovanoi haluzi ekonomiky [A Study on the Information and Telecommunication Services of Ukraine as an Export-Oriented Sector of the Economy]. Business Inform. № 5. P. 279–287, Retrieved from: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2017-5_0-pages-279_287.pdf (In Ukrainian).

16. Ganushchak-Yefimenko L.M., (2016). Osoblyvosti rozvytku pidpriemnytstva v IT-sferi Ukrainy [Key features of IT entrepreneurship development in Ukraine]. Actual problems of economics, № 10. P. 55–67,

Retrieved from: <https://eco-science.net/archive/2016/APE-10-2016.zip> (In Ukrainian).

17. Calderwood L., Soshkin M., (2019). The travel & tourism competitiveness report 2019. Travel and Tourism at a Tipping Point In *The World Economic Forum*. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TTCR_2019.pdf

18. Organisation for Economic Co-operation and Development, (2019). Labour productivity levels – most recent year. Retrieved from: <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=54563>

19. Pro skhvalennia Kontseptsii pidhotovky fakhivtsiv za dualnoiui formoiu zdobuttia osvity (2018). [About approval of the Concept of preparation of experts on a dual form of receiving education]. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of September 19, 2018, Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/660-2018-%D1%80#Text> (In Ukrainian).

20. Nikitina G., (2019). Shcho take dualna osvita i chy spravdi tse "dobre zabute stare"? [What is dual education and is it really a "well-forgotten old"?], Retrieved from: <https://sukhari.com.ua/shho-take-dualna-osvita-i-chi-spravdi-tse-dobre-zabute-stare.html> (In Ukrainian).

Надійшла до редколегії 23.05.22

П. Макаренко, канд. геогр. наук, наук. співроб.
Інститут географії НАН України, Київ, Україна

ЛЮДИНО-ОРІЄНТОВАНА КОНЦЕПЦІЯ ЯК УМОВА РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

За даними Укрстату, у 2018 р. в Україні проживало 42,4 млн осіб, проте щороку кількість населення зменшується. За існуючої динаміки до 2050 р. кількість населення скоротиться до 28,0 млн осіб. За таких умов у перспективі 10–20 років в Україні катастрофічно не вистачатиме трудових ресурсів. Проте і на сьогодні економічно активне населення становить 18 млн осіб, ураховуючи, що чисельність економічно неактивного населення становить 18,5 млн осіб. Підтвердженням цього є те, що середньооблікова кількість штатних працівників у квітні 2020 р. зменшилася на 171 тис. осіб порівняно із квітнем 2019 р. Найбільше зменшення зафіксоване у сферах промисловості (-77,9 тис. осіб), охорони здоров'я (-49,7 тис. осіб), сільського, лісового й рибного господарства (-40,0 тис. осіб) тощо.

У Рейтингу глобальної конкурентоспроможності за версією Всесвітнього економічного форуму Україна 2019 р. займала 85-те місце з поміж 141 економік світу. Однак найкращі результати фахівці Форуму зафіксували в категоріях "Кваліфікація населення" (44 місце, 69,9 балів зі 100) та "Інфраструктура" (57 місце, 70,3 балів зі 100), що було значно вище від середніх значень країн з рівнем доходу нижче середнього. Особливо звертають на себе увагу результати підкатегорії "Кваліфікація майбутньої робочої сили" – 26 місце, 72,6 балів зі 100. За Індексом розвитку людського потенціалу Україна 2019 р. займала 88 місце із середнім значенням індексу 0,750. Упродовж останніх 10-ти років збільшення даного індексу було мінімальним.

Водночас результати опрацювань Дослідного інституту фінської економіки (ETLA) свідчать, що для постійного підвищення національної конкурентоспроможності можливо використовувати інновації або застосовувати нові маркетингові стратегії. У Фінляндії основний метод підвищення конкурентоспроможності – інвестиції в якість людського капіталу, інвестиції в освіту, що дає можливість готувати кваліфіковані кадри й розвивати якісне виробництво. Тому завдання збереження та процвітання людського капіталу стає головною умовою подальшого розвитку країни. Але в умовах повномасштабної агресії РФ в Україні, часткового зруйнування її господарства й масового переміщення населення це завдання стає життєво важливим.

Ключові слова: людино-орієнтована концепція, система освіти, інвестиції в людський капітал, конкурентоспроможність.

III. ГЕОГРАФІЯ РЕКРЕАЦІЇ ТА ТУРИЗМУ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.6>
UDC 338.48:379.85

V. Kiptenko, PhD Geography, Associate Professor
ORCID ID: 0000-0003-2147-9957
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

I. Okolovych, PhD Student
ORCID ID: 0000-0001-8868-4475
Web of Science ResearcherID: AAU-9207-2021
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

INTRODUCTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT ASPECTS IN THE FIELD OF RURAL TOURISM IN UKRAINE

Features of rural tourism are considered within the concepts of sustainable development and sustainable tourism development. Possibilities of assessing the degree of implementation of aspects of sustainability at the level of the tourism process participants are highlighted. The monitoring of the state of achievement of the goals of sustainable tourism development is platformed by the survey of owners of rural hospitable estates in Ukraine – members of the NGO "Union for Promotion of Rural Green Tourism Development in Ukraine", providing for the initial assessment of the implementation of aspects of sustainable development in the field of rural tourism in Ukraine.

The latter allowed us to identify the main sociodemographic indicators of the owners of rural hospitable estates in Ukraine and their farmsteads. The analysis of the level of estate owners' acknowledgment of the concept and goals of sustainable development, the study of the nature of the use of hired labor by the owners of rural hospitable estates, the level of implementation of aspects of environmental friendliness and responsible consumption serve to reveal the state, opportunities, and prospects of cooperation of rural hospitable estates with other participants of the tourist process.

It was found that the owners of estates not only have a common understanding of the concept of sustainability and its relevance but also actively endeavor to implement certain aspects of sustainability in the provision of rural tourism services.

Highlighted criteria for sustainability of rural hospitality services – economic (profitability, demand, stable tourist flows, expansion of activities, etc.), sociocultural (cooperation and partnership, cluster interaction, preservation of local traditions, opportunities for learning and personal development, etc.) and environmental (waste management, responsible consumption of resources, etc.).

The current needs and mechanisms of further acquaintance of the owners of rural hospitable estates with the issues of sustainable development are determined. Identified ways to ensure more sustainable activities for the provision of rural tourism services at different levels – the level of rural hospitable estate, community level and state level as elements of a complex, continuous and multifaceted process.

Keywords: sustainable development, sustainable development of tourism, tourism, rural tourism, rural hospitable estate.

Introduction. Nowadays, the issue of sustainability is one of the most controversial issues facing the tourism sector worldwide. Sustainability is a comprehensive umbrella term used to describe a paradigm that affects all aspects of human activity, taking into account concerns about the long-term future of the planet's resources and the ability to sustain a rapidly growing population (UNWTO, 2011). At the end of the XX century in world development, the tendencies associated with general economic growth and the negative consequences of its impact on the environment began to become quite noticeable. The need to move to a new economic paradigm of human life, based on the vision of the economy as a subsystem within the global ecosystem, led to the justification of the main provisions of the concept of sustainable development (Tkachenko, 2009).

According to the World Tourism Organization (UNWTO), sustainable tourism development manages the impact of tourism on the environment, economy and community of the destination, as well as supports and increases the destination's resources for the current and future needs of both tourists and host communities (UNWTO, 2007).

In contrast to mass tourism, rural tourism is directly related to the natural environment, agricultural activities, local products, daily community life, traditions, and cultural heritage. Thus, it is considered an alternative form of tourism aimed at supporting the local economy and compatible with the concept of sustainable development. Rural tourism can be developed in regions with rich nature, architecture, culture, and traditions, where people are hospitable and active, and local authorities support the idea (Zinko, Rutynskiy, Kudla etc., 2009).

Ukraine has also joined the global process of sustainable development. To establish a strategic framework for Ukraine's national development for the period up to 2030, an inclusive process of adapting sustainable development goals was launched – each global goal was considered taking into account national specifics. As a result, the development of sustainable tourism has been identified by the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine as one of the priorities of national sustainable development goals, which will serve as a basis for integrating efforts to ensure economic growth, social justice and rational nature management (*Sustainable development goals: Ukraine. National report, 2017*).

In order to implement systematic and effective solutions to ensure the sustainable development of tourism at the state level, it is first necessary to assess the degree of implementation of aspects of sustainability at the level of each participant in the tourism process. Unfortunately, the system of collecting tourism statistics in Ukraine is still under development, and centralized collection of any statistics in the field of rural tourism is impossible due to the peculiarities of national legislation, including the Law of Ukraine "On Household Plot" of May 15, 2003, which gives the owners of private farmsteads the right to provide rural tourism services without state registration of business entities. Monitoring of sustainable tourism in Ukraine is currently virtually non-existent, and any attempts to execute it are carried out point by point through the implementation of local or regional projects and with the predominant use of qualitative research methods.

Literature Review. A significant amount of foreign research in the field of rural tourism in recent decades emphasizes its special role in the implementation of aspects of sustainability (Roberts, Hall, 2001; Roberts, Hall, Morag, 2004; Hall, Kirkpatrick, Mitchell, 2005; Ammirato, Felicetti, Raso, Pansera, Violi, 2020; Ivona, 2021; López-Sanz, Leguía, Gutierrez-Rodriguez, Cuesta-Valiño, 2021), at the same time offering a wide range of specific cases and the application of various research methods on this issue.

Foreign studies identify rural tourism as one of the best tools for balancing the needs of tourists with the needs of rural host communities, which offers real opportunities for economic and social development while mitigating the adverse effects on the environment (Ammirato, Felicetti, Raso, Pansera, Violi, 2020), simultaneously exploring its relationship with various aspects of sustainability comprehensively in terms of organizational processes, management, supply and demand (Roberts, Hall, 2001), policymaking, networking and partnerships (Hall, Kirkpatrick, Mitchell, 2005), as well as the study of variables that affect the behavior and motivation of tourists and the image of the destination (López-Sanz, Leguía, Gutierrez-Rodriguez, Cuesta-Valiño, 2021).

Systematized international experience at the present stage defines clear and detailed criteria of sustainability for tourism and hospitality businesses and destinations – the criteria for sustainable development of tourism of the Global Sustainable Tourism Council (GSTC) (*Global Sustainable Tourism Council*), criteria of the European Tourism Indicators System for sustainable destination management (ETIS) (*European Tourism Indicators System for sustainable destination management*), sustainability criteria of TourCert (*TourCert*) and Green Destinations (*Green Destinations*) certification systems, etc., and, accordingly, provides opportunities for analysis in the context of tourism practice and sector management.

Consideration of the prospects for the introduction of such approaches has been already launched in Ukraine, emphasizing the need for analytical support to substantiate the recommendations and actions within various segments of the tourism sector, rural tourism in particular (Kiptenko, Motuzenko, 2021; Nosko, Prymachenko, Kiptenko, 2021).

Numerous publications in the Ukrainian academic space (Rutynskyi, Zinko, 2006; Tkachenko, 2009; Zinko, Rutynskyi, Kudla etc., 2009; *Development of sustainable rural tourism: Thematic guide*, 2007; Isaenko, Nikolaiev, Babikova, Biliavskiy, Smyrnov, 2014; Hazizova, Fenrych, 2016), at the same time provide a broad analytical basis of studied cases and testify to the expediency of researching the possibilities of assessing the degree of implementation of aspects of sustainability of rural tourism in the context of Ukrainian realities.

The purpose of the study is to conduct an initial assessment of the implementation of aspects of sustainability in the field of rural tourism in Ukraine and identify ways to ensure more sustainable activity of rural hospitable estates.

Methodology. The method of questionnaire survey was chosen to ensure the implementation of the objectives of the

study. A survey of owners of rural hospitable estates in Ukraine was conducted in May-June 2020 using Google Forms online tool. Owners of 46 estates – members of the NGO "Union for the Promotion of Rural Green Tourism Development in Ukraine" took part in the study, which at the time accounted for 35% of all hospitable estate owners among organization members and met the criteria of the representativeness of the sample.

The design of the questionnaire was determined by the need to obtain a sufficiently detailed initial slice of qualitative and quantitative information that would clarify, including in the spatial context, sociodemographic characteristics of farmsteads and their owners, assess the role of rural tourism activity in the households, the real practice of application of sustainable approaches in the daily activity of rural hospitable estates, awareness with the sustainable development goals and the need for receiving further information and training on sustainable tourism. The questionnaire was based on global systems for monitoring and control of the implementation of sustainable tourism aspects, which are widely used abroad – the criteria for sustainable development of tourism of the Global Sustainable Tourism Council (GSTC) (*Global Sustainable Tourism Council*) and the criteria of the European Tourism Indicators System for sustainable destination management (ETIS) (*European Tourism Indicators System for sustainable destination management*).

The questionnaire included seven thematic blocks, which contained a total of 55 questions: Block 1. General information (sociodemographic indicators); Block 2. Level of acquaintance with the goals of sustainable development; Block 3. Use of hired labor; Block 4. Ecology and responsible consumption; Block 5. Partnership for sustainable development; Block 6. Other; Block 7. Further acquaintance with the issues of sustainable development.

Most of the questions were offered a number of fixed answers. In addition, in some cases, it was possible to add your own answer, and several questions involved choosing several answers from the proposed list. Respondents were also asked to answer a few optional open-ended questions that specified previously received information.

Among others, the results of the survey are most consistent with the Sustainable Development Goals 8 (Decent Work and Economic Growth), 10 (Reduced Inequalities), 12 (Responsible Consumption and Production) and 17 (Partnerships for the Goals).

Results and Discussion. Survey block №1 was aimed at collecting information on the main sociodemographic characteristics of owners and their households (Table 1). Thus, both men (47.8 %) and women (52.2 %) are engaged in rural tourism in Ukraine almost equally. At the same time, middle-aged people are most often engaged in this type of activity – 40–49 years (34.8 %) and 50–59 years (34.8 %). Only one-fifth of homeowners are young people – 17.4 % are in the 30–39 age group and 4.3 % are under the age of 30, and 8.7 % of hospitable estate owners are over the age of 60. The vast majority of estate owners received full higher education (84.8 %) and only 15.2 % – vocational.

Table 1. Sociodemographic characteristics of the respondents

Sex		Age		Level of education	
Female	52,2 %	under 30	4,3 %	elementary (1–4 grades)	0 %
Male	47,8 %	30–39	17,4 %	secondary (secondary school, gymnasium, etc.)	0 %
		40–49	34,8 %	vocational (school, college)	15,2 %
		50–59	34,8 %	higher (university)	84,8 %
		over 60	8,7 %		

A quarter of respondents (26.1 %) said that they have been engaged in the provision of rural hospitality services for a not long period of time – up to 5 years, 41.3 % have been operating from 5 to 10 years, and 32.6 % – from 11 to 20 years. None of the estate owners has been engaged in rural tourism for more than 20 years, which confirms the fact that rural tourism is a relatively young phenomenon within Ukraine and began to gain active development only at the beginning of the XXI century.

Regarding geographical context, it can be noted that rural tourism has conditions for development throughout Ukraine – estate owners from 20 different regions took part in the survey. Ivano-Frankivsk (13 %), Zakarpattia, Cherkasy and Kharkiv regions (8.7 % each) were the most represented. If Ivano-Frankivsk and Zakarpattia have always had high rates of rural tourism development, the significant level of representation of Kharkiv and Cherkasy regions is partly explained by the fact that in these areas the Union for the Promotion of Rural Green Tourism Development in Ukraine is operating very actively through its separate divisions. This confirms the opinion of the Union's experts that the development of rural tourism does not require special conditions and resources and can be carried out in any rural community in Ukraine if there is a high level of trust and cooperation between local people, government and civil society.

Among the surveyed estates, 71.7 % offer up to 10 beds, 13 % – 11–20 beds, 8.7 % – 21–30 beds and 6.5 % – more than 30 beds. Most of them operate on a plot of land up to 0.5 ha – 56.5 %, 28.3 % – 0.6–1 ha, 2.2 % – 1.1–1.5 ha, 4.3 % – 1.6–2 ha and 8.7 % – more than 2 hectares. In view of this, the relevance of the issue of legislative regulation of such activity in order to provide tax benefits and preferences to small rural tourism entities is confirmed today.

Only 21.7 % of estate owners stated that they are providing rural hospitality services alone, 54.4 % are involved in this together with a husband, wife, other family

member or partner, and another 23.9 % engage three and more people in the family.

Rural tourism is the main activity and provides the entire family income for only 19.6 % of respondents. For 17.4 % it is significant, but not the only profitable activity in the family, and for 63 % rural tourism is merely a source of additional income or a hobby. When asked what percentage of the total family income is assured by the provision of rural tourism services, 45.7 % of respondents said that the activity brings them only up to 25 % of family income. For 13 % the figure is 26–50 % of income, for 15.2 % – 51–75 % of income, for 10.9 % – 76–99 % of income and only 6.5 % of homeowners provide 100 % of family income by this activity. Among the "other" options (8.7% of respondents) it was mentioned that in some cases the activity does not cover the costs of its organization, depends significantly on seasonality, or is a reinvestment from other sources of income. This reaffirms the fact that worldwide rural tourism is seen as a way to diversify the agricultural activities of rural residents and a source of additional income for the family, and again raises the need for the distinction between categories of "rural tourism" and "tourism in rural areas" to support economic activity of rural residents and promote rural development.

Survey block № 2 aimed to assess the general level of the acquaintance of the owners of rural hospitable estates with the issue of sustainable development. It was found that 45.7 % of respondents, in their opinion, are well acquainted with the sustainable development concept, 41.3 % are superficially familiar with it, 6.5 % are completely unfamiliar and another 6.5 % said that in general, they find it difficult to answer this question. At the same time, the level of acquaintance with the global goals of sustainable development is somewhat lower: 37 % are well aware of the Sustainable Development Goals, 39.1 % are superficially familiar, 13 % are completely not familiar with the issue and for 10.9 % it was difficult to answer (Figure 1).

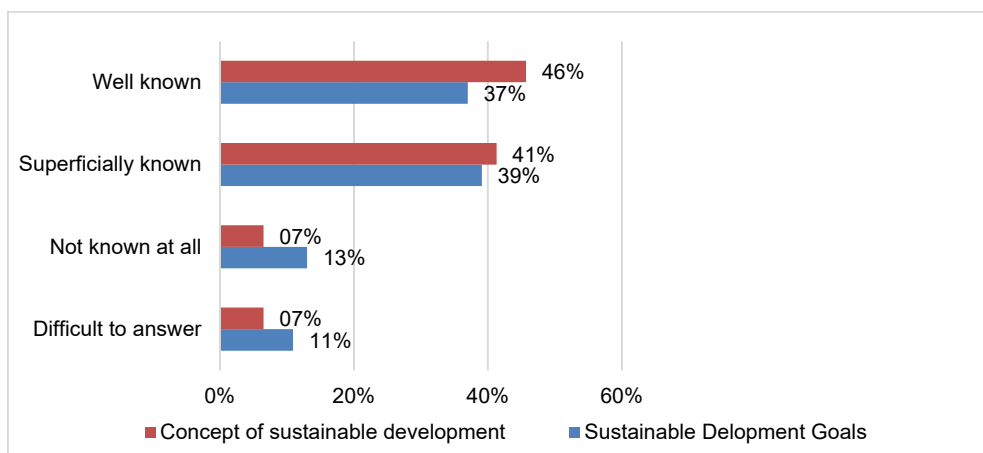


Fig. 1. Level of acquaintance of owners of rural hospitable estates in Ukraine with the concept of sustainable development and Sustainable Development Goals

Respondents were asked to choose one or more Sustainable Development Goals, which, in their opinion, are the most relevant to achieve. Thus, most estate owners (63%) are concerned about SDG 3 "Good Health and Well-being" and SDG 8 "Decent Work and Economic Growth". SDG 6 "Clean Water and Sanitation" (43.5 %), SDG 11 "Sustainable Cities and Communities" (43.5 %), SDG 7 "Affordable and Clean Energy" (34.8 %) and SDG 15 "Life on Land" (34.8 %)

are also quite relevant. According to the respondents, the least relevant today are SDG 5 "Gender Equality" and SDG 14 "Life Below Water" – 8.7 % each (Figure 2).

There are two points worth addressing in particular. First, the relatively high level of relevance of SDG 6 "Clean Water and Sanitation" is worrying, as the respondents are residents of rural areas which are commonly considered to be cleaner and unpolluted, and the very definition of "green"

in the statutory term "rural green tourism" is intended to emphasize the environmental friendliness of the Ukrainian countryside. This result may indicate a more serious environmental protection and conservation problem that needs to be addressed at the national level.

Secondly, nowadays, it is impossible not to notice the global narrative on the need to ensure gender equality in all spheres of human activity. The authors believe that the low relevance of the SDG 5 can be explained not so much by the ignorance of rural residents, but by the fact that rural

tourism is a tool for the professional realization of women in rural areas. Thus, the results of the survey show that women are engaged in rural tourism at the same level and/or in partnership with men. The image of the "housewife", rooted in the traditional culture of Ukrainians, is largely inseparable from creating a homely atmosphere when providing rural hospitality services, but at the same time, it allows women in rural areas to run a business and earn income on a par with men, which is reflected in a significant reduction in gender discrimination.

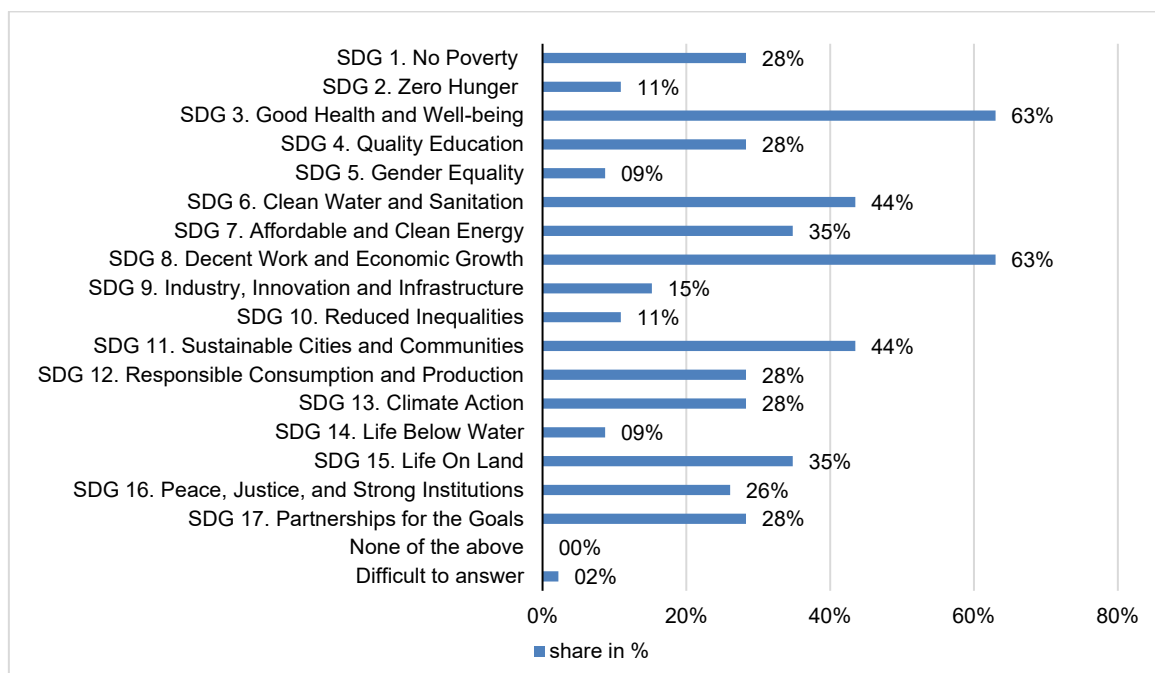


Fig. 2. Relevance of Sustainable Development Goals for owners of rural hospitable estates in Ukraine

Survey block № 3 concerned the use of hired labor by the owners of farmsteads for the organization of rural tourism activities. Thus, only 13 % use hired labor on a regular basis to provide services in the estate, 37 % hire employees irregularly, if necessary, and 50 % use only the effort of the family members.

In general, farmstead owners involve full-time employees (8.7 %), part-time employees (13 %), seasonal workers (30.4 %), interns and trainees (10.9 %). Other options (6.4 %) also mention the work of volunteers and unpaid help from neighbors, friends and relatives.

Although only 10.9 % of respondents use the work of trainees and interns at this time, 37 % of estate owners said they are fully prepared to provide training for students with relevant specialties who do not have any previous work experience, and another 26.1 % are rather ready to do so. Among other options, 17.4 % indicated that they found it difficult to answer this question, 13 % were rather not ready and only 6.5% were not ready at all. These results can be considered in terms of untapped opportunities for partnership with educational institutions at different levels, provided that there is interest from their leadership and a quality offer of mutually beneficial cooperation.

At the same time, only 10.9 % of respondents are fully ready to hire people with disabilities, another 21.7 % are rather ready, 30.4 % are undecided (difficult to answer), 21.7 % are rather not ready and 15.2 % are not ready at all. Thus, aspects of inclusiveness and barrier-free rural tourism

are very relevant today and require further research and practical implementation, including through systematic educational work with farmstead owners.

A somewhat better situation is observed in ensuring gender equality. Only 15.2 % of estate owners always pay attention to a person's gender when hiring, 6.5 % sometimes pay attention, 13 % find it difficult to answer, 15.2 % almost never pay attention and 50 % never pay attention.

Particular importance during the development of the questionnaire was given to the basics of sustainability – aspects of ecology and responsible consumption, where there is a very positive trend in the use of sustainable approaches to rural tourism (survey block № 4). Thus, 50 % of respondents said that they always sort household waste collected from providing hospitality activities (plastic, glass, metal, paper, etc.), 45.7 % try to sort whenever possible and only 4.3 % never sort waste. Estate owners note that, among other things, such high rates are due to centralized activities at the level of local communities to implement modern waste management systems. Thus, in recent years, many communities, through NGOs, activists, volunteers and municipally owned enterprises, have installed containers for separate garbage collection, organized its removal, and conducted educational activities among the population.

In addition, 69.6 % of respondents never use plastic and disposable tableware when providing hospitality services, 23.9% use it once a month or less and only 6.5% use it often.

The vast majority (93.5 %) of farmstead owners purposefully take measures to reduce energy consumption. Among them are: economical use of energy, disconnection of appliances from outlets during non-working hours; use of LED lamps and other energy-saving lighting technologies; use of high-quality modern economical household appliances with high energy efficiency (level not lower than A+); passive energy house technologies; agreement on night tariff of electricity consumption; use of solar energy (panels, power stations, solar collectors for water heating); insulation of the house (walls, windows, roof); heating with firewood, pellets, leaves (stove or solid fuel boilers); use of rainwater for watering the garden or summer shower; use the cellar instead of the refrigerator.

However, only 21.7 % of respondents use renewable energy sources while providing hospitality services, among which three categories are clearly distinguished – solar energy supplied by panels, batteries and power stations, biomass as fuel and geothermal energy for home heating. In various cases, renewable energy sources cover 15 to 100 % of the total energy needs of estate owners.

Water for providing hospitality services is obtained from various sources – wells (45.7 %), boreholes (45.7 %), centralized water supply systems (26.1 %), precipitation (10.9 %), springs (8.7 %) and others. At the same time, 60.9% of homeowners purposefully take measures to reduce water consumption, including: economical consumption, timers for water use; shower sprays and taps with low flow, pressure reduction in the water supply system; use of rainwater storage systems; drip irrigation and watering sprays for horticulture and gardening; use of technical water from reservoirs, use of summer toilet and shower, bathing in ponds, lakes or rivers.

Regarding climate challenges, 37 % of respondents say they are very concerned about global climate change and its consequences, another 41.3 % are rather concerned, 6.5 % are undecided, 10.9 % are rather not concerned and only

4.3 % are not concerned at all. At the same time, 23.9 % of respondents believe that various weather conditions atypical for their region (atypical seasonal changes, severe weather phenomena, including droughts, etc.) greatly influenced the results of their activities in the provision of hospitality services over the past year, 39.1 % – rather affected, 10.9 % – difficult to answer, 23.9 % – rather did not affect and only 2.2 % – did not affect at all.

Among the estate owners, 47.8 % use ecological types of transport when providing hospitality services (including the organization of excursion services for tourists). The most popular are bicycles, horses and carts, rollers, scooters, electric and hybrid cars, motorless boats.

When creating new rural tourism products, 43.5 % of estate owners always pay attention to the criterion of environmental friendliness of products and another 45.7 % – rather pay attention. 4.3 % are undecided, 6.5 % do not pay attention, and none of the respondents said that the criterion of environmental friendliness is not important to them when creating new tourism products. At the same time, 26.1 % of respondents always apply the criterion of environmental friendliness when advertising and promoting their services, 41.3 % rather apply it, 19.6 % cannot answer, 10.9 % rather do not apply and 2.2 % – never apply it.

Survey block № 5 was aimed at assessing the level of readiness of the owners of rural hospitable estates to implement partnerships to ensure sustainable development. The results of the survey show that for the most part, the percentage of local goods and services used in the provision of hospitality services is still insignificant (Figure 3). Thus, 32.6 % of respondents use only up to 25 % of goods and products of local (including personal) production out of their total number, 26.1 % – 26–50 % of goods and products, 19.6 % – 51–75 % of goods and products, 19.6 % – 76–100 % of goods and products and 2.2 % do not use local goods and products at all.

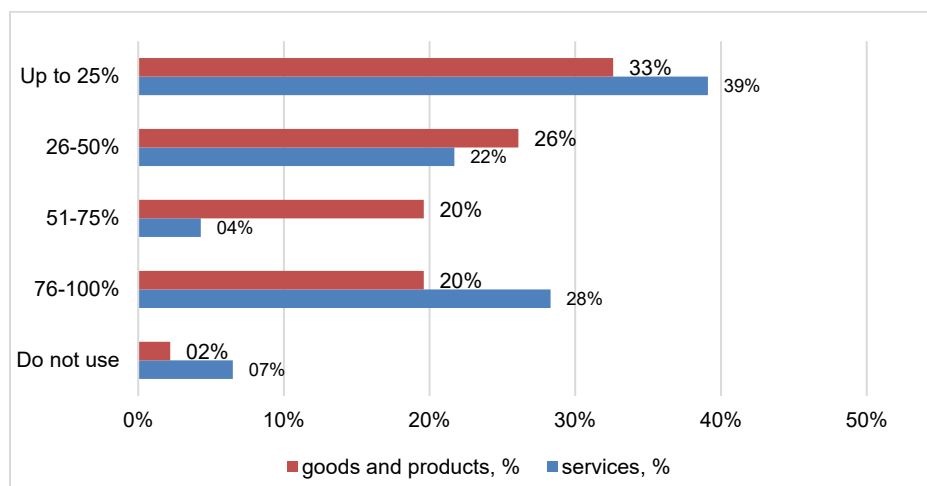


Fig. 3. Level of use of local goods and services in the rural hospitable estates

Among the services used by farmstead owners to ensure the organization of rural hospitality, local suppliers provide up to 25 % for 39.1 % of respondents, 26–50 % for 21.7 % of respondents, 51–75 % for 4.3 % of respondents, 76–100 % for 28.3 % of respondents and 6.5 % do not use the services of local suppliers at all.

The vast majority of rural hospitable estates owners cooperate with various entities in their region (other estate

owners, local governments, museums, national parks, tour agencies, etc.) to create a rural tourism product, of which 37 % often cooperate and 52.2 % – sometimes. Another 8.7 % do not cooperate at all and 2.2 % could not answer the question. At the same time, there is a clear difference between the level of trust in public authorities and local governments or private entities and civil society (Figure 4).

Thus, 37 % of respondents assess the likelihood of their cooperation with public authorities and/or local governments quite possible, 28.3 % – rather possible, 21.7 % are undecided, 10.9 % consider it rather impossible and 2.2 % – completely impossible. As for the probability of cooperation with non-government organizations, unions, initiative groups of activists, it is estimated as quite possible for 58.7 % of estate owners, rather possible for 28.3 %, undecided 10.9 %, rather impossible for 2.2 %. Similar indicators are also related to the probability of cooperation with private entities – enterprises, companies, individuals: quite possible – 60.9 %, rather possible – 26.1 %, difficult to answer – 10.9 %, rather impossible – 2.2 %. None of the respondents mentioned that the probability of cooperation with community or private entities was impossible.

All respondents noted that they were ready to work with various entities, including environmental organizations, to protect and preserve the natural resources of their region, support local biodiversity, landscape and more. Of these, 37 % are already cooperating in this direction and 63 % are not cooperating yet but are open to relevant proposals.

Survey block №6 addressed various aspects of activities that directly or indirectly affect the level of achievement of sustainable development goals.

Among the surveyed rural estates, 54.3 % provide hospitality services throughout the year, 45.7 % – with seasonal restrictions.

Farmstead owners are much more willing to work with people with disabilities in the role of tourist and guests than as employees. Thus, 28.3 % of respondents are ready to provide hospitality services to people with disabilities, another 47.8 % are rather ready, 15.2 % find it difficult to answer this question, 8.7 % are rather not ready, and none of the respondents said that they were not ready at all to provide services to people with disabilities. It should be noted that these indicators do not refer to the availability of appropriate infrastructure and technical capabilities to meet the leisure needs of people with disabilities, but rather show the moral and psychological readiness of estate owners to work in this direction and expand their tourist segment.

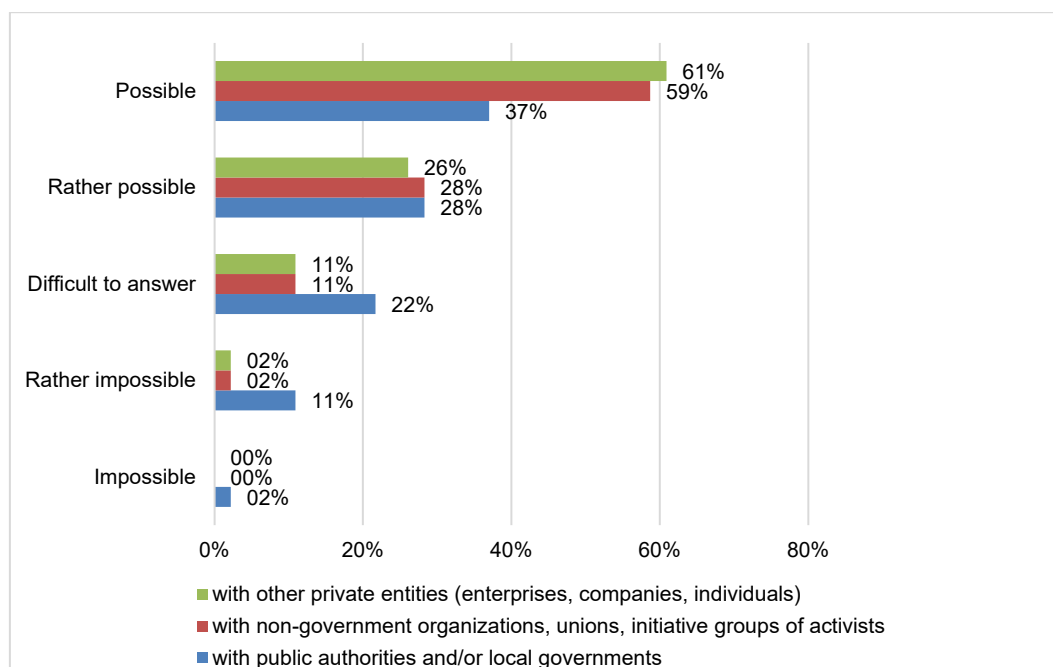


Fig. 4. Probability of cooperation between owners of rural hospitable estates and various subjects in their region for creation of a rural tourism product

Among the respondents, 60.9 % have a specific set of rules for staying in the estate (waste management, preserving of material and technical base, environment, historical and cultural sites, etc.) and announce it to all tourists immediately before providing services. Another 37 % share the rules of stay selectively with certain categories of tourists, and 2.2 % do not inform about the rules of stay in the estate beforehand.

Regarding the feedback from visitors, 52.2 % of respondents said that they collect feedback from each tourist and work with them, 43.5 % do not collect feedback purposefully, but work with them if available.

In general, 60.9 % of respondents believe that the cultural identity of their region (local customs, traditions, history, etc.) is very important for the provision of rural hospitality services, 28.3 % consider it rather important,

6.5 % are undecided and 4.3 % believe that cultural identity is rather unimportant.

At the same time, 39.1 % of respondents regularly initiate various activities to preserve and restore the cultural identity of the region, 37 % do not initiate such activities themselves, but always join them at the invitation of other participants, 17.4 % participate in such events very rarely and only 6.5% never take part in any activities to preserve the cultural identity of the region. Most often, such activities include: creation and operation of museums; revival, preservation and promotion of crafts and handicrafts; holding festivals, holidays, exhibitions and other cultural events; preservation of gastronomic culture, traditions and production technologies; organization of traditional holidays, work-shops and excursions; joining activities of community movements and non-government organizations; collection, distribution and printing of literature; collecting folklore, as

well as cleaning in public places, marking routes and installing information signs.

Most respondents have undergone voluntary certification and categorization of farmsteads, of which 63 % under the program "Ukrainian Hospitable Estate" and 28.3 % under the program "Green Estate" from the Union for Promotion of Rural Green Tourism Development in Ukraine, 6.5 % – under other available programs. The remaining 19.6 % of respondents have never passed any certification or categorization programs.

Farmstead owners were also asked to indicate which criteria, in their opinion, characterize the sustainability of rural hospitality services. Among the mentioned options we can highlight: cooperation with local authorities, educational institutions, other estate owners; creation of clusters; increase in the number of visitors, stable tourist flows, high visitors return rate, demand and profit generation, expansion of the scope of activity; time-lasting positive customer reviews and satisfied tourists; involvement of the whole family in the provision of hospitality services; preservation of local traditions and culinary heritage; media attention, creation of platforms for experience exchange; environmental friendliness, authenticity, education, self-employment, profitability, responsibility, practicality.

Survey block № 7 aimed to determine the level of interest of estate owners in further acquaintance with the sustainable development issue. Thus, 50% of respondents stated to be very interested in obtaining more detailed and up-to-date information on sustainable development and its goals, 39.1 % were rather interested, 4.3 % – difficult to answer, and 6.5 % – rather uninterested.

Estate owners are most interested in information regarding preserving the cultural identity of the region – 69.6 %, green and renewable energy, energy saving – 58.7 %, waste management (sorting, recycling, etc.) – 56.5 %, partnership opportunities to achieve sustainable development goals – 54.3 %, water treatment and use – 41.3 %. Among the options "other" (2.2 %) there was also noted state and local support – financial, legislative, and moral.

The majority of respondents are interested in obtaining information on sustainable development through online tools – specialized websites (30.4 %), social media pages (26.1 %), webinars or online courses (15.2 %). Another 13 % prefer specialized training or seminars, 10.9 % – brochures, reference books and other printed materials, and 4.3 % of respondents indicated that they are ready to receive information in any form.

Conclusion. Study results emphasize that rural hospitable estates owners have a general understanding of the sustainability concept and its relevance and make attempts to implement certain aspects of sustainability in the provision of rural tourism services, but, in addition, there is a significant need and interest in further obtaining of knowledge, information and support in ensuring more sustainable operation of rural hospitable estates.

Rural tourism is a relatively young field of activity in Ukraine. In the vast majority, it is a small-scale family business (up to 10 beds), which is run by middle-aged and older people (40–59 years) with higher education and considered as one of the ways to diversify agricultural activities and a source of additional income for the family. Thus, for the estate owners in Ukraine, the most important issues remain to be their families' good health and well-being, as well as decent work and opportunities for socio-economic growth.

Along with a high level of awareness with the sustainable development aspects it is worth noting a very

positive tendency in the use by rural estate owners of a variety of sustainable approaches to rural tourism – sorting garbage and limiting use of plastic, creating conditions for people with disabilities, the desire to use environmentally friendly transport, measures to preserve and restore the cultural identity of the region, the desire to create a more environmentally friendly tourism product, etc. Particularly high indicators are of responsible consumption of resources – estate owners purposefully take measures to reduce and optimize the consumption of electricity (93.5 %) and water (60.9 %), but this might be due more to the saving purposes of expensive resources.

It is important, that among the criteria of sustainability of rural tourism, estate owners emphasize not only economic ones (profitability, demand, stable tourist flows), but also social (cooperation, partnerships and preservation of traditions) and environmental, which confirms not only a high level of acquaintance with the concept but also openness to the implementation of sustainability principles.

Achieving the sustainability of rural tourism is a complex, continuous, multifaceted process, which should include targeted actions at three main levels – the level of the tourist unit (rural hospitable estate), community and state level.

In the context of challenges of recent years (coronavirus pandemic and the war in Ukraine) and taking into account the current state priorities of the economic development (among others – agricultural development and production localization), there is a need to focus the state efforts on supporting such micro-businesses and therefore, ensure sustainable community development. After all, the survey results indicate that for the most part, the percentage of local goods and services used in the rural hospitality provision is still insignificant.

At the state level, the course to ensure sustainability in rural tourism can be implemented through such tools as the use of financial mechanisms, educational activities, creation and supporting of quality standards, and the introduction of a tourism statistics comprehensive system. To support this direction, state funding can either be direct – by creating development programs, funds, financing and co-financing of sustainable tourism projects, providing special conditions on loans, tax benefits and preferences to entities that implement sustainability approaches in their activities, or indirect – by assistance in attracting funding from international funds and organizations, initiating public-private partnership projects with the involvement of private financial resources.

Given the multifaceted nature of sustainable rural tourism, such tools can be aimed at improving and conserving natural, historical and cultural tourism resources, construction and development of resource-efficient tourism infrastructure, introduction of innovations, support of micro, small and medium businesses, promoting responsible business practices such as waste management and energy efficiency, etc.

At the community level, the most promising is the formation of rural tourism clusters and creating conditions for synergistic cooperation between different participants of the process, as the vast majority of rural estate owners are already actively cooperating with various actors in their region (other estate owners, local authorities, museums, national parks, tour agencies, etc.) to create a rural tourism product, or anticipates the probability of such cooperation in the future.

References

1. Ammirato, S., Felicetti, A., Raso, C., Pantera, B., Violi, A., (2020). Agritourism and Sustainability: What We Can Learn from a Systematic Literature Review. *Sustainability*, 12(22), 9575. DOI:10.3390/su12229575
2. European Tourism Indicators System for sustainable destination management. Retrieved from https://ec.europa.eu/growth/sectors/tourism/offer/sustainable/indicators_en
3. Global Sustainable Tourism Council (GSTC). Retrieved from <https://www.gstccouncil.org/>
4. Green Destinations. Retrieved from <https://greendestinations.org/>
5. Hall, D. R., Kirkpatrick, I., Mitchell, M. (Eds.). (2005). *Rural tourism and sustainable business* (Vol. 26). Channel view publications.
6. Hazizova, O., Fenrych, P. (Eds.). (2016). *Bahatoaspektnyi turizm: nestandardni idei dlia silskykh mikropidpriemstv ta rozvytku silskykh hromad* [Multifaceted tourism: non-standard ideas for rural micro-enterprises and rural community development]. Kyiv: Intercontinental-Ukraine Publishing House (In Ukrainian).
7. Isaienko, V. M., Nikolaiev, K. D., Babikova, K. O., Biliavskiy, H. O., Smyrnov, I. H., (2014). *Stratehiia staloho rozvytku (turystychna haluz)* [Sustainable development strategy (tourism industry)]. Kyiv: Publishing House of the National Pedagogical University of M. P. Drahomanov (In Ukrainian).
8. Ivona, A., (2021). Sustainability of Rural Tourism and Promotion of Local Development. *Sustainability*, 13(16), 8854. DOI:10.3390/su13168854
9. Kiptenko, V. K., Motuzenko, O. O., (2021). *Naukovo-praktychni zasady upravlinnia perekhodom do staloho turizmu v Ukraini* [Scientific and practical principles of managing the transition to sustainable tourism in Ukraine]. *Geography and Tourism*, 64, 11-21 (In Ukrainian).
10. López-Sanz, J., Leguía, A., Gutierrez-Rodríguez, P., Cuesta-Valiño, P. (2021). Rural tourism and the sustainable development goals. A study of the variables that most influence the behavior of the tourist. *Frontiers in Psychology*, 12. DOI:10.3389/fpsyg.2021.722973
11. Nosko, Ye., Prymachenko, A., Kiptenko, V., (2021). *Mozhlyvosti zaprovadzhennia v Ukraini kryteriiv ta standartiv staloho turizmu GSTC* [Possibilities of introduction of criteria and standards of sustainable tourism GSTC in Ukraine]. Collection of scientific papers SCIENTIA. Retrieved from <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/scientia/article/view/16652> (In Ukrainian).
12. Roberts, L., Hall, D., Morag, M. (Eds.). (2004). *New Directions in Rural Tourism* (1st ed.). Routledge. DOI:10.4324/9781315248097.
13. Tkachenko, T. I., (2009). *Stalyi rozvytok turizmu: teoriia, metodolohiia, realii biznesu* [Sustainable tourism development: theory, methodology, business realities] (2nd ed.). Kyiv: Kyiv National University of Trade and Economics (In Ukrainian).
14. Roberts, L., Hall, D. (Eds.). (2001). *Rural tourism and recreation: Principles to practice*. Cabi.
15. *Rozvytok staloho silskoho turizmu: Tematychnyi dovidnyk* [Development of sustainable rural tourism: Thematic guide]. 2007. Retrieved from http://www.prismanet.gr/urll/cms/content/downloads/Guide_Final_Ukrainian_Vis.pdf (In Ukrainian).
16. Rutynskyi, M. Y., Zinko, Yu. V., (2006). *Silskyi turizm* [Rural tourism]. Kyiv: Znannia (In Ukrainian).
17. The United Nations World Tourism Organization (UNWTO). *A Practical Guide to Tourism Destination Management*. UNWTO: Madrid, Spain, 2007.
18. The United Nations World Tourism Organization (UNWTO). *Policy and Practice for Global Tourism*. UNWTO: Madrid, Spain, 2011.
19. TourCert. Retrieved from <https://www.tourcert.org/>
20. *Tsil staloho rozvytku: Ukraina. Natsionalna dopovid* [Sustainable Development Goals: Ukraine. National report]. 2017. Retrieved from <https://mepr.gov.ua/> (In Ukrainian).
21. Zinko, Yu. V., Rutynskyi, M. Y., Kudla N. Ye. etc., (2009). *Zberezhennia i stalyi rozvytok Karpat: navchalnyi posibnyk zi staloho turizmu* [Conservation and sustainable development of the Carpathians: a manual for sustainable tourism]. Kyiv (In Ukrainian).

Надійшла до редколегії 15.05.22

В. Кіптенко, канд. геогр. наук, доц.,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

І. Окопович, асп.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

УПРОВАДЖЕННЯ АСПЕКТІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ У СФЕРІ СІЛЬСЬКОГО ТУРИЗМУ В УКРАЇНІ

Розглянуто особливості сільського туризму в рамках концепцій сталого розвитку та сталого розвитку туризму. Висвітлено можливість оцінювання ступеня реалізації аспектів сталості на рівні учасників туристичного процесу. Проведено опитування власників сільських гостинних садиб в Україні – членів ГО "Спілки сприяння розвитку сільського зеленого туризму в Україні" з метою моніторингу стану досягнення цілей сталого розвитку туризму.

Здійснено первинне оцінювання впровадження аспектів сталого розвитку у сфері сільського туризму в Україні. Визначено основні соціально-демографічні показники власників сільських гостинних садиб в Україні та їхніх господарств. Проаналізовано рівень ознайомлення власників садиб з концепцією та Цілями сталого розвитку. Досліджено характер використання найманої праці власниками сільських гостинних садиб, рівень упровадження аспектів екологічності й відповідального споживання. Розкрито стан, можливості та перспективи співпраці сільських гостинних садиб з іншими учасниками туристичного процесу.

Виявлено, що серед власників садиб не лише наявне загальне розуміння концепції сталості та її актуальності, а й активно ведуться спроби імплементації певних аспектів сталості в діяльність з надання послуг сільського туризму. Виділено критерії сталості діяльності з надання послуг сільської гостинності: економічні (прибутковість, наявність попиту, стабільні туристичні потоки, розширення сфери діяльності тощо), соціально-культурні (налагодження співпраці й партнерства, кластерна взаємодія, збереження локальних традицій, можливість навчання та розвитку тощо) та екологічні (поводження з відходами, відповідальне споживання ресурсів тощо).

Визначено актуальні потреби й механізми подальшого ознайомлення власників сільських гостинних садиб з питаннями сталого розвитку. Виявлено шляхи забезпечення більш сталої діяльності з надання послуг сільського туризму на різних рівнях – рівні сільської гостинної садиби, рівні громади та рівні держави як елементів комплексного, безперервного й багатоаспектного процесу.

Ключові слова: сталий розвиток, сталий розвиток туризму, туризм, сільський туризм, сільська гостинна садиба.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.7>
УДК 358.08

І. Смирнов, д-р геогр. наук, проф.
ORCIDID: 0000-0002-6395-7251

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

О. Любіцева, д-р геогр. наук, проф.
ORCIDID: 0000-0002-8508-9395,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ЯВИЩЕ ВІДКЛАДЕНОГО ПОПИТУ – ЧИННИК РОЗВИТКУ ПОСТКОВІДНОГО ТУРИЗМУ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ

Розкрито сутність явища відкладеного попиту як двигуна розвитку постковідного туризму. Наведено думку проф. Саймона Гадсона про особливості розвитку туризму у ковідний і постковідний періоди відповідно до його опублікованої праці "Covid-19: Travel Impacts, Responses and Outcomes". Висвітлено тенденції розвитку та відновлення туристичної галузі світу у постковідний період, урахувавши дію чинника відкладеного попиту. Показано особливості розвитку й відновлення туристичної галузі та сфери гостинності в Україні у післяпандемічний період з наведенням прикладів з вітчизняної практики виїзного (закордонного), в'їзного (іноземного) та внутрішнього туризму. Серед прикладів із практики виїзного туризму в Україні у пандемічний період розглянуто явище масового зростання попиту у минулому, коштовні, елітарні тури – до Мальдівських островів, Домініканської республіки тощо. Також наведено приклад Занзібаркейсу. Можливості розвитку внутрішнього туризму в Україні за пандемічних часів показано на прикладі Camino Podolico – паломницького маршруту "Вінниця – Кам'янець-Подільський" з використанням досвіду Іспанії, де прокладено десятки європейських пішохідних маршрутів – Каміно, якими щорічно проходять тисячі пілігримів і туристів.

Ключові слова: туризм, відкладений попит, пандемія Covid-19, світові тенденції, українські приклади.

