

**Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу**

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ
РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ**

Науково-технічний журнал

№ 2 (24)

**Івано-Франківськ
2021**

Науково-технічний журнал
Засновник: Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу (ІФНТУНГ)
Заснований у 2010 році, виходить 2 рази на рік

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР – д-р техн. наук **О. М. Мандрик** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ).

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР – д-р техн. наук **Л. М. Архипова** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

д-р техн. наук **Я. О. Адаменко** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ);
д-р геол.-мінерал. наук **О. М. Адаменко** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ);
д-р техн. наук **В. В. Вамболь** (Національний університет цивільного захисту України, м. Харків);
д-р техн. наук **Г. В. Кошлак** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ);
д-р техн. наук **І. М. Петрушка** (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів);
д-р техн. наук **Л. Я. Побережний** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ);
д-р техн. наук **М. С. Полутренко** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ);
д-р техн. наук **Я. М. Семчук** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ);
д-р техн. наук **Л. Є. Шкіца** (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ);
д-р філ. **Алаа Ель Дін Махмуд** (Центр енергетики та хімії навколишнього середовища, Університет Фрідріха-Шиллера, м. Єна, Німеччина; Олександрійський університет, факультет науки, м. Олександрія, Єгипет);
д-р наук **Мірела Ана Коман** (Технічний університет Клуж-Напока, м. Бая-Маре, Румунія);
д-р наук **Даріуш Чишевський** (Краківська гірничо-металургійна академія, м. Краків, Польща);
д-р наук **Єва Кмієчик** (Краківська гірничо-металургійна академія, м. Краків, Польща);
д-р наук **Мохаммад Нафес** (Університет Пешавара, м. Пешавар, Пакистан);
д-р філ. **Предраг (Міодраг) Живкович** (Університет Ніш, м. Ніш, Сербія);
д-р філ. **Елена Попович-Чоржевич** (Белградський університет, м. Белград, Сербія);
д-р філ. **Аль-Халиди Хадіджа Абис Хмуд** (Університет Аль-Кадісія, м. Аль-Діванія, Ірак).

Свідectво про державну реєстрацію у Міністерстві юстиції України КВ № 24321-14161ПР від 02 грудня 2019 р.

Наукове фахове видання України категорії "Б" в галузі технічних наук, що відповідає таким пунктам Переліку наукових спеціальностей:

101 – Екологія;

183 – Технології захисту навколишнього середовища,

(наказ Міністерства освіти і науки України від 28.12.2019 р. №1643)

Адреса редакції: кафедра екології ІФНТУНГ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019

Телефон: (0342) 721203; сайт журналу: <http://ebzr.nung.edu.ua/index.php/ebzr>.

Журнал включено до міжнародних науково метричних баз: EBSCO, ERIH PLUS, Scientific Indexing Services, Root Indexing, InfoBase Index

Тексти статей наведені в авторській редакції. Автори несуть повну відповідальність за зміст публікації, вибір, точність наведення та інтерпретацію фактів, цифр, цитат, власних імен та інших відомостей. Передрук статей тільки з дозволу редакції. Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

Е 45 Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : науково-техн. журнал / Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ) – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, № 2 (24). – 2021. – 132 с.

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas**

ECOLOGICAL SAFETY AND BALANCED USE OF RESOURCES

Scholarly Journal

Issue 2 (24)

**Ivano-Frankivsk
2021**

Scientific and technical journal
Founder: Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (IFNTUOG)
The journal was founded in 2010 and is issued twice a year

EDITOR-IN-CHIEF – Dr. Sc. (Tech.) **O. Mandryk** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk).

ASSISTANT EDITOR – Dr. Sc. (Tech.) **L. Arkhypova** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk).