Вступ. 2020 рік був украй невдалим як для глобальної туріндустрії, так і для туристичної галузі України. За даними Всесвітньої ради з питань подорожей і туризму (WTTC) частка туризму у світовому ВВП скоротилася за цей рік з 10,4 до 5,5 %, а втрати у грошовому вимірі сягнули майже \$ 4,5 трлн. Не стали винятком і подорожі класу люкс. Проте вже найближчі шість років сектор елітного туризму зростатиме в середньому на 11 % на рік і 2027 р. сягне майже \$ 1,2 трлн (прогнозують в індійській компанії ринкових досліджень Allied Market Research і для порівняння наводять відповідний показник за 2019 р. – \$ 945,6 млн). На думку аналітиків Федерально-резервного банку Нью-Йорка, заможні клієнти стануть важливою частиною відновлення найбільш постраждалих від пандемії готельно-ресторанної, рекреаційно-туристичної й транспортної індустрій. І все це завдяки мільярдам доларів, накопиченим за період пандемії Covid-19 представниками середнього класу і багатіями з різних країн. Це явище називається відкладеним попитом (What is deferred demand in tourism?), який уже вплинув на відновлення туристичної галузі у світі та в Україні 2021 р., і за прогнозами фахівців діятиме і в наступних роках. Відкладений попит означає, що всі, хто так або інакше хотів, але не зміг реалізувати свої бажання поїхати на відпочинок до іншої країни, спробують це зробити у той момент, коли пандемія відступить і кордони максимально відкриються без особливих вимог до подорожуючих. Це підтверджують статистичні дані, що отримала найбільша світова платформа з бронювання житла Booking.com, яка здійснила опитування серед подорожуючих та оприлюднила результати свого масштабного дослідження, у якому взяли участь понад 24 тис. подорожуючих із 31 країни (Pavlenko, 2021): відсоток бажаючих використати накопичені дні відпустки збільшився із 42 до 63 %. Під час пандемії всі подорожі довелося відкласти, але 2022 р. споживачі готові сказати подорожам "так": 72 % опитаних згодні поїхати на відпочинок куди завгодно, якщо він доступний і фінансово можливий. Протягом довгих місяців багато потенційних туристів змушені були відмовитись від поїздок, веселощів і зустрічей з друзями, тому після нашої перемоги у війні, подорожі стануть наймоднішим способом турботи про

себе. Зокрема, 79 % опитаних зауважили, що поїздки позитивно впливають на їхній психічний та емоційний стан. Причина цього – змушене "ув'язнення" у квартирах і будинках під час пандемії, повсякденна метушня у закритому просторі, де люди працювали, виховували дітей, здійснювали онлайн-купівлі й навіть займалися спортом. Тому багато людей стали цінувати ще більше можливість вирватися з рутини. Як раз подорожі і виводять нас зі стану нервового стресу: вони, як ковток свіжого повітря, дають можливість побачити нове, чути нові мови й куштувати страви нової кухні. Під час поїздок подорожуючі прагнуть повністю зануритись у іншу культуру та проникнутися духом нового місця. Доведено, що нові та яскраві емоції діють на людський організм не гірше вітамінів, тому саме вони стануть новим типом турботи людства про своє ментальне й фізичне здоров'я. Фахівці туристичної галузі рекомендують споживачам: їдьте туди, куди ви вже і не надіялись потрапити, куштуйте нові страви – на вас чекають незабутні враження, які допоможуть відчувати радість життя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій полягав в опрацюванні численних світових і українських джерел з теорії та практики адаптації туристичної галузі у світі та в Україні до негативного впливу на туризм і споріднені галузі (транспорт, готельне й ресторанне господарство) такого неочікуваного явища, як світова пандемія Covid-19. Це явище спричинило появу нових наукових досліджень і публікацій у світі та в Україні, зокрема у царині туризму. Нами проаналізована найбільш ґрунтовна з них на сьогодні – авторства Саймона Хадсона, професора Коледжу індустрії гостинності, ритейлу та спорту при Університеті Південної Кароліни (США) під назвою "COVID-19 та його вплив на туризм: питання, відповіді, результати" (англ. Covid-19: Travel Impacts, Responses and Outcomes), опублікована у вигляді окремого видання (Hudson Simon, 2020). Також нами зібраний і проаналізований матеріал з теоретичного доробку та практичного досвіду розвитку туристичної галузі України у пандемічний період та її притосування до цих реалій. Наведені приклади стосуються виїзного (Мальдіви, Домінікана, о. Занзібар), в'їзного (туристи із країн Перської затоки – Саудівської Аравії, ОАЕ; прочани-хасиди з Ізраїлю) (Yakovenko, 2021) та внут-

© Смирнов І., Любіцева О., 2022

рішнього туризму (паломницький і туристичний маршрут Camino Podilico (Savina, 2021)).

Мета статті – розкрити сутність явища відкладеного попиту як чинника розвитку постковідного туризму у світі та в Україні на підставі аналізу останніх світових публікацій (зокрема, праця С. Хадсона) та розглянути світові й українські приклади адаптації туристичної галузі до нових реалій у сферах міжнародного (виїзного та в'їзного) і внутрішнього туризму.

Методика та методологія підготовки статті містили використання літературного методу, методу аналізу й синтезу, методу порівняння тощо. Літературний метод дозволив зібрати й опрацювати світовий та український доробок з функціонування туристичної галузі в умовах пандемії Covid-19. Метод аналізу і синтезу забезпечив аналіз найгрунтовніших досліджень публікацій з теорії та практики туризму в умовах пандемії Covid-19 (напр., праці проф. Саймона Хадсона). Метод порівняння дозволив зіставити зібрані матеріали із практики світового й українського туризму.

Виклад основних матеріалів дослідження. Пандемія продемонструвала, що для людства є дійсно важливим, і тепер воно ще більше, ніж ніколи, стало цінувати свободу. Людям необхідно зустрічатися з іншими людьми. Zoom і онлайн-конференції всіх вже втомили – хочеться живого спілкування. Саме тому 60 % мандрівників висловились за те, щоб знаходити нові знайомства під час подорожей. Можливо, для українців, які можуть вільно подорожувати не тільки до Туреччини та Єгипту, але і до багатьох європейських країн, бажання спілкуватися з іноземцями може видатися доволі дивним. Але у світі ще є Австралія, Нова Зеландія та Сингапур, які як закрилися весною 2020 р., так до цього часу і не впускають туристів, а місцеві жителі не виїжджають за межі своєї країни. Повернення подорожей, відкриття країн для туристів найближчими роками означатиме можливість не тільки знову побачити друзів та членів родини, але й завести нові знайомства. До речі, 50 % опитаних плекають надію зустріти під час поїздок свою "другу половинку". Завдяки відеодзвінкам, які вже стали частиною повсякденного життя, багато з цих романів мають усі шанси продовжитися і після повернення подорожуючих додому.

За час пандемії ми навчилися використовувати по максимуму те, що знаходиться не далеко від дому. Люди стали активніше брати участь у житті своїх регіонів, у т. ч. підтримувати місцевий бізнес. Тепер мандрівники прагнуть робити це й у поїздках. Приміром, 58 % вважають важливим, щоб їхні поїздки давали користь місцевим спільнотам. 29 % хотіли б дізнатися, як гроші, витрачені ними на подорож, вплинуть на розвиток місцевих спільнот. Дійсно, як допомогти місцевим жителям тих регіонів, куди ви плануєте вирушити у подорож, і не порушити їхній звичний уклад життя? Усесвітня туристична організація (UNWTO) закликає всіх до "свідомих подорожей" у наступні роки. Це означає обирати для подорожі більш віддалені місця, залишатись там якомога довше, не змінюючи локацію кожні два дні. Для того щоб змінити туристичний вектор, слід, по-перше, обирати немасові дестинації, наприклад, їхати не до Барселони, де і так повно туристів, а до спокійнішої Валенсії, де пляжі не гірші й багато культурно-історичних пам'яток. По-друге, обирати низький сезон для подорожей (напр., у Венеції туристів набагато менше у грудні, ніж у серпні; а місто є не менш прекрасним і під зимовими хмарами). По-третє, рекомендується відвідувати маловідомі місця, де місцеві

не розбещені увагою туристів. У такий спосіб можна дізнатися про щось зовсім нове й допомогти економіці "нерозкритих" туристичних дестинацій.

З виникненням пандемії оселі у всьому світі перетворились на офіси й віддалена робота стала новою нормою життя. У багатьох офісних працівників протягом 2020–2021 рр. з'явилась можливість суміщати працю й поїздки (відпочинок). Про це йдеться в попередніх публікаціях автора про нові форми туристичного бізнесу в умовах пандемії Covid-19 – термін "воркейшн" (Smyrnov, Lubitseva, 2022). З одного боку, це надавало можливість переміщатись, не відриваючись від праці, з іншого – все одно не вдавалося по-справжньому зануритися у знайомство з новими місцями, культурою, зрештою – нормально відпочити. Багато людей просто втомилися від такого виду подорожей, коли доводиться постійно думати про працю. Саме тому 73 % опитаних заявили, що у поїздках наступними роками не будуть займатися робочими справами: віддалені працівники прагнуть у такий спосіб відновити здоровий баланс між працею й особистим життям. Отже, припиниться практика суміщати працю та поїздки, брати на відпочинок комп'ютер, приймати повідомлення у месенджерах, поєднувати відпочинок і працю з тим, щоб не вигоріти, постійно думаючи про робочі процеси.

Багато туристів розглядають поїздки до місця відпочинку як вимушену необхідність, а не джерело задоволення та радості. Але оскільки за останні півтора-два роки і так було мало можливостей подорожувати, то на сьогоднішні потенційні туристи встигли скучити навіть за перебуванням у дорозі. Для 75 % опитаних подорожуючих доїзд до місця призначення може бути значно приємніший, якщо сприймати його як частину подорожі. При цьому туристи раді не тільки поїздкам потягами та літаками: 55 % респондентів заявили, що їм не менш цікаво знайомитися з особливостями громадського транспорту в інших країнах і містах. Отже, після довгої вимушеної перерви навіть найзвичайніші речі виявляються новими.

Невизначеність стала постійним супутником нашого життя. Зміни відбуваються щоденно. Ми стали звикати до того, що у будь-який момент усе може змінитися: можуть оголосити локдаун, вимагати сертифікати вакцинації у театрах та кав'ярнях, можуть закритися кордони через новий штам вірусу або політичні події, скасується довгоочікувана подорож. 2021 р. навчив споживачів не планувати далеко наперед, але не відбив бажання подорожувати. У майбутні роки потенційні туристи розраховують впоратися з цією невизначеністю завдяки технологіям. Згідно з дослідженням, 63 % опитаних вірять, що сучасні технології допоможуть знизити ризики для здоров'я під час відпочинку, а 62 % вважають, що технології допомагають менше хвилюватися у поїздках. Для цього з'являються нові застосунки, у яких щоденно оновлюється інформація про вимоги країн до перетину кордонів. Можливо відслідковувати актуальну інформацію про авіарейси на сайтах аеропортів і в додатку flightradar 24 (Pavlenko, 2021). У соціальних мережах з'являються повідомлення подорожуючих, у яких можна поставити довільне питання, яке цікавить, і отримати оперативну відповідь не тільки від туристів, але й від професіоналів у сфері туризму. Усе це спрощує подорожі в епоху невизначеності.

Повертаючись до явища відкладеного попиту, як двигуна відновлення туризму у постковідний період, можна зазначити, що за час локдаунів домогосподарства в усьому світі нагромадили на \$ 5,4 трлн більше за

середній очікуваний рівень заощаджень (що перевищує фінансові втрати туристичної галузі за весь 2020 р. – \$ 4,5 трлн) і тепер готові вільніше їх витратити, зокрема на елітні подорожі приватними літаками та яхтами, на оренду шикарних вілл і цілих островів тощо. Приміром, уже на сьогодні американці вводять пошуковий запит "розкішні готелі" частіше, ніж будь-коли за останні 15 років, констатують у Google (Pavlenko, 2021). А мандрівники, які відносять себе до категорії заможних, зізнаються, що протягом року планують здійснити в середньому чотири подорожі, про що свідчить опитування американської компанії туристичного маркетингу MMGY Global (Pavlenko, 2021).

Проф. С. Хадсон зауважує, що у постковідний період виник високий відкладений попит на дорогі тури. Він згадує, як минулого року спілкувався з топ-менеджерами люксових американських туроператорів і ті констатували: замість того, щоб скасовувати заплановані подорожі, клієнти залюбки їх відкладають. Тепер серед заможних клієнтів популярні країни, що раніше за інших відкрили свої кордони для туристів, включаючи Мальдівські острови, Об'єднані арабські емірати (Дубай) та держави Карибського басейну, вони активно залучають відпочивальників. "Самим же мандрівникам аж свербить, як хочеться знову подорожувати, і вони готові щедро витратитися на якісне проведення часу із сім'єю чи друзями", – зазначає С. Хадсон (Hadson, 2020). Ще один приклад дестинації для обраних – італійське містечко Портофіно на узбережжі Лігурійського моря, дорогий курорт, широко популярний серед зірок і багатіїв із усього світу. Зазвичай влітку тут велелюдно, проте не в часи пандемії. За словами Анджелі Г'юз, власниці турагенства "Trips and Ships Luxury Travel" у Флориді (США), яка вже більш ніж 35 років організовує елітні тури, "хоча серпень вважається високим сезоном, на сьогодні тут нескладно забронювати столик для вечері й людей зовсім небагато – переважно місцеві" (Pavlenko, 2021). Подорож до спустілого через пандемію міста вона називає чи не єдиною можливістю отримати максимально автентичні враження про Італію. Маріанна Сігала, професор туризму на факультеті бізнесу в університеті Південної Австралії, також вважає, що відсутність туристичних натовпів, а також здоров'я подорожей під час пандемії створюють ідеальні умови для розвитку люксового сегмента туристичної індустрії. "Розкішні подорожі – це приватні тури в невеликих групах до локацій без натовпів: саме те, чому з міркувань здоров'я й безпеки віддають перевагу люди під час пандемії", – пояснює вона. До популярних серед австралійців напрямків, що відповідають таким вимогам, М. Сігала зараховує острови типу Мальдівів і Філіпін, а також будь-які інші країни з можливістю приватного усамітненого відпочинку (Pavlenko, 2021). Своєю чергою А. Г'юз розповідає, що серед заможних американських мандрівників найбільш затребуваним напрямком з початку пандемії стала Африка. Підвищеним попитом серед клієнтів її агентства користуються також тури до Греції, Італії й Таїті, а на деякі напрямки існує насправді ажіотажний попит: гарячими пропозиціями залишаються експедиції класу люкс до Антарктики, Ісландії, Гренландії. Зокрема, уже в перший день продажів були розкуплені всі місця на круїз до Ісландії (Pavlenko, 2021). У компанії Lindblad Expeditions, що організовує ексклюзивні круїзи, підтверджують, що така тенденція триватиме. Там стверджують, що зріс попит на їхній 35-денний тур до Антарктики вартістю від \$ 50 тис., а його бронювання на

2022 р. навіть перевершило допандемічний рівень. Також через велику кількість охочих здійснити літній круїз на Аляску ця фірма збільшила кількість суден на цьому напрямку із двох до чотирьох.

У постпандемічному світі споживачі мають вищі очікування, а пріоритетом для них є ситуація у сфері охорони здоров'я й гігієнічні стандарти туристичних країн та об'єктів, підкреслює С. Хадсон (Hadson, 2020). Тому люксові туроператори, готелі та цілі держави активно пристосовуються до нових потреб і побажань мандрівників. Приміром, Дубай і Мальдіви просувають ідею "вакциної відпустки" – поєднання елітного відпочинку з курсом вакцинації, а елітні п'ятизіркові готелі по всьому світу запровадили нові протоколи безпеки. Зокрема, готель Biscuit&Tara Beach Resort на Арубі запровадив безконтактну реєстрацію гостей, щоденний скринінг здоров'я персоналу й організував внутрішній пункт тестування на Covid-19 із негайною відправкою електронною поштою результатів, отриманих того самого дня. Французька готельна мережа Accor 2021 р. обладнала свої готелі технологією Accor Key: під час заселення гості завантажують спеціальний застосунок для смартфонів і отримують віртуальний ключ до номера, а також до ліфтів, конференц-залів та інших приміщень готелю. Ще один приклад – австралійський готель Pier One Sydney Harbour, де винайняли "сомельє дезінфекторів", що пропонує гостям вибір дезінфікуючих засобів для рук від деяких місцевих брендів. А в курортному готелі AnantaraVeli на Мальдівах запровадили окрему посаду "опікуна гостей", який стежить за дотриманням правил охорони праці й безпеки в усіх точках контактів туристів із персоналом.

Щоправда, на Мальдівах відокремлений характер відпочинку зазвичай не вимагає посилення санітарних заходів, наприклад, не потрібно носити маски: мінімум людей, мінімум контакту з людьми – у цьому й полягає фішка відпочинку тут – у приватності, – формулює українська фешн-блогерка Аліна Френдін, яка спочатку провела на Мальдівах романтичний відпочинок удвох зі своїм майбутнім чоловіком, а потім повернулася сюди утретє – з ним і однорічним сином Яном. І додає: така подорож дає можливість побути наодинці із собою та найближчими людьми, відпочити не лише фізично, а й морально. Схожий досвід описує Тетяна Калета, підприємця із Ужгорода, яка нещодавно відпочивала на Мальдівах разом із сім'єю. На острові вона відчувала себе у безпеці, адже всі туристи потрапляють туди лише після здачі тесту на Covid-19, а персонал не може стати джерелом зараження, бо працює в готелі безвизно протягом року або більше. Крім того, на цих островах дуже просто дотримуватися дистанції через малу кількість туристів (Pavlenko, 2021).

Подібні "досвіди, що зцілюють душу", а також оздоровчі й велнес-тури особливо популярні серед сучасних подорожувальників, – вважає А. Г'юз: заможні мандрівники подорожують, аби відновити зв'язок зі своїм глибинним "я", і не шкодують на це ні часу, ні грошей. Отже, у світовому туризмі постковідних часів спостерігається чіткий тренд до збільшення вартості та тривалості подорожей, унаслідок відкладеного попиту, що підтверджують результати опитування мандрівників: понад 60 % туристів планують витратити на поїздки в найближчі роки більше, ніж зазвичай, оскільки вони не могли нормально подорожувати у 2020–2021 рр. Такий висновок зробили автори дослідження Amex Trendex від американського банку American Express за результатами опитування

жителів Австралії, Канади, Індії, Японії, Мексики, США та Великої Британії. Українка Тетяна Калета також підтвердила, що на подорож до Мальдівів її родина витратила більше, ніж зазвичай витрачає на закордонну відпустку, оскільки за карантин вони скупили за подорожами: чотири місяці майже зовсім не виходили з дому і влітку 2020 р. не подорожували – берегли себе.

Після пандемії дедалі більшої популярності серед мандрівників набуватимуть саме ті тури, що наразі пропонуються у люксовому сегменті: відпочинки у дикій місцевості, подорожі з метою лікування й оздоровлення, етичний туризм і мандрівки із проживанням у приватній оселі. Крім того, туристи намагатимуться уникати натовпів і локацій з надмірною кількістю відвідувачів, тобто овертуризму. На думку С. Хадсона, усі ці тренди сприяють розвитку елітного туризму.

На такий сценарій дуже розраховують чиновники Міністерства туризму Мальдівів. За їхніми прогнозами, на 2022 р. ця країна з населенням 500 тис. осіб прийме 1,5 млн туристів, що становитиме лише на 200 тис. менше рекордного показника допандемічного 2019 р. Не менш оптимістично налаштовані гравці світової індустрії елітних подорожей і гостинності: вони не баряться відкривати нові об'єкти й маршрути. Приміром, у квітні 2021 р. у Дубаї відкрився розкішний готель SLS Dubai із двома панорамними басейнами на 75 поверсі, а вже скоро тут на штучному острові Пальма Джумейра відчинить свої двері суперлюксовий курорт Raffles The Palm Dubai із майже трьома сотнями номерів, кожен із яких має терасу з видом на Персидську затоку. Тим часом американська готельна мережа Ritz Carlton готується надати туристам три круїзні яхти вартістю близько \$ 200 млн кожна. Два нових судна планують запустити і в Lindblad Expeditions, розширивши пропозицію своїх ексклюзивних круїзів такими напрямками, як Ісландія та Гренландія.

Проте повного відродження елітного туризму ще доведеться почекати, попереджає С. Хадсон. Північна Америка та Європа вже вакцинували понад половину населення й поступово наближаються до того рівня щеплень, коли зможуть повністю відкритися, навіть незважаючи на штам Omicron. Проте в Азії та Африці ситуація складніша: деякі країни не можуть забезпечити достатньо масштабної вакцинації. При цьому відновлення глобального туризму дуже залежить від Китаю – найбільшого туристичного ринку у світі. Протягом усієї пандемії країни намагалися знаходити баланс між здоров'ям і грошима та продовжуватимуть робити це, відкриваючи двері для туристів. Тож ключем до відновлення подорожей будуть рівень вакцинації й паспорти щеплень.

Вищезазначені тенденції відновлення світового туристичного бізнесу в постпандемічний період унаслідок дії явища відкладеного попиту виявляються і в Україні. Цей вплив кодується декількома термінами-назвами: у виїзному (закордонному), в'їзному (іноземному) та внутрішньому туризмі. Наприклад, 2021 р. у виїзному туризмі явище туристичного "сплеску" унаслідок відкладеного попиту, який, за деякими оцінками, становив в Україні близько \$ 10 млрд (Dunina, 2021), знайшло відображення у таких назвах популярних туристичних DESTINAЦІЙ:

1. *Мальдіви, Домінікана*. Сплеск цікавості українських туристів до таких екзотичних і коштовних турів став дійсно несподіванкою 2021 р. *Мальдіви*: цей недешевий (м'яко кажучи) туристичний напрям у першій половині 2021 р. обрали 24,5 тис. наших співвітчизників і, у такий спосіб, українці стали четвертою за чисельністю групою

іноземних туристів на Мальдівах, поступившись лише німцям, індійцям і росіянам. Приклад: українська фен-блогерка Аліна Френдій, яка 2021 р. двічі відпочивала на Мальдівах: першого разу вона вирушила у романтичну подорож удвох із чоловіком, а вдруге – вже більшою компанією, з дитиною та батьками. Вона каже: нам так сподобалося на Мальдівах, що ми зрозуміли: немає сенсу шукати інші варіанти, особливо коли більшість країн закриті. *Домінікана*: за словами О. Кулика, керівника мережі туристичних агенцій "Поїхали з нами", такого обсягу туристів до цієї країни, як 2021 р., ніколи раніше не спостерігалось: Домінікана вважалася чимось особливим, куди менш ніж за \$ 5 тис. на двох не потрапиш. А тепер це можна зробити за \$ 2,5–3 тис. Тому Домініканська республіка для українських туристів уже стала масовою DESTINAЦІЄЮ. Причин цього, за його думкою, є декілька: по-перше, у далекомагістральних DESTINAЦІЙ нині майже немає альтернатив; по-друге, практично всі готелі у цій країні працюють на засаді "все враховано"; по-третє, українських туристів сюди пускають без ПЛР-тестів. Тому станом на кінець 2021 р. у Домінікану можна було полетіти за ціну 60–70 тис. грн. за двох на 7–9 днів із проживанням у готелі 4–5* (Drannyk, 2021).

2. *Занзібар*: цей тропічний острів біля узбережжя Південно-Східної Африки, який є частиною держави Танзанія, на початку 2021 р. став справжньою "Меккою" для українських туристів, оскільки всі інші DESTINAЦІЇ типу "3 S" (англ. Sea – море, Sun – сонце, Sand – пісок) були закриті через коронавірус, а Занзібар залишався відкритим, зокрема для українців. При цьому сприятливими чинниками були: а) спрощення візового режиму; б) запровадження прямих авіарейсів Київ – Занзібар українською бюджетною авіакомпанією SkyUp з кінця 2020 р. Причому такий тур був недешевим – коштував понад \$ 1 000, тобто 30–40 тис. грн. Але це не зупинило українських туристів, спраглих до подорожей за карантинний 2020 р.: щоденно з аеропорту Бориспіль до Занзібару виконувалося декілька рейсів літаками Боїнг, які брали на борт 200 пасажирів. Цей факт став очевидним, коли один із літаків поламався, і українські туристи змушені були чекати на справний літак в аеропорту Занзібару. Між іншим, серед цих туристів виявилось цікаве подружжя молодят – "Настя з Уханя" (відома тим, що відмовилася виїжджати з українськими громадянами, яких евакуювали з цього міста через Covid-інфекцію, тому що їй не дозволили взяти із собою свою собачку) та її чоловік – голова Міграційної служби України. Занзібар і на сьогодні належить до популярних турів в Африку, які всі були розкуплені на Новорічні свята 2022 р., незважаючи на штам Омикрон, який уперше було виявлено у Південній Африці, хоча турагенства постійно радять не здійснювати раннє бронювання турів, щоб виключити непередбачувані обставини. Танзанія і Занзібар і нині перебувають у п'ятірці найпопулярніших туристичних напрямків станом на 2022 р. Хоча О. Кулик зазначає, що якщо в Домінікані немає поганих готелів, то в Танзанії – як пощастить, оскільки в цій країні дуже різний відпочинок, як стосовно бюджету, так і якості (Drannyk, 2021).

3. *Туреччина, Єгипет, ОАЕ* – ці популярні раніше напрямки були призупинені 2020 р., але коли було знято обмеження на в'їзд українських туристів улітку 2021 р., то туристопотік швидко відновився, і у червні – серпні 2021 р. із аеропортів Києва (Бориспіль) та Львова щоденно на курорти Туреччини здійснювалося по декілька рейсів. При цьому українським туристам навіть не

перешкодили пожежі на турецьких курортах, які сталися посеред сезону. Станом на кінець 2021 – початок 2022 Туреччина й ОАЕ займали друге місце за популярністю серед українських туристів, а Єгипет став найпопулярнішою дестинацією, хоча відпочинок тут, особливо на Новорічні свята, вартував значно дорожче, ніж рік тому (Drannyk, 2021).

У в'їзному туризмі в Україні відкладений попит призвів до принаймні двох випадків овертуризму (це відповідь на питання, чи можливий овертуризм в умовах пандемії Covid-19):

1. Місце туристів із Білорусі, які в минулих роках, особливо влітку, зупинялись надовго в мережевих готелях Києва, Одеси, Львова та Закарпаття, а 2021 р. зникли внаслідок припинення авіасполучення між нашими країнами, зайняли туристи із *Саудівської Аравії, Катару та Об'єднаних Арабських Еміратів*, оскільки Західна Європа була закрита через Covid-19, а Україна для них скасувала візи та, до того ж, відкрилися прямі регулярні авіарейси з цими країнами (Yarosh, 2021). Вони їдуть до нас, тому що недорого, смачно і прохолодно (в них влітку температура повітря +50 С° у тіні), до того ж, це новий для них напрямок. Улітку 2021 р. ці туристи приїжджали в Україну, зокрема до Києва, Львова, Одеси й Буковеля часто, надовго, з родинами по 18–19 осіб, заселялися у дорогі готелі та ставили свої підвищені вимоги (напр., обов'язкову наявність біде у ванній кімнаті готелю, відповідно деякі готелі мусили здійснювати реконструкцію під вимоги саудівців). У готельних ресторанах арабські туристи вимагали халяльної їжі (м'ясо корів і овець, вирощених і забитих за правилами ісламу, який зобов'язує мусульман вимовляти ім'я Аллаха перед забоєм тварини – лише тоді це м'ясо буде благословенне й дозволене для споживання). Якщо такої не було, обирали вегетаріанське меню і пісний борщ. Львівські ресторани навіть провели розвідку, хто в регіоні виробляє халяльну їжу з тим, щоб замовляти її для гостей саудівців (виявилось, що з цим у Львові велика проблема). В іншому львівському готельному ресторані на "шведській лінії" позначили табличками страви, які не містять свинини, а в перспективі планують пропонувати арабським туристам халяльне м'ясо, а також не додавати у кондитерські вироби чи соуси алкоголь.

У мусульман *халяльною* називається їжа, що дозволена до вжитку, при цьому є певні обмеження, приблизно такі самі, як і в інших релігіях: не можна їсти м'ясо тварини, яка померла своєю смертю або в результаті непередбачених зовнішніх чинників – повені чи пожежі. Заборонено забивати тварин без мети і без вживання імені Аллаха, вживати в їжу хворих тварин та вагітних самок; бажано також, щоб тварини не бачили, як знищують інших тварин. Суворо заборонено вживати як їжу кров, тому для забою худоби не можна використовувати електричний струм, оскільки при цьому відбувається розрив капілярів і виникає крововилив у тканинах (іншими словами, кров не зливається, а просочує м'ясо і воно перестає бути халяльним). Також мусульманам заборонено їсти свинину і продукти, виготовлені на її основі, навіть коли свинини в них міститься зовсім небагато. До речі, точного визначення, чому мусульманам заборонено їсти свинину, не має, але є припущення: деякі вважають, що свиня – не чиста тварина, а Гіппократ говорив "Ти є тим, що ти їж". До мусульманської (та іудейської) релігії цей вираз увійшов буквально. Не виключено також, що заборона на свиней впливає такого твердження Корану:

"Той, кого прокляв Аллах і на кого він розгнівався, і зробив з них мавп і свиней ...", тобто поїдання свинини рівнозначно вживанню в їжу проклятих Богом. Є ще припущення, що впливає з попереднього: споживання свинини заборонено з тієї причини, що організм цієї тварини більше, ніж інших (не рахуючи тієї самої мавпи), подібний до людини; до того ж свині хворіють на ті самі недуги, що і люди, а деякі паразити, що живуть у свинях, не гинуть під час термообробки – тобто сенс у цій забороні напевно є (Karelov, 2021).

Загалом улітку 2021 р. Україну відвідало понад 30 тис. туристів з арабських країн. Пані в абаях, що повністю закриває обличчя, та їхні кавалери у світлих костюмах стали звичним видовищем у літні місяці 202 р. на київському Хрещатику та на площі Ринок у Львові, а готелі в Карпатах навіть почали перекладати меню ресторанів арабською мовою. Україну арабські туристи відкрили з легкої руки блогера, який побував у Києві й описав місто, як "недорогу Європу", тим більше, що "дорога Європа" для заможних арабських туристів була "під замком" через Covid-19. Їхній стиль подорожей – більше шопінгу, менше екскурсій. Це перші багаті закордонні туристи, яким, для прикладу, можна було "продати" львівський дощ. Саудівські туристи милувалися природою, довго сиділи у парках. Подорожували вони великими родинами – навіть по 18–19 осіб. На думку голови Об'єднання учасників ринку туризму України А. Тараненко, туристи з арабських країн – це порятунком для українського туризму в умовах пандемії Covid-19. Висока платіжоспроможність дозволила їм витратити в Україні по \$ 2,5 тис. за 5–7-денну поїздку. Дані по Львову вказують, що за добу у місті ці туристи витрачали по \$ 1 тис., а авіаквиток в один бік обходився в \$ 700 (Dorotych, 2021). Відповідно за літній сезон 2021 р. заробіток України на гостях зі Сходу становив понад \$ 100 млн; вони забронювали місця в готелях Києва, Львова, Буковеля і на вересень – жовтень. Виявилися і проблеми обслуговування туристів з арабських країн. Це, насамперед, брак гідів, які знають арабську мову, особливо у Львові. А ще саудівці категорично не люблять піших екскурсій центром міста: у них не прийнято багато ходити пішки, тому у львівських "Чудо-бусів" та "Чудо-поїзді" буде "озвучка" екскурсій арабською мовою. Саудівців також цікавлять поїздки у Карпати: кожен другий турист із цієї країни після Львова мандрує до Буковеля.

2. *Місто Умань* – 2021, що означало прибуття до Умані в кінці вересня 2021 р. на свято єврейського 5780-го (за іудейським календарем) Нового року Рош ха-Шана рекордної кількості хасидів – понад 50 тис., що в 15 разів більше ніж 2020 р. Якщо минулий рік був для них невдалим, тому що через локдаун їм було заборонено в'їзд до України, то вересень – початок жовтня 2021 виявився сприятливим для подорожей в Україну паломників із Ізраїлю – без локдауну (який почався пізніше – у листопаді того самого року). Рош ха-Шана за ініціативою президента В. Зеленського отримав в Україні статус національного свята, тому м. Умань 2021 р. пережило справжню навалу хасидів. Хасиди належать до ортодоксальної гілки іудаїзму, засновник якої цадик Нахман похований в Умані. Для кожного хасида-чоловіка побувати на могилі цадика Нахмана в іудейський Новий рік означає прощення всіх гріхів за рік минулий та щастя на рік майбутній, тому хасиди з Ізраїлю, США, Західної Європи та інших країн світу вже 30 років (за радянських часів такі подорожі були неможливими) з'їжджаються на цю дату до Умані. Хасиди переважно люди не бідні (приміром, у

м. Амстердам, Голландія, вони контролюють усю торгівлю діамантами та алмазами), а слова "дякую" вони не вживають, оскільки знають, що за кожну послугу слід платити. Це враховують мешканці м. Умані, беручи плату з них за такі послуги, як, наприклад, показати потрібну вулицю (\$ 5), піднести валізу (\$ 10), продати кролячу шапку, оскільки хасиду треба вдягнути на голову щось пухнасте (\$ 30–50). І взагалі місцевий базар з приїздом хасидів переходить на американські долари та інші ціни (приміром, літрова пляшка кока-коли продається хасидам за \$ 5, у той час як для місцевих жителів напій коштує звичайні декілька десятків грн.). При цьому хасиди люблять торгуватися (як мінімум, на півгодини). Але останнім часом вони стали хитрішими – за покупками йдуть до супермаркетів. Також заробляють на хасидах місцеві таксистки, власники готелів, закладів масового харчування, продавці на ринках та в магазинах. Свою вартість має і ліжко-місце для хасида – ще недавно це становило \$ 100 / добу, а нині – вже \$ 200. Хасиди приїжджають приблизно на 10 днів, отже можна порахувати, якою буде кінцева сума. Жителі Умані здають хасидам на цей період свої квартири, де ставлять двоповерхові залізни ліжка: якщо це двокімнатна квартира, то вона здається 7–8 хасидам, а самі хазяї переїжджають до родичів у село. Але квартира після перебування хасидів має жалюгідний вигляд, оскільки вони не прибирають за собою – їм це забороняє їхня релігія. Могила цадика Нахмана розташована на старому єврейському цвинтарі Умані – у самому кінці головної вулиці міста – Пушкіна. Далі українська провінція закінчується і починається суцільний "Єрусалим": тут утворився цілий хасидський квартал з написами на івриті, кошерними їдальнями (найбільша – на 10 тис. осіб), готелями та приватними будинками, ціна яких дорівнює цінам на Хрещатику. Будується найбільша в Україні синагога. Але місць проживання для хасидів усе одно не вистачає і вони змушені орендувати квартири. У такий спосіб жителі Умані заробляють на хасидах значні кошти. Питання перебування хасидів в Умані на єврейський Новий Рік узгоджено з урядом Ізраїлю, який направляє сюди на цей термін свою поліцію, що тісно співпрацює з українською. Це дозволяє уникнути можливих конфліктів і сутичок, причому за серйозні порушення хасидам загрожує депортація з України без права в'їзду на наступний рік. 2021-го року все ж не обійшлося без ексцесів: було зафіксовано декілька пожеж, затримали хасидів із "травкою", гвинтокрил санавіації екстрено госпіталізував паломника, що тяжко захворів, до Києва. Якщо раніше хасиди селились компактно біля могили Нахмана, то на сьогодні вони заповнюють майже всі райони Умані. Багато з них нині приїжджають до України не тільки у справах духовних, але й на дешевий, порівняно з Ізраїлем та іншими країнами, шопінг, лікування, спа-обслуговування, тобто крім паломництва в Умані отримують розвиток і інші напрями туризму зі збільшенням загальної кількості іноземних туристів. На хасидах може заробляти і держава, якщо побудує тут готельну базу, відкриє кошерні ресторани, забезпечить хасидів кошерною їжею на зворотний шлях (кошерні страви можна створити з українських продуктів, але приготовлених в особливий спосіб) тощо.

Узагалі *кошерна кухня*, притаманна іудейській релігії, передбачає доволі суворі обмеження порівняно, наприклад, із християнською релігією. Зокрема, забороняється споживати яйця птахів з однаково гострими чи тупими кінцями. Це може видатися дивним, аленасправді все пояснюється дуже просто: яйця такого зразка звичайно належать хижим птахам, а споживання хижих птахів може, згідно з іудейським віруванням, передати людям агресивність цих пернатих. Отже правовірним євреям можна їсти лише кошерну їжу. Слово "кошерний" можна перекласти як підходящий". Тобто їжею, підходящою для євреїв, вважається м'ясо тільки тих тварин, які є одночасно парнокопитними та жуйними, приміром, овець, оленів, жирафів їсти можна, а свиней і бегемотів уже ні, оскільки вони парнокопитні, але не жуйні. Зайців теж їсти не можна, хоча вони не парнокопитні, хоча, відповідно до Біблії, жуйні.

Дуже важливим аспектом в іудейській кухні є приготування кошерного м'яса: шохети, тобто професійні різники, спочатку мають перевірити тварину на відсутність будь-яких хвороб; далі вони повинні вміти забивати худобу у такий спосіб, щоб тварина помирала без болю (увісні); м'ясо в жодному випадку не можна колоти ножом, а сало та жири обов'язково слід видалити, оскільки вони не кошерні; уся кров теж має бути вилита на землю (іудейська релігія, як і християнська, забороняє вживати кров у їжу)¹. Також жорсткі обмеження в хасидській кухні стосуються і морепродуктів: їсти дозволяється тільки те, що має луску та плавники, тобто рибу у чистому вигляді, відповідно з іудейського меню виключаються молюски й ракоподібні. Є в іудейській релігії і таке заборона: "Не вари козеня в молоці матері його" [Вихід 23 : 19], порушення якої означає "зневажати встановлений і освячений богом зв'язок між матір'ю і малям". Також виконання цього закону захищало людей від безглузвих релігійних звичаїв довоколишніх народів. Раніше була ще заборона кип'ятити молоко, адже воно має зв'язок зі своїм джерелом – коров'ячим або козячим вим'ям; уважалося, що кип'ятіння "зіпсує" худобу, знизить надочі чи взагалі позбавить її молока (Karelin, 2021).

Із 2017 р. хасиди мають сплачувати туристичний збір – 5 % від мінімальної зарплати в Україні. Уманська міськрада встановила на 2021 р. максимальну ставку туристичного збору з іноземних туристів – 300 грн/добу з людини за умови, що вона проживає у приватному будинку, і 150 грн – якщо проживає в офіційно зареєстрованому готелі, що сплачує податки. Для м. Умані хасиди – додаткове навантаження на міську інфраструктуру (водо-, енергопостачання), а також на вивіз сміття. Держава Ізраїль готова брати участь у спільних зусиллях з вирішення цих питань – про це домовились у посольстві України в Ізраїлі з метою розвитку м. Умань як міжнародного центру паломництва хасидів. У кінці 2020 р. у Верховній раді України був зареєстрований законопроект № 4426, у якому прописані кроки для створення такого центру. У межах "Великого будівництва" Умань повинна стати одним із "25 магнітів" країни – ця ініціатива має метою популяризацію України для туристів. Відповідно в Умані передбачалося збудувати міжнародний аеропорт, вертолітний майданчик, комплекс "Маленький Єрусалим" у складі історичного музею і парку, смітте-

¹Оскільки кров символізує життя і є священною, Бог через своє Слово заборонив їсти, пити або вживати кров у будь-який інший спосіб. Коли забивали тварину на поживу, кров мала бути

вилита на землю; у такий спосіб життя тварини віддавалося назад Богові, а люди споживали лише м'ясо [Левіт 17:11, 12].

переробного підприємства, а також реконструювати синопоту, міські мережі водопостачання й каналізації, запровадити нові автобусні й залізничні маршрути. Жителі Умані оцінюють майбутнє міста з оптимізмом, оскільки влада розуміє, що щорічний приїзд хасидів – це величезні надходження до бюджету країни (Yakovenko, 2021).

Новинкою туристичного сезону 2021 р. у внутрішньому туризмі України став проєкт *Camino Podolico*, який презентували 15 липня 2021 р. у Вінниці. 25 липня – День святого Якова, до мощей якого в Іспанії прокладено десятки європейських пішохідних маршрутів – Каміно, якими щорічно проходять тисячі пілігримів і туристів. Улітку 2021 р. шматочок Каміно з'явився і в Україні – це, власне, і є *Camino Podolico*. В Іспанії розташована третя після Єрусалиму та Риму католицька святиня – місто Сантьяго-де-Компостела, в центрі якого – собор Святого Якова, у якому зберігаються мощі Якова Зеведеїва, одного із 12-ти апостолів Ісуса. Після воскресіння Сина Божого Яків вирушив проповідувати Боже слово на Іберійський півострів, в Іспанію. За декілька років свого служіння Яків повернувся на Юдейську землю, де був страчений за наказом царя Агріппи I. Учні Якова поклали тіло до човна, який за деякий час прибило до берегів Галіції – Північно-Західної частини Іспанії. Довгий час на мощі святого не звертали увагу, поки в IX ст. їх не знайшов монах-відлюдник. Мощі перенесли до невеликого міста Сантьяго-де-Компостела, що було назване на його честь, де їм віддають пошану і на сьогодні. А що, святий Яків ходив по Україні? Таке питання ставили багато людей, дивуючись появі першого шматочка цього шляху на просторах нашої країни. Насправді, не Яків ходив, а до його мощей ішли і йдуть паломники-пілігрими. При цьому паломник може розпочати своє Каміно з довільної точки, навіть з порогу власного будинку. У такий спосіб мережа маршрутів св. Якова розрослася всією Європою і пролягає від однієї католицької святині, костела чи монастиря до іншого, поступово наближуючись до Сантьяго-де-Компостела. Останніми роками ці шляхи стали не тільки паломницькими, але й культурно-туристичними, ними пересуваються не тільки за релігійними мотивами, але й прості туристи, які прагнуть більш предметно побачити країну. Українцям теж сподобався такий спосіб подорожей: щорічно шляхом св. Якова ходять вже сотні, а тисячі пілігримів з нашої країни. Зокрема, 2019 р. до собору прийшли 1052 українці. Найближчі до України маршрути Каміно є у наших західних сусідів – Польщі та Словаччині. Це означає, що з України можна прокласти подібні шляхи. Особливо логічно це зробити на територіях, де раніше була Річ Посполита, оскільки тут розміщується багато католицьких костелів і монастирів, через які можна прокласти маршрут.

Проєкт *Camino Podolico*, який презентували у Вінниці, має маршрут Вінниця – Кам'янець-Подільський. Проєкт реалізують міська рада міст Вінниці та Бару, територіальні громади Вінницької та Хмельницької областей у межах партнерської програми "Культура. Туризм. Регіони" Українського культурного фонду та Державного агентства розвитку туризму в Україні (Savina, 2021). Цей проєкт поклав початок першому повноцінному українському пішохідному маршруту, створеному за моделлю шляху св. Якова (*Camino de Santiago*). Маршрут тільки запускається, ще немає розмітки, яку планувалося закінчити восени 2021 р. Узгоджується основна й альтернативна частини маршруту. Перші туристи, які ним проходять, забезпечують зворотний зв'язок, щоб утворився

оптимальний, зручно прохідний, варіант маршруту. *Camino Podolico* починається у Вінниці, у костелі Святої Діви Марії, далі шлях веде через Гнівань, Браїлів, Жмеринку та Бар до Кам'янця-Подільського. Протяжність *Camino Podolico* – близько 250 км; маршрут прокладено другорядними дорогами та стежками, повз костели та старовинні польські маєтки, через ландшафтні парки, поля та ліси. Удивляючись у мальовничі місця українського Поділля, можна по-справжньому побачити красу своєї країни, познайомитись з різноманітними традиціями, поспілкуватись з людьми. Отже, це не тільки релігійний маршрут, скільки культурно-етнографічний – для пілігримів і звичайних туристів, які прагнуть випробувати свої сили, дізнатися й побачити щось нове у власній країні. Усі бажаючі пройти маршрут можуть отримати паспорт пілігрима у Вінниці (у костелі Святої Діви Марії Янгольської), або у Барі (у Барській публічній бібліотеці та костелі Святої Анни). Подорожуючим цим маршрутом у певних місцях будуть ставити печатки в "паспорті пілігрима" (це можна зробити у храмах, культурних закладах і місцях ночівлі – готелях та монастирях). У містах Бар і Кам'янець-Подільський пілігримам, які пройдуть маршрут пішки і зберуть до свого "паспорта пілігрима" відповідну кількість печаток, буде видаватися сертифікат про проходження маршруту. Також є домовленість з декількома музеями Кам'янця-Подільського, що пілігрим з цим сертифікатом зможе безкоштовно відвідати екскурсії й експозиції.

Маршрут *Camino Podolico* простягнувся на 250 км і розрахований на 10–12 днів шляху, у середньому треба проходити 20–25 км на день, що не дуже важко, враховуючи не дуже складний рельєф. Тільки на Хмельниччині починаються невеликі горби, які по факту достатньо похилі та їх не складно долати, а на Вінниччині частіше всього треба йти рівниною вздовж річок і полів. Обирати для такої подорожі найкраще не спекотну й суху пору року, але з цим можна не вгадати, оскільки влітку може бути спека до 40 °C, або циклон з дощами та грозами. Приміром, у червні на Поділлі часто дощить, а у липні – серпні досягають ягоди та фрукти, але може бути доволі спекотно. Отже, найкращий час для пішохідного походу цим маршрутом – вересень, коли ще не так холодно, але і не так мокро, як у наступні місяці. Бажаючим прийняти участь у пішохідному маршруті *Camino Podolico* не рекомендується брати багато речей, достатньо буде декілька футболок, декілька пар білизни та шкарпеток, аптечку із врахуванням властивостей свого здоров'я й багато пластирів від мозолів. Обов'язково радять узяти панаму й сонцезахисні окуляри (коли сонячно), а також дощовик (уразі дощу) – він хоч і не повністю врятує від дощу, але якась частина тіла залишиться сухою. Щодо взуття, то рекомендується взяти бігові кросівки із тканини з гарним протектором – вони не ковзають і швидко висихають після зливи. Туристу радять постійно мати телефон, додаткову батарею для підзарядки, оскільки слід постійно дивитись на мапу, щоб не збитися з маршруту. Організатори *Camino Podolico* розробили електронний маршрут і висилають його за запитом подорожуючого разом з невеликим путівником. З організаторами можна зв'язатись за адресою: caminopodolico@gmail.com або підписатись на групу у Facebook (www.facebook.com/camino.podolico).

Маршрут *Camino Podolico* проходить через такі міста та села Поділля: Вінниця – Гнівань – Браїлів – Жмеринка – Северинівка – Чернятин – Бар – Ялтушків – Вінниківці – Зінків – Маліївці – Дунаївці – Маків – Кам'янець-

Подільський. І в кожному з них є цікаві об'єкти для туристів. У точку старту маршруту – місто Вінницю – бажано приїхати напередодні ввечері, щоб потрапити на вечірнє шоу фонтанів: удень тут проходять шоу під музичний супровід, а ввечері до цієї водної феєрії додаються підсвітка і лазери, за допомогою яких демонструють музичне шоу за мотивами казки "Маленький принц". Це шоу безкоштовне, відбувається напроти набережної Рошен, на якій є кам'яні глядацькі лавки. Маршрут починається у вінницькому костелі Святої Діви Марії, де видають паспорти пілігримів, далі – старим мостом, уздовж мальовничих берегів Південного Бугу. Увесь день від Вінниці до Гніванні стежка веде лісами та луками уздовж річки, де влітку можна і покупатися, а потім продовжити свій шлях. Подолавши 21 км, пілігрими потрапляють до містечка Гнівань, де розміщено санктуарій (костел) Святого Йосипа, відреставрований декілька років тому. За радянських часів тут діяв підшипниковий завод і костел був у жалювому стані, а на сьогодні тут проходять богослужіння і можна поставити печатку в паспорті пілігрима. Наступний пункт маршруту – Браїлів, де вартий уваги Троїцький жіночий монастир, при якому є готель для прочан з демократичними цінами (чотирихмісний номер коштує 180 грн/доба), а також безкоштовне харчування (хоча сусідня їдальня пропонує комплексний обід за ціною 55 грн з особи). У цьому містечку можна подивитись католицький костел (і поставити печатку) та прогулятися річкою до кам'яних порогів, де знову ж таки можна купатися за спекотної погоди. Тут само розташовано маєток фон Мекка, де якийсь час проживав Петро Чайковський.

Наступний пункт маршруту – Жмеринка, центральна пам'ятка якої – місцевий вокзал і пам'ятник О. Бендеру біля його входу, де можна посидіти на одному з гамбсовських стільців. Далі маршрут веде до села Северинівки, яке розміщується на високих берегах річки Рів. Тут є декілька пам'яток, вартих уваги: старий млин, ландшафтний парк і колишній маєток Северина Орловського, польського шляхтича XVIII ст., де нині знаходиться санаторій, у якому лікують суглоби блакитною гряззю. Навколо маєтку створено ландшафтний парк, з якого відкривається гарний вид на річку, яка заросла лататтям. Цікаво, що в селі всі вирощують малину, тут навіть проводять щорічний місцевий фестиваль "Малина Фест", (конкурси, фотозони, ігри та розваги для дітей і дорослих). Для прочан малини тут дуже багато, можна їсти досхочу, оскільки вона росте не тільки на городах, але й просто вздовж шляху в лісі. До Северинівки приєднується містечко Чернятин, де варто оглянути палац Вітославських – Львових, у якому нині розміщується коледж: можна зайти в середину і подивитись історичний інтер'єр – барельєфи на стінах і стелі, парадні сходи, кахляні печі й каміни. Особливо цікаве для туристів і прочан місто Бар, збудоване в XVI ст. польською королевою Боною, яка походила з італійського роду Сфорца. Місто й замок у ньому були названі на честь італійського міста Барі. Тут треба відвідати костел Святої Анни та монастир бенедиктинок, де можна і заночувати, або звернутись до міських готелів. Бар розташований на розливі річки Рів, звідки відкривається гарний вид на куполи та дзвіниці. Наступний цікавий пункт – невелике містечко Зінків, де виробляється знаменита чорна ковбаса (у кожному магазині містечка пропонується її безкоштовна дегустація). Тут збереглися стіни старого замку, збудованого на високому пагорбі. Звідси відкривається гарний вид на місцевий костел і сусідні подільські пагорби, а на виході з

містечка збереглася дерев'яна церква козацького стилю. Далі шлях пролягає до с. Маліївці – маленького діаманту Поділля: тут розміщується маєток Орловських, збудований 1788 р. польським генералом. За основу будівництва було взято проекти резиденцій французького короля Людовика XVI ст. з великим ландшафтним парком, де до цього часу непогано збереглися палацовий ансамбль і водогінна башта. На жаль, більшість паркових оздоб до сьогодні не дожили, але збереглися місток і два ставка, а також джерело питної води з барельєфом лева й невеликим басейном, де і на сьогодні працює фонтан. Найбільш значною пам'яткою маєткового комплексу є висока скала св. Онуфрія зі штучним водоспадом висотою 18 м. Під водоспадом влаштовані печери монахів. На скалі встановлено хрест, на скалу можна піднятися вапняковими сходами, а недалеко знаходиться джерело (з дуже смачною водою), з якого живиться водоспад. Нині маєток перебуває у процесі передання із санаторного фонду до музейного, що не перешкоджає можливості оглянути внутрішнє оздоблення палацу та старовинні фото Орловських за вимогою.

А в кінці маршруту Camino Podolico прочан і туристів чекає справжній подарунок – відвідання одного з найкрасивіших міст України, історичного міста-фортеці Кам'янець – Подільського, де можна провести пару днів, відпочивши після довгого переходу: погуляти Старим містом, відвідати Старий замок – тут багато цікавих екскурсій і розваг, посидіти за філіжанкою кави на терасі кав'ярні, попрощатися із сонцем, яке заходить за стіни середньовічних башт, а також обов'язково зробити світліну з місцевим пам'ятником туристу (його встановили на площі Польський ринок біля міської ратуші ще 2013 р. – худа фігура в шортах, кашкеті й футболці, з фотоапаратом на шиї вдало символізує прочанина, що подолав маршрут Camino Podolico).

Туристам і прочанам Camino Podolico буде цікаво ознайомитись з численними аутентичними зображеннями старовинних гербів та латинськими написами (інскрипціями) на пам'ятках архітектури цього давнього міста. На давніх мурах Кам'янця-Подільського збереглися зображення гербів як адміністративних та релігійних структур, так і шляхетських родин. До перших належать герби Поділля (воєводства, губернії), міста, Речі Посполитої, Польського королівства, Великого князівства Литовського, Кам'янецької католицької капітули (ради при єпископі), чернечого ордену братів-домініканів тощо. До других – герби римського роду "Делла Ровере" (герб римського папи Юлія II, 1443–1513), шляхетських родів Потоцьких ("Пилява"), Радзивілів ("Труби"), Лянцкоронських ("Задора"), Бучацьких ("Абданк"), єпископів М. Дембовського ("Єліта"), Л. Слончевського ("Косцеша"), П. Дамецького ("Прус"), Я. Ласького ("Кораб"). Щодо латинських інскрипцій, які можна і нині прочитати на старовинних спорудах Кам'янця-Подільського (якщо перекласти з латинської мови), то їх можна звести у такі чотири групи: I. Унікальні "автографи" (пам'ятні таблиці) королів Речі Посполитої, у т. ч. Стефана Баторія (XVI ст.) та Станіслава Августа Понятовського (XVIII ст.) – усього 4. II. Історичні написи на баштах Старого замку – 4. III. Історичні написи у Кафедральному костелі – 11. IV. Написи на пам'ятниках папі римському Павлу Іван II та герою оборони Кам'янця від турків Юрію (Єжі) Володівському, що знаходяться на подвір'ї Кафедрального костелу.

Зокрема, пам'ятний картуш, пов'язаний з іменами Стефана Баторія та Станіслава Августа Понятовського можна побачити і тепер на стінах семиповерхової башти С. Баторія (або Кушнірської вежі) у Старому місті. Вона сповіщає, що "A.D. 1585 Per Steph. Bathory R.P. conditum, Stanislae Augusto Regnante Polonis, Restauratum et Auctum. A.D. 1785" ("Року Божого 1585 збудована Стефаном Баторієм, королем польським, відреставрована і збільшена Станіславом Августом, королем польським 1785 року". Крім цього, пам'ятні інскрипції й таблиці, присвячені Станіславу Августу, є на Триумфальній брамі на вході до Кафедрального костелу св. апостолів Петра і Павла ("Hac intrabat Stanislaus Augustus Rex Die XI 9-bris 1781 Anno" – Тут входив король Станіслав Август 9 листопада 1781 р.) та на Замковому мості. Ще одна таблиця, що містилася на Триумфальній триарковій брамі на Замковій вулиці, не збереглася, як і сама брама. Але відомо, що на її східному фасаді з боку міста було зображено королівську корону з літерами S.A.R.P. – Stanislaus Augustus Rex Poloniarum – Станіслав Август Король Польський. Нижче був напис: "Optimus Princeps In Pace Bello Prospiciens Securitati Publice. MDCCLXXI" – Найкращий володар за мирних часів готується до війни задля безпеки держави. 1771 р.

Історичні написи латиною були наявні і на баштах Старого замку. Зокрема, інскрипція на Новій східній башті сповіщає про її архітектора Іова Бретфуса (Претфеса) – ("1544. Devs. Tibi Soli Gloria. Iob Praetfves. Architector" – Боже, Тобі одному слава. Архітектор Іов Претфес), на башті Рожанка – про її спонсора Креслава, єпископа Владиславського ("Turris Kreslai Epi Vladislavensis Huius Castri Fundatoris Impensis Est Finit a 1505" – Башта Креслава єпископа Владиславського, цього укріплення засновника на його кошти закінчена 1505 р.), на Денній башті – про Миколая Бжеського, Генерального старосту Подільської землі, який відбудував цю вежу 1575 р.

Але найбільше таких написів зібрано у Кафедральному костелі св. апостолів Петра і Павла, Домініканському та Тринітарському костелах – більше 10-ти. Приміром, на палаці єпископа є напис "Domine conserva nos in pace" – Боже, збережи нас у мирі; на Брамці св. Яцека – "Avogum respicemores" – Предків шануйте звичай; на мінареті, який залишився після турецької окупації Поділля і Кам'янця у XVII ст., і на якому було поставлено мідну позолочену фігуру Діви Марії. На честь цієї події було вмонтовано плиту з написом: "Virgini Matri Deiparae Immaculatae Urbis Protectrici Effigiem Hanc Pro Suo Et Gregis Sui Consiliando Auxilio Nicolaus De Stemate Jelitum Dembowsky Episcopus Camenecensis Podoliae Praepositus Miechoviensis Commend Equus Aquil Albae Erexit Anno Salutis 1756" – Діви Марії Богородиці Непорочній, покровительці міста цю статую своїм коштом і за допомогою своєї пастви Миколай герба "Сліта" Дембовський, єпископ Кам'янецький і Подільський, настоятель Меховський, кавалер Ордена Білого Орла поставив у рік спасіння 1756"; кам'яна статуя Ісуса Христа у стіні ніші праворуч від головного входу до костелу з написом на п'єдесталі "Christus Vincit" – Христос перемагає, 1756; меморіальна плита з написом на честь єпископа М. Дембовського та його шляхетським гербом "Сліта" над головним входом до костелу; написи на бічних стовпах, що підтримують хори, усередині костелу – на честь його відновлення після 27-річної турецької окупації, коли собор використовувався як мусульманська мечеть; арка Каплиці

Пресвятих тайн – "Egosum" – я є; біля цієї каплиці бюсти єпископів Б. Мацкевича й М. Дембовського з таблицями на їхню честь; розп'яття з написом INRI – "Iesus Nazarenus Rex Iudaeorum" – Ісус Назаретський, Цар Іудейський; двері із пресвітерію до внутрішніх приміщень костелу – на червоному тлі різьбленого картуша – напис "Pax Christi" – Мир Христа, поруч у такому самому картуші – "Podolia Semper Fidelis" – Поділля завжди вірне; кольоровий вітраж над органом – напис "Tu Es Petrus" – Ти Петро.

Латинські інскрипції наявні і на сучасних пам'ятниках на подвір'ї Кафедрального костелу св. Петра і Павла. Зокрема, це пам'ятник Папі Римському Павлу Івану II авторства польської скульпторки Малгожати Карвард – напис (девиз святішого отця) "Totus Tuus" – Я весь твій, а також пам'ятник Юрію (Єжі) Володимерському, герою оборони Кам'янця від турків у XVII ст., що має вигляд скам'янілого дерева зі зрубаними гілками, на стовбурі якого вміщено кам'яну плиту на зразок розгорненої книги, на сторінках якої вирізьблено написи польською (праворуч) і латинською (ліворуч) мовами; у польському тексті Володимерський названий Гектором кам'янецьким, а у латинському – міститься одне слово "Resurgam" – Воскресну. Цей напис висловлює віру і надію кожного християнина на воскресіння після смерті. Біля підніжжя пам'ятника Володимерському на постаменті розміщено кам'яне гарматне ядро з написом "Magna Res Libertas" – Велика річ свобода.

Які ж результати запровадження першого в Україні пішохідного маршруту Camino Podolico (або Подільського шляху св. Якова), створеного за прикладом Іспанії:

1. Розроблено детальний маршрут Camino Podolico з повноцінною мапою у різних форматах для найпоширеніших програм.

2. Створено довідник із вказівкою всіх місць проживання, харчування, пам'ятками культури, архітектури та історії, що трапляються на маршруті.

3. Вказано місця, де видають паспорти прочанина, сертифікати про проходження маршруту та вклеюють відповідні наліпки.

4. Видано паспорти пілігрима та сертифікати про проходження шляху.

5. Нараховується вже більше 20-ти людей, які пройшли шляхом Camino Podolico.

6. Виконано маркування маршруту – встановлено дороговкази та вказівні стрілки для руху пілігримів.

7. Надано матеріали для мандрівників (сторінка Camino Podolico) за посиланням <https://cutt.ly/3mDCnHl>; перелік пунктів отримання наліпок за посиланням <https://cutt.ly/8QPL4Fe>.

Висновки. Розвиток світового й українського туризму 2020–2022 рр. проходив у кризових умовах через пандемію Covid-19, що викликало велику невизначеність, яка у світі отримала скорочену назву VUCA, що означає: Volatility – нестабільність; Uncertainty – невизначеність; Complexity – складність; Ambiguity – неоднозначність. Але туризм має відновитись за першої ліпшої нагоди. Важливим чинником відродження туризму після пандемії Covid-19 є відкладений попит як у світі, так і в Україні. Це слід урахувати українським туристичним фірмам у своїй діяльності у часи повномасштабної війни Росії проти України. Перспективним напрямом за цих умов є волонтерський туризм, але це тема для окремої статті.

References

1. What is deferred demand in tourism? Retrieved from <https://economicforall.com/library/lecture/read/16280-what-is-deferred-demand-in-tourism>
2. Pavlenko A., (2021). Ostrovy mrii [Dreams islands]. NV. № 30. S. 50–54. (In Ukrainian).
3. Smyrnov I. H., Liubitseva O. O., (2022). Mizhnarodnyi turystychnyi biznes i lohistyka v turyzmi. U 2-kh knyakh. Kn. 1. Mizhnarodnyi turystychnyi biznes [International touristic business and logistics in tourism. In 2 vol. Volume 1. International touristic business]. K.: Lira-K, 2022. S. 118. (In Ukrainian).
4. Hudson Simon., (2020). Covid-19: Travel Impacts, Responses and Outcomes. Good fellow Publishers, Oxford, 1+180pp. Retrieved from <https://ejtr.vumk.eu/index.php/about/article/download/2472/528/4066>
5. Dunina A., (2021). Covid pomoh rynku zhylyia [Covid helps realtor market]. Vesty. 24 noiabria. S. 6. (In Russian).
6. Drannyk A., (2021). Bukovel po tsene Emyratov. Kuda poedut zymo ukrayntsi i skolkto eto stoit. Vesty. [Bukovel on Emirates price. Where Ukrainians go in winter and how much it costs]. 11 noiabria. S. 6. (In Russian).
7. Yarosh V., (2021). Poka Allah ne vydyt [When God doesn't see]. Vesty., 22 yuliia. S. 10. (In Russian).
8. Dorotych M., (2021). Khaliialnoho miasa brakuie. Tomu yidiat pisnyi borshch [Halal meat in deficit. That's why they eat borshch without meat]. Vysokyi zamok. 8–14 lypnia. S. 7. (In Ukrainian).
9. Yakovenko M., (2021). Kak Uman vstrechaet khasydyov [How city of Uman meets hasids]. Vesty. 2021, 7 sentiabria. S. 7. (In Russian).
10. Karelov K., (2021). Relihiioznaya kukhnia [Religious cuisine]. Tainy XX veka. № 26. S. 28–29. (In Russian).
11. Savina Y., (2021). Podolskyi put sviatoho Yakova: 250 km peshkom po Ukraini [Podillya road of Sent Jacob: 250 km of pedestrian experience along Ukraine]. Vesty. 27 yuliia. S. 10–11. (In Russian).

Надійшла до редколегії 01.04.22

I. Smyrnov, DSc (Geography), Professor, Academician
Kyiv Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine

O. Lyubitseva, DSc (Geography), Professor, Academician
Kyiv Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine

THE DELAYED DEMAND PHENOMENON AS A FACTOR OF THE POST-COVID TOURISM DEVELOPMENT IN THE WORLD AND IN UKRAINE

The essence of the phenomenon of delayed demand as an engine for the development of post-covid tourism is revealed. The opinion of prof. Simon Hudson on the peculiarities of tourism development in the covid and post-covid periods, according to his published work "Covid-19: Travel Impacts, Responses and Outcomes". The tendencies of development and recovery of the world tourism industry in the post-covid period are highlighted, taking into account the effect of the delayed demand factor. The peculiarities of the development and restoration of the tourism industry and hospitality in Ukraine in the post-pandemic period are shown, citing examples from the country practice of outbound (foreign), inbound (foreign) and domestic tourism. Among the examples from the practice of outbound tourism in Ukraine in the pandemic period, the phenomenon of massive growth in demand for in the past expensive, elite tours – to the Maldives, the Dominican Republic and more. Possibilities for the development of domestic tourism in Ukraine during the pandemic times are shown on the example of Camino Podolico – pilgrimage route "Vinnytsia – Kamyanets-Podilsky" using the experience of Spain, where are dozens of European hiking routes – Camino, by which annually thousands of pilgrims and tourists pass.

Keywords: tourism, deferred demand, Covid-19 pandemic, world trends, Ukrainian examples.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.82.8>
UDC911.3:316+338.48+379.8

K. Dolhova, PhD Geography
ORCIDID: 0000-0002-2348-6395
National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, Ukraine

CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF HUMAN-GEOGRAPHICAL STUDY OF THE COMPLEX OF CHILDREN'S TOURISM (ON THE EXAMPLE OF THE CECT CLUSTER OF UKRAINE)

Nowadays it is extremely important to consider children's tourism through its various types, including resort and health-improving, cognitive-event children's tourism (CECT). The last one could be the basis for the knowledge development about the history of Ukraine, popularization of our state traditions and customs, nurturing the values of the Ukrainian people among children. The important role of interdisciplinary toolkit, in particular in the study of geospatial processes and relationships, ensures the effectiveness of research on the geospatial organization of children's tourism and its various types in particular, the functioning, problems and prospects of children's tourism at national, regional and local levels, which is especially important in the context of social transformation, including decentralization, as well as against the background of current situation in Ukraine.

The purpose of the study is to determine the conceptual foundations of human-geographical study of the complex of children's tourism, and the main tasks – to outline the typical functional-component and territorial-cluster structures of the CECT cluster based on the Ukrainian experience of organizing specialized tourist services for young tourists. The research methodology includes the use of methods of content-analysis of relevant foreign and Ukrainian publications, comparison, systematization, generalization, graphical and comparative-geographical methods, cluster approach and statistical analysis of factual information from open sources.

The place of the CECT cluster in the complex of children's tourism structure is substantiated. The conceptual provisions of the study of the complex of children's tourism have been improved by defining the typical functional-component structure of the CECT cluster, which includes the interaction of customers (commissioners) of relevant tourism services, primary tourism enterprises and related secondary, tertiary, as well as management, educational, research establishments, organizations and institutions, based on direct and inverse, information, operational and management links, that is providing the formation of cognitive-event specialization tourist product for young tourists. The typical territorial-cluster structure of the functional children's tourism cluster as substantiates territorial clusters on national (NTC), trans-regional (TRTC), regional (RTC) and local (LTC, LTSC) taxonomic levels is proposed, which are based on organizational and managerial links, similar natural and socio-geographical conditions of the relevant tourist and recreational areas, as well as on the basis of analysis of the intensity of vertical and horizontal human-geographical links that arise between the subjects of the functional cluster. Besides, examples of the functional CECT cluster of Ukraine are given.

Keywords: children's tourism, complex of children's tourism, cluster of cognitive-event tourism, CECT cluster, socio-geographical research of tourism

Introduction. Given the strong resource and socio-economic potential for the development of children's tourism, as well as the request of Ukrainian society to raise a healthy, active, intelligent and inquisitive younger generation, the phenomenon of children's tourism in Ukraine needs a thorough study to understand its functioning. Nowadays it is extremely important to consider children's tourism through its various types, including resort and health-improving, cognitive-event children's tourism (CECT). The last one could be the basis for the knowledge development about the history of Ukraine, popularization of our state traditions and customs, nurturing the values of the Ukrainian people among children. The important role of interdisciplinary toolkit, in particular in the study of geospatial processes and relationships, ensures the effectiveness of research on the geospatial organization of children's tourism and its various types in particular, the functioning, problems and prospects of children's tourism at national, regional and local levels, which is especially important in the context of social transformation, including decentralization, as well as against the background of current situation in Ukraine.

Analysis of recent studies and publications. The study of the children's tourism phenomenon dates back to the formation of sightseeing in Ukraine and the organization of mass tourist trips around the world, active research in terms of Human Geography dates the 20th century end. In particular, researchers from The United Kingdom (Turley, 2001) and The USA (Gaines & Hubbard, 2004) have studied the socio-spatial features of children's tourism services. Other English scientists works are devoted to highlighting the relationship between place and space in children's tourism, such as: J. Norton, P. Kraftl, N. Carr, S. Holloway, G. Valentine (Carr, 2002; Horton & Kraftl, 2006), for the first

time Chinese scientists (Kao-Chin Wang, An-Tien Hsieh, etc.) have substantiated the essence of tourist space as a plane of organization of children's tourism services (Wang, 2004).

Ukrainian researchers take into account issues related to the territory tourism potential, the geospatial organization of the complex of children's tourism, children's tourism infrastructure. Geographers have studied the children's tourism as a tourist and local history activity are revealed by O. Kolotukha (Kolotukha, 2005) and V. Redina (Redina, 2000), foreign and domestic experience in organizing children's health-improving and recreation – O. Malynovska (Malynovska & Dolhova, 2013), the history of children's tourism developing – N. Kotsan, A. Yavorska (Kotsan & Yavorska, 2015), V. Kostashchuk (Kilinska & Kostashchuk, 2010). In recent years, there has been analyzed the functioning mechanism of the cluster of resort and health-improving children's tourism of Ukraine as a part of the complex of children's tourism of Ukraine, and there has been improved the methodology of Human Geography research of such a functional cluster (Dolhova, 2019).

Content analysis of foreign and Ukrainian publications showed that researchers did not focus much in their studies on children's tourism, such as CECT, considering it only through the tourist and local lore activity (Kolotukha, 2005) or family recreation (Horton & Kraftl, 2006). At the same time, it could be considered insufficiently disclosed the possibilities of interdisciplinary toolkit for children's tourism studying, in particular its cultural, cognitive and event subspecies, whose services are a significant part of a specific tourism product for young tourists.

The purpose of the study is to determine the conceptual foundations of human-geographic study of the complex of children's tourism, and the main tasks – to outline

the typical functional-component and territorial-cluster structures of the CECT cluster based on the Ukrainian experience of organizing specialized tourist and recreational services for young tourists.

Methodology and methods. Theoretical and methodological developments of: E. Kotlyarov on the concept and essence of recreational complex (Kotlyarov, 1978), O. Topchiev on the principles of recreational complexes, clusters and cycles (Topchiev, 2005), M. Pistun on the foundations of human-geographical relations underlying the allocation of territorial and complex-proportional structures of human activity (Pistun, 1996), O. Beidyk on the concept of territorial recreational complex (Beidyk, 1997) were the basis for defining the conceptual provisions and improving the human-geographical toolkit for the CECT cluster studying. In order to achieve to the purpose of this article, there are used content analysis methods to study foreign and Ukrainian publications related to children's tourism and its types, methods of comparison, systematization, generalization and graphics to reveal the essence and determine the typical functional-component structure of the CECT cluster. There are used the cluster approach and comparative-geographical method, statistical analysis to substantiate the territorial-cluster structure of the functional CECT cluster on the example of the Ukrainian experience in children's tourism.

Statement of basic materials. CECT is a type of children's tourism, which provides a temporary organized departure of a young tourists group with a leader outside the place of permanent residence for educational and entertainment purposes. This type of children's tourism usually includes the following subspecies for the purpose of young tourists travel: cultural-cognitive (school) and event tourism (Dolhova, 2019). According to F. Shandor and M. Klyap, "school tourism" involves tourism and local lore activity at school, aimed at meeting pupils' recreational needs, and event tourism – a trip that is timed to a specific event (Shandor & Klyap, 2013). The essence of school tourism should be revealed through the children's learning and recreation, the functions of which (cognition and education) are usually realized during extracurricular activities through the development of cultural and cognitive travel routes for young tourists. Event children's tourism meets the children's recreational needs, especially in entertainment, it involves organized attendance at social events aimed at children, which are often attended as part of extracurricular activities. Thus, CECT provides organization of the tourist services commissioned by secondary education institutions, higher education institutions of I-II levels of accreditation and out-of-school education institutions.

According to the functional purpose of different levels of tourist and recreational processes organization are determined the complex, subcomplex, cluster and subcluster of children's tourism (Dolhova, 2019). Besides, the subcluster of children's tourism is a component of the cluster, which includes the cooperation of some of its functional entities and corresponds to a highly specialized tourist and recreational cycle. The cluster of children's tourism is a group of enterprises, organizations, institutions that provide, control or coordinate the provision of tourist and related services to young tourists, while implementing several related tourist cycles. The subcomplex of children's tourism is a group of clusters that specialize in serving young tourists in one direction of the tourist flow (Dolhova, 2019). Moreover, grouping on the basis of specialization of enterprises that provide the same tourist and related

services to meet young tourists' needs, where the combination of such services is a specialized tourism product allows to identify a number of functional elements of children's tourism, including the CECT cluster, subclusters of cultural-cognitive (school) and event tourism, as well as their components. The typical functional-component structure of the CECT cluster is presented in Fig.1.

Human-geographical research also involves the disclosure of the concepts of the territorial CECT cluster, its structure and principles of organization. As well the territorial complex of children's tourism is considered as a form of geospatial organization of children's tourism, which involves the interaction of geographically localized enterprises and institutions, their use of particular area natural and human-geographical conditions to meet young tourists' needs (Dolhova, 2017). The territorial CECT cluster can be a form of geospatial organization of the functional CECT cluster, which provides close human-geographical links between geographically localized enterprises and institutions that use the natural and human-geographical potential of a particular area to meet young tourists' needs in knowledge, education and recreation.

The system of patterns, principles and factors underlies the geospatial organization of the economy, including the complex and functional clusters of children's tourism. Thus, the main laws are rationality, which means the effectiveness of the interaction of territorial formation elements for children's tourism needs, complexity, implemented through the optimal functioning of all components of children's tourism as a multifaceted territorial formation, zoning, which reflects the spatial distribution of children's tourism. There are principles of the geospatial organization the relevant functional cluster of children's tourism, that are territorial specialization and complexity, environmental friendliness, improving the social living conditions of people and achieving a high level of social development, state support (Ishchuk, 2011; Oliinyk, 2011). In our opinion, the best territorial specialization of children's tourism can be reflected through a typical territorial-cluster structure of the corresponding functional cluster. The elements interaction of such a structure through horizontal and vertical, direct and inverse (provision and consumption of services) links, which may vary in intensity, may reflect the geospatial organization of the CECT cluster. Besides, territorial clusters should be allocated taking into account the organizational and managerial links inherent in CECT, the similarity of natural and human-geographical conditions of the relevant tourist and recreational areas, which are used to meet children's needs.

According to M. Porter's theory of competitive advantage, clusters can cover the territory from one city or region (region, state) to a country, and sometimes several neighboring states (Porter, 2005). M. Rudneva systematizes the concept of industrial (local), regional, interregional, international, cross-border clusters on the basis of territorial division (Rudneva, 2010). That is the CECT cluster on a territorial basis can operate at the micro-, meso-, macro-level. The common human-geographical features indicate the existence of horizontal links that arise between the elements of the territorial cluster, and which can be assessed on the principle: the links are more intense, if the share of domestic young tourists is greater in relation to incoming tourists. Also domestic young tourists should be considered those who travel through the territory of the administrative-territorial unit of permanent residence, and incoming – those who travel outside the place of permanent residence.

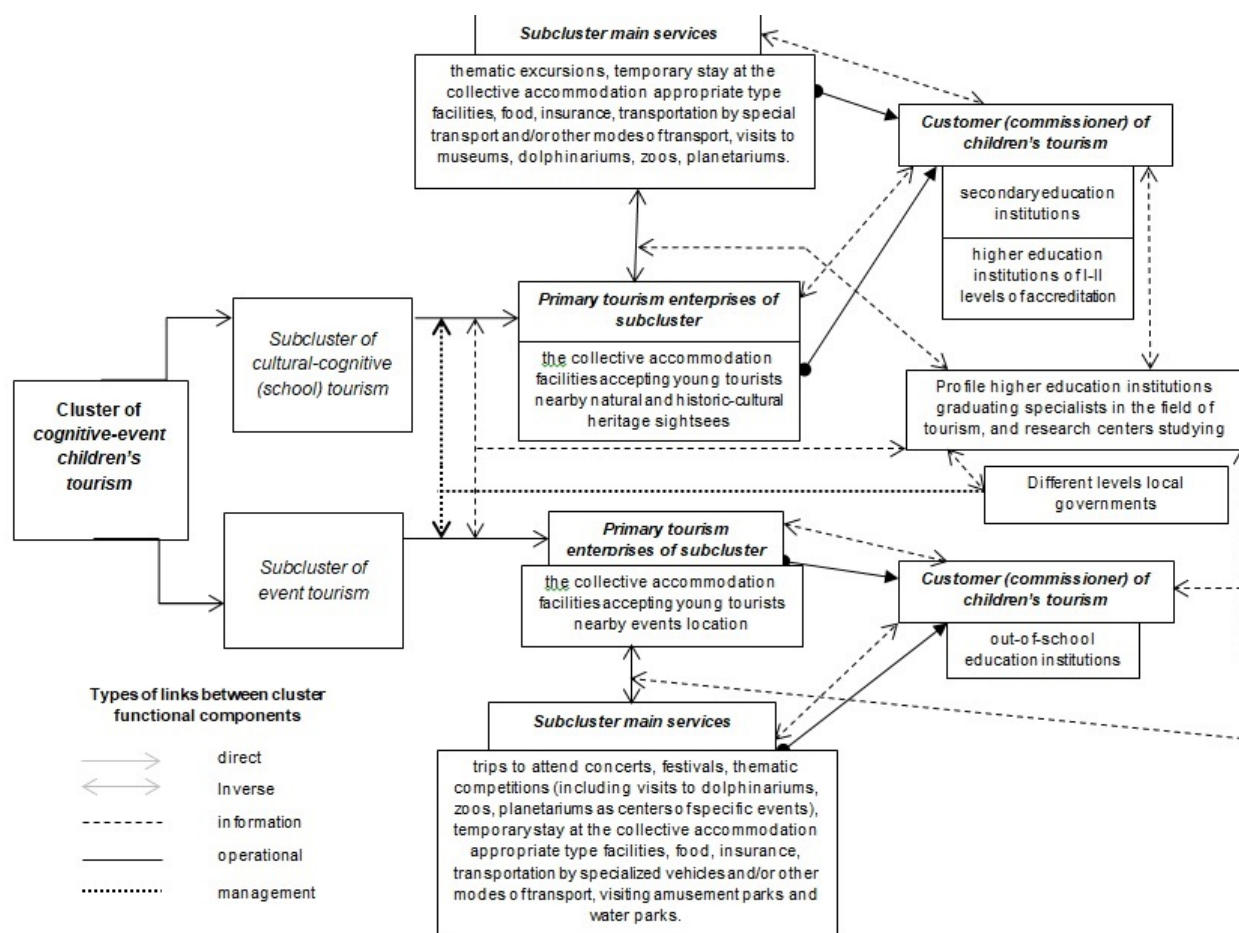


Fig. 1. Typical functional-component structure of the CECT cluster

So, in order of decreasing intensity, horizontal connections can be: 1) permanent (the volume of cognitive-event services satisfies needs of only domestic young tourists – the share of served domestic young tourists is about 100 %); 2) periodic (the volume of cognitive-event services satisfies needs of domestic and incoming young tourists – the share of served domestic young tourists is not less than 75 %); 3) episodic (the volume of cognitive-event services satisfies needs of domestic and incoming young tourists – the share of served domestic young tourists is not less than 50 %). The closeness of vertical connections within each territorial cluster directly depends on the functional interaction of primary tourism enterprises and related secondary, tertiary, and management institutions. There is the larger the share of highly specialized cluster members and the smaller the number of enterprises that provide similar services, organizations and institutions that perform similar functions, those is the stronger the connection between them and the cluster core. Accordingly, we can distinguish local subcluster (LTSC), local (LTC), regional (RTC), trans-regional (TRTC) clusters and national (NTC) cluster of CECT (see tab.1).

In Ukraine, examples of such typical territorial-cluster structure elements of the functional CECT cluster can be (each of the territorial clusters includes activities of collective accommodation facilities in accordance with table 1):

- Volodarskyi local subcluster, which is formed by attraction to the local specialized CECT point Volodarka (Kyiv

region), there is the park "Sakura Island" on an artificial island in the middle of the Ros river, that is a popular destination for young tourists in recent years.

- Bila Tserkva local cluster, which is formed by attraction to the local wide profile CECT center Bila Tserkva (Kyiv region). This territorial cluster specializes in organizing cultural-cognitive and event tourism services for children: excursion routes cover the natural-geographical and historical-cultural potential of Bila Tserkva district and young tourists can be involved in thematic events of local importance, such as an Exhibition-competition of Decorative-applied Arts and Crafts "Beauty at the hands of young people", Balloon Festival "Alexandria extravaganza", etc.).

- Zakarpatskyi regional cluster, which is formed by attraction to the regional wide profile CECT center Uzhgorod (Zakarpattia region). This territorial cluster specializes in organizing cultural-cognitive and event tourism services for children: excursion routes cover the natural-geographical and historical-cultural potential of the Zakarpatskyi region, and young tourists can be involved in thematic events of regional importance, such as gastronomic festivals to the "Count's muffin", that deepens knowledge about the traditions and culture of the region, etc.).

Table 1. Taxonomy of the CECT territorial cluster

Geospatial organization level	Territorial-cluster structure element	Functional core	Functional features	Sings of the territory tourist potential
Micro-level	Local subcluster (LTSC)	local specialized CECT point	it is the settlement territory with one collective accommodation facility accepting young tourists, and also with a part of the enterprises, establishments accompanying its activity	there is one natural/ historical-cultural heritage sightsee or one event that is organized for children on a regular basis on the territory
	Local cluster (LTC)	local specialized or wide profile CECT center	it is the administrative district territory, where the interaction of a set of collective accommodation facilities accepting young tourists, and related activities of enterprises, institutions and establishments, forms the regional tourism product	tourism product corresponds to one or more subtypes of children's tourism. There are a set of natural and historical-cultural heritage local importance sightsees and/or the organization of at least two thematic events on a permanent basis on the territory.
Meso-level	Regional cluster (RTC)	regional wide profile CECT center	it is the administrative region territory, where the interaction of a set of collective accommodation facilities accepting young tourists, and related activities of enterprises, institutions and establishments, forms the regional tourism product	tourism product corresponds to all subtypes of children's tourism. There are a set of natural and historical-cultural heritage regional importance sightsees and/or the organization of regional importance events set on a permanent basis on the territory.
	Trans-regional cluster (TRTC)	trans-regional wide profile CECT center	it is the territory of a group of regions that are similar in human-geographical potential, where the interaction of collective accommodation facilities accepting young tourists, and related activities of enterprises, institutions and establishments, forms the trans-regional tourism product.	tourism product corresponds to all subtypes of children's tourism. There are a set of natural and historical-cultural heritage trans-regional importance sightsees and/or the organization of trans-regional importance events set on a permanent basis on the territory.
Macro-level	National cluster (NTC)	national wide profile CECT center	it is the state territory, where the interaction of collective accommodation facilities accepting young tourists, and related activities of enterprises, institutions and establishments, forms the national tourism product. It determines the place of the state in the international division of labor.	tourism product corresponds to all subtypes of children's tourism. There are a set of natural and historical-cultural heritage national importance sightsees and/or the organization of national importance events set on a permanent basis on the territory.

- Carpathian trans-regional cluster, which is formed by attraction to the trans-regional wide profile CECT center Yaremche (Ivano-Frankivsk region). This territorial cluster specializes in organizing cultural-cognitive and event tourism services for children: excursion routes cover an area with significant natural and geographical resource potential of the Ukrainian Carpathians, historical and cultural potential of Zakarpattia, Chernivtsi, Ivano-Frankivsk and Lviv regions, as well as young tourists can be involved in trans-regional thematic events, that often include travel to competitions in orienteering, ballroom and modern dance, art competitions, etc.).

- the National cluster of Ukraine, which is formed by attraction to the national wide profile CECT center Kyiv. The following territorial cluster specializes in organizing cultural-cognitive and event tourism services: excursion routes cover the entire territory of the country, which has a natural-geographical and historical-cultural potential, and young tourists travel to participate in All-Ukrainian and International festivals, competitions, that are devoted to the diverse development of the children, for example, "Talented Children of Ukraine", "Creative Vacation", "Bookmania", "Art Mosaic", "New WAVE", etc.).

Conclusions. The conceptual principles of human-geographical study of the complex of children's tourism are based on determining the features of its geospatial organization. Given the specificity and functional purpose of

different levels of tourist processes organization, the human-geographical provisions of the complex of children's tourism can be used in the study of other functional clusters of children's tourism, which are formed around children's travelling. Besides, along with the cluster of resort and health-improving children's tourism should be considered the CECT cluster, which provides the organization of tourist services for secondary schools, higher education institutions of I-II levels of accreditation and out-of-school education. The typical functional-component structure of the CECT cluster consists of the interaction customers (comissioners) of relevant tourism, primary tourism enterprises and related secondary, tertiary, as well as management, educational, research establishments, organizations and institutions, based on direct and inverse, information, operational and management links, that is providing the formation of cognitive-event specialization tourist product for young tourists. Taking into account the organizational and managerial links inherent in the CECT, the similarity of natural and human-geographical conditions of the respective tourist areas, as well as based on the analysis of the vertical and horizontal human-geographical links intensity between tourism entities, it is possible to offer a typical territorial-cluster structure of the functional CECT cluster: local subcluster(LTSC), local (LTC), regional (RTC), trans-regional (TRTC) clusters and national (NTC) cluster. There are Volodarsky local subcluster, Bila Tserkva local

cluster, Zakarpatskyi regional cluster, Carpathian trans-regional cluster and the national cluster of Ukraine as the examples of the territorial-cluster structure elements of the CECT cluster of Ukraine.

References

1. Beidyk, O. O., (1997). Ukrainsko-rosiiskyi slovnyk terminiv i poniat z heohrafiy turizmu i rekreatsiinoi heohrafiy [Ukrainian-Russian dictionary of terms and concepts on Geography of Tourism and Geography of Recreation]. Kyiv, "Kyevskiy un-t". Retrieved from: <http://www.geograf.com.ua/glossary/termini-z-galuzi-turizmu-ta-rekreatsiji/teritorialno-rekreatsijnij-kompleks-trk> (In Ukrainian).
2. Carr, N. A., (2002). comparative analysis of the behavior of domestic and international young tourists. *Tourism Management*, 23 (3), 321-325. DOI: 10.1016/S0261-5177(01)00089-9
3. Dolhova, K., (2017). Klasterna model terytorialnoho kompleksu dytiachoho turizmu ta rekreatsii v Ukraini [Cluster model of children's tourism and recreation territorial complex in Ukraine]. *Economic and Social Geography*, 78, 47-52. DOI: 10.17721/2413-7154/2017.78.47-52 (In Ukrainian).
4. Dolhova, K., (2019). Terytorialna orhanizatsiia klasteru kurortno-ozdorovchoho dytiachoho turizmu Ukrainy: avtoref. dys. kand. heohr. nauk: 11.00.02[Geospatial organization of the cluster of resort and health-improving children's tourism of Ukraine]. Kyiv: Taras Shevchenko National University of Kyiv (In Ukrainian).
5. Gaines, B. L., Hubbard, S. S. et al., (2004). An analysis of children's programs in the hotel and resort industry market segment. *International Journal of Hospitality & Tourism Administration*. 5 (4), 85–99. DOI: 10.1300/J149v05n04_05
6. Horton, J., Kraftl, P., (2006). What Else? Some More Ways of Thinking and Doing 'Children's Geographies'. *Children's Geographies*, 4 (1), 69–95. DOI: 10.1080/14733280600577459
7. Ishchuk, S. I., Hladkyi, O. V., (2011). Heohrafiia promyslovyykh kompleksiv [Geography of industrial complexes]. Kyiv: Znannia (In Ukrainian).
8. Kilinska, K., Kostashchuk, V. et al., (2010). Teoretychni ta prykladni aspekty rekreatsiinoho pryrodokorystuvannya v Ukraini [Theoretical and applied aspects of recreational nature management in Ukraine]. Chernivtsi: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University (In Ukrainian).
9. Kolotukha, O. V., (2005). Dytyacho-yunats'kyi turizm v Ukraini yak terytorial'na sotsial'no-ekonomichna systema: problemy ta perspektivy rozvytku: avtoref. dys. kand. heohr. nauk: 11.00.02[Children's tourism in Ukraine as a territorial social and economic system: problems and prospects

of development]. Kyiv: Taras Shevchenko National University of Kyiv (In Ukrainian).

10. Kotlyarov, E. A., (1978). Geografiya otdyiha i turizma: Formirovanie i razvitie territorialnykh rekreatsionnykh kompleksov [Geography of leisure and tourism: Formation and development of territorial recreational complexes]. Moscow: Myisi (In Russian).
11. Kotsan, N. N. & Yavorska, A. V., (2015). Istoriia rozvytku dytiachoho turizmu v Ukraini [History of children's tourism development in Ukraine]. Retrieved from: <https://internationalconference2014.wordpress.com/2015/12/18/> (In Ukrainian).
12. Malynovs'ka, O., (2008). Heohrafiya dytyachoho turizmu [Geography of children's tourism]. *Regional Studies. Geography. Tourism*, 44, 3–5. (In Ukrainian).
13. Malynovs'ka, O., Dolhova, K., (2013). Rynok dytiachoho turizmu: Innovatsiini formy orhanizatsii vidpochynku [Children tourism market: the innovation forms of organization of the rest]. *Geography and tourism*, 24, 60-68. (In Ukrainian).
14. Oliinyk, Ya. B., Smyrnov, I. H., (2011). Mizhnarodna lohistyka [International logistics]. Kyiv: Obrii (In Ukrainian).
15. Pistun, M. D., (1996). Osnovy teorii suspilnoi heohrafiy [Fundamentals of Human Geography Theory]. Kyiv: Vyschashkola (In Ukrainian).
16. Porter, M., (2005). Konkurentsia [Competition]. Moscow: Publishing House of "Vilyams" (In Russian).
17. Redina, V., (2000). Kraieznavcha poshukova diialnist uchniv u pozashkolinomu zakladi [Local lore research activities of schoolchildren in out-of-school institutions]. *Geography and basics of economics at school*, 1, 34-35. (In Ukrainian).
18. Rudneva, M. H., (2010). Klasteri yak ob'iekt vyvchennia kraieznavstva [Clusters as the object of country studies research]. *Geography and Tourism*, 6, 76-79 (In Ukrainian).
19. Shandor, F. F., Kliap, M. P., (2013). Suchasni riznovydy turizmu [Modern types of tourism]. Kyiv: Znannia (In Ukrainian).
20. Topchiiev, O. H., (2005). Suspilno-heohrafichni doslidzhennia: metodolohiia, metody, metodyka [Human Geography research: methodology and methods]. Odesa: Astroprint (In Ukrainian).
21. Turley, S., (2001). Children and the demand for recreational experiences: the case of zoos. *Leisure Studies*, 20 (1), 1-18. DOI: 10.1080/02614360122877
22. Wang, K. C. et al., (2004). Who is the decision-maker: the parents or the child in group package tours? *Tourism Management*, 25 (2), 183–194. DOI: 10.1016/S0261-5177(03)00093-1

Надійшла до редколегії 09.04.22

К. Долгова, канд. геогр. наук

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, Україна

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНОГО ВИВЧЕННЯ КОМПЛЕКСУ ДИТЯЧОГО ТУРИЗМУ (НА ПРИКЛАДІ КЛАСТЕРУ ППДТ УКРАЇНИ)

Сьогодні вкрай важливо розглядати дитячий туризм через призму його різнопрофільних видів, зокрема курортно-оздоровчого й пізнавально-подієвого (далі – ППДТ). Останній може стати вдалим підґрунтям для розвитку знань з історії України, популяризації традицій і звичаїв нашої держави, плекання цінностей українського народу серед дитячого населення. Вагома роль суспільно-географічних методик у міждисциплінарному інструментарії, зокрема у вивченні геопросторових процесів та зв'язків, забезпечує ефективність дослідження особливостей територіальної організації дитячого туризму й різних його видів, зокрема особливостей функціонування, проблем і перспектив розвитку комплексу дитячого туризму на національному, регіональному та локальному рівнях, що особливо важливо в умовах суспільної трансформації, у тому числі децентралізації, а також на тлі сучасних подій в Україні.

Метою дослідження є визначення концептуальних положень суспільно-географічного вивчення комплексу дитячого туризму, а завданнями – окреслити типові функціонально-компонентну й територіально-кластерну структуру функціонального кластеру ППДТ на основі вивчення українського досвіду організації профільних туристично-рекреаційних послуг для юних туристів. Методика дослідження передбачала застосування методів контент-аналізу профільних закордонних та українських публікацій, порівняння, систематизації, узагальнення, графічний і порівняльно-географічний методи, кластерний підхід і статистичний аналіз фактичної інформації з відкритих джерел.

Обґрунтовано місце кластеру ППДТ у структурі комплексу дитячого туризму. Удосконалено концептуальні положення вивчення комплексу дитячого туризму шляхом визначення типової функціонально-компонентної структури кластеру ППДТ, що охоплює взаємодію замовників відповідних турпослуг, первинних туристичних підприємств і суміжних їм вторинних, третинних, а також управлінських, навчально-наукових установ. Функціонально-компонентна структура на основі прямих і зворотних виробничих, інформаційних та управлінських зв'язків передбачає формування турпродукту пізнавально-подієвої спеціалізації для юних туристів. Також запропоновано типову територіально-кластерну структуру функціонального кластеру ППДТ: локальні підкластери (ЛТПК), локальні (ЛТК), регіональні (РТК), міжрегіональні (МТК) кластери та національний (НТК), які виділено з урахуванням організаційно-управлінських зв'язків, схожості природних і суспільно-географічних умов відповідних туристсько-рекреаційних територій, а також на основі аналізу інтенсивності вертикальних і горизонтальних суспільно-географічних зв'язків, які виникають між суб'єктами функціонального кластеру. Наведено приклади територіально-кластерної структури функціонального кластеру ППДТ України.

Ключові слова: дитячий туризм, комплекс дитячого туризму, кластер пізнавально-подієвого туризму, кластер ППДТ, суспільно-географічне дослідження туризму.

IV. ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.83.1>
UDC502.51 (477-25)

P. Shyshchenko, DSc (Geography), Professor
ORCID ID: 0000-0001-9753-433X

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

O. Havrylenko, PhD Geography, Associate Professor
ORCID ID: 0000-0001-7608-8588

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Ye. Tsyhanok, PhD Geography
ORCID ID: 0000-0002-4595-2705

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

N. Munich, PhD Pedagogy, Associate Professor

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

RESTORATION OF DEGRADED URBAN WETLANDS (BY THE CASE OF SOVSKI PONDS IN KYIV)

The article is devoted to the problem of preservation of urban wetlands as the most vulnerable valuable ecosystems in the conditions of rapid urbanization, which need to be protected. It researches the current state of the Sovky tract (and the lower cascade wetlands of the Sovski Ponds located within it) in the center of Kyiv. Despite the strong urban influence, rich floristic and faunal diversity of the studied area has been revealed.

The value of urban wetlands for Kyiv is determined by the vital ecosystem services provided to the local community. Such services include, first of all, regulation of the microclimate, moisture and nutrients distribution in the soil, habitats preservation for the rare species of animals and plants, regulation of the groundwater levels, pollution filtration, waste adsorption, oxygen production and carbon dioxide absorption, water quality improvement, mitigation of the climate change consequences, creation of the favourable conditions for recreation, etc.

As a result of field surveys of the Sovky tract, the complete decline of the territory and the degradation of valuable wetlands have been indicated. We have investigated the main geoeological conflicts caused by littering of the territory with household and construction waste, persistent pollution of the water bodies caused by untreated sewage due to unauthorized intrusions of residents into the household sewers, chemical and noise pollution from the road infrastructure, grass burning in spring, etc. The spatial localisation of all conflicts within the Sovky tract is shown on the relevant map. The negative consequences of the long-term unresolved conflicts for the functioning of the wetlands and the quality of the ecosystem services they provide have been identified.

Given the perspective of development in the study area of the ecopark and a fairly general idea of the essence of this concept, we proposed to include wetlands of Sovky tract in the Nature Reserve Fund of Kyiv. According to the current legislation, this area meets all the criteria of the category "Regional Landscape Park" (RLP). The main purpose of preserving the unique urban wetlands is the protection of rare species of plants and animals and their natural habitats, which is possible only in the conditions provided for in the RLP reserved zone. In addition, granting the official status of a protected area will make it impossible to build and litter within unique urban wetlands in the future.

Keywords: urban wetlands, geoeological conflicts, Sovski Ponds, urban impact, protected area.

Relevance of the research. According to Ramsar Convention on Wetlands (*The Ramsar Convention Manual, 1971*), urban and suburban wetlands are located inside and around urban areas and suburbs. The importance of wetlands for vital activities of cities and towns shall be determined by the numerous ecosystem services that are rendered to the urban community. Wetlands are habitats for many plant and animal species, producers of biomass and oxygen, natural reservoirs and water purification filters. Wetlands accumulate moisture, transfer surface runoff to the subsurface runoff, reduce the height of the flood wave and increase the minimum runoff of rivers in dry periods, prevent the activation of erosion processes. Wetland vegetation and soils, while retaining organic and toxic substances, contribute to the reduction of eutrophication of reservoirs (*Vodno-bolotni uhidnia Ukrainy, 2006; Alikhani, Nummi, & Ojala, 2021*). Simultaneously, the quality of wetlands ecosystem services is decreased every year due to rapid urban growth. According to UN, 55 % of the world's population live in cities nowadays. According to estimates, 68 % of the world's population will live in cities by 2050 (*United Nations, 2018*). The powerful impact of urbanization on urban wetlands leads to their fragmentation, loss of relations, reduced species and ecosystem biodiversity. The significance of urban wetlands preservation is emphasized

by the slogan of Ramsar Convention on the occasion of the World Wetlands Day 2018 "Wetlands for Sustainable Urban Development." The urgency of the research problem has been increased significantly since the commencement of active hostilities within the territory of Ukraine, as a result of which, about 30% of Ukrainian conservation areas, including 14 Ramsar sites with the area of 397.7 thousand hectares, are in danger as of the end of April 2022 (*Mindovkillia, 2022*).

Analysis of recent research and publications. A lot of foreign scientific works are devoted to the problem of wetland conservation in cities. The vast majority of them emphasize the vulnerability of valuable ecosystems in the conditions of rapid urbanization and of necessity for preservation and protection. Urban areas usually have less vegetation and water compared to the surrounding areas; blue-green infrastructure is often degraded due to increased population density (*Gunawardena, Wells, & Kershaw, 2017*). Urban wetlands ensure various ecosystem services and are their vital providers for people. These services include water quality improvement (*Quin, Jaramillo, & Destouni, 2015*), air pollution reduction, carbon sequestration, as well as recreation and leisure (*Das, & Basu, 2020*). Interaction with valuable ecosystems in cities improves physical and mental health of urban dwellers, as urban wetlands offer a wide range of social and cultural services,

such as creation of a space for recreation and leisure for urban dwellers (Alikhani, Nummi, & Ojala, 2021).

According to the results of the meta-analysis of evaluative studies conducted by Chinese scientists, wetlands are the most vulnerable ecosystems on the globe (Zhou, Wu, & Gong, 2020). While wetlands play an important role in cities by way of offering a variety of ecosystem services, these services shall be subject to powerful anthropogenic pressure due to rapid urban growth. The results of many studies indicate a growing negative relationship between urban development, the state of wetlands and their ecosystem services, which indicates the necessity for adoption of the policy of blue-green infrastructure management in accordance with the paradigm of Ramsar Convention regarding "smart use" of wetlands (Kometa, Kimengsi, & Petiangma, 2017). Urban wetlands consist of various elements such as coastal vegetation, soil and water. The blue-green infrastructure of the cities combines hydrological network and green areas with the built environment (Ye, Hao, & Cao, 2018). Urban wetlands not only ensure ecosystem and recreational services in cities, but also improve water quality due to natural purification and climate regulation. Wetlands create their own unique microclimate and reduce overheating of urban environment. The wetland can act as an urban adaption measure against the urban heat island effect by potentially transforming them into an urban cooling island (UCI) towards a favorable urban bioclimate (Shahjahan, Ahmed, & Said, 2020).

The scientific works devoted to the study of urban wetlands are insufficient in Ukraine. Wetland ecosystem services has been researched by Ye. Mishenin, N. Dehtiar at al. In the scientific work (Dehtiar, 2013), the problems of creation of an organizational and economic mechanism for the management of wetlands ecosystem services are disclosed, and the methodological approaches to their assessment by way of building an integral evaluation of ecosystem services are developed. The survey of the natural biotic potential of the cascade of lakes of Sovska Lowland performed by V. Prydatko-Dolin (2008a), according to the results of which the disappearance of the species entered into a Red Book, the reduction of the species diversity and fragmentation of habitats of the species in case of development of the territory of the lower cascade ponds are provided, shall be worth noticing. In the scientific work (Prydatko-Dolin, 2008b), using GIS analysis, the significance of creation of an object of nature reserve fund within the territory of Sovski Ponds, but not a shopping and entertainment complex, was substantiated, and the list of substantive proposals for further development of this territory was provided. Ornithological studies of certain

areas of grassland and wetland landscapes of Kyiv city, including Sovski Ponds, were conducted by M. Prychepa. He revealed significant differences in the species composition of birds depending on the degree of anthropogenic load on wetlands and substantiated their value for biodiversity protection (Prychepa, 2019).

The purpose and tasks of the study. The purpose of the study is to investigate the current state of the Sovky tract, to identify geological and ecological conflicts within its boundary, and to propose the methods of preservation of wetlands in the center of Kyiv city. In order to achieve the purpose, the following tasks have been set and resolved: 1) to analyze foreign and domestic sources of information devoted to the study of the problems of urban wetlands management; 2) to investigate the value of Sovski Ponds and the surrounding area from the point of view of biodiversity and of the presence of rare species of flora and fauna; 3) to identify the primary factors of negative urban impact on wetlands and their consequences for ecosystem services; 4) to substantiate the causes of geological and ecological conflicts and their spatial localization within the studied territory; 5) to propose to include the Sovky tract in the Nature Reserve Fund of Kyiv, and to establish a Regional Landscape Park within its territory as the only way to preserve the unique urban wetlands.