EDITORIAL BOARD:

Dr. Sc. (Tech.) **Ya. Adamenko** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk);

Dr. Sc. (Geol.& Mineral.) **O. Adamenko** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk);

Dr. Sc. (Tech.) **V. Vambol** (National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv);

Dr. Sc. (Tech.) **H. Koshlak** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk);

Dr. Sc. (Tech.) **I. Petrushka** (Lviv Polytechnic National University, Lviv);

Dr. Sc. (Tech.) **L. Poberezhnyi** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk);

Dr. Sc. (Tech.) **M. Polutrenko** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk);

Dr. Sc. (Tech.) **Ya. Semchuk** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk);

Dr. Sc. (Tech.) **L. Shkitsa** (IFNTUOG, Ivano-Frankivsk);

PhD **Alaa El Din Mahmoud** (Center for Energy and Environmental Chemistry, Friedrich-Schiller University, Jena, Germany; Alexandria University, Alexandria, Egypt);

Dr. Sc. **Mirela Ana Coman** (North University Centre of Baia Mare – Technical University of Cluj-Napoca, Baia Mare, Romania);

Dr. Sc. **Dariusz Ciczewski** (AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland);

Dr. Sc. **Ewa Kmiecik** (AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland);

Dr. Sc. **Mohammad Nafees** (University of Peshavar, Peshavar, Pakistan);

PhD **Predrag (Miodrag) Zivkovic** (University of Nis, Nis, Serbia);

PhD **Jelena Popovic-Gjordjevic** (University of Belgrade, Belgrade, Serbia);

PhD **Khadeeja Abees Hmood Al-Khalidy** (University of AL-Qadisiyah, Al-Diwaniyah, Iraq).

The Certificate of State Registration in the Ministry of Justice of Ukraine KV No.24321-14161PR of December 02, 2019.

Ukraine scientific professional journal of category "B" in the field of technical sciences, which corresponds to the following specialties:

101 – Ecology;

183 – Environmental technologies,

(Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated December 28, 2019 No. 164)

Editorial office address: the Department of Ecology of IFNTUOG, 15 Karpatska str., Ivano-Frankivsk, 76019.

Phone: +380342721203; website of the journal: <http://ebzr.nung.edu.ua/index.php/ebzr>.

The journal has been included in international scientific metric databases: EBSCO, ERIH PLUS, Scientific Indexing Services, Root Indexing, InfoBase Index

The authors are fully responsible for the content of the publication, choice and accuracy of the provided and interpreted facts, figures, quotations, proper names and other data. The articles can be reprinted only with permission of the editorial board. The point of view of the editorial board does not always coincide with authors' positions.

E 45 Ecological safety and balanced use of resources : scientific and technical journal / Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (IFNTUOG) – Ivano-Frankivsk : IFNTUOG, Issue 2 (24). – 2021. – 132 p.

ЗМІСТ

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ	7
<i>Колеайо Омояджово, Сандей Аміолемен, Бенджамін Мваді Макенго, Амос Огуньєбі</i>	
Вплив пандемії COVID-19 на одноразове використання пластмас у деяких американських фірмах: аналітична оцінка політик	7
<i>Р. Й. Михайлюк</i> Заходи щодо захисту Прикарпаття від катастрофічних паводків шляхом аналізу їх причин та наслідків у 2008 і 2020 роках	13
ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСКОРИСТУВАННЯ	27
<i>І. Я. Климчук, М. В. Корчемлюк, Л. М. Архипова</i> Сезонні коливання фізико-хімічного складу води з джерел та колодязів в межах Яремчанської туристичної дестинації	27
<i>Колеайо Омояджово, Моруфу Раїмі, Темітоні Валеола, Олувасеун Одіне, Амос Огуньєбі</i> Громадська обізнаність, знання, ставлення та сприйняття щодо забруднення мікропластиком навколо лагуни Лагос	35
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ.....	47
<i>О. В. Харламова, І. О. Солошич, В. М. Шмандій, Т. Є. Ригас</i> Управління екологічними проектами в умовах дії антропогенних чинників формування небезпеки	47
<i>Т. В. Кундельська, К. М. Дзудило</i> Дослідження електромагнітного поля в межах урбосистеми Івано-Франківська	54
<i>О. М. Адаменко, Р. Й. Михайлюк, К. О. Радловська, М. І. Мосюк</i> Четвертні відклади та екологічний моніторинг Парку Льодовикового Періоду Карпатського регіону України.....	64
<i>Л. І. Давибіда</i> Аналіз можливостей і досвіду використання платформи Google Earth Engine для вирішення задач моніторингу довкілля.....	75
<i>Т. Б. Качала, Н. М. Москальчук, Х. Б. Караванович</i> Багатошарові бази даних для оптимальної структуризації екологічної інформації (зокрема для показників рівня електромагнітного випромінювання у навколишньому середовищі).....	87
ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ	102
<i>Д. В. Кулікова</i> Обґрунтування доцільності модернізації споруд з очистки жировмісних стічних вод на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки»	102
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	112
<i>Т. В. Гузій, Л. М. Архипова, С. В. Качала</i> Екологічні аспекти проектування і дизайну туристичних комплексів з використанням інформаційних технологій	112
ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ	123
<i>О. М. Карпаш, В. А. Блощинська, М. О. Карпаш</i> Філософія, екологічна етика та сталий розвиток	123
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	131