Method and methodology. The object of the study is the wetlands of the Sovky tract in the center of Kyiv city, where valuable natural landscapes are uncontrollably destroyed, recreational areas are reduced, comfort level of the urban environment is significantly decreased. This study is based on the application of general principles of organization of blue-green urban infrastructure and geoinformation method of mapping, analysis of numerous scientific works, high-resolution satellite images. Despite the decision of Kyiv City Council on inclusion of all water bodies of the city in the Unified Open Register, the Sovka River with the ponds have not been certificated yet, and they are not on the balance sheet of the Municipal Enterprise "Pleso", which significantly complicated the initial data analysis. In order to identify the causes and exact locations of geological and ecological conflicts and their mapping, the field surveys of the terrain within the Sovky tract have been performed. Based on their results, using QGIS 3.22.6 software, the relevant map chart has been made using the topographic plans of Holosiivskiy and Solomianskiy districts of Kyiv city with a scale of 1:2000, the satellite images of the terrain and OpenStreetMap cartographic materials. The algorithm of the study consists of a number of sequential actions aimed at achievement of the purpose (Fig. 1).

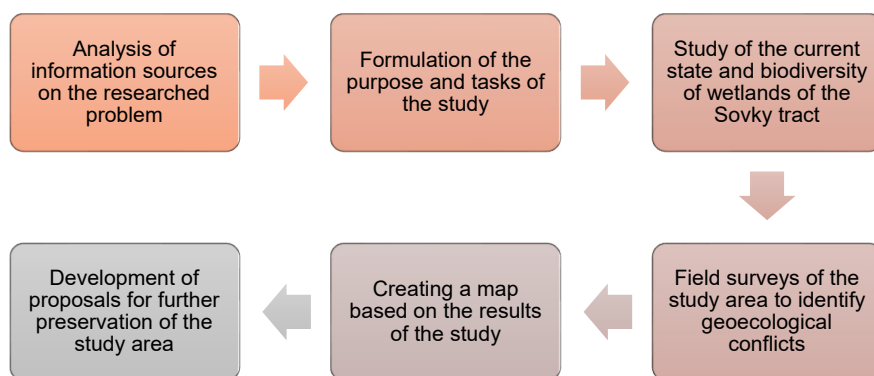


Fig. 1. Research algorithm of wetlands of the Sovky tract

Presentation of the main results of the study. Sovski Ponds are located in two cascades on the Sovka River within the territories of Holosiivskiyi and Solomianskiy administrative districts of Kyiv (Fig. 2). The upper cascade includes six ponds with an area of 3.8 hectares in Pronivshchyna natural boundary, in the upper reach of the Sovka River, which is the largest right tributary of the Lybid River. The lower cascade includes eleven ponds in the Sovky tract, which is bordered by Volodymyra Brozhka Street in the north, by Valeriia Lobanovskoho Avenue in the

south, by Demiivska Industrial Zone in the east. The main bed of the Sovka River, when the river overflows collector on the day surface, is stagnant and overgrown in some places. The cascade of interconnected ponds within the Sovky tract is located on the left bank, where the width of the river bed is 2–4 m, the maximum depth is 0.3–0.4 m. As of the beginning of May 2022, the area of the water surface of the lower cascade ponds was only 2.1 hectares. Tree vegetation covers an area of 9.9 hectares; willow, oak, aspen, sorbus, sycamore dominate.

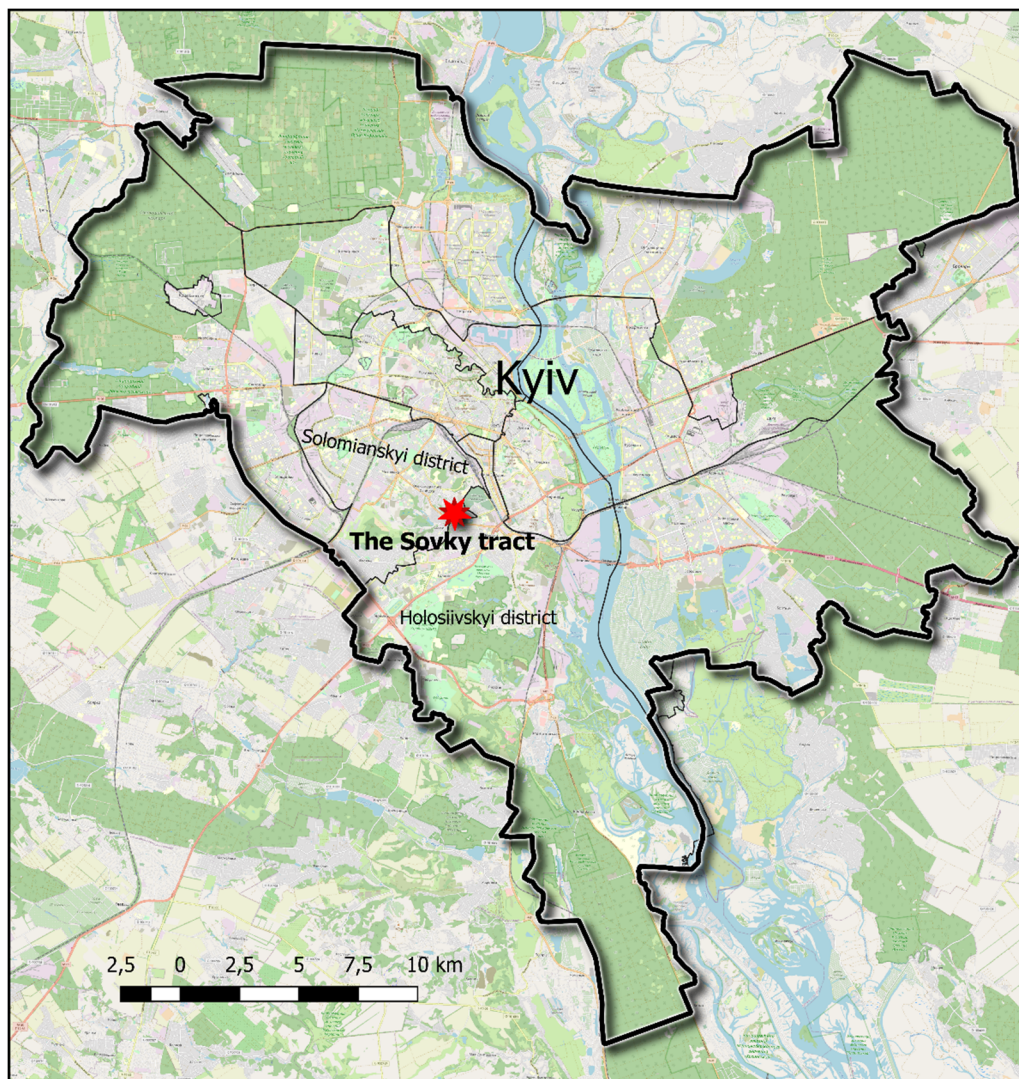


Fig. 2. Location of the Sovky tract within Kyiv

Within the Sovky tract, the water and coastal vegetation, typical for wetlands, is dominant and represented by the rigid hornwort (*Ceratophyllum demersum* L.), the sago pondweed (*Stuckenia pectinata*), the whorl-leaf watermilfoil (*Myriophyllum verticillatum*), the lesser duckweed (*Lemna minor* L.) and the ivy-leaved duckweed (*Lemna trisulca* L.), the common duckweed (*Spirodela polyrrhiza*). The acute sedge (*Carex acuta*), the great manna grass (*Glyceria maxima*), the water horsetail (*Equisetum fluviatile*), the lakeshore bulrush (*Schoenoplectus lacustris*), the broadleaf cattail (*Typha latifolia*) and the narrowleaf cattail (*Typha angustifolia*), the sea clubrush (*Bolboschoenus maritimus*), the water avens (*Geum rivale*), the marsh-marigold (*Caltha palustris*), the soft rush (*Juncus effusus*), the creeping

buttercup (*Ranunculus repens*), the purple loosestrife (*Lythrum salicaria* L.), the yellow loosestrife (*Lysimachia vulgaris* L.) grow on the marshland meadows surrounding Sovski ponds. The valerian (*Valeriana officinalis* L.), the gray willow (*Salix cinerea*), the almond-leaved willow (*Salix triandra* L.) and the white willow (*Salix alba*) is found in some places.

Wetland ecosystems of the Sovky tract are the habitats of rare insect species entered in the Red Book of Ukraine (RBU). The emperor dragonfly (*Anax imperator* Leach, 1815), the golden-ringed dragonfly (*Cordulegaster boltonii*), the Jersey tiger (*Euplagia quadripunctaria* Poda, 1761), the blue underwing (*Catocala fraxini* Linnaeus, 1758), the musk beetle (*Aromia moschata* Linnaeus, 1758) live here (Prydatko-Dolin, 2008a). The existence of the latter two

species depends entirely on the preservation of white willows. Also, the following types of amphibians entered in the RBU live within the Sovky tract: the European tree frog (*Hyla arborea* Linnaeus, 1758) and the European fire-bellied toad (*Bombina bombina* Linnaeus, 1761). There are species protected under the Berne Convention, including the common spadefoot (*Pelobates fuscus* Laurenti, 1768), the common toad (*Bufo bufo* Linnaeus, 1758) and the European pond turtle (*Emys orbicularis* Linnaeus, 1758). The water birds protected under the Berne Convention build nests within the boundary of Sovski Ponds: the common coot (*Fulica atra* Linnaeus, 1758), the waterhen (*Gallinula chloropus* Linnaeus, 1758), the common kingfisher (*Alcedo atthis* Linnaeus, 1758) (Prychepa, 2019).

Due to biodiversity of insects, the ponds serve as a feeding area for bats protected under the Berne Convention: the common noctule (*Nyctalus noctula* Schreber, 1774) and the serotine bat (*Eptesicus serotinus* Schreber, 1774). Despite the powerful urban impact, the wetland area remains suitable for bird feeding and nesting. The mallard (*Anas platyrhynchos*), the common coot (*Fulica atra*), the common moorhen (*Gallinula chloropus*), the great reed warbler (*Acrocephalus arundinaceus*) are found on the ponds and in the coastal thickets. The bluethroat (*Luscinia svecica*), the common rosefinch (*Carpodacus erythrinus*) and even owl, in particular the little owl (*Athene noctua*), are found on wet meadows (Polianska et al., 2017; Prychepa, 2019).

The ponds on the Sovka River created by the monks of Kyievo-Pecherska Lavra were reflected first by military engineer, Danilo de Bosquet, on the plan of Kyiv city and its environs in 1753. Since 1923, the ponds entered the borders of Kyiv. In the first half of the 1930 s, people began to breed fish in them and prepare ice for industrial refrigeration of food products. At that time, local fish stocks met the needs of the entire local community (Polianska et al., 2017). Pollution of wetlands began in 1930 with the construction of the plant "Chervonyi Humovyk" in close proximity to the territory of the Sovky tract. Nowadays, the reservoirs are in decline, fishes have not been introduced for a long time, and the reservoirs are not even cleaned. Therefore, the ponds of the lower cascade have silted up, have become overgrown with bulrush and have a minimum water level. Due to a state of neglect and lack of landscaping, the surrounding area is hardly used for recreational purposes. The ponds of the upper cascade are in a better state. The influence of urban surroundings on the Sovka River with ponds located in the center of the city has led to significant degradation of urban wetlands.

Sovski ponds are surrounded by several residential areas where thousands of people live. Due to illegal inserts of the residents of Shyrma microdistrict private sector to the city sewerage, the contaminated wastewater flows directly into the first pond, which turns it into a drainage ditch. Despite the presence of wetland vegetation that filters the water, the unpleasant smell remains, especially in the warm season. The emergency sewage collector is between the ponds, it is periodically clogged, and the sewage disposals overflow into the ponds. This creates the unpleasant smells that are well perceived in close proximity to the ponds. In addition, the tightness of the sewage system is damaged by the roots of the trees that germinated through the joints of the pipe.

Considering the fact that the ponds of the lower cascade with the surrounding meadows remain a small island of unspoiled wildlife in the center of the city for a long period of time, bitter disputes between developers and local residents

related to this territory take place. In 2008, Limited Liability Company "Hospodarnyk" received more than 19 hectares of a 15-year leased land of the lower cascade of Sovski Ponds for arrangement of a recreational zone and for construction of an entertainment and shopping complex. This became possible due to changes in the Program for Development of Green Zone in the city of Kyiv by 2010 (*Pro zatverdzhennia Prohramy rozvytku zelenoi zony m. Kyieva*, 2005). Prior to the introduction of these changes, establishment of two parks – "Sovska Balka" with an area of 35.9 hectares and "Balka Pronia" with an area of 16.2 hectares within the territory of both cascades of Sovski Ponds was planned. The entertainment center has not been built for ten years, but instead of it the developer decided to erect an entire residential quarter with offices and high-rise buildings within the Sovky tract in 2018. Therewith, only two large and two small ponds out of the eleven cascade ponds were envisaged. According to experts, construction of 20-storey buildings would lead to destruction of the entire green space and reservoirs, destruction of flora and fauna, increase in the volume of poisonous emissions into the air, microclimate changes, loss of the recreational zone (Sovski stavky, 2021). The settlement of at least a few thousand people would cause transport collapse, additional strain on social infrastructure, severe noise pollution and a sharp decline in living comfort.

At the same time, Schmalhausen Institute of Zoology conducted an inspection of the ponds of the lower cascade, which confirmed the impossibility of development in this territory due to threats to the existence of rare species of plants and animals. A year later, due to the demands of local residents, the agreement for the lease of Sovski Ponds was appealed in the economic court. The court proceedings lasted for two years, and on June 15, 2021, the Northern Economic Court of Appeal confirmed the decision of the court of first instance and returned the lower cascade of Sovski Ponds to the community of the capital. Following that, the ecological commission of Kyiv City Council approved the establishment of an eco-park within the boundary of Sovski Ponds (*Ekolohichna komisiiia pidtrymala stvorennia parku*, 2021). However, in order to build a park in close proximity to Sovski Ponds, the Municipal Association "Kyivzelenbud" must obtain the right to use this land plot on a permanent basis. The utility companies will be allowed to commence design and improvement of the territory only following approval by the land commission of Kyiv City Council of the land allotment. Therefore, the digression of wetland ecosystems is in progress in Kyiv.

In order to identify the real causes of decline of valuable wetlands, the geological and ecological conflicts and their spatial distribution within the lower cascade of Sovski Ponds have been studied (Fig. 3). Despite the fact that burning of stubble, meadows, pastures, areas with steppe vegetation, wetland vegetation and other natural vegetation is prohibited in Ukraine (*Kodeks Ukrainy pro administratyvni pravoporushennia*, 2022, art. 77-1), the cases of unauthorized burning of grass within the Sovky tract are quite common. Burning of grass stand causes the death of rare species of plants and insects in the soil, plant litter and grass, the destruction of seeds on the surface and in the upper layers of the soil. Disruption of natural vegetation cover promotes the penetration of alien species into the local flora, which destroys the integrity of the original grass stand and deteriorates the forage base of pollinating insects. The products of combustion of snag stand increase air pollution, the quality of which is already low due to the impact of highways and construction works in the areas adjacent to

the ponds. The burning of coastal biocenosis surrounding Sovski Ponds leads to the disruption of wetlands ecosystem services that are vital for the local community, including in particular the limit ability to break down wastes, to filter soil moisture, to produce oxygen, and to absorb carbon dioxide, to maintain biotic and genetic diversity, etc. (Table 1). The littering of the territory of the natural boundary with solid household and construction waste has become significant. Motor vehicles and construction works add severe noise pollution in the areas adjacent to the ponds. All this together causes the synergistic effect of urban impact on the unique wetlands of Kyiv.

Since the final decision on establishment of an eco-park within the territory of Sovski Ponds has not been taken yet, it should be noted that the concept of "eco-park" is very generalized. For example, the official website defines Global

Green Eco-Park as "a fully inclusive integrated biosphere program for any object that provides stability at all levels" (*Eco Parks*, 2022). In Ukraine, the project of O. Feldman for family recreation with entertainments and a zoo in the suburbs of Kharkiv city, and a small square in the center of Kiev city with solar panels, art object and a cover made of recyclable wastes are also considered as an eco-park. If something similar is implemented within the territory of the lower cascade of Sovski Ponds, it will not have any conservation status. The primary purpose of preservation of urban wetlands is the protection of rare species of plants and animals, as well as their natural habitats and the entire ecosystem, not just landscaping and recreational development. In view of this, we consider it appropriate to include this small island of wild nature located in the center of the city in the Nature Reserve Fund (NRF) of Kyiv.

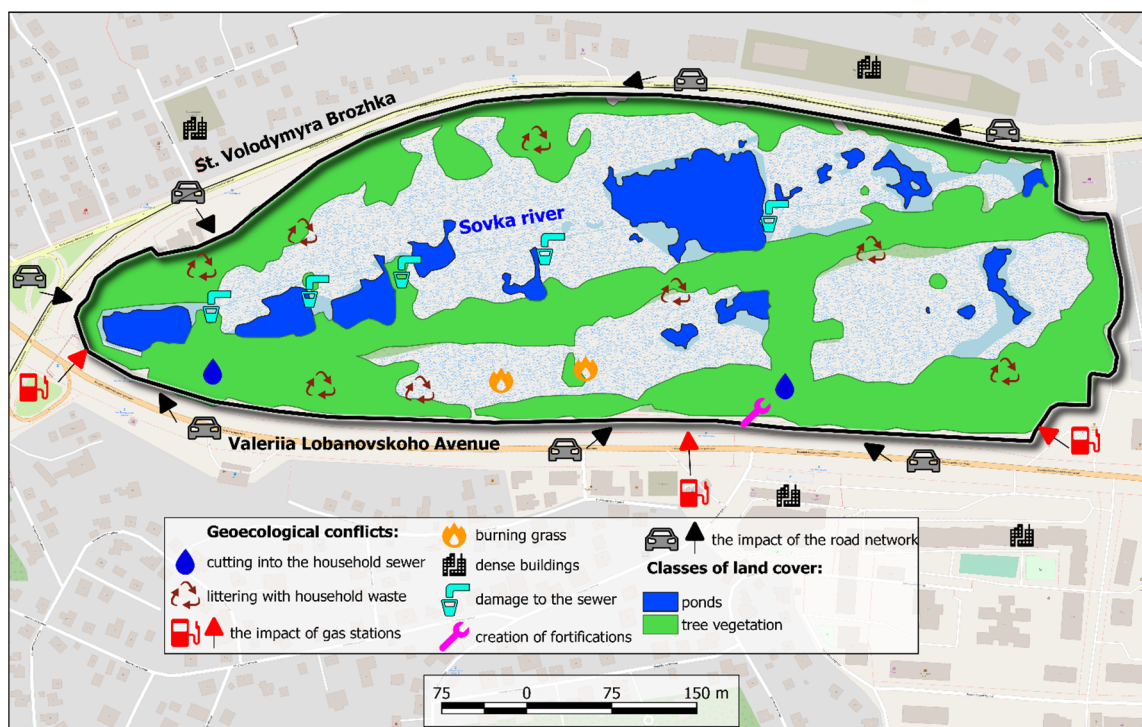


Fig. 3. Geoeological conflicts within the Sovky tract

Five years ago, environmentalists made a proposal to create a landscape reserve of local significance within the territory of the lower cascade of Sovski Ponds (*Polianska et al.*, 2017), but this proposal was not considered by Kyiv Authorities. At that time, the studied area was leased by the developer. Currently, there is every reason for establishment of a Regional Landscape Park (RLP) with the conditional name "Sovky." The choice of this category of NRF completely meets the requirements of current legislation, according to which the purpose of establishment of RLP is to preserve the natural state of typical or unique natural complexes, and to provide conditions for organized recreation. The tasks entrusted to RLP have also been clearly defined: preservation of valuable natural complexes and objects, creation of conditions for efficient recreation in natural conditions with observance of the nature protection regime (*Pro pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy*, 2021, art. 23). As to the improvement of the territory, the immediate purification of water bodies, including Sovski Ponds, is provided for by the draft Master Plan of Kyiv city by 2040 (*Proiektom Henplanu Kyiev*

a peredbacheno, 2020). Granting the official status of a conservation area will make the development, pollution and littering of the city's unique wetlands impossible in the future.

The primary criterion of compliance of Sovky natural boundary with the requirements for the category of NRF of Ukraine "Regional Landscape Park" shall be rich diversity of flora and fauna and presence of typical and rare plant communities within its territory. If an eco-park is established, you will not avoid the risk of transformation of Sovski Ponds with the surrounding area into a city park of culture and rest where the recreational flows are not controlled in any way. Under such conditions, the preservation of unique wetlands will be extremely difficult. Of course, the status of NRF territory shall not provide the unquestionable guarantees that visitors will comply with all environmental requirements, especially in the specific conditions of the urban environment. For example, these requirements are not met in RLP "Partyzanska Slava" in Darnytskyi district of Kyiv, which was included in the NRF of Ukraine in 1994. During the entire period of its operation, this Park has not become

a full-fledged environmental institution. The numerous attempts of illegal development, uncontrolled entry of vehicles and mass felling of perennial plantings throughout its territory are recorded here. Administrative buildings, trade tents and attractions, food establishments, etc. are located on

the illegally seized land plots of the Park. Due to the lack of valuable natural complexes and objects, the reserved zone of RLP "Partyzanska Slava" is only 0.21% of its total area (Havrylenko, & Tsyhanok, 2019), which gives visitors the reason not to perceive the Park as an institution of NRF.

Table 1. Consequences of geoeological conflicts of the Sovky tract

Urban impact	Consequences of the impact	Disturbed ecosystem services of wetlands
Clogging of the sewer between the ponds, violation of the tightness of the sewer pipe	Transfusion of sewage into ponds, pollution of water bodies, the emergence of unpleasant odors, difficulty accessing oxygen	Regulation of the microclimate, distribution of moisture and nutrients in the soil, provision of fresh water, dissolution of effluents, preservation of habitats of animals and plants rare species, regulation of groundwater levels
Car wash on the coast of Sovski ponds	Pollution of reservoirs and air above them, underground aquifers, violation of the whole grassland, soil compaction	Water purification, filtration of pollution, cultural and aesthetic, accumulation of greenhouse gases, prevention the penetration of invasive species, regulation of local watercourses, microclimatic control
Operation of gas stations close to the tract	Groundwater pollution in case of emergency fuel spills, air pollution due to evaporation of petroleum products and car exhaust	Fresh water supply, microclimate regulation, water purification, groundwater level regulation, soil quality maintenance, soil filtration, air quality regulation, waste adsorption
Littering with household and construction waste	Congestion of the territory, destruction of plants within meadow biotopes and certain areas of coastal biocenosis, air pollution	Soil moisture filtration, waste decomposition, genetic material, pollination, floristic biodiversity, microclimatic control, soil formation, oxygen production and carbon dioxide absorption
Developed road network around the tract	Pollution of surface water bodies and groundwater aquifers, littering of coastal habitats	Erosion control, absorption of carbon dioxide and air pollutants, maintenance of soil quality, regulation of surface and soil moisture reserves, filtration of water into the soil, evaporation and retention of precipitation
Spring burning grass	Fragmentation of wetlands, air pollution, destruction of rare plants and their habitats, depletion of the forage base of important pollinating insects	Nitrogen uptake, soil formation, soil moisture replenishment, nutrient and water cycles, biodiversity maintenance, trophic chain conservation, adverse climatic mitigation, pollination
Dense residential buildings in the areas adjacent to the tract	Reduction of populations of rare species, synanthropization of flora and fauna, simplification of the structure of biocenosis, destruction of established ecosystem links	Ecological-educational, cultural-aesthetic, scientific-cognitive, regulation of air quality, reduction of noise pollution, preservation of habitats of rare plants and animals, mitigation of consequences of natural meteorological phenomena
Unauthorized cutting into the household sewer and sewage disposal into the Lybid River and ponds	Contamination of water bodies with untreated effluents, the appearance of unpleasant odors, the influx of organic matter and the intensification of eutrophication	Water purification, waste adsorption, retention of moisture and nutrients in the soil, maintenance of genetic and species biodiversity, preservation of waterfowl habitats
Creation of fortifications (trenches and shafts) on the side of V. Lobanovskoho Avenue	Violation of the integrity of the soil cover and the original grass, the destruction of natural habitats of plant and animal species	Maintenance of soil formation processes and nutrient cycles, absorption and accumulation of carbon and other greenhouse gases, regulation of microclimate and groundwater level, protection against erosion

In view of this, the feasibility of the establishment of a regional landscape park instead of the planned eco-park requires more detailed substantiation and discussion. The main advantage of a regional landscape park over other categories of NRF, in particular landscape reserve, is the ability to divide the RLP into functional zones, and thus to reliably conserve the most vulnerable areas with the most valuable biodiversity by way of their inclusion in the conservation area. Any conservation area within the territory of a city cannot function properly without solving all the issues caused by the impact of the urban environment, in particular compliance with the regime of functional zones, streamlining the recreational pressure, protection from illegal development, etc. (Koynova & Zavadovich, 2005). Uncontrolled recreational activity will lead to the inevitable degradation of the most significant wetland ecosystem services. Therefore, the residents of the residential areas adjacent to Sovski Ponds shall have the opportunity to choose one of two options: either mass recreation and entertainments, or conservation in the natural state of the habitats of rare species subject to certain restrictions and prohibitions from participating in recreational activities.

Therewith, it is very important to avoid the mistakes and miscalculations made in the process of design of such urban protected areas, including in the city of Kyiv. Keeping the coastal margins of the ponds free from household, construction and other litter; stopping the discharge of domestic sewage into the Sovka River and into the ponds; maximum possible restoration of natural vegetation; cleaning of banks, reach and bottoms of ponds; regulation of the water regime within the territory; enhanced protection of rare species of flora and fauna and their habitats should be among the priority measures that are necessary for preservation of Sovski Ponds and the abandoned surrounding area.

Conclusions and prospects of the research. In view of the rapid intensification of urbanization processes around the world, the issues of preservation of small islands of unchanged natural landscapes are relevant in every city. The development of Kyiv city is accompanied by the destruction of green areas, pollution of water bodies and air, reduction of recreational areas and deterioration of public health. In different parts of the capital, the disputes regularly erupt between the developers and the local residents that

81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%B2_1_.docx (in Ukrainian)

14. Proiektom Henplanu Kyieva peredbacheno zakhody iz zakhystu vodoim (2020). [The draft Master Plan of Kyiv provides for measures to protect water bodies]. *Official portal of Kyiv*. Retrieved from https://kyivcity.gov.ua/news/proiektom_genplanu_kyieva_peredbacheno_zakhodi_iz_zakhystu_vo_doym/ (In Ukrainian).

15. Pro pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy: Zakon Ukrainy № 2456-XII, red. vid 08.08.2021. [On the nature reserve fund of Ukraine: Law of Ukraine № 2456-XII, ed. from 08.08.2021]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (in Ukrainian)

16. Pro zatverdzhennia Prohramy rozvytku zelenoi zony m. Kyieva do 2010 roku ta kontseptsii formuvannia zelenykh nasadzen v tsentralnii chastyni mista: Rishennia Kyivskoi miskoi Rady № 806/3381 vid 19.07.2005 roku. [On approval of the Program of development of the green zone of Kyiv until 2010 and the concept of formation of green plantations in the central part of the city: Decision of the Kyiv City Council № 806/3381 of 19.07.2005]. Retrieved from http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/I_docki2.nsf/alldoc/WWW/F568AC23F047A944C22573C00053FA80?OpenDocument (in Ukrainian)

17. Prychepa M. V. (2019). Vydovyi sklad i naseleennia khyzhkykh ta hydrofilnykh ptakhiv luk i vodno-bolotnykh uhid okremykh chastyn Kyieva ta yoho okolyts. [Species composition and communities of raptors and hygrophilous birds of meadows and wetlands in some parts of Kyiv and its outskirts]. *Berkut*, 28(1-2), 6-14. Retrieved from <http://aetos.kiev.ua/berkut/berkut28/berkut28-02.pdf> (in Ukrainian)

18. Prydatko-Dolin, V. (2008a). Sovski ozera: pronyknennia kriz zvychai. [Sovki lakes: penetration through the ordinary]. Retrieved from <http://pryroda.in.ua/stepan/sovski-ozera-pronyknennia-kriz-zvychajne/> (in Ukrainian)

19. Prydatko-Dolin, V. (2008b). Sovski ozera: zakhopliiucha biotogeoinformatyka. [Sovki lakes: exciting biotogeoinformatics]. Retrieved from

<https://pryroda.in.ua/stepan/sovski-ozera-zaxoplyuyucha-biotogeoinformatyka/> (in Ukrainian)

20. Quin, A., Jaramillo, F., Destouni, G. (2015). Dissecting the ecosystem service of large-scale pollutant retention: The role of wetlands and other landscape features. *Ambio*, 44, 127–137. DOI: 10.1007/s13280-014-0594-8

21. Shahjahan, A. T. M., Ahmed, K. S., Said, I. B. (2020). Study on Riparian Shading Envelope for Wetlands to Create Desirable Urban Bioclimates. *Atmosphere*, 11, 1348. DOI: 10.3390/atmos11121348

22. Sovski stavky – khmarochosy chy ekopark? (2021). [Sovski ponds – skyscrapers or an ecopark?]. Retrieved from <https://kyiv.comments.ua/ua/article/society/developments/1787-sovski-stavki-hmarochosi-chi-eko-park.html> (in Ukrainian)

23. The Ramsar Convention Manual: A guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971). Ramsar Convention Secretariat. (2013). Retrieved from <https://aquadocs.org/handle/1834/330>

24. United Nations. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. Technical Report. (2018). Retrieved from <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210043144>

25. Vodno-bolotni uhiddia Ukrainy. Dovidnyk / pid red. H. B. Marushevskoho, I. S. Zharuk. (2006). [Wetlands of Ukraine. Directory]. Kyiv: Wetlands International (In Ukrainian).

26. Ye, P., Hao, X., Cao, Y. (2018). Analysis on Ecological Protection of Urban Wetland. *Natural Resources Conservation and Research*, 1. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/6cb4/0e99d03bc22b3b7d458b695332184243c9f9.pdf>

27. Zhou, J., Wu, J., Gong, Y. (2020). Valuing wetland ecosystem services based on benefit transfer: A meta-analysis of China wetland studies. *Journal of Cleaner Production*, 276, 122988. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122988

Надійшла до редколегії 25.05.22

П. Шищенко, д-р геогр. наук, проф.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

О. Гавриленко, канд. геогр. наук, доц.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Є. Циганок, канд. геогр. наук, лаб.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Н. Муніч, канд. пед. наук, доц.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕГРАДОВАНИХ МІСЬКИХ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ (НА ПРИКЛАДІ СОВСЬКИХ СТАВКІВ У КИЄВІ)

Статтю присвячено проблемі збереження міських водно-болотних угідь як найуразливіших цінних екосистем в умовах стрімкої урбанізації, які необхідно зберігати й охороняти. Досліджено сучасний стан урочища Совки у середмісті Києва, у межах якого розташовано водно-болотні угіддя (ВБУ) нижнього каскаду Совських ставків. Попри потужний урбаністичний вплив, виявлено багате видове флористичне й фауністичне різноманіття досліджуваної території. Цінність міських ВБУ для Києва визначається життєво необхідними екосистемними послугами, які надаються місцевій громаді. До таких послуг належать, насамперед, регулювання мікроклімату, розподіл вологості й поживних речовин у ґрунті, збереження оселищ рідкісних видів тварин і рослин, регулювання рівня ґрунтових вод, фільтрація забруднень, адсорбція відходів, продукування кисню й поглинання вуглекислоти, поліпшення якості води, пом'якшення наслідків зміни клімату, створення сприятливих умов для відпочинку населення тощо.

У результаті проведення натурних обстежень урочища Совки зазначено повний занепад території та деградацію цінних ВБУ. Досліджено головні геоекологічні конфлікти, зумовлені засміченням території побутовими й будівельними відходами, стійким забрудненням водойм неочищеними стоками через несанкціоновані врізання жителів у побутову каналізацію, хімічним і шумовим забрудненням з боку дорожньої інфраструктури, весняним випалюванням травостою тощо. Просторову локалізацію всіх конфліктів у межах урочища Совки відображено на відповідній картосхемі. Показано негативні наслідки тривалого нерозв'язання зазначених конфліктів для функціонування ВБУ та якості екосистемних послуг, які вони надають.

З огляду на перспективу розбудови на досліджуваній території екопарку й загальні уявлення щодо сутності цього поняття, нами запропоновано включити ВБУ урочища Совки до складу природно-заповідного фонду Києва. Згідно з діючим законодавством ця територія відповідає всім критеріям категорії "регіональний ландшафтний парк" (РЛП). Головною метою збереження унікальних міських ВБУ є охорона рідкісних видів рослин і тварин та їхніх природних оселищ, що можливо лише в умовах передбаченої в РЛП заповідної зони. Крім того, надання офіційного статусу природоохоронної території унеможливить забудову й засмічення унікальних міських ВБУ в майбутньому.

Ключові слова: міські водно-болотні угіддя, геоекологічні конфлікти, Совські ставки, урбаністичний вплив, природоохоронна територія.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.83.2>
UDK 502.2.05:504.453

Z. Hostiuk, PhD Geography
ORCID ID: 0000-0001-5809-4482
Hutsulshchyna National Nature Park, Kosiv, Ukraine

M. Karabiniuk, PhD Geography
ORCID ID: 0000-0001-9852-7692
Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

O. Burianyk, PhD Geography
ORCID ID: 0000-0003-1596-0461
Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

PECULIARITIES OF FLOODS ON THE TERRITORY OF POKUT CARPATHIANS

The article analyzes the peculiarities of floods in Pokut Carpathians. It is determined that the main causes of floods are the amount and intensity of precipitation, features of geomorphology and hydrography of the study area. The peculiarities of the geomorphological structure of the territory, the differences of geomorphology between the middle and low mountain parts of Pokut Carpathians are found out. The middle mountains are characterized by significant vertical and horizontal dissection of the terrain, the predominance of narrow and deep river valleys, the presence of large catchments in the upper reaches of rivers. The lowlands are represented by symmetrical ridges with wide ridges, steep and sloping slopes, which are divided by relatively wide river valleys. Determining the steepness of Pokut Carpathian slopes, it was found that steep and very steep slopes occupy more than 18% and are located in the upper reaches of rivers, and steep slopes occupy almost half of the study area and this criterion increases the possibility of sudden floods. Analyzing the geomorphology of Pokut Carpathians, it was found that the formation and development of floods largely depends on the geomorphological features of the territory. The dependence of floods on the hydrographic features of rivers and their basins has been established. It has been found that rivers are characterized by a branched river system in the upper and middle reaches, and the lower reaches are mainly one artery, where all the water accumulates during floods. In addition to the above-mentioned, the formation and development of floods are also influenced by soils, which in mountain conditions are formed on hard geological rocks and are often poorly permeable and have a small depth of soil profile, which in turn do not absorb much moisture. As for the forest cover of the study area, it is determined that it is more than 57 %, but even such a percentage of forests in the event of a sudden and large rainfall can not contain excess water. We present the results of meteorological indicators, including rainfall and heavy rains over 15 years, at two observation points- Variatyn Hydropower and Hutsulshchyna National Nature Park Meteorological Posts. It was found that heavy floods usually occur in June-July, the amount of precipitation at VariatynHydropower Plant is always higher than at Hutsulshchyna NNP meteorological point. After analyzing the course of intense rains over fifteen years at two observation points, it was determined that VariatynHydropost is characterized by heavy rainfall more often than Hutsulshchyna NNP meteorological point. According to the analysis of the data of VariatynHydropost and Hutsulshchyna NNPMeteorological Station for the period 2005–2020, 65 and 53 days were recorded, respectively, with heavy rains. It has been studied that the greatest and largest floods during the observation period in Pokut Carpathians were recorded on Cheremosh, ChornyCheremosh, Rybnytsia, Pistynka, Liuchkarivers on July 24–28, 2008, July 7–8, 2010 and June 23, 2020.

Keywords: flood, precipitation, river, meteorological indicators, hydropost, meteorological post, relief, Pokut Carpathians.

Relevance of research. The studied region is characterized by a unique history of development, geological structure, geomorphological features, surface waters and diversity of natural landscapes. This combination of natural conditions is favorable for the development of physical and geographical processes. One of them is hydrometeorological phenomena, in particular – floods, which are characteristic of all major rivers of Pokut Carpathians. Floods are mainly characterized by short-term increases in costs and water levels caused by heavy rains or melting snow. Mostly, there are floods due to heavy rains in summer. In addition to the amount and intensity of precipitation on the formation of floods have a significant impact on the geological structure and geomorphological features of the territory, the structure of the river basin and vegetation. In addition, floods contribute to the development of erosion processes, landslides, landslides. Floods can also result in changes in the landscape structure of the territory, the disappearance of some landscape complexes and the emergence of others, for example, during a flood changes the riverbed, water can destroy the first floodplain terrace and in its place pave the riverbed, the whole slope can be neutralized floodplain terraces due to the incision of the channel into the depth, etc. In addition to changes in landscape complexes, floods cause significant damage to infrastructure (destruction and damage to houses, roads, bridges, coastal fortifications, power lines, tourist infrastructure), agriculture (destruction and damage of agricultural plantations, hayfields and plantings).

Therefore, there is a need for research on the causes of floods, their prediction, passage and measures to minimize their impact on the community.

Analysis of recent research and publications. Pokut Carpathians is one of the regions of the Ukrainian Carpathians, where the research of surface waters of the studied region was carried out the least. Studies of the river network of this territory were performed in the context of either the Ukrainian Carpathians or individual regions (Voropai, Kunytsia, 1966; Herenchuk, Koinov, Tsys, 1964; Herenchuk, 1968; Herenchuk, 1973; Vashchenko, Yevtushko, Brytan, 2003; Litopys pryrody Hutsulshchyna NNP; 2004); Stefurak, Brusak, Derzhypilskyi (Eds.) 2013). Prerequisites for the formation, dynamics and course of floods in Pokut Carpathians were studied by Hostiuk Z. V., Lavruk M. M., Pelypeyko I. A. and others (Hostiuk 2014; Lavruk, 2005). Particular attention was paid to the study of the consequences of floods by Fedunkiv Z.B., local press and Internet sources (Fedunkiv, 2010). Despite the favorable conditions of floods in Pokut Carpathians, the study of the hydrological regime of rivers is practically not carried out, except for Variatyn River, ChornyCheremosh creek, where Variatyn Hydropower Station which is subordinated to Carpathian Selestokov Station (Yaremche) located (Hidrolohični shchorichnyky Karpatskoi selestokovoї stantsii 2005–2020).

Purpose of the study. The purpose of this study is to identify the main causes of floods in Pokut Carpathians, the

possibility of their prediction, forecast the dynamics of the passage and minimize the consequences.

Methods and methodology. The main approach we used in the study was systematic – a combination of several research methods to achieve this goal. In addition to the approaches, a number of methods were used: landscape, basin, geoinformation, aerospace, descriptive and statistical. To begin with, we processed literature sources and used geoinformation, aerospace, basin and landscape approaches on the basis of which we created a geoinformation database, including geological structure, river network and its basins, slope steepness, forest cover, etc. We have repeatedly conducted our own field research during heavy rains, which resulted in floods. Materials of meteorological indicators of VariatynHydropost and Hutsulshchyna NNP were collected, where the statistical method was used to analyze the relevant indicators.

Resultsof research. As already mentioned, the main causes of floods are the amount and intensity of precipitation, geomorphological features, the structure of the river basin and the presence of certain vegetation.

Pokut Carpathians are located in the southeast of Skyb Carpathians. In the northeast they border the outer zone of the Precarpathian Depression, in the southeast – with the Bukovyna Carpathians, the southwestern border is consistent with the border of Krosne zone andSkyb cover, in particular, the boundary of Parashka part, and in the northwest the boundary runs along transverse tectonic faults fixed by Volovyi, Pistynka, Sukhyi, and Lyuchka rivers (Vashchenkoetal., 2003, "Zakhidukrgeologiya" archive materials of the State Enterprise (1968–1985), Hostiuk, 2021).

Analyzing the geomorphological features of Pokut Carpathians, we can conclude that they are somewhat different from each other. For the middle mountains, which are formed on Skyb cover, they are characterized by asymmetry of mountain ranges (steep northeastern and sloping southwestern slopes), significant vertical and horizontal dissection of the terrain, the predominance of narrow and deep river valleys, the presence of large peaks rivers. The relief of Pokut lowlands is formed on Boryslav-Pokut cover of the Inner Zone of Precarpathian Depression (Herenchuk, Koinov, Tsys, 1964; Kravchuk, 2005; Liashchuk, 1963; Tsys, 1956). Pokut lowlands are symmetrical ridges with wide ridges, steep and sloping slopes that stretch from northwest to southeast and are divided by relatively wide river valleys. The ridges are characterized by absolute heights of 700–1000 m above sea level. They form several low-mountain ranges: Lebedyn-Kamenystyi, Karmatura-Khomynskiy, Brusnyi-Sokilskiy-Rozhen, Ploskyi-Hlynystyi, Maksymets (Kravchuk, 2005). The valleys of the transverse rivers Pistinka, Rybnitsa, Cheremosh divide the ridges into separate segments. They are deeply incised and have up to five terraces, often in the channels of these years the native rocks come to the surface, forming waterfalls and gullies (Fig. 1).

Analyzing the steep slopes of Pokut Carpathians, it was found that the largest area is occupied by slightly sloping slopes, sloping slopes, and steep slopes – 42 % and very

gentle ones, gentle – 37 %, much less – steep and very steep slopes – 18 % and the smallest areas are steep slopes – 3 % (Fig. 1) (Hostiuk, 2021). The peculiarity is that large catchments are located at the top of rivers among steep and very steep slopes and during heavy rains water in large volumes, at high speed and in a short period of time flows into the middle and lower reaches of rivers, where it forms large floods in the main waterways.

The surface waters of Pokut Carpathians are mainly represented by rivers belonging to Prut basin. The largest rivers in the study area are Cheremosh, Chornyi Cheremosh, Berezhnytsia, Rybnitsia, Pistynka, Liuchka, which have mixed nutrition with a predominance of rainwater (Fig. 1). The river valleys of Pokut Carpathians are characterized by a significant thickness of alluvium in the floodplain and on all basement terraces (Herenchuk (Eds.) 1973; Liashchuk, 1963). Almost all rivers have an extensive tree-like river system and flood mode with sharp fluctuations in water runoff, sediments, intensity of channel processes, unstable and short-term icefall on rivers, possible congestion. Almost all river basins of the studied region have a tree-like structure.

Analyzing the availability of forest cover, we found that forests in Pokut Carpathians occupy 57.9 %, meadows – 22.7 % and residential areas are 19.3 %. Analyzing the distribution of land in Pokut Carpathians in the middle and low mountain landscapes, which cover an area of 209.2 km² and 453.6 km², respectively, it was found that forests in the middle mountains cover an area of 70.5%, while in the lowlands. and – 52.7 %. Meadow areas occupy almost the same area, as in the middle mountains 22.1% and in the lowlands 22.2 %. There is a significant difference between the areas of settlements, as in mid-mountain landscapes they are 7.3 %, and in low-mountainous – 24.9 %, respectively, from the area of mid-mountain and low-mountain (Hostiuk, 2021). Despite the relatively high percentage of forest cover in the study area, when a large amount of precipitation falls, neither the forest nor the soil can absorb too much water, the excess of which in the form of small streams flows to the main rivers.

Since the occurrence of hydrometeorological phenomena mainly depends on climatic conditions, we conducted a detailed analysis of certain meteorological indicators at two observation points located in Variatyn river basin (Variatyn Hydropost) and Rybnitsia river basin (Hutsulshchyna NNP Meteorological Station) during fifteen years (2005–2020). Variatyn Hydropower Station is subordinated to the Carpathian Celestial Station (Yaremche), founded in 1965 on Variatyn River in Chornyi Cheremosh Basin, located in the middle mountains of Pokut Carpathians at an altitude of 596.4 m above sea level. Hutsulshchyna NNP Meteorological Station was established in 2005 and is located in the area of the low-mountainous Pokut Carpathians in Rybnitsia River valley at an altitude of 370.8 m above sea level (Hidrolohichni shchorichnyky Karpatskoi selestokovoi stantsii 2005–2020; Litopys pryrody NPP "Hutsulshchyna" 2013).

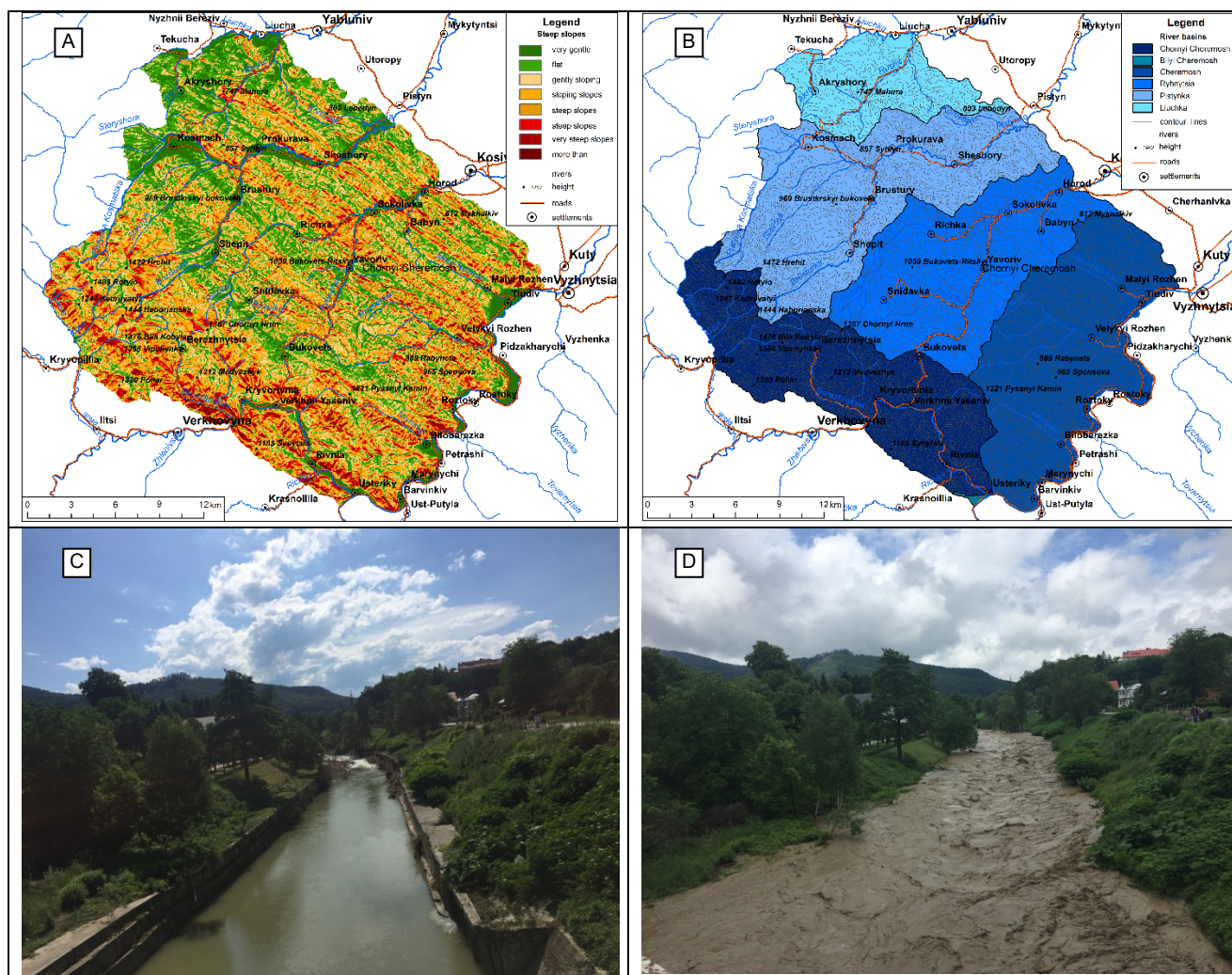


Fig. 1. A) Steepness of the slopes of Pokut Carpathians (built in ArcGIS on the basis of SRTM); B) River network of Pokut Carpathians; C, D) Periods and flood of 2020, Rybnitsa river

In general, the Pokut Carpathians region is characterized by temperate, mountain-friendly climate with sufficient humidity – annual rainfall ranges from 700 to 1100 mm (Table 1) (*Hidrolohichni shchorichnyky Karpatskoi selestokovoi stantsii 2005–2020; Litopys prutsuly NPchy; Chronicles of Nature NPP "Hutsulshchyna" 2018; Chronicles of Nature NPP "Hutsulshchyna" 2020; Hostiuk, 2019*).

Comparing the data at the two observation points for 15 years, it was found that the amount of precipitation at Variatyn Hydropower Plant is always higher than at Hutsulshchyna NNP meteorological station (Table 1).

According to the analysis of the data of Variatyn Hydropost and Hutsulshchyna NNP Meteorological Station for the period 2005–2020, 65 and 53 days were recorded, respectively, with heavy rains (Table 1). Under the heavy rains we mean precipitation of 27 mm or more during the day (*Hostiuk, 2021*).

After analyzing the course of heavy rains over fifteen years at two observation points, it was found that Variatyn Hydropost is characterized by heavy rainfall more often than Hutsulshchyna NNP Meteorological Station. This is due to the difference in absolute altitudes and the peculiarity of the location of observation points (Pokut Middle Highlands is a kind of orographic barrier to the movement of moist southwestern air masses). Analyzing the dynamics of days

with heavy rains over the years, it can be noted that 2007, 2012, 2017, 2018 were significantly different years, when in Variatyn Hydropost it was recorded significantly more days with rainfall of more than 27 mm/day than Hutsulshchyna NNP Meteorological Station (*Hidrolohichni shchorichnyky Karpatskoi selestokovoi stantsii 2005–2020; Litopys pryrody NPP "Hutsulshchyna" 2013; Litopys pryrody NPP "Hutsulshchyna" 2018; Litopys pryrody NPP "Hutsulshchyna" 2020*).

As you know, the amount of precipitation mainly depends on the water level in rivers. Thus, on the rivers of Pokut Carpathians during the study period there were quite variable fluctuations in water levels. Usually the highest water level in the spring after the snow melts and in the first half of summer during a significant amount of precipitation. At the end of August, the water level drops to normal and by the end of the year can fluctuate, usually within 10–20 cm.

Floods are typical for the terraced bottoms of the river valleys of Chermosh, Chornyi Chermosh, Rybnitsa, Pistynka, Liuchka and their creeks. Catastrophic floods, which are formed as a result of precipitation with a daily maximum of more than 70 mm/day, cause special damage. The greatest and largest floods during the observation period in Pokut Carpathians were recorded on July 24–28, 2008, July 7–8, 2010 and June 23, 2020 (*Hostiuk, 2021*).

Table 1. Heavy rains in Pokut Carpathians during 2005–2020
(according to Variatyn Hydropost and Hutsulshchyna NNP Meteorological Station)

(HidrolohichnishchorichnykyKarpatskoiselestokovoistantsii 2005–2020; LitopyspryrodyNPP "Hutsulshchyna" 2013;
LitopyspryrodyNPP "Hutsulshchyna" 2018;
Litopys pryrody NPP "Hutsulshchyna" 2020)

Variatyn Hydropost			Hutsulshchyna NNP Meteorological Station)		
Year	Date	Precipitation, mm	Year	Date	Precipitation, mm
2005	31.05	38,2	2005	01.06	35,5
	09.06	43,2		17.08	66,0
	07.08	27,3		19.08	76,5
	17.08	51,7		24.08	34,5
	18.08	56,0		14.09	37,5
	19.08	38,7		17.10	28,2
	24.08	29,9		20.10	33,5
	Total per year	973,3		Total per year	635,9
2006	15.06	37,6	2006	30.07	50,0
	26.05	37,3		05.08	34,5
	11.08	51,5		11.08	45,5
	Total per year	889,7		27.08	35,5
				Total per year	677,2
2007	07.05	27,6	2007	12.09	49,0
	09.05	32,8			
	25.05	44,2			
	05.07	31,0			
	11.07	28,0			
	06.09	40,4			
	12.09	36,4			
	19.09	28,0			
	Total per year	1136,6		Total per year	751,3
2008	24.06	42,3	2008	16.04	27,25
	15.07	28,6		23.07	37,5
	24.07	66,8		24.07	51,25
	25.07	104,7		25.07	120,0
	26.07	77,3		26.07	46,25
	27.07	46,8		27.07	31,6
	05.10	28,2		16.09	33,75
	Total per year	1253,9		Total per year	1005,4
2009	12.07	30,6	2009	24.06	31,5
	06.08	59,1		14.10	29,5
	13.10	38,8			
	Total per year	753,4		Total per year	608,1
2010	18.05	42,8	2010	18.05	32,0
	21.05	34,5		22.06	34,75
	22.06	75,4		23.06	60,0
	23.06	62,6		20.06	33,0
	26.06	31,0		28.06	60,0
	08.07	90,0		08.07	119,5
	27.07	35,8		27.07	34,0
	Total per year	1349,1		07.08	61,0
				Total per year	1143,5
2011	02.06	28,8	2011	02.06	30,5
	28.06	37,6		29.06	40,0
	26.07	28,6		11.07	29,2
	Total per year	693,9		30.07	50,0
				Total per year	478,1
2012	24.05	30,2	2012		-
	05.06	38,7			
	30.07	33,0			
	Total per year	758,4		Total per year	454,8
2013	15.05	31,9	2013	12.09	50,75
	22.06	50,3			
	18.09	36,9			
	Total per year	787,0		Total per year	620,2
2014	15.05	72,6	2014	15.05	59,5
	Total per year	824,2		26.07	65,0
2015	26.05	40,6	2015	Total per year	520,6
				26.05	41,75
				16.06	37,25
	Total per year	728,3		20.11	40,5
				Total per year	396,0

Continuation of table 1

Variatyn Hydropost			Hutsulshchyna NNP Meteorological Station)		
Year	Date	Precipitation, mm	Year	Date	Precipitation, mm
2016	2.06	30,2	2016	11.10	32,2
	17.07	41,8		Total per year	625,0
	Total per year	809,2		8.06	60
2017	20.04	29,1	2017	5.09	28
	8.06	28,4		Total per year	601,6
	25.07	43,4		15.06	46,6
	23.09	49,5		1.08	43,2
	Total per year	821,8		Total per year	706,0
2018	18.03	27,9	2018	1.05	52,3
	24.07	49,6		6.06	79,5
	29.06	31		24.06	40,9
	15.09	34,4		27.06	37,8
	Total per year	948,2		Total per year	862,5
2019	2.05	76,1	2019	13.06	29,3
	7.06	56,3		17.06	31,7
	23.06	76,3		21.06	43,2
	24.06	32,5		22.06	93,4
	Total per year	1176,3		23.06	58,6
2020	15.06	31,4	2020	Total per year	960,0
	16.06	37,8			
	20.06	45,9			
	21.06	30,2			
	22.06	68,1			
	Total per year	1218,5			

The flood of July 23–28, 2008 covered not only Pokut Carpathians, but the entire western region of Ukraine. The floods were caused by heavy rains for five days, accompanied by thunderstorms. The highest precipitation fell on July 25, 2008 – 120 mm/day according to Hutsulshchyna NNP Meteorological Station and 104.7 mm/day according to the hydropost. Due to heavy rains, the water level in the rivers rose to 4 meters and more (*Litopyspryrody NPP "Hutsulshchyna" 2013; Litopyspryrody NPP "Hutsulshchyna" 2018; Litopyspryrody NPP "Hutsulshchyna" 2020; Litopyspryrody NPP "Hutsulshchyna" 2020; Hostiuk, 2014*). Rainfall was probably much higher in the upper reaches of the rivers. As one of the consequences of the flood, physical and geographical processes began to manifest themselves intensively, in particular, many villages, landslides, and the development of lateral and bottom erosion intensified.

The flood of 2010 was local in nature, which was recorded only in two waterways of the study area – Rybnitsa and Cheremosh rivers. The water level in Rybnitsa River was higher than in 2008 and was 4.5 meters, and in some places reached six meters (*Prorochuk, Stefurak, Brusak, Derzhypil'skyi (Eds.) 2013; Litopyspryrody NPP "Hutsulshchyna" 2013; Hostiuk, 2021*). On the night of July 7–8, the weather station recorded 90 mm/day, in the upper basins of Rybnitsa and Cheremosh the amount of precipitation was much higher (*Litopyspryrody NPP "Hutsulshchyna" 2013; Hostiuk, 2021*). The water level in Rybnitsa was the highest in the last half century (*Hostiuk, 2014*).

The flood of June 23, 2020 occurred due to heavy rains the day before and heavy rain at night in the upper reaches of Rybnitsa, Cheremosh, Pistynka rivers from 22 to 23 June. Heavy rain was recorded at 9.00 am for 10 minutes at the Hutsulshchyna NNP Meteorological Station with 34.6 mm/rainfall (Fig. 1). The water level in some places in Rybnitsa River rose by 4.9 m in Cheremosh – by 5 m, in Pistynka – by 4.8 m (Fig. 1).

According to the results of our own observations on June 23, the duration of flood on the Rybnitsa River was one day. According to the results of Hutsulshchyna NNP

Meteorological Station, the amount of precipitation was 22.06. 2020 – 33.9 mm, 23.06.2020–34.6 mm. The intensity of water uplift during the flood was 3 m/3 hours during the most intense period of flood. The most intense period of the flood was from 9.00 o'clock. 23.06.2020 to 16.00.23.06.2020, the peak was recorded at 12.30 23.06. 2020. The cause of the flood was heavy rains during the night of June 23, 2020 and heavy rain in the morning at 9:00. Since, in the lowlands of Pokut Carpathians, there is neither a hydro post nor a meteorological station in the upper reaches of any river, the amount of precipitation can only be predicted. The consequences of floods are bottom and side erosion, landslides and landslides, as well as damaged roads, power lines, farm buildings, agricultural land.

Conclusions. Analyzing the peculiarities of floods in Pokut Carpathians, it is established that the main reasons are the amount and intensity of precipitation, geomorphological features, features of the river hydro network, soil and vegetation, which together create ideal conditions for the formation and development of floods. Floods are mainly caused by heavy rains, which are the main cause of rising water levels in rivers during summer. Sudden rises in water levels in rivers cause more than 27 mm of precipitation per day. During the study period, 65 and 53 days were recorded at the hydroposts and meteorological stations, respectively, with heavy rains. The highest amount of precipitation during the study period was recorded on July 25, 2008 – 120 mm/day according to Hutsulshchyna NNP Meteorological Station and 104.7 mm/day according to hydro post, and on the night of July 7–8, 2010 90 mm/day at the meteorological station. During the last 15 years, three major floods were recorded in Pokut Carpathians on July 24–28, 2008, July 7–8, 2010 and June 23, 2020 on Cheremosh, Chornyi Cheremosh, Rybnitsa, Pistynka, Liuchka and others. The water level in rivers in different years, during floods, rose by 4–6 m.

Based on research, it has been found that the study of the hydrological mode of rivers is necessary both from a scientific point of view and to prevent the occurrence of dangerous phenomena for the safety of the population living

here. It is determined that, however, in Pokut Carpathians insufficient research is conducted, more accurate and systematic studies of the hydrological mode of the rivers of Pokut Carpathians can not be carried out, because there is almost no material and technical base. As already mentioned, there are no hydroposts in the low mountainous part of the study area and this area remains a kind of white spot among the Ukrainian Carpathians. The lack of hydroposts in the upper and middle reaches of rivers makes it impossible to predict floods, in particular the intensity and level of water uplift. Research institutions located in Pokut Carpathians, in particular Hutsulshchyna NNP, is interested in conducting systematic hydrological research, in the future the institution is to purchase and install modern hydro posts on the largest rivers. Replenishment and renewal of material and technical base for hydrological research will ensure effective research in the field of hydrology and surface water research. One of the results of research should be the forecast of occurrence, formation of floods, the intensity of rising water levels, anticipation of damage caused by floods and previously implemented measures to reduce their destructive effects.

References

1. Vashchenko V. A., Yevtushko T. L., Brytan A. Y. (2003). Derzhavna heolohichna karta Ukrainy. Masshtab 1:200 000. Karpatska seria M-35-XXXII, L-35-II. Poisaniuvna zapyska. [State geological map of Ukraine. Scale 1: 200 000. Carpathian series M-35-XXXII, L-35-II. explanatory note]. Kyiv, 89 (In Ukrainian).
2. Voropai L. I., Kuniytsia M. O. (1966). Ukraini Karpaty: monohrafiia [Ukrainian Carpathians: monograph]. Kyiv. (In Ukrainian).
3. Herenchuk K. I., Koinov M. M., Tsyp P. M. (1964). Pryrodno-heohrafichni podil Lvivskoho ta Podilskoho ekonomichnogo raioniv: monohrafiia. [Natural-geographical division of Lviv and Podil economic districts: monograph]. Lviv: Lviv Publishing House. un-tu, 220 (In Ukrainian).
4. Herenchuk K. I. (Eds.). (1968). Pryroda Ukrainy Karpatska [Nature of the Ukrainian Carpathians]. Lviv University Press. I. Franko. (In Ukrainian).
5. Herenchuk K. I. (Eds.). (1973). Pryroda Ivano-Frankivskoi oblasti [Nature of Ivano-Frankivsk region]. Lviv University Press. I. Franko (In Ukrainian).
6. Hidrolozhichni shchorichnyky Karpatskoi selestokovoi stantsii. (2005–2020). [Hydrological yearbooks of the Carpathian celestial station]. Kyiv (In Ukrainian).
7. Hostiuk Z. V. (2014). Osoblyvosti prokhodzhenni i naslidky katastrofichnykh pavodkiv na terytorii Kosivskoho raionu v 2008 i 2010 rokakh. [Features of the passage and consequences of catastrophic floods in the Kosiv district in 2008 and 2010]. Problems of mountain landscape science. Lviv, 1. 35–40 (In Ukrainian).
8. Hostiuk Z. V. (2019). Monitoryng atmosferykh opadiv v landshaftakh Pokutskyykh Karpat. [Monitoring of precipitation in the landscapes of the Pokut Carpathians]. Long-term environmental observations: experience, problems, prospects: materials International. Science. seminar, Lviv, 49–52 (In Ukrainian).
9. Hostiuk Z. V. (2021). Landshaftni kompleksi Pokutskyykh Karpat: struktura, protsesy, okhorona. [Landscape complexes of the Pokut Carpathians: structure, processes, protection]. (Candidate of Sciences' thesis). Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv. http://scc.univ.kiev.ua/abstracts_db/ (In Ukrainian).
10. Kravchuk Ya. S. (2005). Heomorfologhiia Skybovykh Karpat. [Geomorphology of the Ski Carpathians]. Lviv University Press. I. Franko (In Ukrainian).
11. Lavruk M. M. (2005). Hutsuly Ukrainy Karpatska (etnoheohrafichne doslidzhennia) [Hutsulshchyna Ukrainian Carpathians (ethnogeographical research)]. Lviv Ivan Franko Lviv National University Publishing Center (In Ukrainian).
12. Litopyspyrody NPP "Hutsulshchyna". (2004). [Chronicle of nature NPP "Hutsulshchyna"]. Kosiv, 1. 240 (In Ukrainian).
13. Litopyspyrody NPP "Hutsulshchyna". (2013). [Chronicle of nature NPP "Hutsulshchyna"] Kosiv, 10. 404 (In Ukrainian).
14. Litopyspyrody NPP "Hutsulshchyna". (2018). [Chronicle of nature NPP "Hutsulshchyna"] Kosiv, 15. 508 (In Ukrainian).
15. Litopyspyrody NPP "Hutsulshchyna". (2020). [Chronicle of nature NPP "Hutsulshchyna"] Kosiv, 17. 412 (In Ukrainian).
16. Liashchuk B. F. (1963). Heomorfologhiia Pokutsko-Bukovynskykh Karpat. [Geomorphology of the Pokut-Bukovinian Carpathians]. (Candidate of Sciences' thesis). Ivan Franko State University of Lviv. Lviv (In Ukrainian).
17. Prorochuk V. V., Stefurak Yu. P., Brusak V. P., Derzhypilskyi L. M. (Eds.). (2013). Natsionalnyi pryrodnyi park "Hutsulshchyna" [National nature park Hutsulshchyna]. NVF "Maps and atlases" (In Ukrainian).
18. "Zakhidukrgeologiya" archive materials of the State Enterprise (1968–1985). Fondovimaterialy DHP "Zakhidukrheolohiia". (1968–1985). Zvity Lvivskoiheoloho-rozviduvalnoi ekspeditsii pro rezultaty kompleksnoho heolohichnogo znimannia masshtabu 1 : 50 000 provedenoho naploshchakh Yabluniv, Pistyn, Vorokhta, Kryvorivnia, Kosiv, Verkhovyna, Dykhtynets. [Reports of the Lviv Geological Exploration Expedition on the results of a complex geological survey on a scale of 1 : 50 000 carried out in the areas of Yabluniv, Pistyn, Vorokhta, Kryvorivnia, Kosiv, Verkhovyna, Dykhtynets]. Lviv (In Ukrainian).
19. Tsyp P. N. (1956). Heomorfologicheskyye raiony Sovetskykh Karpat. [Geomorphological region of the Soviet Carpathians]. Scientific notes of Ivan Franko Lviv State University. Geographical collection, 3, 5–24 (In Ukrainian).
20. Fedunkiv Z. B. (Eds.). (2010). Povin 23–27 lypnia 2008 roku na Prykarpatti. [Flood on July 23–27, 2008 in Prykarpattia]. City of NV. Ivano-Frankivsk (In Ukrainian).

Надійшла до редколегії 25.05.22

З. Гостюк, канд. геогр. наук
Національний природний парк "Гуцульщина", Косів, Україна

М. Карабінюк, канд. геогр. наук
Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

О. Буряник, канд. геогр. наук
Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИНИКНЕННЯ ПАВОДКІВ НА ТЕРИТОРІЇ ПОКУТСЬКИХ КАРПАТ

Проаналізовано особливості виникнення паводків на території Покутських Карпат. Визначено, що основними причинами цього є кількість та інтенсивність опадів, особливості геоморфології й гідрографії досліджуваної території. Представлено результати метеорологічних показників, зокрема кількості опадів і кількості інтенсивних дощів упродовж 15-ти років, на двох пунктах спостережень, гідропості "Варятин" і метеопості "Національного природного парку "Гуцульщина"". Досліджено, що великі паводки зазвичай відбуваються в черні-липні, кількість опадів на гідропості "Варятин" завжди більша, ніж на метеопості "НПП "Гуцульщина"". Проаналізувавши перебіг інтенсивних дощів упродовж 15-ти років на двох пунктах спостережень з'ясовано, що для гідропоста "Варятин" характерні частіше рясні опади, ніж для метеопоста "НПП "Гуцульщина"". Відповідно до аналізу даних гідропоста "Варятин" і метеопоста "НПП "Гуцульщина"" за період 2005–2020 рр. зафіксовано 65 та 53 дні, відповідно, із рясними дощами. З'ясовано особливості геоморфологічної будови території, відмінності геоморфології між середньогірною та низькогірною частинами Покутських Карпат і визначено її вплив на формування й розвиток паводків. Установлено залежність виникнення паводків від гідрографічних особливостей річок та їхніх басейнів. З'ясовано, що річки характеризуються розгалуженою річковою системою у верхній та середній течії, а нижня течія – це, в основному, одна артерія, де акумулюються всі води під час паводку. Досліджено, що найбільші й наймасштабніші паводки за період спостережень у Покутських Карпатах зафіксовані на річках Черемош, Чорний Черемош, Рибниця, Пістинька, Лючка 24–28 липня 2008 р., 7–8 липня 2010 та 23 червня 2020 р.

Ключові слова: паводок, опади, річка, метеорологічні показники, гідропост, метеопост, рельєф, Покутські Карпати.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.83.3>
УДК 551.583

О. Шевченко, д-р геогр. наук, доц.
Scopus ID: 55801127100

ORCIDID: 0000-0003-3915-427X

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

С. Сніжко, д-р геогр. наук, проф.
Scopus ID: 57224880799

ORCIDID: 0000-0002-2696-687X

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

І. Костирко, асп.
Scopus ID: 57217246796

ORCIDID: 0000-0002-8156-1920

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ТРОПІЧНІ НОЧІ В УКРАЇНІ: ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ АНАЛІЗ

Тропічні ночі (TR20) належать до основних індексів зміни клімату, вивчення яких було запропоновано ВМО та Експертною групою з виявлення кліматичних змін та індексів (ETCCDI), і які активно використовуються в сучасних кліматичних дослідженнях. Результати просторово-часового аналізу тропічних ночей можуть бути дуже корисними для оцінювання біокліматичних умов, а також впливу спеки на окремі галузі економіки країни. Метою цієї роботи є здійснення ґрунтового аналізу кліматології тропічних ночей в Україні за багаторічний період. Для проведення цього дослідження було обрано 14 метеорологічних станцій (МС), що розташовані в різних регіонах України. Як інформаційну базу дослідження використано дані про мінімальну добову температуру повітря. Отримані результати свідчать, що для території України характерна виражена тенденція до збільшення повторюваності тропічних ночей. Для метеорологічних станцій з довгими рядами спостережень характерне зростання випадків TR20 від початку XX ст. і до його середини. Після цього до кінця 70-х рр. XX ст. відбувається деяке зниження повторюваності TR20 по всіх станціях. і відразу ж після цього, з початку 1980-х років повторюваність TR20 різко зростає і цей процес триває й до сьогодні. Максимальна встановлена інтенсивність тропічних ночей для території України становила 7°C і була зафіксована на станціях південних і східних областей, а також один випадок – на МС Ужгород. Переважна більшість випадків TR20 на всіх станціях характеризується інтенсивністю до 3°C. Порівняно з періодом кліматичної норми, за 1991–2020 рр. інтенсивність тропічних ночей значно підвищилася на всіх метеорологічних станціях, зокрема, підвищилася повторюваність TR20 інтенсивністю 5° C і вище. У сучасний період на переважній більшості досліджуваних МС тропічні ночі в річному ході розпочинаються раніше і спостерігаються довше. Серед досліджуваних МС у сучасний період найтривалішим періодом із тропічними ночами характеризуються Одеса (понад п'ять місяців), Генічеськ та Київ (по чотири місяці).

Ключові слова: тропічні ночі (TR20), зміна клімату, мінімальна температура повітря.

Вступ. Результати досліджень свідчать, що в останні десятиліття температура повітря на планеті зростає. За даними Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), незважаючи на охолоджуючу дію явища Ла-Нінья, 2020 рік став одним із трьох найтепліших років за всю історію спостережень – середня глобальна температура на 1,2° C перевищила доіндустріальний рівень (1850–1900). Шість років із 2015 стали найтеплішими за всю історію спостережень, а 2011–2020 рр. були найтеплішим десятиліттям за весь час спостережень. Закономірно, що зростання температури повітря призводить до збільшення частоти та інтенсивності явищ, пов'язаних з високими температурами – хвиль тепла, посух, суховіїв тощо, а також спричинює тепловий стрес у людей. Зазвичай, максимальні температури повітря спостерігаються у денні години, а у вечірні й нічні – термічне навантаження на організм знижується і людина може відпочити від спеки (Thorsson *et al.*, 2014). Проте, в умовах високих температур, навіть у нічні години, може спостерігатися тепловий стрес і відповідно додаткове навантаження на людський організм. Саме тому оцінка термічного навантаження вночі також є дуже важливою стосовно впливу на здоров'я, самопочуття та умови для рекреації населення (McGregor *et al.*, 2015; Müller *et al.*, 2014; Rooney *et al.*, 1998), а системи оповіщення про спекотну погоду, що може зашкодити здоров'ю (Heat Health Warning System (HHWS) – англ.) багатьох країн (Бельгії, Великої Британії, Франції, Польщі тощо) базуються на значеннях максимальної й мінімальної добових температур повітря (McGregor *et al.*, 2015).

Тропічні ночі належать до основних індексів зміни клімату, вивчення яких було запропоновано ВМО й

Експертною групою з виявлення кліматичних змін та індексів (Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) – англ.), і які активно використовуються в сучасних кліматичних дослідженнях (Abatan *et al.*, 2019; Cantos *et al.*, 2019; Elizbarashvili *et al.*, 2017; Hong *et al.*, 2018). Ніч вважають тропічною, якщо мінімальна добова температура повітря була вищою 20° C. Результати аналізу кліматології тропічних ночей можуть бути дуже корисними для ґрунтового оцінювання біокліматичних умов, а також для оцінювання несприятливого впливу спеки на окремі галузі економіки країни.

Аналіз попередніх публікацій і досліджень. Як зазначалося вище, тропічні ночі привертають до себе увагу кліматологів з різних куточків світу. Окремі дослідження українських науковців також присвячені цій проблематиці (Balabukh & Malitskaya, 2017; Shevchenko & Snizhko, 2019; Umanska *et al.*, 2019). За даними В. Балабух і Л. Малицької (Balabukh & Malitskaya, 2017), зростання кількості тропічних ночей майже на всій території країни (за винятком Чернігівської, Сумської, Житомирської й Івано-Франківської областей) практично не викликає сумнівів і за період 1981–2010 рр. відбувалося зі швидкістю від 3–5 днів/10 років на заході країни до 10–14 днів/10 років на північному сході. Кліматологи з Одеського державного екологічного університету досліджували основні циркуляційні процеси, які обумовлюють виникнення спекотних і холодних погодних умов в Україні – літніх днів, тропічних ночей, морозних днів і морозних ночей.

Хоча вищезазначені роботи містять певну інформацію щодо кліматології TR20 на території України, проте в них автори розглядали тропічні ночі лише як частину дослідження при реалізації інших задач. Крім того,

періоди дослідження в них обмежені кількома десятиліттями: 1981–2010 рр. (Balabukh & Malitskaya, 2017), 1971–2001 рр. (Umanska et al., 2019) та 1961–2010 рр. (Shevchenko & Snizhko, 2019)) і не включають період 2011–2020 рр., який, за даними ВМО, був найтеплішим десятиліттям за весь час спостережень, тому неодмінно має враховуватися при аналізі тропічних ночей. Отже, ураховуючи вищезазначене, **метою цієї роботи** є здійснення ґрунтовного аналізу кліматології тропічних ночей в Україні за багаторічний період.

Матеріали та методи досліджень. Територія України характеризується складними фізико-географічними умовами, що зумовлюють різноманітність клімату (Klimat Ukrainy, 2003). Саме тому для проведення цього дослідження було обрано 14 метеорологічних станцій (МС), що розташовані в різних регіонах України (табл. 1). Як інформаційну базу дослідження використані дані про мінімальну добову температуру повітря за багаторічний період.

Таблиця 1. Характеристики метеорологічних станцій та рядів даних, використаних у дослідженні

МС	Широта	Довгота	Регіон	Висота над рівнем моря	Період спостережень
Ужгород	48°38' пн.ш.	22°16' сх.д.	Захід	115	1946–2020
Чернівці	48°15' пн.ш.	25°58' сх.д.	Захід	246	1941–2020
Львів	49°49' пн.ш.	23°57' сх.д.	Захід	319	1936–2020
Шепетівка	50°09' пн.ш.	27°02' сх.д.	Захід	277	1924–2020
Київ	50°24' пн.ш.	30°32' сх.д.	Північ	166	1881–2020
Умань	48°46' пн.ш.	30°14' сх.д.	Центр	214	1887–2020
Полтава	49°05' пн.ш.	34°33' сх.д.	Центр	160	1900–2020
Лубни	50°12' пн.ш.	32°59' сх.д.	Центр	156	1936–2020
Миколаїв	46°58' пн.ш.	31°59' сх.д.	Південь	52	1900–2020
Сімферополь	45°02' пн.ш.	33°58' сх.д.	Південь	180	1936–2020
Одеса	46°26' пн.ш.	30°40' сх.д.	Південь	54	1894–2020
Генічеськ	46°10' пн.ш.	34°19' сх.д.	Південь	14	1945–2020
Харків	49°55' пн.ш.	36°16' сх.д.	Схід	154	1951–2020
Луганськ	48°31' пн.ш.	39°15' сх.д.	Схід	59	1905–2014

Для реалізації поставлених у роботі задач застосовувалися загальнонаукові та специфічні методи: структурного аналізу і синтезу, системний, математико-статистичний, порівняльний тощо. Статистична обробка даних і візуалізація отриманих результатів виконувалася за допомогою персонального комп'ютера з використанням програм "Microsoft Excel" та "Statistica".

Виклад основного матеріалу. Часова динаміка тропічних ночей за багаторічний період. Феномен тропічних ночей не є новим і неочікуваним виявом для території України, оскільки вже понад 100 років тому, у кінці XIX – на початку XX ст., у рядах мінімальних добових температур можна виявити випадки TR20. Передусім, це стосується МС, розміщених на півдні України: Одеса – 1894 р. (16 випадків), Миколаїв – 1900 р. (12 випадків). У центральній частині України перші випадки TR20 виявлено на МС Полтава – 1900 р. – 1 випадок та 1902 р. – 4 випадки, на МС Київ – 1881 р. (2 випадки) та 1882 р. – 10 випадків.

На рис. 1 для прикладу наведено графіки візуалізації часового ходу виявів TR20 для кількох МС України, розміщених у різних регіонах України, а саме для Одеси, Києва, Умані й Полтави.

Не зважаючи на те, що ці станції розміщені у різних природних зонах України, характеризуються різним ступенем дискретності рядів TR20 та інтенсивністю вияву випадків тропічних ночей в окремі роки, вони мають одну спільну особливість – чітко виражену тенденцію до збільшення повторюваності TR20 на кінець існуючого періоду спостережень. Якщо на початок періоду спостережень типова повторюваність TR20 для півдня України становила 15–20 випадків на рік, то в сучасний період вона досягла 40–50 випадків. Для центральних і північних регіонів України ці показники зросли від 1–2 до 8–10 випадків. У Києві ці показники змінилися від 5–10 випадків на початку століття до 15–30 випадків – на сьогодні.

Свідченням суттєвого зростання повторюваності TR20 є виявлені позитивні лінійні тренди часової

динаміки TR20 у рядах спостережень з 1900-х років. Якщо порівнювати коефіцієнти регресії лінійних трендів для зіставних за тривалістю спостережень рядів для МС Київ, Одеса, Умань, Полтава, що характеризують у даному випадку інтенсивність процесу збільшення повторюваності тропічних ночей у часі, то виявляється, що вони дуже відрізняються для півдня України і для інших регіонів, зокрема для Одеси – 0,1618, Києва – 0,0496, Полтави – 0,0454, Умані – 0,014. Найвище значення коефіцієнта для Одеси свідчить про надзвичайно високу швидкість зростання повторюваності тропічних ночей у часі, порівняно з іншими регіонами України. Повторюваність TR20 в Одесі зростає у часі у 3,3 рази швидше, ніж у Києві, у 3,6 рази швидше, ніж у Полтаві та в 11,6 рази швидше, ніж в Умані.

Цілком очевидно, що інтенсивність зростання ефекту тропічних ночей у часі залежить не тільки від географічної широти місцевості, а й від швидкості й інтенсивності процесу урбанізації. Для великих міст, таких як Київ, Одеса, Харків у формуванні ефекту "тропічних ночей" урбанізація відіграє значну роль. Розширення урбанізованої території у процесі розширення меж міста й ущільнення вже забудованих старих кварталів, заміна природних підстильних поверхонь на штучні (асфальт, бетон, дахи будинків тощо) суттєво впливає на радіаційний баланс приземного шару атмосфери (*The urban surface energy budget and mixing height in European cities.*, 2005). Це призводить до інтенсивнішого зростання температури повітря у містах, порівняно із природним середовищем (Georgescu et al., 2012; Hua et al., 2018; Oke, 1982). Експериментальні дослідження впливу урбанізації на формування позитивних трендів TR20 у містах Північного Китаю показали, що внесок урбанізації у формування ефекту "тропічних ночей" може досягати навіть 100 % (Zhou & Ren, 2011). Турецькі вчені у своїх дослідженнях показали (Sensu et al., 2017), що найчутливішим індикатором впливу урбанізації на клімат є мінімальна температура. Вона зростає у великих містах з

найбільшою інтенсивністю, спричиняє зниження діапазону добових температур ($DTR = T_{max} - T_{min}$) і є однією з основних причин формування тропічних ночей. У той самий час, у малих містах локальні чинники не мають суттєвого значення. Там основну роль у формуванні клімату, у тому числі й повторюваності тропічних ночей, відіграють глобальні кліматичні чинники.

Слід зауважити, що тенденції стосовно зростання частоти вияву TR20 в останні десятиліття спостерігаються в різних регіонах нашої планети – в Іспанії на узбережжі Середземного моря (Cantos *et al.*, 2019), у Грузії (Elizbarashvili *et al.*, 2017), у Китаї (Zhou & Ren, 2011), у Південній Кореї (Zheng *et al.*, 2020), у Нігерії (Abatan *et al.*, 2019) тощо.

Застосування статистичного методу ковзного осереднення (Prusov & Snizhko, 2017) з вікном осереднення

в 31 рік дозволили деталізувати особливості часового ходу вияву випадків TR20 у довгих рядах спостережень та виявити характерні для досліджених рядів із усіх МС сегменти часової структури. Аналіз осереднених кривих показує, що для МС з довгими рядами спостережень характерне зростання випадків TR20 від початку ХХ ст. до його середини. Причому найшвидше максимум повторюваності TR20 для першої половини ХХ ст. досягається в Одесі в 1935–1939 рр. У Києві цей момент настає дещо пізніше – у період із 1935 до 1950 р., в Умані – близько 1950 р. Після цього до кінця 70-х рр. ХХ ст. відбувається деяке зниження повторюваності TR20 по всіх станціях і, нарешті, відразу ж після цього, з початку 80-х років повторюваність TR20 різко зростає. Цей процес триває й до сьогодні.

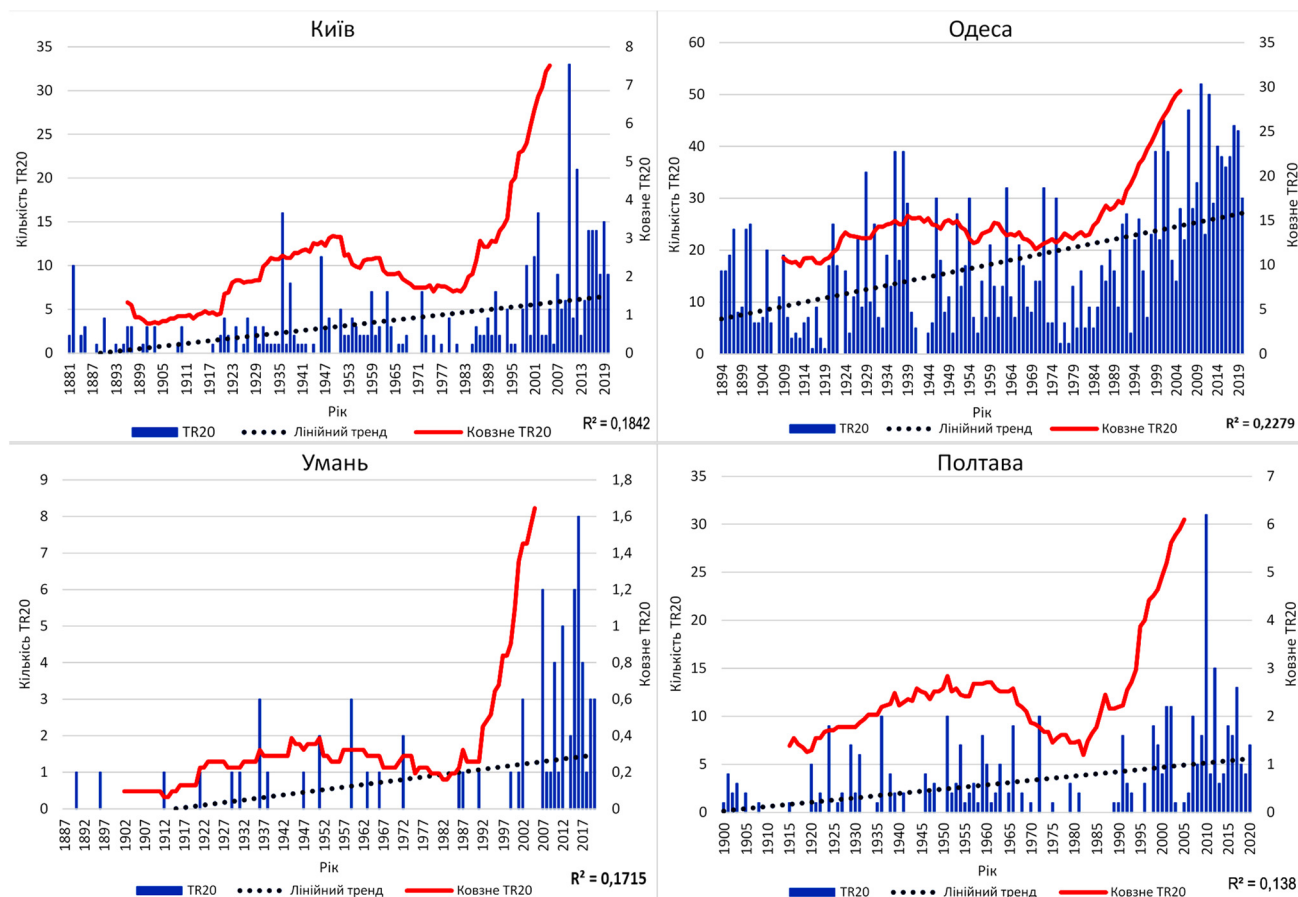


Рис. 1. Часовий хід випадків TR20 для МС України з найдовшими рядами спостережень

Порівняння динаміки повторюваності TR20 за два останні 30-річні кліматичні періоди (базовий кліматичний період 1961–1990 рр. і сучасний кліматичний період 1991–2020 рр.) свідчить про інтенсифікацію та зростання частоти виявів тропічних ночей по всій рівнинній території України в сучасний кліматичний період (рис. 2). Зважаючи на підвищення мінімальної температури повітря на території України, установлене зростання частоти виявів тропічних ночей в останні десятиліття є цілком закономірним. За даними (Balabukh & Malitskaya, 2017) протягом року найсуттєвіші зміни значень мінімальної температури відбулися саме влітку, величина цих змін була практично однаковою на всій території України і становила 0,6–0,7° C/10 років (з імовірністю понад 98 %).

Якщо в 1961–1990 рр. для більшості досліджених МС тренди часової динаміки випадків TR20 були статистично незначущими, або зі слабо вираженими негативними коефіцієнтами регресії, то в сучасний кліматичний період у всіх регіонах відслідковуються чітко виражені позитивні тенденції повторюваності випадків тропічних ночей. Найсуттєвіше зростання кількості випадків тропічних ночей відбулося у великих містах. Найбільші значення коефіцієнтів лінійної регресії часових трендів, які статистично характеризують напрямки та інтенсивність процесу, встановлено для МС Одеса (0,788), Київ (0,388) і Харків (0,390).

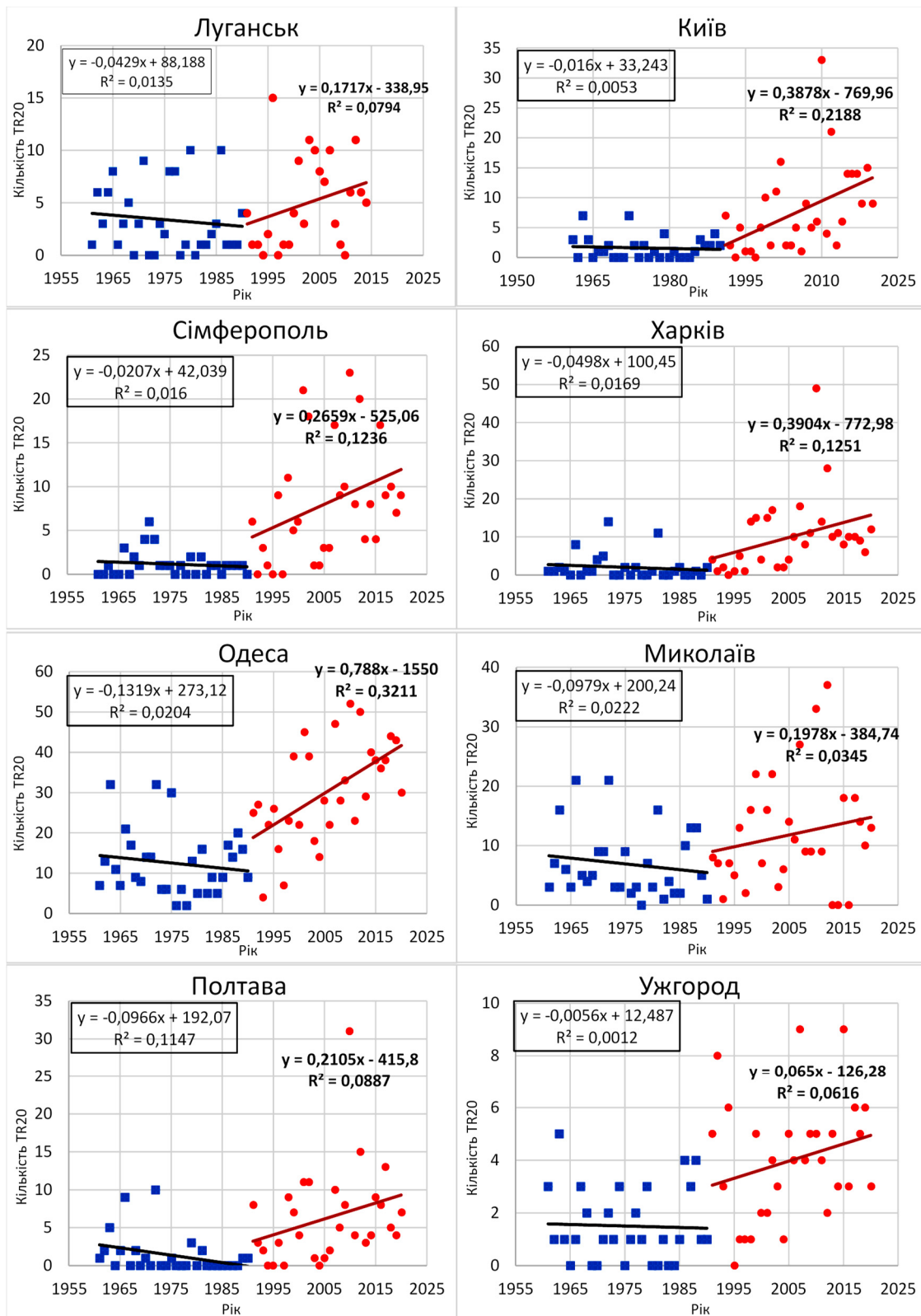


Рис. 2. Порівняння динаміки повторюваності TR20 на території України за два останні 30-річні кліматичні періоди (базовий кліматичний період 1961–1990 рр. і сучасний кліматичний період 1991–2020 рр.)

Інтенсивність тропічних ночей. Наступним етапом дослідження був розрахунок інтенсивності тропічних ночей на обраних МС. Інтенсивність визначалася як різниця між мінімальною добовою температурою повітря та

граничним значенням температури 20° С. Градації інтенсивності були обрані з кроком 1°С. Максимальна виявлена інтенсивність становила 7° С і була зафіксована на станціях південних і східних областей, а також один

випадок – на МС Ужгород. Переважна більшість випадків TR20 на всіх станціях характеризувалася інтенсивністю до 3° С. Оскільки ряди даних на станціях помітно відрізняються за тривалістю, тому для об'єктивного просторово-часового аналізу кількості тропічних ночей, їхньої інтенсивності й динаміки, було обрано два референтні періоди: період кліматичної норми 1961–1990 рр. і сучасний період 1991–2020 рр. (табл. 2).

Перш за все слід зауважити, що зафіксована кількість випадків тропічних ночей суттєво відрізняється для двох досліджуваних періодів та корелює із кліматичними умовами різних регіонів України. Найбільша кількість TR20 спостерігається на МС південних і східних регіонів. За період кліматичної норми у південних областях цей показник перебував у межах від 206 (Миколаїв) до 417 (Генічеськ). У Сімферополі було зафіксовано значно менше тропічних ночей – лише 35 випадків, що пояснюється тим, що на цій станції середня мінімальна температура літніх місяців також є нижчою – 15.0° С (за 1961–1990), у той час як на МС Генічеськ – 17.0° С, на МС Миколаїв – 16.2° С, на МС Одеса – 16.8° С. На сході – у Харкові та Луганську за період кліматичної норми було зафіксовано 63 та 101 випадок TR20 відповідно. На досліджуваних станціях центру та півночі максимальна кількість тропічних ночей зафіксована у Києві (48). У західних областях на досліджуваних МС кількість тропічних ночей була дуже низькою (1–11 випадків), за винятком станції Ужгород (45 випадків). За період кліматичної норми на досліджуваних МС була зафіксована лише одна тропічна ніч інтенсивністю

7° С – у Луганську. На п'яти МС фіксувалися поодинокі тропічні ночі з інтенсивністю більше 4° С, у Генічеську – таких тропічних ночей зафіксовано 25. На МС центральних, північних і західних областей переважно максимальна інтенсивність TR20 становила до 3° С, за винятком станцій Ужгород і Полтава.

Порівняно з періодом кліматичної норми, за 1991–2020 рр. кількість та інтенсивність тропічних ночей значно підвищилася на всіх метеорологічних станціях. Найсуттєвішим є зростання на МС, де за кліматичну норму кількість TR20 була мінімальною: з 1 до 10 випадків – у Львові, із 3 до 21 – у Шепетівці, із 6 до 51 випадку – в Умані та з 11 до 51 випадку – на станції в Чернівцях. Також майже в 7 разів зросла кількість випадків тропічних ночей на станції Сімферополь. Варто також зауважити, що на МС Одеса й Генічеськ у сучасний період кількість випадків TR20 сягнула 908 та 799, відповідно, що є найвищим показником серед досліджуваних станцій. Майже на всіх МС зросла максимальна інтенсивність тропічних ночей – у Львові з 1° С до 2° С, у Києві – із 3° С до 5° С, в Умані – із 2° С до 3° С, у Лубнах – із 3° С до 5° С, у Миколаєві – із 5° С до 7° С, у Сімферополі – із 4° С до 5° С, в Одесі – із 5° С до 7° С, у Генічеську – із 6° С до 7° С, у Харкові – із 4° С до 7° С. А також підвищилася повторюваність TR20 інтенсивністю 5° С і вище. У Генічеську за період кліматичної норми повторюваність тропічних ночей такої інтенсивності зросла із 6 % від загальної кількості до 9.9 % (у сучасний період), в Одесі – із 1.1 % до 6.5 %, у Харкові – з 0 % до 3.6 %.

Таблиця 2. Кількість тропічних ночей різної інтенсивності

МС	Загальна кількість TR20	Кількість випадків TR20 різної інтенсивності (°С)						
		1	2	3	4	5	6	7
Весь період спостережень								
Ужгород	200	104	53	28	10	3	1	1
Чернівці	65	51	10	4	0	0	0	0
Львів	18	14	3	1	0	0	0	0
Шепетівка	27	23	4	0	0	0	0	0
Київ	428	261	108	44	12	3	0	0
Умань	73	50	18	5	0	0	0	0
Полтава	347	191	95	43	12	4	1	0
Лубни	280	156	81	30	11	2	0	0
Миколаїв	935	493	288	108	30	13	1	2
Сімферополь	296	188	81	22	3	2	0	0
Одеса	2150	947	619	342	154	59	24	4
Генічеськ	1506	567	385	283	147	83	26	12
Харків	402	193	127	53	17	7	3	2
Луганськ	364	195	93	36	21	14	2	2
1961–1990 рр.								
Ужгород	45	20	17	4	2	1	1	0
Чернівці	11	8	2	1	0	0	0	0
Львів	1	1	0	0	0	0	0	0
Шепетівка	3	2	1	0	0	0	0	0
Київ	48	38	8	2	0	0	0	0
Умань	6	5	1	0	0	0	0	0
Полтава	40	25	13	1	0	0	1	0
Лубни	39	28	9	2	0	0	0	0
Миколаїв	206	113	68	19	5	1	0	0
Сімферополь	35	26	7	1	1	0	0	0
Одеса	375	195	106	52	18	4	0	0
Генічеськ	417	181	117	67	27	18	7	0
Харків	63	35	18	9	1	0	0	0
Луганськ	101	51	33	9	3	3	1	1

Закінчення табл. 2

МС	Загальна кількість TR20	Кількість випадків TR20 різної інтенсивності (°C)						
		1	2	3	4	5	6	7
1991–2020 рр.								
Ужгород	120	63	28	22	6	1	0	0
Чернівці	51	40	8	3	0	0	0	0
Львів	10	8	2	0	0	0	0	0
Шепетівка	21	18	3	0	0	0	0	0
Київ	231	125	67	27	10	2	0	0
Умань	51	34	13	4	0	0	0	0
Полтава	188	94	56	25	11	2	0	0
Лубни	180	92	52	25	9	2	0	0
Миколаїв	357	182	97	50	21	5	1	1
Сімферополь	243	150	68	21	2	2	0	0
Одеса	908	329	260	168	92	38	19	2
Генічеськ	799	265	191	163	98	54	14	11
Харків	301	138	96	41	15	6	3	2
Луганськ*	119	67	26	14	10	2	0	0

* Для Луганська період взято 1991–2014 рр.

Високі мінімальні добові температури повітря, що є ознакою тропічних ночей, характерні для кліматичного літа, настання якого приурочене до дати стійкого переходу середньої добової температури повітря через 15° С, і залежить від умов циркуляції зимового й весняного сезонів конкретного року. У північних, центральних і східних областях України в середньому кліматичне літо розпочинається в середині травня і триває до 10-х чисел вересня, відповідно в цей період імовірність вияву тропічних ночей є найвищою. В окремі роки можливе відхилення від багаторічних значень – літо може розпочатися як значно раніше, так і пізніше від норми. Проте, як свідчать результати аналізу, унаслідок виявів глобальної

зміни клімату в сучасний період на переважній більшості досліджуваних МС тропічні ночі в річному ході розпочинаються раніше і спостерігаються довше (рис. 3). Наприклад, у Полтаві за період кліматичної норми найбільш ранню тропічну ніч зафіксовано 17 червня, у той час як у сучасний період – 24 травня, найпізніша за 1961–1990 рр. – 22 серпня, а за 1991–2020 рр. – 4 вересня; в Одесі – перша TR20 змістилася із 30 травня на 1 травня, а остання – із 17 вересня на 3 жовтня. Проте, на окремих МС змін у тривалості періоду із тропічними ночами майже не відбулося (напр., у Генічеську перша TR20 за кліматичну норму зафіксована 22 травня, а в сучасний період – 20 травня, останні – 27 та 24 вересня відповідно).

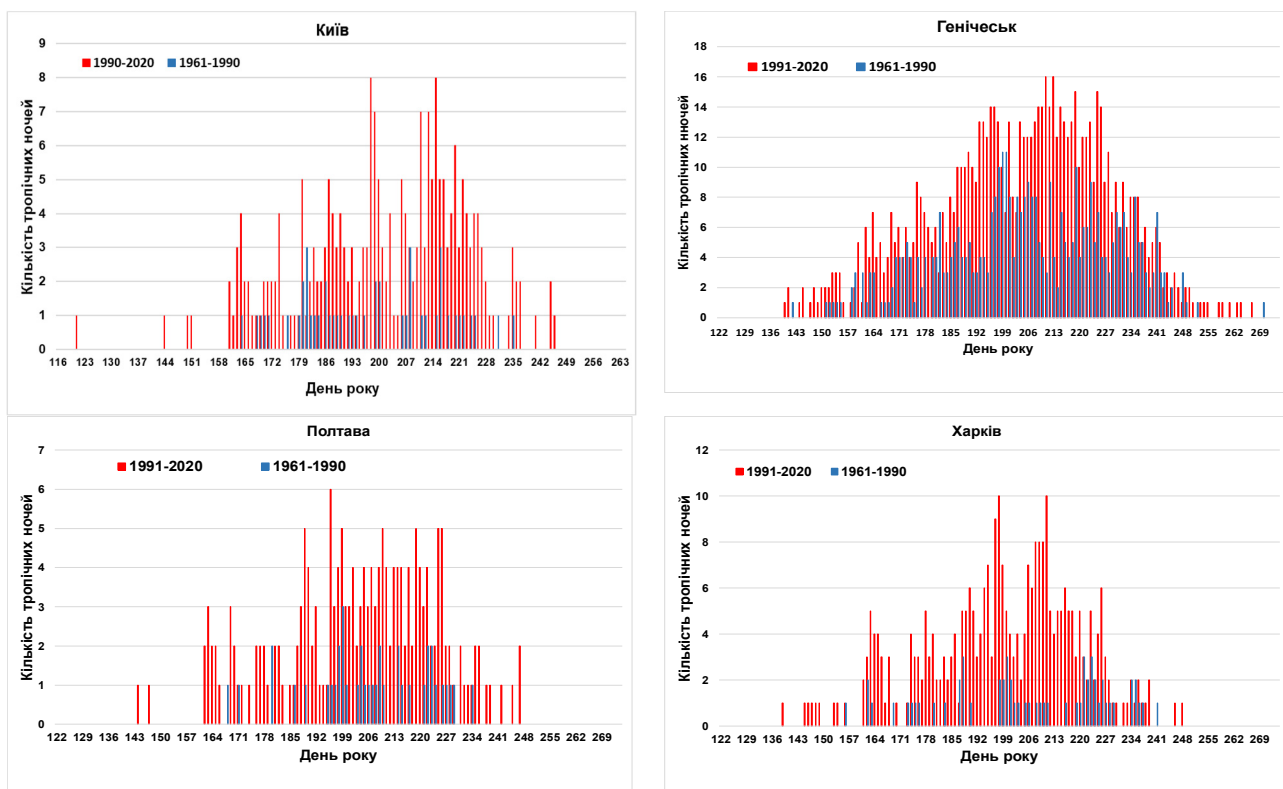


Рис. 3. Річний хід тропічних ночей за кліматичну норму та сучасний період

Серед досліджуваних МС у сучасний період найтривалішим періодом із тропічними ночами характеризуються Одеса (понад п'ять місяців), Генічеськ і Київ (по чотири місяці). В Одесі й Генічеську також зафіксовано найбільшу кількість TR20, а також у сучасний період зросла кількість тропічних ночей з інтенсивністю 7° С. Дещо триваліший період із тропічними ночами у Києві, порівняно навіть з МС центральних областей, пояснюється розмірами міста й існуванням у ньому острова тепла (Shevchenko et al., 2012). У добовому ході острів тепла є найбільш вираженим після заходу Сонця у вечірні години та вночі, тому його вплив призводить до зростання мінімальних добових температур у містах.