CONTENTS

GLOBAL AND REGIONAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS	7
<i>Koleayo Omoyajowo, Sunday Amiolemen, Benjamin Mwadi Makengo, Amos Ogunyebi</i>	
Impact of COVID-19 Pandemic on Single-Use of Plastics in Some American Firms: Policy Insights.....	7
<i>R. Mykhailiuk</i> Measures to Protect Prykarpattia from Catastrophic Floods by Analyzing Their Causes and Consequences in 2008 and 2020	13
BALANCED USE OF RESOURCES	27
<i>I. Klymchuk, M. Korchemliuk, L. Arkhypova</i> Seasonal Fluctuations of Physico-Chemical Composition of Water from springs and Wells in Yaremche Tourist Destination	27
<i>Koleayo Omoyajowo, Morufu Raimi, Temitope Waleola, Oluwaseun Odipe, Amos Ogunyebi</i> Public Awareness, Knowledge, Attitude and Perception on Microplastics Pollution Around Lagos Lagoon	35
ECOLOGICAL MONITORING, FORECASTING AND ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT STATE	47
<i>O. Kharlamova, I. Soloshych, V. Shmandii, T. Ryhas</i> Management of Ecological Projects Under the Impact of Anthropogenic Factors of Danger Formation.....	47
<i>T. Kundelska, K. Dzudzylo</i> Research of Electromagnetic Field Within the Urban System of Ivano-Frankivsk	54
<i>O. Adamenko, R. Mykhailiuk, K. Radlovska, M. Mosiuk</i> Quaternary Deposits and Ecological Monitoring of the Ice Age Park in Carpathian Region, Ukraine.....	64
<i>L. Davybida</i> Analysis of Capabilities and Experience of Using Google Earth Engine Platform for Environmental Monitoring Challenges.....	75
<i>T. Kachala, N. Moskalchuk, Kh. Karavanovych</i> Multilayer Databases for Optimal Structuring of Ecological Information (Specifically for Indicators of Electromagnetic Radiation in the Environment).....	87
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES.....	102
<i>D. Kulikova</i> Justifying the Expediency in Modernizing Constructions for Fat-Containing Wastewater Treatment: a Case Study of the Vegetable Oils Producing Factory LLC “Potoky” ..	102
ENVIRONMENTAL ISSUES OF TOURISM AND RECREATION	112
<i>T. Guzii, L. Arkhypova, S. Kachala</i> Ecological Aspects of Planning and Designing Tourist Complexes Using Information Technologies.....	112
ECOLOGICAL EDUCATION AND RAISING ENVIRONMENTAL AWARENESS	123
<i>O. Karpash, V. Bloshchynska, M. Karpash</i> Philosophy and Ecological Ethics and Sustainable Development.....	123
INFORMATION ABOUT AUTHORS	131

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 556.5.08:543.52

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-7-12

**Koleayo Omoyajowo¹, Sunday Amiolemen²,
Benjamin Mwadi Makengo³, Amos Ogunyebi¹**

¹University of Lagos, Nigeria

²Department of Science Policy and
Innovation Studies, National Centre for
Technology Management, Nigeria