Висновки. Отже, для території України характерна виражена тенденція до збільшення повторюваності тропічних ночей. Для метеорологічних станцій з довгими рядами спостережень часова динаміка повторюваності TR20 є дещо складнішою: зростання випадків TR20 від початку ХХ ст. і до його середини; певне зниження повторюваності тропічних ночей по всіх станціях з 50-х до кінця 70-х рр. минулого століття і різке зростання повторюваності TR20 з початку 80-х років і до сьогодні. Максимальна встановлена інтенсивність тропічних ночей для території України становила 7° С і була зафіксована на станціях південних і східних областей, а також один випадок – на МС Ужгород. Переважна більшість випадків TR20 на всіх станціях характеризувалася інтенсивністю до 3° С. Порівняно з періодом кліматичної норми, за 1991–2020 рр. інтенсивність тропічних ночей значно підвищилася на всіх метеорологічних станціях. Майже на всіх МС зросла максимальна інтенсивність тропічних ночей: у Львові з 1° С до 2° С, у Києві – із 3° С до 5° С, в Умані – із 2° С до 3° С, у Лубнах – з 3° С до 5° С, Миколаєві – із 5° С до 7° С, Сімферополі – вз 4° С до 5° С, Одесі – із 5° С до 7° С, у Генічеську – із 6° С до 7° С, Харкові – із 4° С до 7° С. А також підвищилася повторюваність TR20 інтенсивністю 5° С і вище. У Генічеську за період кліматичної норми повторюваність тропічних ночей такої інтенсивності зросла із 6 % від загальної кількості до 9.9 % (у сучасний період), Одесі – із 1.1 % до 6.5 %, Харкові – з 0 % до 3.6 %. У сучасний період на переважній більшості досліджуваних МС тропічні ночі в річному ході розпочинаються раніше і спостерігаються довше. Серед досліджуваних МС у сучасний період найтривалішим періодом із тропічними ночами характеризуються Одеса (понад п'ять місяців), Генічеськ і Київ (по чотири місяці).

References

1. Abatan, A. A., Abiodun, B. J., Adefisan, E. A. et al., 2019. Hot days and tropical nights in Nigeria: trends and associated large-scale features. *Theor Appl Climatol* 137, 2077–2093. DOI: 10.1007/s00704-018-2713-0
2. Balabukh, V. O., Malitskaya, L. V., 2017. Otsiniuvannia suchasnykh zmin termichnoho rezhymu Ukrainy [Assessment of current changes in the thermal regime of Ukraine] *Geoinformatika*, № 4 (64), p. 5–20. (In Ukrainian, abstr. in English)
3. Cantos, J. O., Serrano-Notivol, R., Miró, J., Meseguer-Ruiz, O., 2019. Tropical nights on the Spanish Mediterranean coast, 1950–2014 *CR* 78:225–236 DOI: 10.3354/cr01569

4. Elizbarashvili, M., Elizbarashvili, E., Kutaladze, N., Elizbarashvili, S., Maisuradze, R., Eradze, T., Jamaspashvili, N., Gogia, N., 2017. Climatology and Historical Trends in Tropical Nights over the Georgian Territory. *Earth Science*, 6(5-1): 23–30.
5. Georgescu, M., Moustauoi, M., Mahalov, A., Dudhia, J., 2012. Summer-time climate impacts of projected megapolitan expansion in Arizona, *Nature Climate Change* 3,37–41(2013), DOI:10.1038/nclimate1656
6. Hong, J. S., Yeh, S. W., & Seo, K. H., 2018. Diagnosing physical mechanisms leading to pure heat waves versus pure tropical nights over the Korean Peninsula. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123, 7149–7160. DOI: 10.1029/2018JD028360
7. Hua, L., Ma, Z. & Guo, W., 2008. The impact of urbanization on air temperature across China. *Theor Appl Climatol* 93, 179–194. DOI: 10.1007/s00704-007-0339-8
8. Klimat Ukrainy /Zared. V. M. Lipinskoho, V. A. Diachuka, V. M. Babichenko. [Climate of Ukraine /as amended V. M. Lipinskoho, V. A. Diachuka, V. M. Babichenko]. – K.: Vydavnytstvo Raievskoho, 2003. – 343 s. (In Ukrainian)
9. McGregor, G. R. and Bessmoulin, P. and Ebi, K. and Menne, B., 2015. Heatwaves and health: guidance on warning-system development. *World Meteorological Organization and World Health Organization*.
10. Müller, N., Kuttler, W., Barlag, A.-B., 2014. Counteracting urban climate change: adaptation measures and their effect on thermal comfort // *Theoretical and Applied Climatology*. Vol. 115, p. 243–257. DOI: 10.1007/s00704-013-0890-4
11. Oke, T. R., 1982. The Energetic Basis of the Urban Heat Island. *Q. Jl. R. Met. Soc.*, 108, s. 1–22.
12. Prusov, V. A., Snizhko, S. I., 2017. Metody prykladnoho systemnoho analizu v hidrometeorologii [Methods of applied systems analysis in hydrometeorology]. Kyiv:Print-Service. 2017. – 701 p. (In Ukrainian)
13. Rooney, C., McMichael, A. J., Kovats, R. S., Coleman, M. P., 1998. Excess Mortality in England and Wales during the 1995 Heatwave. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52, 482–486.
14. Sensoy, S., Coşkun, M., Ömüscü, Ü. et al., 2017. Impact of urbanization on mean temperature anomalies and climate indices in Turkey. 8th Atmospheric Sciences Symposium – ATMOS, 01 – 04 November 2017, Istanbul – Turkey, 101–110
15. Shevchenko, O. G., Samchuk, E. V., Snizhko, S. I., 2012. Osoblyvosti termichnoho rezhymu hranychnoho шару атмосфери над Києвом [Characteristics of temperature conditions of atmospheric boundary layer in Kyiv city]. *Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekologii*. № 3–4, p. 7–13 (In Ukrainian)
16. Shevchenko, O., Snizhko, S., 2019. Climate change and Ukrainian cities: manifestations and projections on 21st century based on RCP-scenarios. *Visnyk Kyivskogo nacionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka, Geografiya* [Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography], 2 (75), 11–18 (in Ukrainian, abstr. in English), DOI: 10.17721/1728-2721.2019.75.2
17. The urban surface energy budget and mixing height in European cities: data, models and challenges for urban meteorology and air quality. Final Report of Working Group 2 of COST-715 Action. 2005. Resource: https://www2.dmu.dk/atmosphericEnvironment/cost/docs/WG2_final.pdf
18. Thorsson, S., Rocklöv, J., Konarska, J., Lindberg, F., Holmer, B., Dousset, B., Rayner, D., 2014. Mean radiant temperature – A predictor of heat related mortality. *Urban Climate*, Volume 10, Part 2, pp. 332–345. DOI: 10.1016/j.uclim.2014.01.004
19. Umanska, O. V., Borovska, H. O., Khokhlov, V. M., 2019. Vplyv synoptichnoi situatsii na vynyknennia spekotnykh ta kholodnykh pohodnykh umov v Ukraini. [Impact of weather pattern on initiation of hot and cold weather conditions in Ukraine.] *Ukrainian hydrometeorological journal*, 24, 33–40 DOI: 10.31481/uhmj.24.2019.03(in Ukrainian, abstr. in English)
20. Zheng, H., Yu, J., Lim, J. et al., 2020. Spatial and temporal characteristics of tropical nights in Seoul. *Environ Monit Assess* 192, 669. DOI: 10.1007/s10661-020-08608-4
21. Zhou, Y., Ren, G., 2011. Change in extreme temperature event frequency over mainland China, 1961–2008. *Climate research*. Vol. 50: 125–139. DOI: 10.3354/cr01053

Надійшла до редколегії 25.12.22

O. Shevchenko, DSc Geography, Associated Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

S. Snizhko, DSc Geography, Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

I. Kostyrko, PhD Student
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

TROPICAL NIGHT IN UKRAINE: SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS

Tropical nights (TR20) are among the main climate change indices proposed by WMO and the Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI), and they are actively used in modern climate research. The results of the analysis of tropical nights climatology can be very useful for bioclimatic conditions assessment, as well as for assessment of the adverse effects of heat on certain sectors of the country's economy. The aim of this work is to carry out thorough analysis of the climatology of tropical nights in Ukraine over a long-term period. Fourteen meteorological stations (MS) from different regions of Ukraine were selected for conducting this study. Minimum daily air temperature was used as an information base for the study. The results obtained in this study indicate that a pronounced tendency to an increase in the frequency of TR20 observed on the territory of Ukraine. For meteorological stations with long time series, an increase in TR20 cases is characteristic from the beginning of the 20th century to its middle. After that, until the end of the 70s of the XX century, there was a slight decrease in the frequency of occurrence of TR20 at all stations, and immediately after that, since the beginning of the 1980s, the frequency of occurrence of TR20 sharply increases, and this process continues to this day. The maximum established intensity of tropical nights for the territory of Ukraine was 7° C and it was recorded at the stations of the southern and eastern regions, as well as one case – MS Uzhgorod. In the most cases, TR20 at all stations was characterized by an intensity of up to 3°C. Compared with the period of the climatic norm, in 1991–2020 the intensity of tropical nights increased significantly at all meteorological stations, in particular, the frequency of occurrence of TR20 increased with an intensity of 5° C and higher. In the modern period, on most of the studied MSs, tropical nights in the annual cycle begin earlier and are observed longer. Among the studied MSs in the modern period, the longest period with tropical nights is characterized by Odessa (more than 5 months), Genichesk and Kiev (4 months each).

Keywords: tropical nights (TR20), climate change, minimum air temperature.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.83.4>
УДК 504.3.054

Y. Yatsenko, Assistant Professor
ORCID ID: 0000-0003-3879-0848

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

THE INFLUENCE OF MILITARY ACTIONS ON ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN UKRAINE

During the research of the assessment of the consequences of military actions on atmospheric air quality, general scientific research methods were used: methods of analysis and synthesis, which involve the collection, analysis and generalization of information. Information on the assessment of the consequences of military actions on atmospheric air quality in Ukraine and the world was collected, analyzed, structured and summarized. The main sources of emissions of pollutants during military operations were analyzed and identified. It was established that they can be divided into three groups: 1) emissions of pollutants as a result of explosions and shelling of industrial facilities; 2) emissions of pollutants due to fires in ecosystems; 3) emissions due to the burning of fuel by military transport. A number of pollutants entering the atmospheric air from the specified sources have been identified. All pollutants are divided into three groups. The first group is the main pollutants ($PM_{2.5}$, PM_{10} , O_3 , SO_2 , CO , NO_x , heavy metals, etc.). The second group is specific pollutants (a huge variety of them is introduced). The third group is greenhouse gases (CO_2 , CH_4 , N_2O). It has been determined that pollutant emissions based on the required input information on fuel mass or burning area can be estimated using emission factors used in EPA, EMEP, etc. reports. In the absence of emission factors, pollutant emissions can be specified taking into account the technical requirements of atmospheric transfer models. As a result of constant bombings, artillery fire, fires and accidents that occur, the movement of heavy military transport, there is a significant emission of pollutants into the atmosphere. It has a very negative effect on its quality. Knowing the causes and sources of pollution, as well as pollutants entering the air as a result of military actions, is extremely important and relevant. After all, this will directly help to assess the consequences of such an impact on the life and health of the population and can become indisputable evidence for the state when deciding the issue of reparations.

Keywords: air pollution, emission factors, military actions, explosions, fires, fuel burning.

Introduction. Scientists have estimated that over the past 5500 years, the world's population has survived 14 550 thousands small and large wars, in which 3640.5 million people died. The wars of the 20th century fundamentally differed from the previous ones in the scale, maneuverability and duration of military actions, exceptional cruelty and severe consequences for the warring states. 38 countries were involved in the First World War of 1914–1918. Military actions were conducted on the territory of 4.1 million km². About 100,000 tons of toxic substances were produced by the industry of the warring states. The total number of people affected by toxic substances was 1.3 million. The Second World War was the most destructive war in human history. 61 states, more than 1.7 billion people participated in it. Military actions were conducted on the territory of 40 states with a total area of 22.6 million km² (Dovhusha, Kudryn, Tykhonov, 1995).

The aggression of the Russian Federation against Ukraine, which began in 2014 with the occupation and annexation of Crimea and heavy hostilities in the east of Ukraine, turned into a full-scale invasion of the Russian Federation troops on the territory of our state on February 24, 2022. Heavy and prolonged hostilities cause very significant environmental damage. The consequences of such damage are negative not only for the territories where active hostilities are taking place, but also for the rest of the territory of Ukraine and neighboring countries. In the course of hostilities, there is significant pollution of the environment with chemical toxic pollutants, highly active poisonous pollutants, metal fragments and heavy metals. Atmospheric air is one of the main components of the natural environment. It is an integral part of human life and other living organisms. As a result of constant bombings, artillery fire, fires and accidents that occur, the movement of heavy military transport, there is a significant emission of pollutants into the atmosphere. It has a very negative effect on its quality. Therefore, the issue of atmospheric air pollution caused by explosions, fires at oil depots, chemical plants, ecosystems, and the movement of heavy military transport is extremely relevant today. Knowing the causes and sources of pollution, as well as pollutants entering the air as

a result of military actions, is extremely important. After all, this will directly help to assess the consequences of such an impact on the life and health of the population and can become indisputable evidence for the state when deciding the issue of reparations.

Analysis of recent studies and publications. Despite numerous wars in certain regions of the world, the global experience of assessing the consequences for atmospheric air quality as a result of military actions is insignificant. The most detailed information is available for the Persian Gulf War of 1990–1991. For this war, pollutant emissions were estimated. It was established that during the war, the atmospheric air received: carbon dioxide (CO_2) – 71 million tons, solid dust particles – 6959 tons (of which elemental carbon (C) – 4911 tons), carbon monoxide (CO) – 42160 tons, nitrogen oxides (NO_x) – 107086 tons, sulfur oxides (SO_x) – 270 tons. Emissions of other pollutants were much smaller (Sadiq, McCain, 1993).

It was established that a significant part of the emissions came from the operation of machinery on diesel fuel. Industrial objects containing dangerous and toxic pollutants suffered a lot of destruction. However, the lack of information about the fact of the presence of these pollutants in the damaged objects and their quantity led to the lack of assessments regarding the consequences of such emissions. A number of highly dangerous chemicals were released during shell explosions. However, no estimates have been made due to military secrecy regarding the statistics of such explosions (Sadiq, McCain, 1993). It was found that a significant part of the emissions of particulate matter during the Persian Gulf War came from the movement of military machines, dust raising, soil erosion, etc. (Sadiq, McCain, 1993). Total emissions from the use of military machines were also assessed during the Persian Gulf War. In particular, fighters, helicopters, airplanes, tanks, military vehicles and armored vehicles were taken into account. Calculations are based on the average number of military movements and the amount of fuel used (Sadiq, McCain, 1993). During the Persian Gulf War, it was determined that one of the largest sources of emissions was the burning of oil and damage to oil wells. During this, measurements of Na, Al, S, Cl, SO_4 , SO_2 ,

VOC, C, PHCs, PM₁₀, benzo(a)pyrene were carried out, including with the involvement of a German mobile laboratory (Austin, Bruch, 2000).

Estimates of the distribution of emissions from oil burning sites were actively carried out with the involvement of modeling using the HYSPLIT and CALPUFF models. In particular, the modeling was carried out by Saudi Arabia, Iran and Kuwait. Iran used satellite sensing to confirm modeling pollutant transport events (Payne, Sand, 2011). Considerable attention was also paid to the issue of assessing economic losses and paying reparations. After the Persian Gulf War, Saudi Arabia demanded reparations for crop losses due to air pollution from oil burning (Payne, Sand, 2011). Considerable attention was paid to the assessment of population health consequences. Saudi Arabia investigated the issue of the increase in mortality among the population, which was caused by an increase in the number of chronic diseases resulting from long-term exposure of the human body to atmospheric air pollutants. Iran has also investigated the issue of population health damage due to emissions from oil burning. Both countries included medical expenses in the calculation of losses due to the increase in morbidity after oil burning. Impacts were determined using atmospheric transport modeling, the results of which were supported by satellite sounding data on the spread of emissions. The increase in cases was compared with previous years. The increase in morbidity was recorded in a 200-kilometer zone from the territory of Kuwait. In total, Iran accounted for an additional 3263 cases of disease due to oil burning pollution (Payne, Sand, 2011). Kuwait and Saudi Arabia assessed mortality from PM₁₀ air pollution. Since it is impossible to identify the number of deaths, they used special mathematical models that combine information about exposure and the expected increase in mortality due to said exposure. Kuwait assessed pollution not only from burning oil, but also from rising dust in the deserts and from the burning of diesel fuel by heavy military machines. Kuwait estimates were made using CALPUFF and HYSPLIT models (Payne, Sand, 2011).

The issue of the consequences of military actions on atmospheric air quality was not actively considered in Ukraine. Some scientists studied the consequences of military actions for the East of Ukraine. For example, the work (Lisova, 2017) highlights the ecological danger of military actions in Ukraine. The results of research by the International Charity Organization "Ecology – Law – Man" and the Eastern Ukrainian Ecological Institute were analyzed. The impact of military actions on all spheres of the geographical envelope is characterized. Attention is focused on the flooding of mines and the exit of mine waters to the surface, the destruction of treatment facilities, chemical and radiation pollution of water resources, pollution of atmospheric air and soils, the destruction of landscapes, vegetation, and large areas of forests. The work (Kravchenko, Vasyliuk, Voitsikhovska, Norenko, 2015) analyzed the main factors of environmental pollution and destruction as a result of military actions in Eastern Ukraine. Areas destroyed by fire were calculated, the dynamics of fires in the East of Ukraine were analyzed, and compared to previous years, the soils of the Krasnolymansky District and the water of the Siverskyi Donets river were analyzed.

The purpose of the study. To analyze the main sources of atmospheric air pollution as a result of military actions on the territory of Ukraine. To establish pollutants entering the atmosphere as a result of bombings, artillery shelling, fires and accidents, movement of heavy military machines. To

analyze methods of assessment of emissions of pollutants and their consequences.

Methodology and methods. During the study of the assessment of the consequences of military actions for atmospheric air quality, general scientific research methods were used. Namely, the methods of analysis and synthesis, which involve the collection, analysis and generalization of information. Information on the assessment of the consequences of military actions for atmospheric air quality in Ukraine and the world was collected, analyzed, structured and summarized. In addition, descriptive and comparative geographical research methods were applied.

Results. Main sources of emissions. Military actions lead to emissions of pollutants into the atmosphere through various processes, including: explosions and destruction of industrial facilities; damage to oil and gas pipelines; shell explosions; fuel burning by heavy military, sea and air machines; fires in ecosystems, residential and non-residential premises, oil depots, etc. Among the available sources of emissions, the most powerful and dangerous are explosions at industrial facilities and numerous unorganized emissions. A significant number of pollutants enter as a result of fires in ecosystems caused by military actions and fuel burning by military machines. Unorganized emissions, including explosions at oil depots and damage to oil pipelines, lead to the release of such pollutants into the atmosphere as nitrogen compounds (NO_x), carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO₂), non-methane volatile organic compounds (NMVOCs), heavy metals, benzo(a)pyrene (C₂₀H₁₅), greenhouse gases, soot (black carbon) and solid dust particles (PM₁₀ and PM_{2.5}) (Venting and flaring, 2019). During the Persian Gulf war, oil wells were actively burning, and the spread of plumes of polluted air was observed. The composition of these plumes was studied. During this study, the following chemical components of atmospheric air were detected: sodium (Na), aluminum (Al), sulfur (S), chlorine (Cl), sulfur oxides (SO_x), volatile organic compounds (VOC), polyhalogen compounds (PHCs), PM₁₀, benzo(a)pyrene (C₂₀H₁₅) (Development of emissions inventory methods for Wildland Fire. EPA Final Report, 2002).

Ecosystem fires lead to rapid burning of biomass. They can be fixed both by satellite data and by the data of the State Emergency Service of Ukraine. These fires contribute to emissions of pollutants, including nitrogen compounds (NO_x), carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO₂), non-methane volatile organic compounds (NMVOCs), ammonia (NH₃), greenhouse gases, soot (black carbon), solid dust particles (PM₁₀ and PM_{2.5}) (Austin, Bruch, 2000, Field burning of agricultural residues, 2019; Forest fires, 2019). The burning of fuel by military machines leads to the release of the following pollutants into the atmosphere: nitrogen compounds (NO_x), carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO₂), non-methane volatile organic compounds (NMVOCs), heavy metals, benzo(a)pyrene (C₂₀H₁₅), ammonia (NH₃), greenhouse gases, solid dust particles (PM₁₀ and PM_{2.5}), etc. (Road transport, 2019; Aviation, 2019; Navigation (shipping) 2019). Statistical data on the use of shells, missiles, bombs, the number of launches and explosions can be complicated by military secrecy and insufficient information on the pollutants used in a particular type of projectile (Sadiq, McCain, 1993). Typical substances used to initiate the explosion reaction are: lead azide (Pb(N₃)₂), lead styphnate (C₆H₃N₃O₈Pb), lead mononitroresorcinat (C₁₂H₈N₂O₈Pb), potassium dinitrobenzofuroxan, barium styphnate (C₆H₃BN₃O₈), zirconium – potassium perchlorate, and others (Sadiq, McCain, 1993). Such

processes as mechanical destruction and dismantling of rubble are a source of emissions of solid dust particles into the atmosphere (Construction and demolition, 2019).

List and classification of pollutants. To create a list and further classification of pollutants that can be taken into account as a result of military actions on the territory of Ukraine, international recommendations and national methods, which are in a certain way oriented to the internal characteristics of atmospheric air pollution and emission sources, are taken into account. According to the reports of the World Health Organization (WHO), the main scientifically proven air pollutants that affect public health include dust particles suspended in the air (PM_{10} та $PM_{2.5}$) and gaseous pollutants, including: ozone (O_3), sulfur dioxide (SO_2), carbon monoxide (CO), nitrogen compounds (NO_x) and heavy metals (in particular, cadmium (Cd), lead (Pb), mercury (Hg), arsenic (As), chromium VI (Cr (VI)), nickel (Ni)) (*Ambient (outdoor) air pollution, 2021; Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP: technical report. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2013; State of Global Air, 2018; Health Risks of Air Pollution in Europe – HRAPIE: Technical Report. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2014; 1998 Protocol on Heavy Metals, 2012*). In the European Directives, atmospheric air pollutants are considered to be: PM_{10} і $PM_{2.5}$, O_3 , SO_2 , NO_x , CO, Pb, Cd, As, Ni, benzene (C_6H_6), and benzo(a)pyrene ($C_{20}H_{12}$) (Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe; Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air).

In Ukraine, the approved methods of the Ministry of Emergency Situations (now the State Service of Ukraine for Emergency Situations) are used to assess the consequences of accidents with emissions of highly toxic pollutants into the air (*Metodyka prohnozuvannya naslidkiv vylyvu (vykydu) nebezpechnykh khimichnykh rehovyn pry avariakh na promyslovykh ob'ekтах i transporti, 2001*), as well as methods (Methodology for identifying and

assessing the chemical situation during the destruction (accident) of objects containing highly toxic substances, 1989; Methodology for predicting the scale of contamination with highly active toxic substances in case of accidents (destructions) at chemically hazardous facilities and transport, 1991).

The methodology of the Ministry of Emergency Situations allows calculations for 28 chemically hazardous substances. Among them, 8 are the main ones: chlorine (Cl_2), ammonia (NH_3), sulfur dioxide (SO_2), hydrogen sulfide (H_2S), carbon disulfide (CS_2), hydrochloric acid (HCl), chloropicrin (CCl_2NO_2), formaldehyde (CH_2O); and 20 additional ones: aniline (C_6H_7N), vinyl chloride (C_2H_3Cl), hydrogen fluoride (HF), hydrogen cyanide (HCN), divinyl or butadiene (C_4H_6), dimethylamine (C_2H_7N), ethylene (C_2H_4), chloride ($R-COCl$), ethyl mercaptan (C_2H_6S), ethyl chloride ($C_4H_4Cl_2O_3$), methylamine (CH_3NH_2), methyl chloride (CH_3Cl), acrylic acid nitrile (C_3H_3N), nitrobenzene ($C_6H_5NO_2$), ethylene oxide (C_2H_4O), nitrogen oxides (N_xO_y), oleum or sulfur acid (H_2SO_4), styrene (C_8H_8), tetraethyl lead ($C_8H_{20}Pb$), furfural ($C_5H_4O_2$). Methodology (Methodology for identifying and assessing the chemical situation during the destruction (accident) of objects containing highly toxic substances, 1989) is used to perform calculations for 18 hazardous chemical substances: Cl_2 , dioxin ($C_4H_4O_2$), amyl (N_2O_4), nitric acid (HNO_3), heptyl ($C_2H_8N_2$), hydrazine (N_2H_4), ammonia NH_3 , dichloroethane ($C_2H_4Cl_2$), carbon monoxide (CO), acrylonitrile (C_3H_3N), sulfur dioxide (SO_2), carbon disulfide (CS_2), $C_8H_{20}Pb$, phosgene ($COCl_2$), hydrogen fluoride (HF), CCl_2NO_2 , HCN. Greenhouse gases can be considered separately, in particular, carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) and nitrogen oxide (N_2O) (Greenhouse gases. World Meteorological Organization, Overview of Greenhouse Gases) that can be emitted in significant quantities in atmosphere as a result of military actions.

After analyzing the information on possible sources of emissions, the above-mentioned methods and standards, as well as the peculiarities of assessing the consequences of exposure to individual pollutants, all chemical components can be divided into three groups: basic, specific, and greenhouse gases (Table 1).

Table 1. Classification of pollutants, taking into account the sources of emissions, regulatory documents and the possibility of impact assessment

Basic	Specific	Greenhouse gases
$PM_{2.5}$, PM_{10} , O_3 , SO_2 , CO, NO_x , heavy metals (Cd, Pb, Hg, As, Cr (VI), Ni, Se, Zn), (Cl_2 , NH_3 , CS_2 , H_2S , HCl, CCl_3NO_2 , CH_2O , C_6H_6 , $C_{20}H_{12}$) [*]	C_6H_7N , C_2H_3Cl , HF, HCN, C_4H_6 , C_2H_7N , C_2H_4 , $R-COCl$, C_2H_6S , $C_4H_4Cl_2O_3$, CH_3NH_2 , CH_3Cl , C_3H_3N , $C_6H_5NO_2$, C_2H_4O , H_2SO_4 , C_8H_8 , $C_8H_{20}Pb$, $C_5H_4O_2$, $C_4H_4O_2$, N_2O_4 , HNO_3 , $C_2H_8N_2$, N_2H_4 , $C_2H_4Cl_2$, C_3H_3N , $COCl_2$, CCl_2NO_2 , NMVOCs, POPs, BC, OC	CO_2 , CH_4 , N_2O

^{*}are considered specific in some methods.

Methods of estimating emissions and their consequences. There are known methods for estimating emissions and their consequences (*Metodyka prohnozuvannya naslidkiv vylyvu (vykydu) nebezpechnykh khimichnykh rehovyn pry avariakh na promyslovykh ob'ekтах i transporti, 2001; Methodology for identifying and assessing the chemical situation during the destruction (accident) of objects containing highly toxic substances, 1989; Methodology for predicting the scale of contamination with highly active toxic substances in case of accidents (destructions) at chemically hazardous facilities and transport 1991*), to date in Ukraine. The main quantities used in these methods are the mass of the primary cloud m_0 and the evaporation time of the secondary cloud τ , which can be used to model the further distribution of pollutants in the

atmosphere. If the total mass of the substance m , which was in the damaged container or was formed during a spill, is known, then in the presence of the parameters m_0 and τ , the further spread can be modeling by atmospheric transfer models, specifying two sources: instantaneous, with a mass of m_0 and long-term, with an intensity of $Q = (m - m_0)/\tau$. In some cases, the time-dependent evaporation intensity Q_e and the spill radius r may also be of interest for modeling.

Use of emission factors. Today, one of the most popular methods for determining emissions of pollutants in the world is the use of emission factors. The use of emission factors is usually the basis of reporting by many international organizations regarding the entry of pollutants into the atmosphere. A fundamental work based on the use of

emission factors recognized in use by various international organizations is the work (Lemieux, Lutes, Santoianni, 2004). This work is devoted to the analysis of combustion processes in the open air. European Monitoring and Evaluation Program (EMEP) approaches can be used to estimate pollutant emissions (EMEP Program Page). Also the methods of the US Environmental Protection Agency (US EPA) (EPA. GHG Emission Factors Hub). EMEP contains a database of emission factors (EMEP: emission factors database), using which emissions can be estimated according to the general formula:

$$\text{Emission} = \text{source activity} * \text{emission factor} \quad (1)$$

The EMEP provides reference information for calculating emissions by sector whose emission factors can be represented as emission factors for calculating the effects of military action. These are the following sectors: fuel burning during industrial processes in the energy sector; the aviation sector, in particular emissions from military aviation; burning of various types of fuel by vehicles; emissions of the chemical industry; industrial production of mineral raw materials; emissions during the destruction or clearing of the territory from debris; fires in agricultural fields; emissions from sea transport, including warships; unorganized emissions, including emissions on gas pipelines. A separate user guide has been created for all sectors, which contains emission factors for pollutions entering the atmosphere as a result of the activities of each sector.

Fires in ecosystems make a significant contribution to the increase in emissions of pollutants during military actions. To estimate emissions during fires in ecosystems, it is important to know: 1) the burned area and the type of vegetation; 2) the volume of the burned substance and its characteristics; 3) fuel consumption; 4) emissions of pollutions entering the air as a result of combustion. There is a set of formulas for calculating each component. Emissions will be calculated according to the following formula:

$$E = S \cdot EF \quad (2)$$

where E – substance emission [kg]; S – area of the fire (area of the burned territory) [ha]; EF – emission factor of the substance [kg/ha].

Fires at oil depots, oil and gas pipelines and accidents accompanied by the burning of oil products are powerful sources of emissions of pollutants. Their emissions can be calculated using the EMEP method, with a general emission calculation formula using source activity and an emission factor. In the case of explosions at oil depots or other similar cases, the activity of the source will be considered the amount of substance (eg oil products) burned. Emission factors can be used by linking either to the amount of substance or to energy in gigajoules, which may also depend on the amount of substance (EMEP Guidebook. Energy. Fugitives, 2019). To estimate emissions from the movement of heavy ground military machines, you can use the estimates that have been made for diesel-powered trucks. For the activity of the source, in this case, the amount of burned fuel is taken (EMEP Guidebook. Combustion, 2019). The US Environmental Protection Agency (EPA) performed an assessment of emission factors for greenhouse gases. Emissions of greenhouse gases during fires, accidents, fuel burning should also be taken into account as consequences of military actions. Typically, emission factors are defined for CO₂, CH₄ and N₂O (EPA.

GHG Emission Factors Hub). There are also EPA emission factors for rockets, projectiles, and detonation. Emission factors for determining pollutant emissions from ordnance detonation are in EPA reports (AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 15: Ordnance Detonation). In particular, there are emission factors for a number of basic and toxic substances for different types of ammunition. Among them are: ammunition with a caliber of less than 30 mm; ammunition with a caliber of 30 – 75 mm; ammunition with a caliber greater than 75 mm; grenades; anti-tank missiles; etc.

To date, an operational headquarters has been established in Ukraine, on the basis of the State Environmental Inspection of Ukraine, which is a consortium of a large number of scientists and specialists in various fields. This headquarters is engaged in the development of a complex methodology for assessing the damage and consequences of military actions on the territory of Ukraine. Until, in April 2022, a methodology was approved for calculating unorganized emissions of pollutants or a mixture of such substances into atmosphere as a result of emergency situations and/or during martial law and determining the amount of damage caused (Metodyka rozrakhunku neorhanizovanykh vykydiv zabrudniuiuchykh rehovyn abo sumishi takykh rehovyn v atmosferne povitria vnaslidok vynykennia nadzvychainykh situatsii ta/abo pid chas dii voiennoho stanu ta vyznachennia rozmiriv zavadanoi shkody, 2022). This technique uses an EMEP-like approach to determining pollutant emissions.

Conclusions. The entry of pollutants into the atmosphere as a result of military actions is very diverse. And the list of pollutants is extremely wide. Sources of emissions of pollutants during military actions can be divided into three groups: 1) emissions of pollutants as a result of explosions and shelling of industrial facilities; 2) emissions of pollutants due to fires in ecosystems; 3) emissions due to the burning of fuel by military transport.

All pollutants that can be taken into account during the assessment of the damage caused are better classified into three groups. The first group is the main pollutants (PM_{2.5}, PM₁₀, O₃, SO₂, CO, NO_x, heavy metals, etc.) whose emissions are recommended to be estimated in general over a certain period of time. The second group is specific pollutants that can be modeled for each individual case, have a quick dangerous effect and are used to assess risks to public health. The third group is greenhouse gases, the emissions of which can be estimated in general over a certain period of time.

Pollutant emissions based on required input information on fuel mass or burning area can be estimated using emission factors used in EPA, EMEP, etc. reports. In the absence of emission factors, pollutant emissions can be specified taking into account the technical requirements of atmospheric transfer models.

References

1. 1998 Protocol on Heavy Metals, as amended on 13 December, (2012). Retrieved from https://unece.org/DAM/env/documents/2012/EB/ECE.EB.AIR.115_ENG.pdf
2. Ambient (outdoor) air pollution, (2021) Retrieved from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
3. AP 42, Fifth Edition, Volume I Chapter 15: Ordnance Detonation. Retrieved from <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-fifth-edition-volume-i-chapter-15-ordnance-1>
4. Austin J., Bruch C. (2000) The Environmental Consequences of War: Legal, Economic and Scientific Perspectives. Cambridge University Press.
5. Aviation (2019). European Environmental Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-a-aviation/view>
6. Construction and demolition (2019). European Environmental Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea>

guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/2-industrial-processes/2-a-mineral-products/2-a-5-b-construction/view

7. Development of emissions inventory methods for Wildland Fire. EPA Final Report, (2002). EPA Contract No. 68-D-98-046. 2002. Retrieved from https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-10/documents/development_of_emissions_inventory_methods_for_wildland_fire.pdf

8. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2004/107/oj>

9. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32008L0050>

10. Dovhusha V., Kudryn Y., Tykhonov M. (1995). [Introduction to military ecology], M., 496 p.

11. EMEP Guidebook (2019). Combustion. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>

12. EMEP Guidebook (2019). Energy. Fugitives. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-b-fugitives>

13. EMEP Program Page. Retrieved from <https://www.emep.int>

14. EMEP: emission factors database. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/emission-factors-database>

15. EPA. GHG Emission Factors Hub. Retrieved from <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>

16. EPA. GHG Emission Factors Hub. Retrieved from <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>

17. Field burning of agricultural residues (2019). European Environmental Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/3-f-field-burning-of/view>

18. Forest fires (2019). European Environmental Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/11-natural-sources/11-b-forest-fires/view>

19. Greenhouse gases. World Meteorological Organisation. Retrieved from <https://public.wmo.int/en/our-mandate/focus-areas/environment/greenhouse%20gases>

20. Health Risks of Air Pollution in Europe – HRAPIE : Technical Report. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, (2014). 65 p.

21. Kravchenko O., Vasyliuk O., Voitsikhovska A., Norenko K. (2015). Doslidzhennia vplyvu viiskovykh dii na dovkillia na Skhodi Ukrainy. [Research of the impact of military operations on the environment in Eastern Ukraine]. East. Issue 2. Pages 118-123. (In Ukrainian).

22. Lemieux P., Lutes C., Santolanni D., (2004). Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review. Progress in Energy and Combustion Science, 30, 1–32. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2003.08.001>

23. Lisova N. (2017). Vplyv viiskovykh dii v Ukraini na ekolohichniy stan terytorii. [The influence of military operations in Ukraine on the ecological

state of the territory]. Scientific papers of the Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Ser. Geography. – Issue 2 (43). – pp. 165–173. (In Ukrainian).

24. Methodology for identifying and assessing the chemical situation during the destruction (accident) of objects containing highly toxic substances, (1989) M.

25. Methodology for predicting the scale of contamination with highly active toxic substances in case of accidents (destructions) at chemically hazardous facilities and transport (1991). RD 52.04.253-90. Moscow.

26. Metodyka prohnouzuvannia naslidkiv vylyvu (vykydu) nebezpech-nykh khimichnykh rechovyn pry avariakh na promyslovyykh ob'ekтах i trans-porti. Metodyka MNS, zareiestrovana v Ministerstvi yustytisii Ukrainy 10 kvitnia 2001. [Methodology for forecasting the consequences of the spill (emission) of dangerous chemical substances during accidents at industrial facilities and transport. Methodology of the Ministry of Emergency Situations, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on April 10, 2001], under N326/5517.

27. Metodyka rozrakhunku neorhanizovanykh vykydiv zabrudniuiuchykh rechovyn або sumishi takykh rechovyn v atmosferne povitria vnaslidok vynykennia nadzvychaynykh sytuatsii ta/abo pid chas dii voiennoho stanu ta vyznachennia rozmiriv zavdanoi shkody. (2022). [Methodology for calculating unorganized emissions of polluting substances or a mixture of such substances into atmospheric air as a result of emergency situations and/or during martial law and determining the amount of damage caused]. Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated April 13, 2022. No. 175. (In Ukrainian).

28. Navigation (shipping) (2019). European Environmental Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-d-navigation/view>

29. Overview of Greenhouse Gases. United States Environmental Protection Agency. Retrieved from <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

30. Payne C., Sand P. (2011). Gulf War Reparations and the UN Compensation Commission. Environmental Liability. Oxford University Press.

31. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP: technical report. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, (2013). 302 p.

32. Road transport (2019). European Environmental Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>

33. Sadiq M., McCain C. (1993). The Gulf War Aftermath: An Environment Tragedy. Springer Netherlands. 308 p.

34. State of Global Air, (2018) : Special Report/ Health Effects Institute. Boston, MA. 24 p.

35. Venting and flaring 2019. European Environmental Agency. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-b-fugitives/1-b-2-c-venting/view>

Надійшла до редколегії 08.05.22

Ю. Яценко, асист.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Під час дослідження питання оцінювання наслідків військових дій для якості атмосферного повітря було використано загальнонаукові методи дослідження: методи аналізу та синтезу, що передбачають збір, аналіз і узагальнення інформації. Було зібрано, проаналізовано, структуровано й узагальнено інформацію про оцінювання наслідків військових дій для якості атмосферного повітря в Україні та світі. Проаналізовано та виділено основні джерела викидів забруднювальних речовин під час військових дій. Установлено, що їх можна поділити на три групи: 1) викиди забруднювальних речовин унаслідок вибухів та обстрілів об'єктів промисловості; 2) викиди забруднювальних речовин унаслідок пожеж у екосистемах; 3) викиди внаслідок спалювання палива військовою технікою. Визначено низку забруднювальних речовин, що потрапляють в атмосферне повітря із зазначених джерел. Усі забруднювальні речовини поділено на три групи. Перша група – основні речовини ($PM_{2.5}$, PM_{10} , O_3 , SO_2 , CO , NO_x , важкі метали тощо). Друга група – специфічні забруднювальні речовини (їх унесує величезна різноманітність). Третя група – парникові гази (CO_2 , CH_4 , N_2O). Визначено, що викиди забруднювальних речовин на основі необхідної вхідної інформації про масу палива чи площу горіння можуть бути оцінені із застосуванням емісійних факторів, що використовуються у звітах EPA, EMEP тощо. У випадку відсутності емісійних факторів, параметри викидів забруднювальних речовин можуть задаватися враховуючи технічні вимоги моделей атмосферного перенесення. Унаслідок постійних бомбардувань, артилерійських обстрілів, пожеж та аварій, що виникають, руху важкої військової техніки, відбувається значна емісія забруднювальних речовин у атмосферне повітря. Це дуже негативно впливає на його якість. Знати причини та джерела забруднення, а також речовини, що надходять у повітря внаслідок військових дій надзвичайно важливо й актуально. Адже це безпосередньо допоможе оцінити наслідки такого впливу на життя і здоров'я населення та може стати беззаперечним доказом для держави під час вирішення питань виплати репарацій.

Ключові слова: забруднення повітря, емісійні фактори, військові дії, вибухи, пожежі, спалювання палива.

V. КАРТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.83.5>
UDC [528.91::004.9]:001.8

S. Krakovskyi, PhD Student
ORCID ID: 0000-0001-5164-6272
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

T. Kurach, PhD Geography, Assistant Professor
ORCID ID: 0000-0002-5989-9431
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

CLASSIFICATION OF INTERACTIVE FUNCTIONS OF THE ELECTRONIC ATLAS: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF CREATION

In the more than 30-year history of electronic atlases, only two classifications of interactive functions designed directly for the electronic atlas are widely known. In addition, the theoretical aspects of the development of these classifications have been insufficiently covered, which makes it difficult to improve them further.

The purpose of the article is to develop the theoretical and methodological basis of creating the classification system of interactive functions of the electronic atlas. To achieve this purpose, four intermediate goals were set: finding out whether it is necessary to create a new classification or refine existing ones; formation of the terminological apparatus of the object of research and classification system; formation of a set of classification objects—interactive functions; development of the methodological basis of the classification system.

The place of interactive functions in the system of notions of interactive and atlas cartography was determined, which included consideration of such notions as electronic atlas elements, atlas interaction, electronic atlas representation, electronic atlas interactivity, atlas interaction operator, electronic atlas functionality, and interactive tool. The following basic notions of the interactive functions classification system were established: classification element, classification object, general principle of classifying, and the main feature (basis) of classifying. Essential (interactivity, resultative, visibility, duration, unambiguity) and non-essential (passivity, extensibility) properties of interactive function, its characteristics and varieties are determined. One hundred seventy-nine interactive functions of the electronic atlas have been preliminarily identified, which will be divided into classification groups based on their purpose. The classification will be intended for developers of atlas platforms and authors of electronic atlases. Its development will help solve such tasks as systematization of experience in creating and implementing interactive functions of electronic atlases; evaluation of interactivity and functionality of electronic atlases; review of the theoretical provisions of atlas cartography, finding new interactive functions and connections between existing ones; accelerating the development of electronic atlases by authors-users of the atlas platform; and demonstration of the interactive capabilities of the atlas platform.

The research results can be used at the theoretical level of designing the classification of interactive functions not only for the electronic atlas but also for other applications where the classification object is the interactive function. The proposed terminological apparatus may be of interest to the whole of interactive cartography because such general theoretical notions as interactive function, interactivity, and interaction are considered.

Keywords: classification of interactive functions, theoretical and methodological basis of classifying, electronic atlas, atlas cartography, interactivity.

Introduction. The first electronic atlases (EAs) began to appear in the late 1980s. From static atlases for viewing only, available mainly to research or government agencies and commercial organizations, EAs have gradually evolved into interactive atlas information systems (AIS) and atlas platforms (AtPs), which the entire community of web users is able to use and modify, up to and including the creation of new atlases. In addition to technological innovations, the vision of the EA concept has gradually changed among various cartographic schools, which we analyzed in our previous work (Krakovskyi & Kurach, 2021). The development of the EA concept is one of the key tasks of atlas cartography, which aims to reveal the essence, purpose, functionality, and structure of EA as a specific theoretical model and specific software.

Important elements of the EA concept are interactivity, which is often understood as the ability of the EA to change at the request of the user, and the availability of interactive functions (IFs), which are the drivers of these changes. In particular, in the most common classification of EA (by functionality / degree of freedom) there is a division into view-only atlases, interactive atlases and analytical atlases, where the classification feature is actually hidden in the presence of IFs of a certain type. The vagueness of this classification is the subject of a separate discussion, but it clearly emphasizes the importance of IFs for EA.

The notion of "interactive function" has long been used in cartography, but, in our opinion, remains insufficiently

defined in the system of notions of interactive cartography and functionality research. Thus, "interactive functions" and simply "functions" are often used as synonyms, and the terms "tools" and "interaction operators" are used alongside them. Therefore, one of the tasks of the research is the unification of these notions in the atlas context, which is necessary for the formation of the terminological apparatus of the classification of IFs.

The usefulness of creating a classification of IFs is substantiated in the cartographic literature by the possibility of developing a mechanism based on it for the evaluation and comparison of different cartographic systems (CS) and GIS, measuring their interactivity. The classification is also intended to improve understanding of the functioning of different types of interactivity and help developers create more advanced interactive systems and interactive tools, simplify and accelerate the development of CS (Crampton, 2002; Persson, Gartner, & Buchroithner, 2006). Finally, the classification allows to visually identify and unify all existing IFs, their combinations, i.e. systematizes the subject area, helping to identify both missing functions and new connections between existing ones, provokes the revision of certain theoretical provisions at the highest epistemological level. The above is also true for the EA, which in this article is considered a kind of CS.

Substantiation of the purpose of classification is only one of the first stage's tasks of creating the classification system of IFs of the EA, which reveals the theoretical and

© Krakovskyi S., Kurach T., 2022

methodological basis of its development. The theoretical aspects of classification in the cartographic literature on electronic atlas cartography are still insufficiently covered. This work is designed to fill this gap and outline the authors' vision of the future classification system of IFs of the EA.

Thus, **the purpose of the article** is to develop the theoretical and methodological basis of creating the classification system of interactive functions of the electronic atlas.

Literature review. Many scientists have dealt with the issues of classification, among which are: W. Jevons, G. Leibniz, W. Quine, H. Reichenbach, I. I. Zhehalkin, and others. General theory of classification, the study of philosophical problems of classification are set out in the works: Subbotin (2001), Omelchenko (2008), and others. Theoretical, methodological and applied aspects of scientific classifications of specific subject areas developed in the works: (Kharchenko, 1974), (Kurach, 2010, 2011), (Tikunov, 1997), (Topchiiev, 2005).

In the more than 30-year history of EAs, it is safe to say that there are only two classifications of IFs created directly for EA. This is the best-known classification developed by Swiss cartographers in 1997 (Bär & Sieber, 1997) for the electronic version of the Atlas of Switzerland (AoS), which has been repeatedly modified, and the first – the classification of IFs for school EAs (Ormeling, 1996). Interestingly, both classifications were based on a master's thesis (van Leeuwen, 1996), which identified 40 functions divided into nine groups: general functions, navigational functions, map functions, database functions, atlas functions, educational functions, cartographic functions, map use functions, and other functions.

Bär & Sieber (1997) introduced five groups of functions for AoS: General Functions, Thematic Navigation, Spatial Navigation and Orientation, Visualization Functions, GIS-Functions. The authors briefly described each group and noted that while the first two groups can be attributed to the entire atlas, the last three differ greatly depending on the type and dimensionality of the data. However, neither a list of all functions of each group nor a clear classification structure was created.

In 2001, B. Schneider (2001) identified the most suitable GIS-functions for multimedia atlases and carried out their technical implementation for AGAIS (Analytical Geographic Atlas Information System), which was designed to be a supplement for AoS 2. Using the results of work (Albrecht, 1996), GIS functions were divided into three groups: Database queries (thematic Boolean queries, topological queries, reclassification), Spatial analysis (graphical overlay, geometrical overlay (by line intersection)), Uni- and bivariate statistics (distribution, correlation). In AoS 3, only the graphical overlay and reclassification functions remained, and the statistical functions were simplified. AoS-online, which we critically reviewed in the paper (Chabaniuk, Kolimasov, & Krakovskyi, 2021), demonstrated even greater regression in the context of interactivity.

The second stage of the classification (Bär & Sieber, 1997) modification began with B. Schneider's dissertation (Schneider, 2002) and ended in 2008 (Hurni, 2008). Subgroups were added to the classification groups, and the names of the groups were slightly changed: General functions, Navigation functions, Didactic functions, Cartographic and visualization functions, GIS functions. Among the works of this stage (Hurni, 2005; Cron, 2006a; Cron, 2006b; Cron, Sieber, & Hurni, 2007; Cron, Wiesmann, & Hurni, 2008), it is necessary to note separately the master's

thesis of J. Cron (2006a) and the appendix to it (Cron, 2006b), which the author proposes to consider a guide to the design and implementation of cartographic functions in interactive atlases. It is in this catalog that the composition of each classification group and the functions themselves are described in detail on the following items: definition, implementation, functionality and interactivity, design, and overall assessment. Each function is accompanied by illustrations from 12 EA (6 desktop (CD) and 6 web atlases), which were analyzed to create a classification. At the end of the description of each group, there is a matrix where the functions are located on the "X" axis and on the "Y" axis control elements (controls) of the graphical user interface (GUI). The corresponding labels in the matrix for each function indicate the required or alternative controls (widgets). We will add that J. Cron (2006a) defines functionality as "the task or the goal which function carries out in the interactive atlas (operational nature of function)", and by interactivity is understood "the flow of information (interaction) between people and machines" or "willingness to interact and the opportunity to interact" (Cron, 2006a).

The last edition of the classification (Bär & Sieber, 1997) was conducted in the section of the monograph Atlas Cookbook (Sieber & Cron, 2019). Apart from certain permutations, its main difference is the division of functions into functions with basic interactivity and functions with advanced interactivity. Moreover, interactivity is defined in terms of a user-oriented approach: "interactivity depends strongly on the tasks and activities users want to achieve. For the use of maps, van Elzakker (2004) distinguishes between: search activities, selection activities, reading activities, analytical activities, adjustment activities and construction activities" (Sieber & Cron, 2019). Basic interactivity includes activities such as general visual inspection and comparison of maps, obtaining certain thematic information, searching and locating places, export the visualization results. Advanced interactivity corresponds to more high-level activities (high-level interaction tasks), including detecting and comparing spatial structures and processes, importing and recalculating data, and working with 3D dimension. According to the authors, the functionality of the atlas should answer four main questions: "What?" (a thematic context), "Where?" (a geographical context), "When?" (a time frame of the thematic content), and "Why?" (the informative-didactic component). At the same time, the functionality of the atlas is determined by two aspects: interactivity and a set of functions.

Among the shortcomings of the classification (Bär & Sieber, 1997) is insufficient attention to the functions for working with data and "non-cartographic" elements of the atlas. The "mapcentrism" of classification should probably be linked to the vision of Swiss scientists of the concept of the EA, where the EA, in their opinion, is a collection of maps for storytelling, and therefore the map should always dominate the GUI of the EA (Sieber & Huber, 2007). It's also important to note that the analysis of EAs was conducted only in 2006, and the latest modification (Sieber & Cron, 2019) does not mention the re-study of modern EAs, except for AoS versions.

Classification groups and functions for the classification of school EAs (Ormeling, 1996), most likely taken by F. Ormeling from work (van Leeuwen, 1996) without significant changes. Ormeling's contribution is to create a hierarchy of the most desirable functions for school EAs. The presence of groups of cartographic functions along with map functions is not properly explained. In general, in our

opinion, there are enough inconsistent elements in the classification, which complicates its interpretation and use.

A kind of continuation of the classification (Ormeling, 1996) can be considered work (Ormeling & van Elzakker, 2009), in which by combining "map use activities" (van Elzakker, 2004) and functions (van Leeuwen, 1996), grouped "atlas and map use activities" (in this context, a certain equivalent of IFs of the EA). This division cannot claim to be complete because, firstly, it is based on "mapcentric" material, and secondly, the authors aimed primarily to highlight the relationship between user tasks and user activities.

Although they were developed for the CS in general, without emphasizing EA, the classifications of functions (Persson et al., 2006) and (Balciunas, 2011) are worth considering in detail. These works, in our opinion, occupy an intermediate position between studies of the functionality or interactivity of the CS (emphasis primarily on IFs and characteristics of the CS) and studies of interaction with the CIS (emphasis shifted to user tasks and interaction operators).

Responding to the call of Cartwright et al. (2001) to create a typology of geospatial interface tasks, Persson et al. (2006) distinguish eight types of interaction and 70 functions distributed between types. The typology is based on the interaction operands approach, in other words, the classification feature for grouping functions is the type of object to which the interaction is directed. However, no further division of functions within the types was performed. This is due to the greater priority of coverage of interaction issues than functionality and empirical analysis of functions.

The first three types of interactions include IFs of the map creation process: interaction with the representation model, interaction with the algorithms for the creation of a representation, interaction with the primary model / database (DB) query. As supporters of the (geo-) communication paradigm of cartography, the authors understand the secondary data model (map) as the representation model, the algorithms as the set of functions for the transition between the primary and secondary data model (for example, modifying the classify method), and the primary model as a DB. The fourth (arranging many simultaneous views) and fifth (dynamic linking with further display types) types of interaction are confined to IFs with multiple representations. The sixth (interaction with the temporal dimension) and seventh (interaction with the (pseudo-) 3D visualization) types are functions with the third and fourth dimensions. Finally, system interaction is the eighth type, which represents the basic functions (not directly related to cartographic operations).

The typology was tested on the basis of AoS 2 and CommonGIS, demonstrating its versatility for both GIS and geovisualization, as well as for CIS.

Functional studies with the participation of A. Balciunas deserve special attention (Balciunas & Dumbliauskiene, 2011; Balciunas, 2011; Balciunas, 2012; Balciunas & Beconyte, 2015). So, eight criteria (image review, data review, data visualization, composition of map layout, measuring of map elements, management of information resources, using the information (publishing), data selection and analysis) and 30 indicators were chosen to assess the quality of web maps functionality, where indicators correspond to the specific functions of interactive web maps (Balciunas & Dumbliauskiene, 2011). In the following paper (Balciunas, 2011), 8 of the above criteria are equated to

groups of functions and divided into three types of interactivity: review, modification, management. One year later, the same 8 groups of functions were proposed to evaluate the functionality of national atlas web maps (Balciunas, 2012). The grouping of functions was carried out on the basis of their purpose (which was the classification feature). Unfortunately, these works do not provide a list of functions (assessment indicators) and it is not clear which implementation of the function and which cartographic web services are recognized by the author as a reference (which is extremely important for the qualimetric assessment method used by the author).

According to Balciunas & Beconyte (2015), interactivity is "a feature that allows users to interact with map elements. The magnitude of interaction is related to possibilities of a particular user to perform actions on the map elements". Functionality is considered one of the indicators of map interactivity. Its definition has been clarified several times and in the latest version it sounds like this: "functionality can be defined as a characteristic of an interactive electronic map or map system that expresses adaptability of the system to the user's needs concerning spatial information management. Functionality determines the extent to which the user is provided with functions that he or she needs in order to accomplish an undertaken task with the map and answers the question whether and to what extent these functions can be efficiently used" (Balciunas & Beconyte, 2015). The object of functional research is a set of functional elements (a set of functions), which are considered part of the map interface, and functionality is equated to the quality of functions. According to the authors, the quality of functions can be quantified and standardized, and it is determined by the quality of implementation (number and types of functions) and the efficiency of use of corresponding interactive map tools (Balciunas & Beconyte, 2015).

Methodology. The research methodology at the stage of formation of the theoretical and methodological provisions of the classifying (hereinafter in the meaning "classification as a process") IFs of the EA included four goals, to achieve each of which the corresponding tasks were set. At this stage of the research, general scientific methods of analysis and synthesis, comparison, abstraction, and concretization were used. The methodology of the general theory of classification, the conceptual provisions of interactive cartography, as well as scientific areas, the subject of which is interaction, are involved. A number of tasks were analytical and involved the study and analysis of existing material on the research topic: both theoretical and practical developments (4 classifications and about 40 EAs and geoportals). Among the theoretical tasks should be singled out the improvement and formulation of the basic provisions and terms for the formation of the terminological apparatus of the object of research and classification system. The development of the methodological basis of the classification system required the definition of a number of notions, such as the kind and properties of the classification system, structure, model, etc. Classification of IFs of the EA is considered from three positions: as a method of systematization and cognition; as a system of knowledge of atlas cartography; and as a process of dividing classification objects according to certain features.

Results. The beginning of the classification system's development is the definition of its theoretical and methodological provisions, in particular the establishment of goals and objectives of classifying (Table 1).

Table 1. Goals and tasks of classifying interactive functions of the electronic atlas at the stage of theoretical and methodological provisions' formation

Goals	Tasks
1. Creating a classification: new or improving existing ones?	1) Study of existing classifications of IFs 2) Identification of advantages and disadvantages
2. Formation of the terminological apparatus of the research object and classification system	1) Analysis of existing provisions and definitions 2) Improving and formulating notions
3. Formation of a set of classification objects–IFs	1) Study of the research object: properties, characteristics, and varieties 2) Separating the object from other systems
4. Development of the methodological basis of the classification system	1) Identifying the classification system's kind and properties 2) Development of principles, criteria and requirements of classifying 3) Formation of structure, model, and classification connections 4) Substantiation of the classification system's purpose

The first goal. The general goal of the research is to create a classification system of IFs of the EA, which involves clarifying the need to create a new classification or refine existing ones. The results of the analysis show that today there is only one detailed classification of IFs of the EA, which is updated and corresponds to the current level of EA development. Its main shortcomings are the focus on atlas solutions of its own production, which affects the insufficient account of other views on the concept and interactive capabilities of the EA, as well as the lack of a clear theoretical and methodological basis of the classification development, which complicates its further extension by other research teams. Therefore, to understand and systematize a large number of IFs of modern EAs, it is advisable to propose a new classification system of IFs, the development of which will be based on the provisions of the theory of classification.

The second goal. The main notions of classification are the *classification element*, *classification object*, *classification groups*, and the *basis* and *general principle of classifying*, the formulation of which is the basis of the terminological apparatus of classification. To perform this task, it is necessary to carefully study the subject area of the future classification, which involves understanding the essence of EA and such initial notions as *EA elements*, *interactivity*, *interactive functions*.

The latest generation of EAs are so-called atlas platforms (AtPs) or atlas frameworks, which allow multiple creation and updating of EAs (atlases as types), identical in concept and technical implementation. AtP is not just software but a multicomponent system that also accumulates knowledge gained during the development of past projects, theories of cartography and related disciplines, i.e. includes a research component. Thus, the key feature of modern atlas cartography is gradually becoming the development of theoretical provisions and software solutions not specific thematic EAs but models (templates) of EA, which provide means for creating atlases of any theme and purpose. It is logical to conclude that the library of interactive functions of the AtP should not contain any restrictions on the specifics of IFs (for marine, educational, and other EAs).

Among the *EA elements*, we distinguish two types of elements: content elements and structural elements. The *content elements* include elements that reveal the thematic content of the EA. Their list is not constant, varies from the theme, purpose, and concept of a particular EA, and is open to extension. In our opinion, the content elements of the modern EA can be summarized by cartographic models, charts, tables, text documents, and media files (audio / video / image). These content elements can be grouped by different features (for example, cartographic elements and "non-cartographic" elements) or more detailed. Therefore,

cartographic models can include two-dimensional models (cartographic images of various kinds (in particular, schematic maps, cartograms, etc.) and orthophoto maps) and three-dimensional models (3D maps (or even globes), digital terrain models, block diagrams, etc.). It is important to add that these content elements can be presented both separately and as part of other elements (charts or text often accompany the maps, and data tables allow you to build charts on selected indicators).

The presence of all *structural elements of the EA*, in contrast to the content elements, is mandatory for each EA, ensuring the functionality of the EA. After analyzing the 30-year history of EA, we concluded that such elements are the visualization block, information and navigation structure, and interface.

The visualization block is responsible for the visual representation of any content elements of the EA. Some content elements of the EA, especially maps, can also be decomposed into structural elements that determine map functionality and should be considered in the initial stages of the conceptual level of EA design. This is a basemap (performs the functions of the geographical and mathematical basis of paper maps), thematic symbolization (thematic layers), legend, and data table (data manipulation block). Each of these elements is multicomponent and can be implemented in different ways in the EA interface. We call for a distinction between structural map elements and map elements, where the latter are considered elements of the layout of the map or cartographic interface (this includes both the scale and the north arrow as well as any additional data or widgets.).

Information and navigation structure involves the creation of a semantic model of the EA, which includes the development of information architecture and navigation models of the content of the atlas (*Parush, Pulsifer, Philip, & Dunn, 2006*). Information architecture is primarily responsible for the method of modeling thematic content (the form of presenting a list of content elements to users). The most commonly used tree structure (the content tree), although matrix, grid, and other structures can be used. The navigation model of the EA provides various options for moving the user between the elements of the thematic content of the EA.

The information and navigation structure of the EA performs the following functions:

- Determines the EA's thematic content and the way it is presented to the user (narrative structure);
- Provides movement between themes (content elements) of the EA and their comparison;
- Allows users to change the order and grouping of the EA's content elements;

- Models the subject area of the EA (not only the "EA control center" but also a means of exploring the real / fictional world);

- Acts as an organizer of spatial content (data);
- etc.

With the growing influence of the theory of HCI (human-computer interaction) on cartography in the 1990s, CS often began to be equated with *cartographic interfaces*. At the same time, the components of the cartographic interface are considered to be a map and tools for manipulating it. You, Chen, Liu, & Lin (2007) call this second component of the cartographic interface the "operational interface": "The operation interface consists of a set of objects that users can manipulate with a mouse or other input devices to activate map functions, such as zooming and panning, to control the map display in the frame". According to Miller (1999), these are "marginalia objects", i.e. those objects that exist outside the bounds of the map object and include display, access, navigation, and interaction tools. There are also views where the map is considered to be an interface to the real world (Cartwright et al., 2001; Lindholm & Sarjakoski, 1994). In our opinion, this is an excessive abuse of information terminology in the presence of a more developed and richer in its semantic load, the notion of a "model", familiar to cartography at least in model-cognitive (developed by Soviet scientists) and (geo-) communication paradigms.

Roth (2013) calls cartographic interfaces "the set of digital tools through which the cartographic interaction occurs". And literally in the next sentence, he includes interactive maps and CS in the cartographic interfaces. It is obvious to us that CS cannot be just a "set of digital tools" and therefore an interface or its components. It seems to us that Roth (2013) holds the same opinion, limiting the cartographic interface only to the cartographic interaction it supports; its interface style, or the way in which user input is submitted to the software to perform the interaction operator; and its interface design. Although Roth (2013) draws parallels between interface design and cartographic design, he does not equate them.

According to the Cambridge University Press (n.d.) and the Merriam-Webster (n.d.), an interface can be interpreted as an environment that provides a connection between two independent systems (such as a user and an EA). Thus, we can conclude that the interface of the EA and the EA are not identical entities but separate systems. In practice, the EA interface is the outer shell of the EA, where any content element, and information and navigation structure are inside this shell, which in itself is devoid of subject semantic load. Therefore, when the recipient of the IF is an element of the EA interface (menu, window, icon, etc.), the content of this element is usually not taken into account. The functions of the EA interface seem simple enough: through design solutions to increase the attractiveness of the EA representation, as well as to provide means and tips for users to change the EA representation. However, the usability of the EA interface is often a decisive factor for the user, and therefore, improving the design of interfaces is considered one of the main goals of the study of interaction. A deeper analysis of the EA interface is presented in (Huber, Jeller, & Ruegsegger, 2005).

To identify the essence of the notion of "interactive function of the EA", consider it in terms of interaction studies and functionality studies.

In (Krakovskiy, 2021), we laid the foundation of the atlas interaction concept. **By atlas interaction, we mean the process of changing the EA representation, initiated at**

the request of users. Let's take a closer look at the key notions of the definition.

By the phrase "initiated at the request of users" we mean the following:

- The EA is able to change at the request of the user, i.e. it is interactive. Note that there are no non-interactive EAs, as any EA allows the user to at least switch pages (content elements);
- The subjects of interaction are only end users and the EA where users have an active role and are always the initiators of interaction.

The formation of our idea of the "EA representation" was facilitated by two versions of its interpretation. The first belongs to R. Roth (2011), where the science of cartographic representation is opposed to the science of cartographic interaction and is associated with perceptual and cognitive research, cartographic semiotics, and other topics of static cartography (Roth, 2011). The second comes from pattern-based relational cartography (Chabaniuk, 2018), where "view" is considered a logical pattern formed from views of other patterns. In particular, from the following EA patterns: user interface, solution / content tree, basemap, thematic maps (layers) (Chabaniuk, 2018).

Based on the understanding of the EA as a system, we define **the EA representation as the state of all elements of the atlas and the relationship between them that the user sees at the moment.** In other words, the EA representation is what the user sees. Since the EA consists not only of maps, the EA representation can be divided into separate representations of certain elements (information and navigation structure, map, text, chart, etc.). Note that if you remove the word "representation" and leave the phrase "changing the EA", the definition of atlas interaction will be quite vague and may indicate, for example, a change in the architecture of the EA, which we do not anticipate.

The concept of interaction as a dialogue, which is understood as a cycle of communication acts channeled through input/output from the machine perspective, or perception/action from the human perspective (Hornbæk & Oulasvirta, 2017), has become the most widespread in the cartographic literature. This cycle of communicative acts or stages of interaction is usually represented by the scheme of D. Norman's stage of actions (Norman, 1988). In particular, in the work of R. Roth (2011), where cartographic interaction is considered in isolation from cartographic representation. In our opinion, this scheme is suitable only for the interpretation of interaction in a broader sense as the use (session) of the EA, which should take into account the user's ability to read the map (EA elements) and change it, which is not the same competence. When formulating goals and objectives as well as perceiving and interpreting the results of interaction, the user focuses on the EA representation, not actions to change the representation. The user's default goals and objectives are to explore the real or fictional world (which is modeled using the atlas, its content elements), not the interface and its elements. Therefore, we proposed to narrow the understanding of interaction to the approach based on operators (Roth, 2011), i.e. the stages of specifying an action and executing the action (Roth, 2011, Fig. 3.1), or look for alternative concepts. For example, Hornbæk & Oulasvirta (2017) conducted a study of the notion of interaction, which identified seven approaches to the interpretation of this notion. In our opinion, the concept of tool use deserves special attention, which interprets the interaction as

manipulation (use) of technology for some aims beyond the tool itself (Hornbæk & Oulasvirta, 2017).

The purpose and, as a consequence, the result of atlas interaction is the EA representation, which satisfies a user task (Zhang, Kraak, & Blok, 2016) / objective (Roth, 2011). However, this EA representation is not necessarily a solution to the user task, but it is always the best environment for solving it. Thus, if the user task is to identify all the ranges of medicinal plants in a given area, then zooming and panning will change the map representation of the EA in such a way as to create the best conditions for identifying ranges (according to the user). However, the process of identifying ranges (solving the user task) will be carried out by the user through visual analysis and always after the stage of interpretation of the results of interaction. The result of atlas interaction often coincides with the solution of the user task in cases where it is not a research task but a preparatory action (setting up a workspace) or recording research results. Relevant examples are *Change the font size of the EA interface* and *Export thematic layer data*.

Let us emphasize that the atlas interaction is precisely a process. The first stage of this process is the development by the user of a strategy to change the EA representation or the choice of interaction operators and their logical sequence (the absence of a strategy is also a strategy). The second stage is the search and activation of IFs of the EA by the user, which correspond to the selected interaction operators. The atlas interaction session continues until the user proceeds to interpret the atlas interaction result. The interpretation phase is already part of the use session of the EA outside of the atlas interaction session. If the user, having evaluated the EA representation after the interaction session, is satisfied with the result and completed the task, the session of using the atlas is completed, and the atlas interaction session is considered successful. If the result of the atlas interaction does not match the user task, then the atlas interaction session is unsuccessful and may be restarted by the user. It is also unnecessary to remember the cases when the session of atlas interaction is recognized as successful but the user task cannot be solved. So, the use session of the EA can consist of several atlas interaction sessions, where atlas interaction can be evaluated by a number of characteristics, such as effectiveness (ratio of the successful atlas interaction sessions to unsuccessful), productivity (duration of atlas interaction session(s)), etc.

The first stage of atlas interaction is more influenced by user interactivity and the quality of the EA representation, and in the second stage, the interactivity of the EA is added to the first two. By **interactivity**, we mean **the degree to which users or EA are able to provide interaction**. Thus, we adhere to the concept of interactivity as a property that can be considered a user property or an EA property. The interactivity of both subjects of atlas interaction can be determined separately and in advance. However, the greatest interest and practical value is to find the optimal interactivity, which is determined for each concrete group of users and the concrete EA based on information about their individual interactivity, which can be quantified (especially for the EA). **We associate the interactivity of the EA exclusively with the technical capabilities of the EA and propose to determine it by a set of indicators that form a continuum from low interactivity to high.**

Let's return to the **operators of atlas interaction**. Operators or actions (Gotz & Zhou, 2009) are usually called separate, with generalized meaning, user actions to explore the subject area, performed using the system. For example, in Roth's (2011) interpretation, operators denote the

generalized content of a specific group of functions or the functions themselves. In particular, he identified twelve work operators (reexpress, arrange, sequence, resymbolize, overlay, reproject, pan, zoom, filter, search, retrieve, calculate) and five enabling operators (import, export, save, edit, annotate). It is sometimes argued that the list of operators for interactive data visualization systems (where CS are often included) may be theoretically the same. But as shown in (Zhang et al., 2016), which analyzes taxonomies of interactive tasks (operators) for information visualization, geovisualization, and visual analytics, there is no unanimous opinion on the list and, especially, the names of the operators. We think that the typology of operators should be revised for EAs as well.

Thus, **by the operator of atlas interaction, we mean the general meaning of the change of EA representation**. The use of operators is useful when studying atlas interaction in a user-centered approach, that is, to find out how users think. However, operators are uninformative in evaluating the interactivity of the EA. For example, the execution of the operator "zoom" doesn't answer the question "how" this action was performed because, as we know, zooming can be performed in modern CS in different ways. Also, failure to perform the operator doesn't necessarily mean that the user doesn't understand how to achieve the task, but rather indicates a gap between user interactivity and EA interactivity or poor quality of EA representation (in particular, the EA interface) or both. Therefore, to improve EA and regulate its interactivity, developers need more concrete, elementary fixators of user actions to change the EA representation. Such fixators can be IFs, which, in contrast to events (Gotz & Zhou, 2009), are not inferior in semantic load to the interaction operators.

In our interpretation, **the interactive function of EA denotes the concrete change of the EA representation**. Recall that changing the EA representation can change all EA elements (for example, the *Select Language* function changes the interface language and language of all content elements) or only separate elements (for example, the *Rename Thematic Layer* function changes only the map layer name (content element)). In both cases, what the user saw on the screen before and after activating the IF is different, and therefore the EA representation has changed. However, it is possible to estimate the extent of the change and to separate the element(s) of the EA which representation has changed directly. We also emphasize that any request, regardless of its meaning (adding, deleting, etc.), to which the EA is able to respond will be considered a change of the EA representation.

To identify the IF, the principle of the maximum possible decomposition of the change of the EA representation should be followed. First, the meaning of the change (e.g., centering, relocation, rotation) is determined, which, unlike the atlas interaction operators (e.g. moving), is not generalized. Further specification consists of answering the questions "what exactly is changing?" as well as "how is it changing (in what manner)?" and "where exactly is changing?". The answer to "what exactly is changing?" is mandatory and denotes the object to which the function is directed. This object can be an interface, information and navigation structure, thematic layer, map symbols of a specific layer of the map, charts, data table of the thematic layer, etc. The use of traditional operands based on type-centric or state-centric approaches is considered inappropriate here due to factors identical to operators, namely insufficient detail, which will not allow evaluation of the interactivity and functionality of the EA. The answer to

"where exactly is changing?" is an additional clarification, which indicates that the object that is changing belongs to a certain element of EA. For example, the *Resize Font* function lacks detail, as it can be applied to the entire EA (all content elements) or only to a certain text document (a separate content element). So, we have at least two functions. Clarification of "how is it changing (in what manner)?" is necessary for such (groups) of functions as *Filtering*, where further decomposition into functions *Filtering by attribute*, *Filtering by type*, etc. is possible. If further decomposition is not possible, the IF is formed by composing allocated elements (*Resize font of text documents*).

In cartography, **functionality** is usually understood as the ability and degree to which the map (atlas) allows you to solve a certain list of tasks according to its purpose (van Elzakker, 2004). However, the interpretation of functionality, especially in conjunction with interactivity, is ambiguous. Thus, Balciunas & Beconyte (2015) equate functionality to the quality of functions, where functions are the object of functional research, and consider functionality as one of the indicators of map interactivity. Instead, Sieber & Cron (2019) are convinced that functionality is determined by interactivity and usability, as well as a set of EA functions.

In our opinion, the EA functionality is a broader concept than interactivity, but it does not necessarily include the latter. The EA interactivity is characterized by a set of indicators that reflect the degree to which EA is able to provide atlas interaction. Although the presence of IFs is a prerequisite for interactivity, to evaluate interactivity, it is sufficient to operate with the indicator of the number of IFs (set of functions), as considering the concrete possibility of changing the EA representation, not the best option for implementing a concrete change of EA representation (qualitative indicator). For example, the presence of the *Select Basemap* function means only the possibility of changing the basemap of the EA, but does not affect the list of possible basemaps and the map load of these basemaps. These settings are part of the EA representation design, not the EA interactivity.

To evaluate the functionality of EA, on the contrary, it is necessary to consider all the factors that affect the solution of user tasks, i.e. to consider all the stages and components of the use of EA. Evaluation of IFs is only one of the components of the evaluation of functionality, where we tend to equate functionality with the quality of the EA. When evaluating the IFs of the EA in terms of functionality, it is important to take into account not only the number of IFs, but also their implementation and effectiveness, i.e. qualitative indicators.

It should be noted that when defining functionality, in contrast to interactivity, you can use the notions of "function" and "interactive function". In the first case, it is about the goals/tasks for which a particular EA is suitable, and in the second, it is about a concrete change of the EA representation. To start the IF of EA, the user needs to find and activate the corresponding EA interface elements (in particular, the GUI widgets). Some functions require only one widget (for example, the *Legend* function requires only one icon), while others require a combination of widgets (for example, the *Basemap Selection* function requires an icon and a drop-down list).

The term **"tool"** is often used alongside "functions". As it was established, a function is a process, and a tool is always a means. In the case of EAs, tools are means of performing IFs. We suggest using the term "tool" only at the level of the EA interface, where it denotes concrete interface elements to activate the corresponding IFs. For

example, to activate the *Measure Distance* function, you need to use the *Ruler* tool, which is represented by an icon, involves selecting points on the map using the cursor, and contains an algorithm for calculating and demonstrating distance in pre-selected units.

Now, after formulating and improving the initial notions of the object of research, we define the system of notions of the IFs classification. The *classification object* is an IF. The *classification element* is the element of IF (a certain taxonomic level of IF decomposition). The *general principle of classifying* IFs of the EA is the systematization of IFs by purpose. The *main feature (basis)* by which the objects of the classification set are distinguished is interactivity as one of the properties of the EA. A system of features of IFs will be defined for the distribution of classification elements into classification groups.

The third goal. Properties are usually divided into essential (the disappearance of these properties turns the object into another) and non-essential. Among the **essential properties of the IF**, let us allocate *interactivity* (here in the general meaning as the ability to change the EA representation), *resultative* (the use of the IF leads to a certain result, namely the change of the EA representation), *visibility* (IF denotes a process perceived by the user's senses), *duration* (any change of the EA representation takes a certain period of time), and *unambiguity* (IF has a clear meaning and denotes a concrete change of the EA representation). An essential property is also called a quality (an object cannot, while remaining itself, lose its quality), but it is a relative notion because the same quality for some objects can be a quality (essential property) and for others simply a property (non-essential). In this paper, we do not see quality as an essential property but as a specific characteristic. The **non-essential properties of the IF** include *passivity* (the activation of the IF occurs at the request of the user, but this is not an imperative), *extensibility* (IF, without changing its essence, can be extended to operands of the same type or further concretization is possible), etc. The proposed list of essential and non-essential properties is not exhaustive and is open to extension. In practice, properties are often identified in the process of classifying, when it is necessary to establish the relationship of similarity between a specific set of elements.

Although characteristics and properties are often understood as synonyms, in our context, it would be appropriate to distinguish between these notions. We consider the **characteristic of the IF** to be an indicator obtained by evaluating a certain set of the IF properties (first of all, essential ones). Such characteristics of the IF are *quality* as the degree of suitability to solve the task (evaluation of the quality of the IF can be carried out, for example, by the qualimetric method (Balciunas & Dumbliauskienė, 2011)), *efficiency* (for example, the ratio of duration and resultative or quality), as well as more subjective characteristics of the IF based on user experience, such as *usefulness*, *popularity*, etc. The proposed characteristics of the IF should be considered as examples that need further clarification.

Speaking of the **varieties of IFs**, we in any case already distinguish IFs, grouped by specific features. Thus, we can distinguish IFs *by origin*: GIS-functions (functions that are traditional for GIS-software: analysis of data statistics, database queries, etc.), cartographic functions (zooming, switching thematic layers, adjusting their transparency, etc.), functions from the science of information visualization (changing the chart type, linking data to a chart, etc.), general / system functions (devoid of subject specificity and

used in any software product (authorization, change language, data import, etc.)). The most popular way to group IFs is *by purpose*: navigation functions (zooming, panning, centering, etc.), data manipulation (filtering, sorting, database query, etc.), map manipulation (change of classification method, change of map type, selection of projection, etc.) and many other variations, depending on the subjective views and preferences of specific authors. Another example is the grouping of IFs *by operand*, as in the paper (Persson et al., 2006).

In order to form a library of IFs, and in the context of this research, for a set of classification objects (interactive functions), we analyzed in detail about 40 EAs and geoportals over the past 20 years. A detailed list of resources can be found at the following link: <https://bit.ly/3wL35uu>. One hundred seventy-nine IFs of the EA have been preliminarily identified.

The fourth goal. By *kind*, the future classification is *special, artificial, intensional, multilevel, empirical, and taxonomic*. The classification of the IFs is *special* because it relates to a narrow subject area – atlas cartography. Artificial kind indicates the best presentation of information for practical purposes in a searchable form. Detection and identification of objects of the classification system are based on a general property–interactivity–so the classification is *intentional*. Preliminarily, we can assume that the classification system will be *multilevel* with the allocation of a chain of taxa, for example, *type-class-genus-kind*. Taxonomic categories do not denote real objects, but a certain rank or level of classification or hierarchical level, show the place of a classification element or group in the system. On the feature of "kind of knowledge used", classification is *empirical* since it is based on obtaining knowledge from available sources, such as practically developed EAs and scientific publications on the topic.

Among the **general properties** of the classification system of IFs are the following: *complexity, integrity, focus, openness, persistence, flexibility, and effectiveness*.

The distribution of IFs into classification groups according to a set of features forms the complex structure of the classification system of IFs. *Integrity* is manifested in the ability of the system to provide or discover new knowledge, which implies the existence of previously unknown objects and connections. Not just a statement of existing experience, but the ability to anticipate new knowledge indicates the *focus* of the system. The classification formed in this way will be open for further updating and improvement. The modern information world is very dynamic, and taking into account the possibility of making additions and updates should provide *flexibility* to the system, but it should be borne in mind that making radical changes can lead to the destruction of the system. A guarantee of *persistence* is the possibility to introduce transitional classification groups into the classification system without destroying its overall structure. The introduction of transitional taxonomic units such as subtypes, subclasses will provide a condition of persistence. Compliance with the system *effectiveness* property is crucial and is related to the purpose of the classification. A clear awareness of the range of users and a focus on better communication of information, combined with minimal search time, will increase the effectiveness of classification.

In developing the classification system of IFs, the following **classifying requirements** are specified: *requirements for the goals* (resultative and realism); *integrity requirements* (completeness of decomposition and sequence of decomposition); *adequacy requirements*

(correctness of features); *general requirements* (compactness, simplicity and clarity, visibility, unambiguous names of groups, bases and elements). The requirement of resultative of the classification is aimed at obtaining concrete results that will ensure the achievement of goals. The classification system should have a targeted effect and solve concrete classification problems. Compliance with the requirements of resultative and realism is provided by the careful development of the classification structure, analysis of the object, and the existing experience of classifying. The completeness of decomposition is provided by finding the smallest indivisible elements of the classification system and in the sequential grouping of these elements by selected features, moving from the bottom up, that is, inductively. One of the most important tasks of classification is the correct choice of classification features; that is grouping of elements by essential features, which involves, inter alia, abstraction from the secondary ones. The key to abstraction is the establishment of clear boundaries for both the research and the classification system. General requirements refer to requirements that contribute to the usability of the system, i.e. its visibility and logical orderliness. Clarity in the names of classification elements and groups will provide the compactness of the classification, and unambiguity will avoid duplication of notions in the names and ambiguity in the interpretation of features. The use of taxonomic units of classification will logically arrange the elements into groups and subsystems.

In order to determine the **structure** of the future classification, it is critical to carefully study not only the object of classification but also the hierarchical organization of classification elements and their connections. At the initial stage of the development of the classification system, it can be assumed that the structure will be *combined*, namely, *faceted* and *sequential*. The facet structure is based on the principle of ordering by facets, according to the features of classification in our case. The main object of classification–IF–is located in the center of the facet structure, and the facets correspond to classification groups according to various features, connected with the center by *radial relations*. The structure of classification groups is more likely to be formed on the basis of a *sequential structure*, where the basic principle is "each with the previous, each with the next".

In practice, identifying all possible IFs, the list of which cannot be permanent, is a difficult task, and the result is temporary. Since one of the properties of the classification is the possibility of its extension, it is advisable to limit the classification of IFs only to scientific and general-purpose EAs, taking national and regional atlases as a standard. With this approach, it is extremely important to meticulously create a classification structure of the classification that will allow its modification for EAs and the list of IFs of any theme and purpose.

It should be noted that the AtP approach to creating EAs has a notable limitation related to the AtP developers' vision of the EA concept. For example, one team of AtP developers may attach significant importance to such EA content elements as charts, while another will consider these elements only as a supplement to maps. As a result, the number of available IFs of these two AtPs will differ. The volume of the IFs library of the AtP is also influenced by the experience of creating EAs of various themes and purposes, which certainly differs from team to team.

In order for the classification to be universal, it is extremely important to take into account all views on the concept of the EA and possible IFs. However, the creation of a classification involves not only the fixation of empirical

material of different origins (which is sufficient for the library of IFs), but also its organization on a certain principle (selection of classification features and grouping methods). The latter, one way or another, is carried out under the influence of the subjective views of the authors of the classification. Therefore, unfortunately, it is not possible to develop a classification mechanism that could achieve the status of a pattern (template) and could be repeatedly applied at this stage of consolidation of various cartographic schools.

The practical impossibility of creating a unified classification of IFs today is not a problem because it plays primarily an auxiliary role for AtP developers, being an artificial classification. The **purpose of its development** is to clearly systematize the experience of creating and implementing IFs in EAs created using the concrete AtP. The obtained result can be considered as a source for evaluating the interactivity and functionality of the developed EAs (primarily within the products of the one AtP). In addition, the classification provides materials for analytical research. Its very creation is a research work, which also affects the revision of the theoretical and practical provisions not only of the development and use of the IFs, but also of the EA and the AtP itself. The finished classification of IFs of the AtP is useful for authors of thematic EAs, who get the opportunity to quickly find the necessary functions and connections between them. We are skeptical about the significance of the classification for end users, since it is more important for them to know the IFs and the functionality of the concrete EA, which are usually described in detail in the accompanying documentation and user manual.

Conclusions and outlook. The article reveals the content of the theoretical and methodological stage of creating the classification system of IFs of the EA. The formation of the theoretical and methodological provisions of the research involved the accomplishment of four intermediate goals, for each of which concrete tasks were identified. The first goal was to analyze the existing classifications of IFs and the theoretical basis of their creation. Among the two classifications of IFs directly intended for EA, it was found that only the classification (Sieber & Cron, 2019) has been developed in detail and corresponds to the current level of the EA development. It was decided not to improve this classification, but to create a new one. This is due to three factors: the authors cover almost no theoretical and methodological principles of classification development, which complicates its improvement by other research teams; we do not completely agree with the vision of the EA concept and the interpretation of the initial notions; we have a different idea of the mechanism of classifying IFs and the allocation of classification groups.

The second goal was to form the terminological apparatus of the research object and classification system. To achieve it, the place of the IF in the system of notions of interactive and atlas cartography was initially defined, which implied the consideration of the following notions: EA elements, atlas interaction, EA representation, EA interactivity, atlas interaction operator, EA functionality, interactive tool. The IF of the EA is defined by us as the concrete change of the EA representation. After that, the basic notions of the classification system of IFs were established: classification element, classification object, general principle of classifying, and the main feature (basis) of classifying.

Fulfillment of the third goal involved the formation and study of a set of classification objects – IFs. Essential (interactivity, resultative, visibility, duration, unambiguity)

and non-essential (passivity, extensibility) properties of the IF are determined. The characteristic of the IF is called an indicator obtained by evaluating a certain set of the IF properties (first of all, essential ones). Examples of such characteristics are offered as quality, efficiency, usefulness, and popularity. The varieties of IFs of the EA by origin, purpose, and operands are determined. The formation of the IFs library (the set of classification objects) was carried out empirically and was based on the analysis of both EAs (the full list is available at: <https://bit.ly/3wL35uu>) and literature sources on the topic. One hundred seventy-nine IFs of the EA have been preliminarily identified.

The methodological basis of the classification system was determined after the formation of the terminological apparatus of the classification system and the allocation of the set of classification objects. By kind, the future classification is special, artificial, intensional, multilevel, empirical, and taxonomic. Among the general properties of the classification system, the following were allocated: complexity, integrity, focus, openness, persistence, flexibility and effectiveness. In developing the classification system of IFs, the following classification requirements were specified: requirements for the goals (resultative and realism); integrity requirements (completeness of decomposition and sequence of decomposition); adequacy requirements (correctness of features); and general requirements (compactness, simplicity and clarity, visibility, unambiguous names of groups, bases, elements). At the initial stage of development of the classification system of IFs, it can be assumed that the structure will be combined, namely, faceted and sequential. The classification will be intended for developers of AtPs and authors of EAs. Its creation will help to solve the following tasks:

- Systematization of experience in creating and implementing IFs of EAs;
- Evaluation of interactivity and functionality of EAs;
- Review of the theoretical provisions of atlas cartography, finding new IFs and connections between existing ones;
- Accelerating the development of EAs by authors-users of the AtP;
- Demonstration of the interactive capabilities of the AtP.

The scope of the classification will be limited to scientific and general-purpose EAs but will include possible extension to EAs of any theme and purpose.

The second stage of creating the classification system of IFs of the EA is the practical implementation of the classification, which will be reflected in future publications. The research results can be used at the theoretical level of designing the classification of IFs not only for the EA but also for other applications where the classification object is the IF. The proposed terminological apparatus may be of interest to the whole of interactive cartography because such general theoretical notions as IF, interactivity, and interaction are considered.

References

1. Albrecht, J. H. (1996, January 21–25). Universal GIS operations for environmental modeling [Paper presentation]. The 3rd International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling, Santa Fe, Argentina.
2. Balciunas, A., & Dumbliauskiene, M. (2011, May 19–20). Qualimetric research method application in high interactivity level functionality assessment of Internet maps [Paper presentation]. The 8th International Conference on Environmental Engineering, Vilnius, Lithuania.
3. Balciunas, A. (2011). The Possibilities for Functionality Research on Interactive Internet Maps. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 46(2), 66–73. DOI: 10.3138/cart.46.2.66
4. Balciunas, A. (2012, September 13–14). Web Maps Functionality Analysis of the National Atlases [Paper presentation]. V Vseukrainska

naukovo-praktychna konferentsiia 'Natsionalni atlasy u formuvanni hlobalnoho informatsiinoho prostoru' [The 5th All-Ukrainian scientific and practical conference 'National atlases in the formation of the global information space'], Kyiv, Ukraine.

5. Balciunas, A., & Beconyte, G. (2015). Research on User Preferences for the Functionality of Web Maps. In C. R. Sluter, C. B. M. Cruz & P. M. L. de Menezes (Eds.), *Cartography-Maps Connecting the World* (pp. 45–57). Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-17738-0_4

6. Bär, H., & Sieber, R. (1997, June 23–27). Atlas of Switzerland-Multimedia Version. Concepts, Functionality and Interactive Techniques [Paper presentation]. The 18th International Cartographic Conference, Stockholm, Sweden.

7. Cambridge University Press. (n.d.). Interface. In Cambridge Dictionary. Retrieved April 03, 2021, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/interface>

8. Cartwright, W., Crampton, J., Gartner, G., Miller, S., Mitchell, K., Siekierska, E., et al. (2001). Geospatial information visualization user interface issues. *Cartography and Geographic Information Science*, 28(1), 45–60. DOI:10.1559/152304001782173961

9. Chabaniuk, V. (2018). Reliatsiina kartohrafiia: Teoriia ta praktyka [Relational cartography: Theory and practice]. Kyiv: Institute of Geography of the NAS of Ukraine. Retrieved from <https://igu.org.ua/sites/default/files/pdf-text/relational-cart.pdf> (in Ukrainian).

10. Chabaniuk, V. S., Kolimasov, I. M., & Kravovskiy, S. P. (2021). Critical Systemic Properties of Electronic Atlases of New Generation. Part 1: Problem and Research Methods. *Kibernetyka ta obchysliuvna tekhnika* [Cybernetics and Computer Engineering Journal], 204(2), 20–48. DOI: 10.15407/kvt204.02.020

11. Crampton, J. W. (2002). Interactivity types in geographic visualization. *Cartography and geographic information science*, 29(2), 85–98. DOI: 10.1559/152304002782053314

12. Cron, J. (2006a). Graphische Benutzeroberflächen interaktiver Atlanten [Graphical user interfaces of interactive atlases] (Master's thesis, University of Applied Sciences Dresden (HTW Dresden), Dresden, Germany). Retrieved from http://www.ika.ethz.ch/studium/diplomarbeit/2006_cron_bericht.pdf

13. Cron, J. (2006b). Kriterienkatalog Umsetzung von Funktionen interaktiver Atlanten [Implementation of the Criteria Catalog for Interactive Atlas Functions]. Retrieved from http://www.ika.ethz.ch/studium/diplomarbeit/2006_cron_katalog.pdf

14. Cron, J., Sieber, R., & Hurni, L. (2007, August 4–10). Guidelines to Optimized Graphical User Interfaces of Interactive Atlases [Paper presentation]. The 13th International Cartographic Conference, Moscow, Russia.

15. Cron, J., Wiesmann, S., & Hurni, L. (2008). Facilitating the handling of interactive atlases by dynamic grouping of functions—the example of "Smart Legend". In A. Moore & I. Drecki (Eds.), *Geospatial Vision: New Dimensions in Cartography* (pp. 1–18). Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-70970-1_1

16. Gotz, D., & Zhou, M. X. (2009). Characterizing users' visual analytic activity for insight provenance. *Information Visualization*, 8(1), 42–55. DOI: 10.1057/ivs.2008.31

17. Hornbæk, K., & Oulasvirta, A. (2017, May 6–11). What is interaction? [Paper presentation]. The 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Denver, CO, United States.

18. Huber, S., Jeller, P., & Rueggsegger, M. (2005, July 9–16). Thinking Modular—Towards a Pluggable Atlas User Interface [Paper presentation]. The 22nd International cartographic conference, La Coruna, Spain.

19. Hurni, L. (2005). Anwendung kartographischer medien im Rahmen aktueller I+K-Technologien [Application of cartographic media within the framework of current I+K technologies]. *KN-Journal of Cartography and Geographic Information*, 55(5), 244–249. DOI: 10.1007/BF03544020

20. Hurni, L. (2008). Multimedia Atlas Information Systems. In S. Shekhar & H. Xiong (Eds.), *Encyclopedia of GIS* (pp. 759–763). Boston: Springer. DOI: 10.1007/978-0-387-35973-1_847

21. Kharchenko, A. S. (1974) K voprosu obshchei klassyfykatsyy kart [On the issue of general classification of maps]. Kyiv: Naukova dumka (in Russian).

22. Kravovskiy, S. P. (2021). Interaktyvnist v atlasnii kartohrafii [Interactivity in atlas cartography] (Unpublished master's thesis). National Taras Shevchenko University of Kyiv, Kyiv, Ukraine. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/353849419_Interactivity_in_Atlas_Cartography_Interaktivnist_v_atlasnii_kartohrafii_Interaktivnost_v_atlasnoj_kartohrafii (in Ukrainian).

23. Kravovskiy, S., & Kurach, T. (2021). Evoliutsiia pohliadiv v atlasnii kartohrafii: vid kontseptsii papirovoho atlasu do atlasnoi platformy [The evolution of views in atlas cartography: from paper atlas concept to atlas platform]. *Visnyk Kyivskogo nacionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka, Geografiya* [Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography], 78/79 (3/4), 60–68. DOI: 10.17721/1728-2721.2020.78-79.9 (in Ukrainian).

24. Kurach, T. M. (2010). Suchasni pidkhody do klasyfikuvannia heohrafichnykh kart [Modern approaches to the classification of geographic

maps]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii* [Bulletin of Geodesy and Cartography], (6), 15–19 (in Ukrainian).

25. Kurach, T. M. (2011). Teoretyko-metodolohichniy riven klasyfikuvannia (na prykladi systematyzatsii heohrafichnykh kart) [Theoretical and methodological level of classification (on the example of systematization of geographic maps)]. *Visnyk heodezii ta kartohrafii* [Bulletin of Geodesy and Cartography], (6), 16–20 (in Ukrainian).

26. Lindholm, M., & Sarjakoski, T. (1994). Designing a visualization user interface. In A. M. MacEachren & D. R. F. Taylor (Eds.), *Visualization in modern cartography* (pp. 167–184). Great Yarmouth: Pergamon. DOI: 10.1016/B978-0-08-042415-6.50016-8

27. Merriam-Webster. (n.d.). Interface. In Merriam-Webster.com dictionary. Retrieved April 03, 2021, Retrieved from <https://www.merriam-webster.com/dictionary/interface>

28. Miller, S. (1999). Design of multimedia mapping products. In W. Cartwright, M. P. Peterson & G. Gartner (Eds.), *Multimedia cartography* (pp. 51–63). Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-36651-5_7

29. Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. New York: Basic Books.

30. Omelchenko, V. V. (2008). Obshchaya teoriya klassifikatsii. CH. 1: Osnovy sistemologii poznaniya dejstvitel'nosti [General theory of classification. Part 1: Fundamentals of the systemology of cognition of reality]. Moscow: OOO "IPC 'Maska'" (in Russian).

31. Ormeling, F. (1996). Functionality of electronic school atlases [Paper presentation]. Seminar on Electronic Atlases II, Prague, Czech.

32. Ormeling, F., & van Elzakker, C. P. J. M. (2009, November 15–21). Digital atlas user requirements and use scenarios [Paper presentation]. The 24th International Cartographic Conference, Santiago de Chile, Chile.

33. Parush, A., Pulsifer, P., Philip, K., & Dunn, G. (2006). Understanding through structure: The challenges of information and navigation architecture in cybercartography. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 41(1), 21–34. DOI: 10.3138/4383-1643-R163-6R25

34. Persson, D., Gartner, G., & Buchroithner, M. (2006). Towards a typology of interactivity functions for visual map exploration. In E. Stefanakis, M. P. Peterson, C. Armenakis & V. Delis (Eds.), *Geographic hypermedia* (pp. 275–292). Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-34238-0_15

35. Roth, R. E. (2011). Interacting with Maps: The science and practice of cartographic interaction (Doctoral dissertation, The Pennsylvania State University, State College, USA). Retrieved from <https://submit-etda.libraries.psu.edu/catalog/1243>

36. Roth, R. E. (2013). Interactive maps: What we know and what we need to know. *Journal of Spatial Information Science*, (6), 59–115. DOI: 10.5311/JOSIS.2013.6.105

37. Schneider, B. (2001, August 6–10). GIS functionality in multimedia atlases: spatial analysis for everyone [Paper presentation]. The 20th International Cartographic Conference, Beijing, China.

38. Scheider, B. (2002). GIS-Funktionen in Atlas-Informationssystemen [GIS functions in Atlas information systems] (Doctoral dissertation, ETH Zurich, Zurich, Switzerland). Retrieved from <https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/146681/eth-25643-02.pdf>

39. Sieber, R., & Huber, S. (2007). Atlas of Switzerland 2-A highly interactive thematic national atlas. In W. Cartwright, M. P. Peterson & G. Gartner (Eds.), *Multimedia cartography* (pp. 161–182). Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-36651-5_12

40. Sieber, R., & Cron, J. (2019). Atlas Functionality: Interactive Functions and Tools. In *Atlas Cookbook*. Retrieved from https://atlas.icaci.org/wp-content/uploads/2019/07/Cookbook_9-Atlas_Functionality.pdf

41. Subbotin, A. L. (2001). Klassifikatsii [Classifications]. Moscow: IF RAN (in Russian).

42. Tikunov, V. S. (1997). Klassifikatsii v geografii: renessans ili uvyadanie? (opyt formal'nykh klassifikatsiy) [Classifications in geography: renaissance or decline? (the experience of formal classifications)]. Moscow-Smolensk: SGU (in Russian).

43. Topchiiev, O. H. (2005). Suspilno-heohrafichni doslidzhennia: metodolohiia, metody, metodyky: navch. posibnyk [Socio-geographical research: methodology, methods, techniques: tutorial]. Odesa: Astroprint (in Ukrainian).

44. van Elzakker, C. P. J. M. (2004). The use of maps in the exploration of geographic data (Doctoral dissertation, Utrecht University, Utrecht, Netherlands). Retrieved from https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2004/phd/vanelzakker.pdf

45. van Leeuwen, S. W. (1996). Het Evalueren von Geografische Software [Evaluating Geographic Software] (Master's thesis, Utrecht University, Utrecht, Netherlands).

46. You, M., Chen, C. W., Liu, H., & Lin, H. (2007). A usability evaluation of web map zoom and pan functions. *International Journal of Design*, 1(1), 15–25.

47. Zhang, Q., Kraak, M. J., & Blok, C. A. (2016). Structuring Relations between User Tasks and Interactive Tasks Using a Visual Problem-Solving Approach. In G. Gartner, M. Jobst & H. Huang (Eds.), *Progress in Cartography* (pp. 101–114). Cham: Springer.

Надійшла до редколегії 03.05.22

С. Краковський, асп.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Т. Курач, канд. геогр. наук, доц.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

КЛАСИФІКАЦІЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ФУНКЦІЙ ЕЛЕКТРОННОГО АТЛАСУ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ

За понад 30-річну історію існування електронних атласів широковідомі лише дві класифікації інтерактивних функцій, призначені безпосередньо для електронного атласу. Крім того, теоретичні аспекти розроблення цих класифікацій були висвітлені недостатньо, що ускладнює їхнє подальше удосконалення.

Метою статті є розроблення теоретико-методологічних засад створення класифікаційної системи інтерактивних функцій електронного атласу. Для досягнення мети було поставлено чотири проміжні цілі: з'ясування питання необхідності створення нової класифікації чи доопрацювання існуючих; формування понятійно-термінологічного апарату об'єкта дослідження та класифікаційної системи; формування множини класифікаційних об'єктів – інтерактивних функцій; розроблення методологічних засад класифікаційної системи.

Визначено місце інтерактивних функцій у системі понять інтерактивної та атласної картографії, що передбачало розгляд таких понять: елементи електронного атласу, атласна взаємодія, представлення електронного атласу, інтерактивність електронного атласу, оператор атласної взаємодії, функціональність електронного атласу, інтерактивний інструмент. Встановлено такі основні поняття класифікаційної системи інтерактивних функцій: класифікаційний елемент, класифікаційний об'єкт, загальний принцип класифікування, головна ознака (основа) класифікування. Визначено суттєві (інтерактивність, результативність, наочність, тривалість, односторонність) і несуттєві (пасивність, розширюваність) властивості інтерактивної функції, її характеристики та різновиди. Попередньо ідентифіковано 179 інтерактивних функцій електронного атласу, які будуть розподілені за класифікаційними групами на основі їхнього призначення. Класифікація буде призначена для розробників атласних платформ та авторів електронних атласів. Її створення допоможе вирішувати такі завдання: систематизація досвіду зі створення та імплементації інтерактивних функцій електронних атласів; оцінювання інтерактивності та функціональності електронних атласів; перегляд теоретичних положень електронного атласного картографування, знаходження нових інтерактивних функцій і зв'язків між існуючими; пришвидшення розробки електронних атласів авторами-користувачами атласної платформи; демонстрація інтерактивних можливостей атласної платформи.

Результати дослідження можуть бути використані на теоретичному рівні проєктування класифікації інтерактивних функцій не тільки для електронного атласу, але й інших застосунків, де класифікаційним об'єктом виступає інтерактивна функція. Запропонований понятійно-термінологічний апарат може бути цікавим для всієї інтерактивної картографії, оскільки розглядаються такі загально-теоретичні поняття, як інтерактивна функція, інтерактивність, взаємодія.

Ключові слова: класифікація інтерактивних функцій, теоретико-методологічні засади класифікування, електронний атлас, атласна картографія, інтерактивність.