³University of Kinshasa,
Democratic Republic of Congo

IMPACT OF COVID-19 PANDEMIC ON SINGLE-USE OF PLASTICS IN SOME AMERICAN FIRMS: POLICY INSIGHTS

As COVID-19 continues to present unimaginable threats to the future of the environment, it is not impossible to rethink that the continual existence of human race is at stake. More than 60% of toxic wastes released to the environment are largely contributed by manufacturing and service firms. Hence, this present study examined the impact of COVID-19 pandemic on corporate waste management program among selected American firms. A total of 42 notable firms across 3 cities in the US (Detroit, Atlanta and Houston) were successfully interviewed on their choices to reduce, reuse, recycle and recover their industrial waste since the outbreak of COVID-19. More than 80% of firms studied often generate plastics as waste; out of which, all firms (100%) agreed that COVID-19 encumbered their choices to manage plastic wastes. This study reasoned that COVID-19 will undoubtedly contribute to plastic pollution and its associated ecological risk in the US if appropriate measures are not painstakingly implemented. This study therefore recommends that Government and relevant stakeholders should restructure existing waste management policies and sensitize American firms on grave dangers of plastic pollution and other toxic wastes in the environment. Meanwhile, this study has great implications for countries in the developing world. This is because developing countries are already mired with the challenges of managing plastic wastes in the pre- COVID-19 era and are further overwhelmed with the unprecedented plastic waste generation during COVID-19. Considering that in Africa and other developing nation, standard waste management technologies and waste emergency policies to curb the pandemic is lacking or insufficient, and hence suggesting they may witness more serious impact of plastic pollution. Government at all tiers should not only make laudable waste management policies to curb environmental pollution, but must show sincerity of purpose and political-will to implement and enforce these policies to curtail impending global impact of plastic pollution aggravated by COVID-19 pandemic.

Keywords: Ecological Risks, Plastic pollution, American Firms, COVID-19 Pandemic

Introduction. The COVID-19 Pandemic has unprecedentedly affected and compromise the integrity of every existent natural and built system across ecological, economical, socio-cultural, and political spheres in ways unfathomable. Millions of firms face an existential threat, number of undernourished people have increased to about 690 million globally, while about half of the world's 3.3 billion global workforce are at risk of losing their livelihoods [1]. Hunger and poverty rates in developing climes have increased unprecedentedly as families without the means to earn income during lockdowns faced great difficulties feeding themselves. Border closures, trade restrictions and confinement measures have been preventing farmers and agricultural workers from accessing markets, to purchase inputs and sell their produce, thus disrupting domestic and international food supply chains and consequently reducing access to healthy, safe and diverse diets [1].

More than 33 million COVID-19 cases and 606,000 deaths have been reported in the US [2] and several millions lives of people have been lost on a global scale. The deadly impact of COVID-19

requires desperate, but calculated measures to urgently flatten the curve, and curb the incessant spread of COVID-19. As a result, countries across the globe including US implemented public health measures such as self-isolation, social (physical) distancing and compliance with personal hygiene rules, particularly regular and thorough hand washing [3]. Though stringent measures such as mandatory national lockdown and border closures were also enforced with remarkable result but the aftermath effect has increasingly and adversely attenuated food system, labor and productivity as well as the environment.

Indeed, COVID-19 has engendered an economic crisis and a public health crisis in the United States; lives are disrupted, hospital system driven to its capacity, and economic slowdown aggravated. As lockdowns slowed the spread of COVID-19, also, the global demand for petroleum collapsed and oil prices plunged, making the production of virgin plastics from petroleum cheaper than recycling plastics [4]. The cost margin, in addition to changes in lifestyle of consumers due to COVID-19 heightens the use of plastic, thereby exacerbating plastic pollution and associated challenges. Furthermore, the global demand for personal protective equipment (PPE) has led to increased plastic pollution. In China for example, response to high PPE demand among the general public, health care workers, and providers made single-use face mask production rose to 116 million per day. [5]. If this scenario should hold true globally, considering that World Health Organization has called for the escalation of disposable PPE production [1], this then suggests that the United States could possibly generate a full year's medical waste in just about two months [6]. Individual coping strategies, habits and choices during lockdowns are also increasing plastic demand. More so, packaged home-delivered meal and groceries could contribute an additional ton of plastic waste as observed in the 8-weeks lockdown in Singapore [7]