VI. МОЛОДІ НАУКОВЦІ

<https://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.83.6>
UDC 911.3

O. Razumova, PhD Student
ORCID ID: 0000-0002-2899-3695
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

REGIONAL OUTSOURCING PARTICULARITIES

In view of the current trends occurring in the world after the COVID-19 pandemic is over, we can see that the market of manufacturing outsourcing and outsourcing of services continues to focus on reducing the cost and efficiency of the manufacturing and communication process by transferring activities to the closest regions. These trends are particularly relevant for the regions of the Middle and Eastern America and the Caribbean, as well as for Europe. An important factor in the geographical expansion of outsourcing processes is the simplified system of legal and visa issues. In the Asia region can observe the forces that direct companies to the processes of standardization and concentration of production, in order to satisfy their own needs and in connection with the growth of the middle class in the Asia-Pacific region, as well as its buying power. Described current trends in the sectoral structure and factors that influence outsourcing activities. The tendencies that have become the driving forces in different processes of outsourcing development and identified the factors that have influenced the attractiveness of each country in its region have been studied. Attention is paid to the current strategies of outsourcing and localization. Graphically presented the structure of outsourcing manufacturing and outsourcing services. Were distinguished industries and sub-industries in the outsourcing manufacturing, which are divided into outsourcing зв'язки blanks and functions for ensuring the production of products. Also shown schematically the structure of outsourcing services and its division into the outsourcing of information technology and business processes, as well as the processes of the back and front plan, and the rest, specific knowledge and information. The article uses the data of consulting and auditing agencies of the Great Four, from where the statistical data were taken to write the article. Outsourcing activities are reviewed according to their type. The greatest attention in the article is given to the study of nearshoring and the reasons that influenced it. Presented the leading countries in global outsourcing by industries, the leading countries in nearshoring and the main areas of business process outsourcing. We have learned how the COVID-19 pandemic crisis affected outsourcing activities and the consequences for the countries that remained after it, as well as how outsourcing companies were able to fulfill their tasks, what was set by the contractors and the place of Ukraine during the crisis and the current situation that affects the economic and political state of the country.

Keywords: IT outsourcing, onshoring, offshoring, offshoreing, nearshoring, global outsourcing, nearshore.

Problem Statement. Global development trends and differences in overcoming the COVID-19 pandemic lead to differentiation of outsourcing activities. Regional characteristics of outsourcing are changing at a rapid pace. It is also relevant that responding to the COVID-19 challenges, the Ukrainian IT business has almost completely switched to a remote form of work. As a consequence: the current state of military status does not significantly affect the IT sphere, because the cooperation channels are already fine-tuned, and the qualified personnel already have proven models and algorithms to perform work on time, of high quality and according to foreign customers' requirements, which allowed Ukraine to gain unprecedented momentum in the IT outsourcing sphere for the first quarter of 2022.

Literature review. Outsourcing phenomenon and their regional characteristics have been studied in one way or another by domestic and foreign researchers. Mohamed Tafti from New York Hofstra University argues that one of the reasons that European IT companies prefer outsourcing in Eastern Europe is precisely the proximity factor (2007) (*Mohammed, Tafti, 2007*). A comprehensive study by Fernando S. Meirelles on the use of IT in Brazilian companies shows that 84% of companies in the country, including small companies, have outsourced technical support and maintenance services. Outsourcing in Brazil already represents more than one third of the IT market (2022) (*Pesquisa Anual do FGVcia: Uso da TI nas Empresas, 2022*). Deloitte identifies the most popular countries in terms of global outsourcing development and shows nearshoring destinations by world region (2019) (*Global Shared Services and Outsourcing Survey 2021, 2021*). The authors of the Doing Business report consider the business environment and simplified system of solving legal issues to be an important factor of outsourcing geography. According to the report, no Latin American country is in the top 50 countries with simplified business

environment, meanwhile Ukraine ranks 64th (2020) (*World Bank. 2020. Doing Business 2020, 2020*).

The purpose of the study is to identify the features of the sectoral structure and factors of outsourcing development in the countries and regions of the world, affecting this position of states and regions. It is particularly relevant to note the role and place of Ukraine in this process.

Methodological issues. The methodological basis of the work is the works of foreign scientists in the field of socio-economic geography and economics, scientific periodicals, Internet resources, statistical data of consulting and auditing agencies of the Big Four, which reflect the current state and statistical data on outsourcing. The author used the method of analysis and synthesis in the process of research of outsourcing process trends in the world. Socio-geographical methodological arsenal was applied to determine the role of outsourcing in the changes of global economy and international division of labor (IDL). The graphical method was used in order to reflect the results of the study as clearly as possible.

Results.

Outsourcing activities are widely used by many large, medium and small enterprises around the world. The specifics of the outsourcing processes use depend on the goal of the individual company, its need to concentrate on achieving its own plans and transfer the various processes to a third-party contractor. Consideration of the structure of global outsourcing (Fig. 1) defines two main directions in its development. These are production outsourcing and services outsourcing, each of which is also divided into two subspecies. Services outsourcing is divided into ITO (IT outsourcing) and BPO (business process outsourcing). BPO is divided into KPO (knowledge and processes outsourcing), back office business processes and front-office. In turn, manufacturing is divided into outsourcing of blanks and components and outsourcing of functions and operations to ensure the production of products.

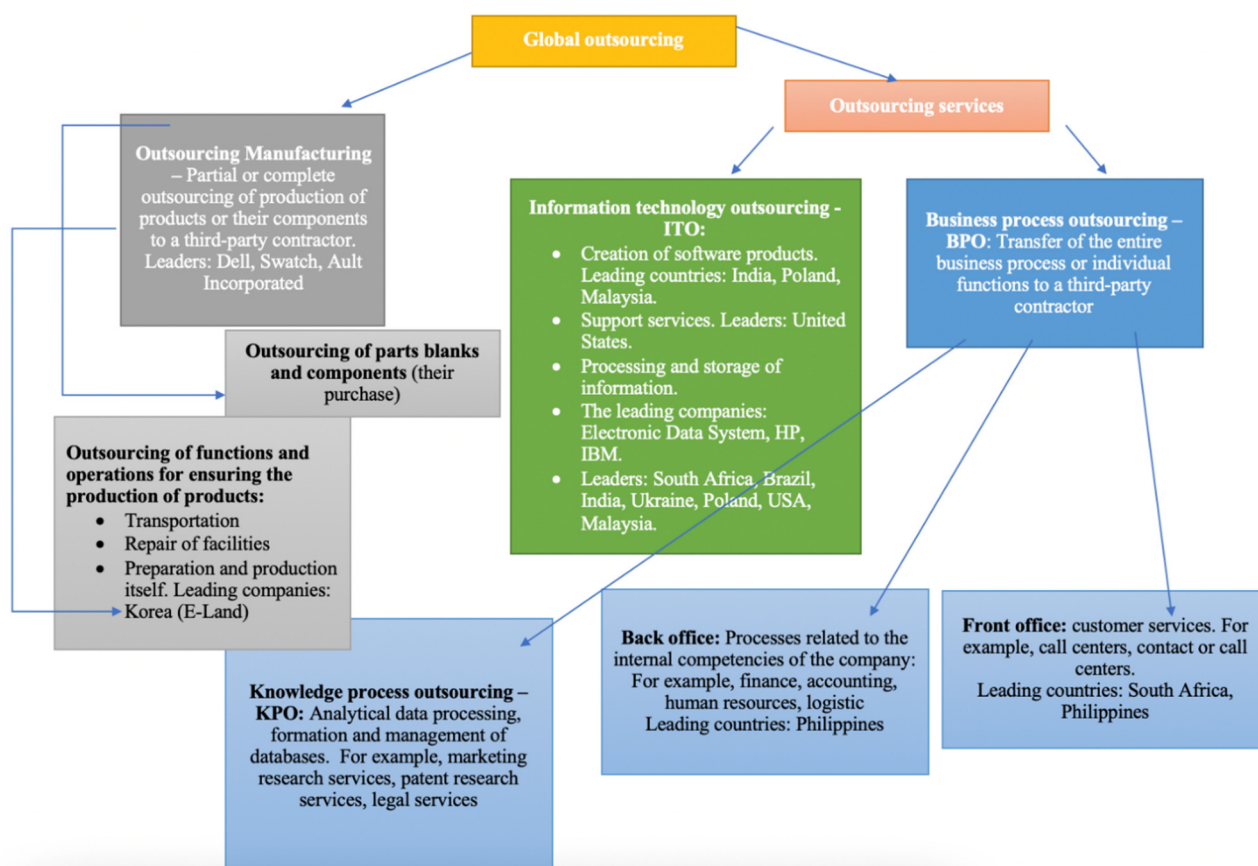


Fig. 1. Outsourcing Structure

(arranged by the author according to the data received from the reports of international rating agencies Deloitte, Kerney, Cushman&Wakefield from 2018–2022)

Geopolitical and geoeconomic changes of the last three decades have influenced the decomposition of actors in the global market. These are countries, each having its own regional orientation in the IDL and influencing the economic significance of the world regions. The main trends in the outsourcing services market indicate growth and increased competition, involvement of new countries and regions, and growing demand for high-tech services (Merino, 2017). The changes that are taking place in the global outsourcing market concern the advantages that each region provides for the deployment of economic activities. These changes have become a ruthless forces in the diverse processes of outsourcing development. The factors of automation of production, ICT development, mobility of manpower ensure that countries can function as remote markets that can not only sell goods and services, but also become efficient chain in reducing the cost of goods and services, be effective implementers of tasks for foreign contractors and play the role of a common market in the integration of the value chain parts located in different places.

The growth of preferences of some geographical areas also leads to changes in the countries themselves – infrastructure (roads, bridges, ports, railways) is being built for the development of outsourcing manufacturing, and for the development of outsourcing in the sphere of services the quality of communication and Internet is improved, the digitization of all aspects of life is realized, increasing the quality of life of every citizen, and legal mechanisms are being improved to be more open to the legal aspects of doing business. The Gotthard Base Tunnel (*The new Gotthard Tunnel: in numbers, 2016*) between Zurich and

Milan, the construction of ports in the Asia-Pacific region and the China Railway (*U Kytai rozrobyl shvidkisny poyizd dlja shurokoiy koliyi, 2020*), and the Panama Canal expansion are obvious examples of this, the 74 km long Hyderabad Railway in India and other examples of modern big projects that serve to increase the level of attractiveness of the country and the region as a whole.

Changes in the factors that determine the comparative advantages of the territory (country or region) and the struggle for competition in the markets require players to pursue two main strategies. The first is the outsourcing strategy, which aims to reduce the costs of the company and the business or business processes, and the second is the strategy of localization, which aims to find ways to reduce the cost of the service or product to create a value chain, which takes into account all costs associated with manufacturing, storage and transportation (or delivery) of the final product or order to the customer. These strategies are interrelated. Companies move their tasks or equipment to a neighboring or remote country, delegating them to companies or specialized agents (for example, Shared Services Centers), which provides more flexibility in resolving tasks and access to modern methods of problem solving. As a result of this geographical relocation, the final cost of the product or service decreases.

The globalization of the world economy and the development of modern information and communication technologies (ICT) lead to transformations in the scope of global outsourcing (Fig. 2). Onshore (internal) outsourcing has transformed into offshore (external) outsourcing. Geographically, the nearshore outsourcing always takes

place when the business is transferred to a neighbouring country, that is, the countries have a common geographical cordon or cordons. The COVID-19 pandemic had a

particular impact on manufacturing outsourcing, as manufacturers began to focus more on regional manufacturing or nearshore outsourcing (*Hutchings, 2021*).

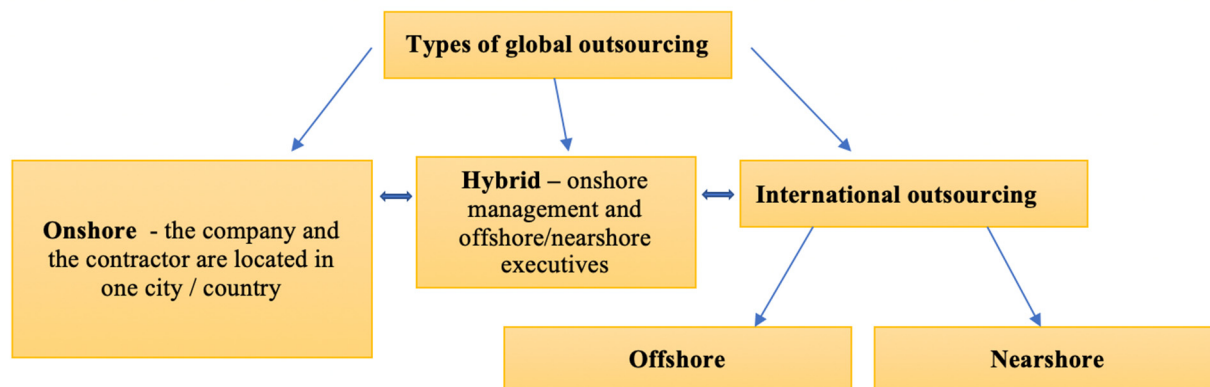


Fig. 2. Global Outsourcing Types
(stacked by author)

According to Deloitte 2021 data, 65 % of the world's organizations use outsourcing model in their practice (*Global Shared Services and Outsourcing Survey 2021, 2021*), taking into account the so-called leading countries for

the placement of companies or their branches for providing outsourcing services. The analysis of indices and reports of international agencies allows to identify the leading countries in certain sectors of global outsourcing (Table 1):

Table 1. Leading Outsourcing Countries by Sectors
(compiled by the author for Deloitte, 2021)

Sector	1 place	2 place	3 place
Consumption	India	USA	Poland
Energy, resources and industrial products	India	USA	China
Financial Services	India	USA	Poland
Medicine and Health	USA	India	Costa Rica
Telecommunications, Media and Telecommunications	India	USA	Filippini

Representing the Asia-Pacific region, India has been the top IT outsourcing destination in the world and remains the most attractive offshore destination in the world for three years now. This country placed second after the U.S. in 2015, changing places with the USA in 2019, and continues to maintain its leadership for the time being due to its advantages in price/quality/value/mindset/legislation. The next positions belong to the Philippines, which has been in the top 10 for three years now, as well as Malaysia. In Europe, Poland has also retained the leadership in outsourcing services for three years running. Now, although Portugal and Lithuania are not among the top 10 most

approached countries in 2021 by Deloitte, they attract interest as new potential areas of outsourcing and safe areas for placement of investments. Ukraine became a new member of a dozen countries in 2021. The leader in Latin America and the Caribbean region, which ranked third in the top 10 most approached is Costa Rica, while Colombia, however, lost its position and dropped out of this year's TOP-10. The fierce competition between the economies of the Mid-America region and the Caribbean basin countries for investments contributes to the modernization and diversification of the economy (Table 2):

Table 2. Leading countries in outsourcing

(based on *Global Shared Services and Outsourcing Survey 2021, 2021*; *IT Nearshoring in Europe, 2022*; *IT Outsourcing to Vietnam in 2022: A Good Choice For Rapid Business Growth, 2022*; *World Bank. 2020. Doing Business 2020, 2020*)

Near East America and the Caribbean	USA, Mexico, Costa Rica, Dominican Republic
Latin America	Argentina, Colombia, Brazil
APR	China, India, Philippines, Malaysia, Vietnam
Europe	Poland, Spain, Great Britain
Africa	Egypt, South Africa

The manufacturing outsourcing, the U.S. manufacturers began since the 1990s to transfer their enterprises to Central America and the Caribbean, namely to Mexico, Costa Rica and the Dominican Republic. Here it was very important for the end market, the scale of production, as well as the total cost of transportation (*Production Transformation Policy Review of the Dominican Republic: Preserving Growth, Achieving Resilience.*, 2020). Most transfers of production in 2013–2018, for example, to Mexico came from the United States (26 %), China (12%), and the United Kingdom (10%). The neighboring countries of Latin America are mainly engaged in manufacturing activities, which tend to be associated with labor-intensive and less scientific segments of manufacturing activity. There is fierce competition among Central American countries to attract nearshoring investments, as they rely on similar competitive advantages, including their proximity, the ability to coordinate business operations, similar time zones and low labor costs. For example, the annual cost of labor in the manufacturing industry in the Dominican Republic is 2.5 U.S. dollars, approximately twice as low as in Costa Rica or Mexico, and only 6 % higher than in the United States. The center of the closest offshoring in the region is Mexico, according to the report of the American consulting company Bain & Company (*Nearshoring, an opportunity for Mexican companies*, 2022), which states that over the past six years the country has gained competitive advantage in terms of costs compared to China, the largest production outsourcing market in the world. In addition, the consulting company Bain & Company predicts that this market can provide the Mexican industry with growth up to 8 million dollars per year.

Today there are five international trends in business process outsourcing (BPO). It is important that the southernmost country in Africa takes the third place among the top three. The Philippines and India are in first and second place respectively, fourth place goes to Costa Rica, fifth to Malaysia and sixth to Poland. RSA has an extensive network of contact centers involving 270,000 people in six big cities. UK (61 %), USA and Canada (18 %), Australia (11 %), New Zealand and Ireland are the key markets for current offshore business for BPO and KPO providers. This geographical structure is not surprising, since we are talking about only two hours of time difference in winter and one hour in summer between the time with the UK and the countries of continental Europe. The East African players in the BPO and KPO markets provide superior service because of their strengths in five key areas: skills, infrastructure, risk level, business environment, and size of the industry. The international clientele also benefits from the advantages of being fluent in English, the similarity of cultures and the similarity of time zones. The size of the BPO sector is estimated at \$1.4 billion in 2019 and is expected to grow by 2027 by 13.2 % (*South Africa Business Process Outsourcing Market Size, Share & Trends Analysis Report By Service (Customer Services, Finance & Accounting), By End-use (BFSI, IT & Telecommunications), And Segment Forecasts, 2020–2027*).

In North Africa and the Middle East, Egypt is one of the areas of offshore programming that is growing rapidly in the region. It is the information technology outsourcing (ITO) and business process outsourcing (BPO) sector that forms the basis of Egypt's ICT exports, which in 2017 was close to 3.1 billion euros, in 2020 will be close to 4.5 billion euros and is expected to grow even more in the current year. The development of telecommunications networks, a skilled workforce and the government's efforts to transform digitally are the main reasons that make Egypt a promising

destination for ITO and BPO services (*Egipto se posiciona como proveedor de servicios tecnológicos*, 2020).

Western Europe remains one of the most dynamic areas for software development due to the constant growth and development of the IT sector and the high level of implementation of digital technologies. Western European countries such as Germany, Great Britain, France and Italy, as well as the Scandinavian countries of Denmark, Sweden, Finland and Norway, where the standard of living is much higher, actively use outsourcing. Enterprises that have decided to move to the periphery can save up to 40% per year on employees, working with companies from Western Europe (*IT Nearshoring in Europe*, 2022).

Countries such as Ukraine, Poland, Romania and the Czech Republic have already identified IT as the main sector of their growth and technological progress. The IT services market is estimated to grow by 15–20 % each year. According to the data provided by the IT Association Ukraine, the country earned \$2 billion in revenues in this sector in January–March 2022, which is a record amount considering the military and economic situation. In comparison with 2021, the income in the first 3 months was nearly USD 1.4 billion (*IT Ukraine Association*, 2022).

The Baltic countries are considered to be one of the most economically stable regions in Europe. The high level of implementation of digital solutions and effective legislation ensuring data security are factors in the development of outsourcing here, while the launch of electronic programs, ease of doing business, cyber security and low level of corruption contribute to the development of IT industry in the region.

Speaking of the Southeast Asia, the accelerated economic growth of the region's countries creates all the conditions for the further development of all areas of global outsourcing. The analysis of consulting and auditing agencies of the Big Four states the leadership of Philippines and Malaysia in outsourcing services. However, the Philippines, due to its large English-speaking population, is more focused on customer service tasks. The region's leaders are also joined by Vietnam, a country with a large youth population, a refined educational system in the last decade, and a stable business environment. The cost of software development in the United States is 90 % lower than in the USA, 50 % lower than in China and 30 % lower than in India (*IT Outsourcing to Vietnam in 2022: A Good Choice For Rapid Business Growth*, 2022). Taking into account the predicted growth of the Southeast Asia region during the next decade, the production of technological products in the region will grow. The region's manufacturing outsourcing is focused on the production of components and parts, and will grow in such markets as Vietnam, Indonesia, Malaysia, Philippines and India. China remains a world factory, but the country is experiencing an increase in the middle class. The growth of the middle class has been increasing at a revolving pace of 3 % to 50 % in 18 years since 2000 and is stimulating domestic consumption, so China is increasingly focused on satisfying its own needs. This trend will increase in all the countries of the region, because the middle class will account for 35 % of global consumption by 2030 (*Jaklič*, 2021).

Concluding remarks. Using outsourcing allows for the specialization of the company's production. Outsourcing is a popular approach not only for developing countries, but also for developed and postindustrial countries of the world. Outsourcing is the ability to reduce costs of the company, the release of resources for the development of other areas and access to new technologies.

The COVID-19 pandemic crisis allowed us to take a different look at the structure of outsourcing in the regions. The countries faced new challenges in fulfilling their obligations to contractors. The crisis divided the global market into two tiers: the countries that were able to cope with the new situation that emerged, and the countries that began to lose customers in the new realities of the pandemic. For Ukraine, the period of the pandemic was a test one, the time when all organizations and companies were training to work under new conditions. This had an indirect impact on the current state of our country in the IT sector, and this crisis experience really helped to achieve great profits in the IT outsourcing sector in such a difficult time.

Nearshoring, which was already increasing in volume even before the current period, became very relevant for the countries at the beginning of the crisis. Countries began to outsource their projects to countries with which they have a common border or within the region. Therefore, there is a trend towards regionalization of the production of goods and services, so that it would be much easier to control the value creation point of the product or service, unique for many external influences behind the "home" region.

The results of the study of the regional outsourcing structure and trends associated with global changes in IDL countries, serve as the basis for further study of the factor dependencies of outsourcing development. This issue is particularly relevant for Ukraine in the current conditions of political and economic crisis, where it is important not only to preserve the leading positions in the IT sector and increase the growth rate of the industry, but also to solve the problem of relocation abroad of about 30-40% of the qualified population.

References

1. Egipto se posiciona como proveedor de servicios tecnológicos [Egypt positions itself as a provider of technological services]. Retrieved from: [\(https://atalayar.com/content/egipto-se-posiciona-como-proveedor-de-servicios-tecnologicos\(30.08.2020\)\)](https://atalayar.com/content/egipto-se-posiciona-como-proveedor-de-servicios-tecnologicos(30.08.2020)) (InSpain).

2. Global Shared Services and Outsourcing Survey 2021. Retrieved from: <https://www2.deloitte.com/sk/en/pages/global-business-services/articles/2021-global-shared-services-and-outgoing-report.html>
3. Hutchings D., (2021). Warehousing to address supply chain disruptions. Retrieved from: <https://www.cushmanwakefield.com/en/united-kingdom/insights/warehousing-to-address-supply-chain-disruptions>
4. IT Nearshoring in Europe. Retrieved from: <https://startnearshoring.com/knowledge/it-nearshoring-in-europe/>
5. IT Outsourcing to Vietnam in 2022: A Good Choice For Rapid Business Growth. Retrieved from: <https://www.sotatek.com/it-outsourcing-to-vietnam-in-2022-a-good-choice-for-rapid-business-growth/>
6. IT Ukraine Association. Retrieved from: <https://itukraine.org.ua/>
7. Jaklič A., (2021). Changes in global value chains and COVID-19. Teorija in Praksa. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/348576292_CHANGES_IN_GLOBAL_VALUE_CHAINS_and_COVID-19
8. Merino F., (2017). Offshoring, outsourcing and the Economic Geography of Europe. Papers in Regional Science DOI:10.1111/pirs.1220. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/282979740_Offshoring_outsourcing_and_the_Economic_Geography_of_Europe
9. Mohammed H. A. Tafti., (2007). IT outsourcing: a knowledge-management perspective. Issues in Information Systems. Vol. VIII, No. 2, p. 488–493.
10. Nearshoring, an opportunity for Mexican companies. Retrieved from: <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/4624/nearshoring-an-opportunity-for-mexican-companies> (16/03/2022).
11. Pesquisa Anual do FGVCia: Uso da TI nas Empresas [FGVCia Annual Survey: IT Use in the Companies], Meirelles Fernando, 2022 (InPortuguese).
12. Production Transformation Policy Review of the Dominican Republic : Preserving Growth, Achieving Resilience. Retrieved from: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/5a95b3b1-en/index.html?itemId=/content/component/5a95b3b1-en> (29 Jul 2020). DOI: 10.1787/1201cfea-en
13. South Africa Business Process Outsourcing Market Size, Share & Trends Analysis Report By Service (Customer Services, Finance & Accounting), By End-use (BFSI, IT & Telecommunications), And Segment Forecasts, 2020–2027. Retrieved from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/south-africa-business-process-outsourcing-market>
14. The new Gotthard Tunnel: in numbers. (May 1, 2016) Retrieved from: https://www.swissinfo.ch/eng/railway-across-the-alps_the-new-gotthard-tunnel-in-numbers/42124876
15. U Kytai rozrobil shvidkisny poyezd dlja shurokoj kolij [China has developed a high-speed train for the wide wheel] Retrieved from: [\(https://www.railinsider.com.ua/u-kytai-rozrobly-shvydkisnyj-poyezd-dlya-shyrokoj-kolij/\(26.10.2020\)\)](https://www.railinsider.com.ua/u-kytai-rozrobly-shvydkisnyj-poyezd-dlya-shyrokoj-kolij/(26.10.2020)) (InUkrainian).
16. World Bank. 2020. Doing Business 2020. Washington, DC: World Bank. DOI:10.1596/978-1-4648-1440-2. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO

Надійшла до редколегії 15.05.22

O. Разумова, асп.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ АУТСОРСИНГУ

У зв'язку із сучасними тенденціями, що відбуваються у світі після завершення пандемії COVID-19, бачимо, що ринок виробничого аутсорсингу й аутсорсингу послуг продовжує фокусуватися на зниженні вартості та ефективності виробничого й комунікативного процесу шляхом переведення діяльності у найближчі регіони. Такі тенденції особливо актуальні для регіонів Північної й Південної Америки, країн Карибського басейну, а також для Європи. Важливим фактором географічного розширення аутсорсингових процесів є спрощена система вирішення юридичних і візових питань. В Азійському регіоні можемо спостерігати зусилля, які направляють компанії, щодо процесів стандартизації та концентрації виробництва, з метою задоволення власних потреб та у зв'язку зі зростанням середнього класу в АТР, а також його купівельної спроможності. Висвітлено актуальні тенденції секторальної структури та факторів, які впливають на аутсорсингову діяльність. Вивчено тенденції, які стали рушійними силами у різномісних процесах розвитку аутсорсингу, та виділено чинники, що вплинули на привабливість кожної країни у своєму регіоні. Приділено увагу питанню актуальних стратегій із аутсорсингу та локалізації. Графічно представлено структуру виробничого аутсорсингу й аутсорсингу послуг. Було виділено галузі та підгалузі у виробничому аутсорсингу, які поділяються на аутсорсинг заготовок і функцій із забезпечення виробництва продукції. Також схематично показано структуру аутсорсингу послуг та її поділ на аутсорсинг інформаційних технологій і бізнес-процесів, що у свою чергу поділяються на процеси заднього й переднього плану, і останню, специфічних знань та інформації. Використано дані консалтингових та аудиторських агенцій Великої Четвірки, з яких було взято статистичні дані для написання статті. Висвітлено питання поділу аутсорсингової діяльності за видами. Найбільшу увагу приділено вивченню сусіднього офшорінгу та причин, які вплинули на це. Представлені країни-лідери у глобальному аутсорсингу за секторами, країни-лідери в сусідньому офшорінгу й основні напрями в аутсорсингу бізнес-процесів. Досліджено, як вплинула криза пандемії COVID-19 на процеси аутсорсингової діяльності та наслідки, з якими країни залишилися після неї, а також як аутсорсингові компанії змогли виконати завдання, що поставлені замовниками та місце України під час кризи й актуальний стан, що впливає на економічне й політичне становище країни.

Ключові слова: IT-аутсорсинг, оншорінг, офшорінг, сусідній офшорінг, nearshoring, глобальний аутсорсинг.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2022.83.7>
UDC 911.3

Zhibo Cui, PhD Student
ORCID ID:0000-0003-0307-4219
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

GEOSPATIAL RESEARCH METHODOLOGY ORGANIZATIONS OF MILITARY TOURISM IN UKRAINE

In the context of studying tourist resources and building an attractive tourist image of the country, such a type of tourism as military will play an important role. Military tourism is tourism at the sites of battles and historical battles for all interested parties, as well as for veterans and relatives of fallen soldiers, visits to existing and historical military facilities and training grounds, combat naval ships, submarines on training grounds and shooting ranges, participation in military exercises and maneuvers, staying at training grounds as spectators – a military tour, these can also include tours to visit military concentration camps and prisons.

At the same time, military tourism in Ukraine is not sufficiently developed. As one of the belligerent states in the Second World War and the birthplace of Eastern European culture, Ukraine not only has deep historical and cultural traditions, but also has an atmosphere of modernization as well as its own culture. Ukraine has preserved a large number of Soviet military facilities, weapons and equipment, including extremely unique nuclear facilities, military factories, military sites. to serve not only as a thematic subject of tourism development, but also as an appropriate addition to Ukrainian tourism as a whole.

The article examines the concept of "military tourism", defines the factors affecting the development of military tourism, formulates the goals and principles of the development of military tourism, presents the theoretical foundations of the study of the geospatial organization of military tourism in Ukraine, identifies the directions and problems of the development of military tourism, and gives an assessment of the current level the development of military tourism in Ukraine, the assessment of the impact of tourism on the socio-economic development of the country as a whole, the prospective directions of the development of military tourism were determined, the algorithm for the integration of the regional tourist space into various forms of national tourism was analyzed, and the geographical prerequisites for the distribution of tourist resources for the effective organization of military tourism were also identified. The author substantiates the necessity of developing and applying the concept of military tourism in Ukraine in the region.

The purpose of the article is to analyze the problems and prospects for the development of military tourism in Ukraine using the example of monuments of the Second World War.

The article uses such general scientific methods of research as analysis, synthesis, deduction, induction, and the systematic method, which are based on reliable facts, the collection and analysis of which was carried out using methods based on the observation and study of military tourism activities.

Keywords: military tourism, tourist resources, geospatial organization, integration, tourist flows.

Formulation of the problem in general. Today, a characteristic feature of the economies of almost all countries of the world is the extremely fast pace of globalization, which radically changes the relations between the subjects of the world economic system. In addition, as evidenced by the scientific works of researchers, the current state of development of the processes of the economic system today is characterized by a state of close interdependence of the countries of the world. In the conditions of economic collapses – economic, financial, economic crises, there is a tendency to minimize the duration of the negative impact of these phenomena on the economy of various countries, especially those with an insufficient level of economic development. In such conditions, all countries of the world are looking for effective ways to preserve their economic, financial, and energy security and strengthen their international competitiveness. One of the most promising sectors of the world economy, which significantly affects the development of the state, is the tourism industry. Even under the conditions of a crisis, the role of tourism is constantly growing, because it contributes to the increase of jobs, the inflow of currency income to the country, and is a source of replenishment of budgets of various levels (Bezuhlyi, 2007).

Analysis of recent research and publications. Such scientists as I. Bezuhlyi, M. Boyko, V. Vecherskyi, V. Yevdokymenko, V. Yermachenko, H. Zinoviev, I. Kartashevskaya dealt with the problem of researching the geospatial organization of military tourism and the integration of regional tourist space into various forms of national tourism, V. Kwartalnov, V. Kyfyak, M. Klyap and others.

At the same time, military tourism in Ukraine is not sufficiently developed. As one of the belligerent states in the Second World War and the birthplace of Eastern European culture, Ukraine not only has deep historical and cultural

traditions, but also has an atmosphere of modernization as well as its own culture. However, until now, there are no regulatory documents on the organization and development of military tourism in Ukraine, and the definition of "military tourism" itself is absent in the Law on Tourism.

At the same time, as evidenced by the analysis of literary sources, the issue of studying the peculiarities of the geospatial organization of military tourism in Ukraine, as well as in the study of algorithms for the integration of the regional tourist space into various forms of national tourism by determining the geographical prerequisites for the distribution of tourist resources for the effective organization of military tourism, has not been studied enough. To date, scientific economic and touristic practice lacks a clear concept of the development and operation of a toolkit for the construction of a regional tourist space, uncertain influencing factors on the formation of a system of geospatial organization of military tourism in Ukraine, project-research work in the direction of researching technologies and ways of functioning of an effective system is unsystematic distribution of tourist resources, the content, forms and methods of such work are not sufficiently disclosed.

Formulation of the goals of the article (statement of the task). The purpose of the article is to analyze the geospatial organization of military tourism in Ukraine, as well as to study algorithms for the integration of regional tourist space into various forms of national tourism by determining the geographical prerequisites for the distribution of tourist resources for the effective organization of military tourism.

Methods and methodology. The article uses such general scientific methods of research as analysis, synthesis, deduction, induction, and the systematic method, which are based on reliable facts, the collection and analysis of which was carried out using methods based on the observation and study of military tourism activities. Such

studies do not involve the creation of an artificial, experimental situation to identify and collect the necessary facts. These facts are real events of military tourism that took place in the course of military tourism activities. Descriptive and explanatory methods were also used, reflecting the facts concerning little-studied objects and phenomena of military tourism; explanation of causes and causal relationships between facts. Methods of theoretical research are included, in which, in addition to a review and critical analysis of the literature, there are own proposals aimed at solving the problem.

Presentation of the main research material. One of the most promising sectors of the world economy, which significantly affects the development of the state, is the tourism industry. Even under conditions of crisis, the role of tourism is constantly growing, because it contributes to the increase of jobs, the inflow of foreign exchange earnings to the country, and is a source of replenishment of budgets at various levels.

The analysis of the state and trends in the development of tourism in Ukraine shows that the development of the sphere is chaotic, without a purposeful comprehensive state tourism policy, which leads to the outflow of funds abroad, because outbound tourism dominates over inbound tourism.

The development of the domestic tourism industry belongs to the European model of state regulation of tourism activities, which is based on tourism as one of the priority areas of development at the state level, where issues of the development of the sphere are resolved at the level of the ministry or the relevant branch body, which focuses its activities on solving general issues and conducting an effective marketing policy to create a positive tourist image and promote the country's brand.

It should be emphasized that the positioning of the country in the international arena, the development of the state brand and the effective management of this process in modern realities play an important role. The ability to create a positive image of the country by highlighting its advantages, revealing various aspects of identity, creative and thoughtful work aimed at devaluing the objective-subjective negative associative series, aiming at changing ideas about the established image is a relatively new mechanism in the arsenal of tools implementation of foreign policy.

International tourism for a number of developing countries is the main item of export of services and one of the main sources of foreign currency income for these countries; serves as a stabilizing lever for the formation of their budgets and credit-financial relations with other states. The share of tourism in the national economy and international trade has turned it into an important indicator of world development.

As a result of effective tourism branding, a certain image of the country emerges, which covers its past, present and future. Successful branding of the state is a powerful means of influencing international public opinion.

On the other hand, the tourist resources of the state are a natural material basis and a prerequisite for the development of the tourism industry as a whole, which currently plays an increasingly important role in society, economy and life.

In the context of studying tourist resources and building an attractive tourist image of the country, such a type of tourism as military will play an important role. Military tourism is tourism at the sites of battles and historical battles for all interested, as well as for veterans and relatives of fallen soldiers, visiting existing and historical military facilities and training grounds, combat naval ships, submarines, riding on

military equipment, shooting weapons on training grounds and shooting ranges, participation in military exercises and maneuvers, staying on training grounds as spectators – a military tour, which also includes tours to visit military concentration camps and prisons.

The geospatial structure of military tourism refers to the spatial economic relations in which different departments of the tourism industry compete with each other, rely on each other, and complement each other in the geospatial scheme of a geographic region (Boiko, 2009).

Послідовний розподіл ресурсів військового туризму, спираючись на центральні міста, виходить з умов The consistent distribution of military tourism resources, based on central cities, is based on the conditions of natural regions, historical relations and certain economic and social conditions and, according to the needs of tourists, through development and construction to form a characteristic tourist space, includes the following elements (Vecherskyi, Polishchuk, 1994):

- Points of Interest;
- transport;
- accommodation;
- auxiliary means and infrastructure.

Monuments of military culture and places of military events include:

- fortresses;
- defensive walls and ramparts;
- memorial places of battles and battles;
- military memorials;
- monuments;
- obelisks;
- places of military burials.

Let's take a closer look at the process of integration into various forms of tourism. This process occurs through general planning to form a hierarchical system with clear organization and coordinated activities (Yevdokymenko, 1994).

According to the requirements of general planning, transportation network, information exchange, financial city, common market, industry chain, science and technology development and environmental protection, realize macro-morphological integration, which not only integrates the city and the hinterland to a high degree, but also requires that cities were closely interconnected in space so that there were no marginalized areas, with multi-centered separate zones formed with many elements of very dense fog structures (Yermachenko, 2007).

It should be noted that without regional integration of the spatial market, regional economic integration would be impossible, therefore it is extremely important to remove obstacles to regional cooperation and create a basis for the integration of the tourism regional market and the economy to ensure the free flow of various factors of production through the market; with regard to products that interfere with production factors, raw materials, interregional functioning, such products should be decisively eliminated; with the help of production factors such as:

- capital;
- technologies and personnel;
- property rights, tourism, culture.

The integration of the industry consists in building a division of labor and a system of cooperation of a regional industrial structure with a clear division of labor and close connections (Zinov'iev, 2005).

It is necessary to constantly progress the modernization and improvement of industry, to make industrial planning and development based on long-term schemes in terms of

food, housing, transport, tourism, entertainment and health care, to build an efficient industrial system to more profitably realize industries and more rational planning, promoting thus the harmonious and sustainable development of the entire industrial system (*Kartashevska, 2000*).

The industrial integration of the tourism space should improve its content through the development of the cultural industry, paying attention to enriching the connotation of tourism culture, improving the quality of the industry, and ultimately form the integration of culture and industry and form a mutual promotion, complementary and mutual prosperity pattern between industry and culture (*Kvartalnov, 2002*).

At the same time, it is necessary to fully integrate various traffic routes in the region. If the region does not have a convenient and well-established transportation network, the factors of tourism, manufacturing and raw materials will be severely limited, and satisfactory integrated development of the regional economy will not be realized. Therefore, it is important to constantly speed up the connection and development of urban roads, vehicles and auxiliary facilities of provinces, cities and towns in the region, jointly improve and promote the formation of advanced regional transportation hubs, promote economic development and renewal, and promote the rapid development of transportation in order to realize the integration of tourism space and three-dimensional transport (*Kyfiak, 2003*).

In addition, with the constant improvement of technologies, computer and network technologies, information technologies penetrate into all aspects of social life and economic development, therefore the status and role of the integration of informatization in the tourist space in Ukraine is constantly growing in regional economic integration (*Kliap, 2013; Shandor, 2013*).

It is important to promote the intelligent management of informatization in tourism with the help of information technology, communication and network technology, to implement technological management and network management through the wide use of information technology in order to improve the efficiency of service and management as a whole, and to implement the exchange and sharing of information resources (*Krachylo, 1987*).

To implement the integration of regional institutions in tourism, it is necessary to standardize the policies and institutions of different regions, establish and improve tourism rules and regulations, implement tourism policies and regulations, formulate unified legal norms, market rules and government behavior to ensure institutional norms and legal guarantees for development regional tourism and economy (*Kurylo, 2003*).

It should be noted that the structure of the organization of military tourism is based on the geographical distribution of tourist resources, with the premise of convenient transportation, as well as on the principle of mutual benefit and complementary advantages between scenic spots, achieving a common function of tourist attractions, tourist routes, tourist products, tourist accommodation, the market of tourist sources and other factors, in order to form an integrated, orderly and unified system in an unevenly developed geographical area, to achieve cross-regional, inter-sectoral integration and optimization of tourist resources as a whole, to achieve the goal of complementarity of resources, market and development, additional development and effectively promoting the accessibility, diversity and richness of tourism in such a way as to promote the vigorous development of military tourism (*Liubitseva, 2003 a*).

At the same time, the organizational structure of the military tourism space makes military tourism resources, goods, services, transport and facilities in different regions organically connected to form a stronger comprehensive entity characterized by comprehensiveness, diversity, integrity, privileges and service characteristics (*Liubitseva, 2003 b*).

From the perspective of the spatial organization of the military tourism structure, in a certain regional range, each tourism market is in a scattered state, with relative independence, but from the perspective of the whole region, each tourism market is in the relationship between a point, a line and an area.

Based on functional differentiation, through different levels and types form an orderly integrity, in order to promote different types of tourism market to form the overall benefit with agglomeration and increase, and the integrity is more capable than the sum of the parts, which is not only a single and independent dispersion, but also a comprehensive and unified combination that could significantly increase the external attractiveness of military tourism products (*Chzhan, 2009; Siu, 2009*).

The spatial organizational structure of military tourism is developed based on the division of labor and cooperation between different regions and industries. Its goal is to achieve win-win results through cooperation and the harmonious and sustainable development of the military tourism economy (*Chzhan, 2010; Chzhan, 2010*).

Thus, in the process of developing the strategy of military tourism, it is necessary to constantly observe relative balance and dynamic coordination between regions, to make general planning and coordinated development of various tourist resources in different regions, to understand the characteristics of their preservation, it is necessary to rationally separate local standards, and not simply pursue excessive development without observing the balance.

Conclusions to this research and proposals. Therefore, it is important to competently and harmoniously model the system of military tourism development at the regional level in order to ensure the sustainable development of this type of tourism throughout the country. The distribution of military tourism resources, based on central cities, is based on the conditions of natural regions, historical relations and certain economic and social conditions and, according to the needs of tourists, through development and construction to form a characteristic tourist space, includes such elements as landmarks facilities, transport, accommodation, aids and infrastructure.

Our country has a lot to be proud of, including from the point of view of military history, so there is nothing surprising in the fact that Ukrainian citizens have a rather high level of patriotic sentiment and sense of national pride.

Military-patriotic tourism has an important educational function. It is of great importance for the formation of a sense of national self-awareness and love for the motherland in the younger generation.

Taking into account the significant corresponding potential, as well as problems with financing the Ukrainian army and enterprises of the military-industrial complex, I believe that military tourism should take place in Ukraine as an alternative way to solve financial and material problems, as well as an effective form of popularizing the country abroad, forming its tourism image, education of citizens' patriotism.

Military tourism in Ukraine can and should become a source of significant replenishment of state and local budgets, an important source of funding for the army, a

means of publicly accessible and full-fledged recreation, as well as an effective form of familiarization and study of the military-historical heritage of the nation and the state. Which is undoubtedly important for the patriotic education of all citizens of the country.

References

1. Bezuhlyi I. V. (2007). Napriamy udoskonalennia terytorialnoi orhanizatsii rehionalnoi rekreatsiino-turystychnoi systemy [Directions for improving the territorial organization of the regional recreational and tourist system] / I. V. Bezuhlyi // Formuvannya rynkovykh vidnosyn v Ukraini. – № 8. – S. 93–97. (In Ukrainian).
2. Boiko M. H. (2009). Turystychna pryvabyvist Ukrainy: zakonornosti formuvannya ta oryentyry rozvytku. [Tourist attractiveness of Ukraine: patterns of formation and landmarks of development] / M. H. Boiko // Investytsii: praktyka ta dosvid. – № 16. – S. 22–34 (In Ukrainian).
3. Veverskyi V. V., Polishchuk A. A. (1994). Metodyka doslidzhennia kulturno-istorychnoho i pryrodnoho potentsialu yak resursu turystychno-ekskursiinoi diialnosti // Problemy rozvytku turizmu v Ukraini i zavdannia vidnovlennia istorychnoi pam'iaty narodu zasobamy turizmu: Tezy dopovidei i povidomlen Vseukr. nauk.-prakt. konf. [Methods of research of cultural, historical and natural potential as a resource of tourist and excursion activities // Problems of tourism development in Ukraine and the task of restoring the historical memory of the people through tourism]. – Kyiv – Kosiv, 1994. – Ch. 1. – S. 149–152. (In Ukrainian).
4. Yevdokymenko V. K. (1996). Rehionalna polityka rozvytku turizmu: Metodolohiia formuvannya, mekhanizm realizatsii: Monohrafiia. [Methodology of formation, implementation mechanism: Monograph] – Chernivtsi: Prut. – S. 200–287. (In Ukrainian).
5. Yermachenko V. Ye. (2007). Istoriiia turizmu. Konspekt lektsii dlia studentiv napriamu pidhotovky 0504 "Turizm" [History of tourism. Synopsis of lectures for students in the direction of training 0504 "Tourism"] / V. S. Yermachenko, Yu. Yu. Ivashchenko, Yu. M. Kotelnikova. – Kh.: Vyd. KhNEU. – S. 88–96. (In Ukrainian).
6. Zinov'iev H. O. (2005). Napriamy rozvytku industrii turizmu u Kyievi // Turizm: Teoriia i praktyka. [Directions of development of the tourism

industry in Kiev // Tourism: Theory and Practice]. – № 1. – S. 32–34. (In Ukrainian).

7. Kartashevska I. F. (2000). Heohrafichni aspekty piznavalnoho turizmu. Rynok ekskursiinykh posluh. [Geographical aspects of cognitive tourism. Excursion services market] – Simferopol: Pirmada-Krym. – S. 87–139. (In Russian).
8. Kvartalnov V. O. (2002). Turizm: Navch. posibnyk. – M.: Finansy ta statystyka [Tourism: Textbook. manual. – Moscow: Finance and Statistics]. – S. 299–315. (In Russian).
9. Kyfiak V. F. (2003). Orhanizatsiia turystychnoi diialnosti v Ukraini [Organization of tourist activity in Ukraine] / V. F. Kyfiak. – Chernivtsi : XXI. – S. 276–300. (In Ukrainian).
10. Kliap M. P., Shandor F. F. (2013). Suchasni riznovydy turizmu: pidruchnyk. [Modern varieties of tourism: a textbook]. – K.: Znannia. – 334 s. – S. 277–321. (In Ukrainian).
11. Krachylo M. P. (1987). Heohrafiia turizmu: Navch. posibnyk. – K.: Vyshcha shkola [Geography of tourism: Textbook. – K.: High school. – S. 88–154. (In Ukrainian).
12. Kurylo T. V. (2003). Stanovlennia i rozvytok zakonodavstva pro okhoronu kulturnoi spadshchyny v Ukraini: istoryko-pravove doslidzhennia: Avtoref. [Formation and development of legislation on the protection of cultural heritage in Ukraine: historical and legal research: Abstract] 12.00.01 / Kyivan National University of T. Shevchenko. – K.: Vyshcha shkola. – 208 s. – S. 2–18. (In Ukrainian).
13. Liubitseva O. O. (2003 a). Heoprostorova orhanizatsiia turystychnoho protsesu: Avtoref [Geospatial organization of the tourist process: Abstract] 11.00.02 / Kyivan National University of T. Shevchenko. – K., 2003. – S. 8–28. (In Ukrainian).
14. Liubitseva O. O. (2003 b). Rynok turystychnykh posluh yak ob'iekt heohrafiit turizmu [The market of tourist services as an object of tourism geography] // Ukrainian geographical magazine. – 2003. – № 2. – S. 43–51. (In Ukrainian).
15. Chzhan Lina, Siui Aisia (2009) [山东省军事旅游资源评估] // Literature of Shandong. – Vyp. 60 (S1). – S. 102–104.
16. Chzhan Sinmin, Chzhan Yan (2010). [安徽军力总则及其分析] // Journal of Huainan University. – Vyp. 12 (2). – S. 16–18.

Надійшла до редколегії 25.02.22

Джибо Цуй, асп.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІЙСЬКОВОГО ТУРИЗМУ В УКРАЇНІ

У контексті вивчення туристичних ресурсів і побудови привабливого туристичного іміджу країни важливе значення відіграє такий різновид туризму, як військовий. Військовий туризм – це туризм на місцях боїв та історичних битв для всіх зацікавлених, а також для ветеранів і родичів загиблих воїнів, відвідання існуючих та історичних військових об'єктів і полігонів, бойових морських кораблів, підводних човнів на полігонах і в тирах, участь у військових навчаннях та маневрах, перебування на полігонах як глядачів – мілітарі-тур. До таких також можна віднести і тури на відвідання воєнних концтаборів та в'язниць?

Разом із тим, військовий туризм в Україні недостатньо розвинений. Як одна з воюючих держав у Другій світовій війні та батьківщина східноєвропейської культури, Україна не тільки має глибокі історичні й культурні традиції, але й атмосферу модернізації, а також власну культуру. Україна зберегла велику кількість радянських військових об'єктів, озброєння та техніки, включаючи надзвичайно унікальні ядерні об'єкти, військові заводи, місця військових дій. Ресурси військового туризму в Україні є дуже значущими, багатими на типи та мають велике значення для його розвитку.

Розглянуто поняття "військовий туризм", визначено фактори, що впливають на розвиток військового туризму, сформульовано цілі та принципи розвитку військового туризму, представлено теоретичні засади дослідження геопросторової організації військового туризму в Україні. Виявлено напрями та проблеми розвитку військового туризму. Подано оцінку поточного рівня розвитку сфери військового туризму в Україні, оцінку впливу сфери туризму на соціально-економічний розвиток країни в цілому. Визначено перспективні напрями розвитку сфери військового туризму. Проаналізовано алгоритм інтеграції регіонального туристичного простору в різноманітні форми національного туризму, а також ідентифіковано географічні передумови розподілу туристичних ресурсів для ефективної організації військового туризму. Обґрунтовано необхідність розроблення й застосування у регіоні концепції військового туризму в Україні.

Мета статті полягає в аналізі проблематики та перспектив розвитку військового туризму в Україні на прикладі пам'яток Другої світової війни.

Використано такі загальнонаукові методи дослідження, як аналіз, синтез, дедукція, індукція й системний метод, в основі яких лежать достовірні факти, збирання та аналіз яких здійснено з використанням методів, заснованих на спостереженні та вивченні військово-туристичної діяльності.

Ключові слова: військовий туризм, туристичні ресурси, геопросторова організація, інтеграція, туристопотоки.

Наукове видання



ВІСНИК

КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ГЕОГРАФІЯ

Випуск 1/2(82/83)

Редактор І. Курницька

Оригінал-макет виготовлено ВПЦ "Київський університет"

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей. Редколегія залишає за собою право скорочувати та редагувати подані матеріали.



Формат 60x84^{1/8}. Ум. друк. арк. 12,67. Наклад 300. Зам. № 222-10450.
Гарнітура Arial. Папір офсетний. Друк офсетний. Вид. № Гр1.
Підписано до друку 30.06.22

Видавець і виготовлювач
ВПЦ "Київський університет"

Б-р Тараса Шевченка, 14, м. Київ, 01601, Україна
☎ (38044) 239 32 22; (38044) 239 31 72; тел./факс (38044) 239 31 28
e-mail: vpc_div.chief@univ.net.ua; redaktor@univ.net.ua
http: vpc.univ.kiev.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1103 від 31.10.02