Plastics constitutes a major part of every day's product; their application in the textile, machinery, medical supplies and food packaging is indispensable. The plastic industry is about the 8th largest economy in the US, and the global plastic packaging market size is projected to reach 1012.6 billion by 2021, at a growth rate of 5.5% annually, mainly due to increasing demand for PPE and other single-use plastic products such as masks and gloves [8]. COVID-19 has led to *waste emergency* due to sudden intensification of single-use products, panic buying and stockpiling of gloves, masks and other protective clothing and equipment, and the unusual production of waste from both households and health facilities [9][10]. Every year, the world generates over 300 million tons of plastics and the trend is still increasing at an alarming rate with its grave ecological implication [11]. The injudicious use and disposal of plastic products in COVID-19 era is accompanied with severe environmental consequence, as fossil fuel combustion and open burning of discarded plastic wastes causes global warming. Similarly, when plastics are discarded into water bodies, they slowly breakdown into tiny fragments called microplastics, accumulating and portending dangers to marine animals which feeds on them including humans involved in the food chain. Hence, biodiversity is at stake and this is why some scientists called the issue of plastic pollution, a *wicked problem*. According to Stokes [12], waterlogged COVID-19-related plastic has been observed on beaches and in water, possibly worsening the challenge of curbing microplastics, if not thwarting efforts so far made in the past to curtailing microplastics.

Government and its relevant authorities around the world are introducing single-use plastics ban to alleviate plastic marine pollution. This global effort started in the last decade and unfortunately, COVID-19 pandemic has compromised the outcome. Studies have raised scientific concerns projecting a more serious impact of COVID-19 on plastic pollution due to single use of plastics [10][13][14]. There is growing evidence that COVID will increase single use of plastics and hence, the effect would contribute massively to plastic pollution. Plastic pollution would affect health outcomes due to exposure to toxins [15]. Filho et al. [13] observed that 58% of household sampled affirmed that COVID-19 pandemic increased consumption of single use of plastics with increase in food packaging in 50% of households and of single use of plastic bags in 35% of the households that were sampled. Whilst, this report also observed that 66% increased the consumption of single use masks, given the mandatory use for health protective measures. This further raises a major concern, as developing countries without "standard waste management technologies and waste emergency policies to curb the pandemic" may witness more serious impact of plastic pollution.

Against this backdrop, this preliminary study intends to assess the impact of COVID-19 on corporate environmental responsibility (CER) and waste management programs with special interest on how plastic waste is been managed in firms amidst COVID-19 pandemic. The outcome of findings in this study could guide ecologists, public health scientist and policy actors to develop new strategy to circumvent plastic pollution in the community.

Materials and Method. A total of 42 American firms in 5 sub-sectors of the US economy were purposively sampled across Atlanta, Detroit and Houston. The sampling design was to reflect a spectrum of the geographic, cultural, and vulnerability characteristics of the study area. These sub-sectors include Hotels and Restaurants industry; Automobile Service industry; Food and Beverages manufacturing industry; Building and Construction industry; and Logistics and Cargo handling industry as depicted in Figure 1. Majority (45.2%) of firms sampled were hotels and restaurants, others assumed this order: Automobile Service Companies (28.6%)> Food and Beverages Companies (14.3%) > Building and Construction (7.1%) > Logistics and Cargo handling companies (4.8%).

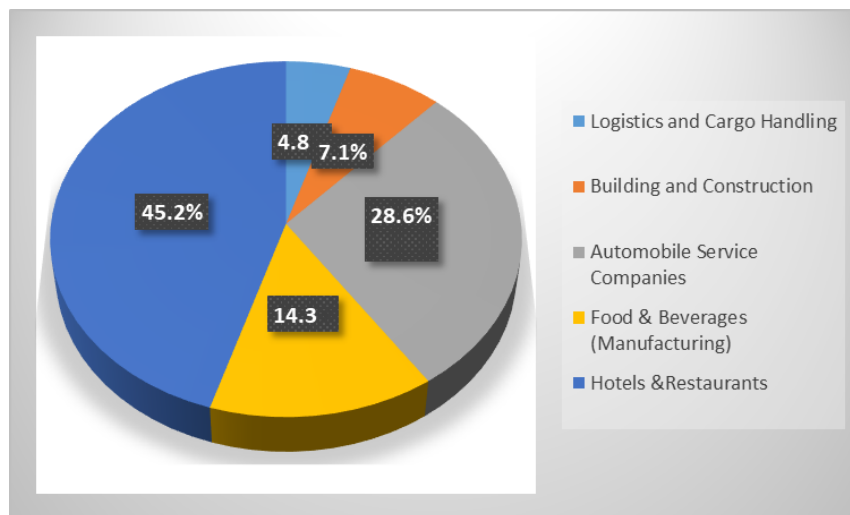


Fig. 1. Sectorial distribution of sampled firms

The study examined a 4-line of inquiry within its scope of investigation as follows: (a) How often do you use and generate plastic wastes, on a scale of 1 to 5? (b) Do you have a corporate waste management program? (c) Has COVID affected corporate waste management program in a negative way? Yes/No. (d). How serious would you describe the impact of COVID on the recycling effort of your company? A total of 42 copies questionnaire were administered, and same numbers collected, completely filled. Qualitative and descriptive analysis were deployed to ascertain and weigh the impact of COVID-19 on CER and waste management practices in firms.

Results. As shown in Table 1, it was clear that all sampled firms use and generate plastic wastes, 33 firms indicated they use plastic products and generate plastic wastes, 6 firms averred they sometimes use and generate plastic wastes, 2 firms claimed they always do that, while only 1 firm stated they rarely generate plastic wastes. The respondents followed this order: Very often (78.6) > Sometimes (14.3%) > Always (4.8%) > Rarely (2.4) > Never (0.00%). This further validates that COVID-19 significantly impacts the use and accumulation of plastic products and materials [5].

Table 1

Impact of COVID on Corporate Environmental Responsibility and Waste Management Program

	VARIABLES		F (%)
i.	How often do you use and generate plastic wastes, on a scale (1 to 5)?	Always	2(4.8)
		Very Often	33 (78.6)
		Sometimes	6(14.3)
		Rarely	1(2.4)
		Never	0(0.00)
ii.	Prior to COVID 19, does your company have a waste management program especially plastic waste?	Yes	42 (100)
		No	0(0.00)
iii.	Has COVID affected corporate waste management program in a negative way?	Yes	42 (100)
		No	0(0.00)
iv.	How serious would you describe the impact of COVID on the waste recycling (or reduction) policy of your company?	Not at all Serious	0(0.00)
		Moderately Serious	6 (14.3)
		Extremely Serious	36 (85.7)

F=Frequency, with % values in bracket.

Similarly, all the sampled firms as tabulated in Table 1 claimed to have an existing corporate waste management program that has been negatively impacted by COVID 19, out of which 36 firms, representing 85.7% of the sampled population firms asserted that the impact was very serious, while the remaining 6 firms, representing 14.3% of the sampled population claimed the impact was moderately serious as depicted in Figure 2.

This holds true that COVID-19 pandemic puts extra pressure on regular waste management practices, and there is an urgent need for a concerted commitment towards a circular economy [10][16], as firms are pressingly persuaded to avoid virgin plastic (VPET) use and increase recycling of plastic for corporate environmental responsibility (CER). Environmental health should be prioritized at both global and regional to attaining United Nations Sustainable Development Goals (SDG).

Discussions and Policy Insights. The findings show that more than 80% of firms sampled use plastics and generates plastic waste in their operational activities (Table 1). All sampled firms claimed to having a corporate waste management program prior to COVID-19. This is an indication that sampled firms are top performers in their corporate environment responsibility (CER). Nonetheless, all sampled firms in this study admitted that COVID-19 pandemic has negatively impacted their waste management programs in that plastic wastes are overwhelmingly generated and accumulated. However, more than 80 % (85.7%) agreed that COVID-19 pandemic had an “extremely serious impact” on their choice to manage plastic waste appropriately. These findings are corroborated by Silva et al. [10] and Awale and Kumar [17] that COVID-19 has led to increased plastic waste volume due to panic buying and single use of plastics and hence, exposing the world to several environmental issues. Similarly, Filho et al [13] observed that 90% of sampled firms indicated “that they intend to reduce the use of single use plastics in their daily activities after pandemic”. This further corroborates the findings in this study on the serious impact of COVID on the growth of single-use-plastics.

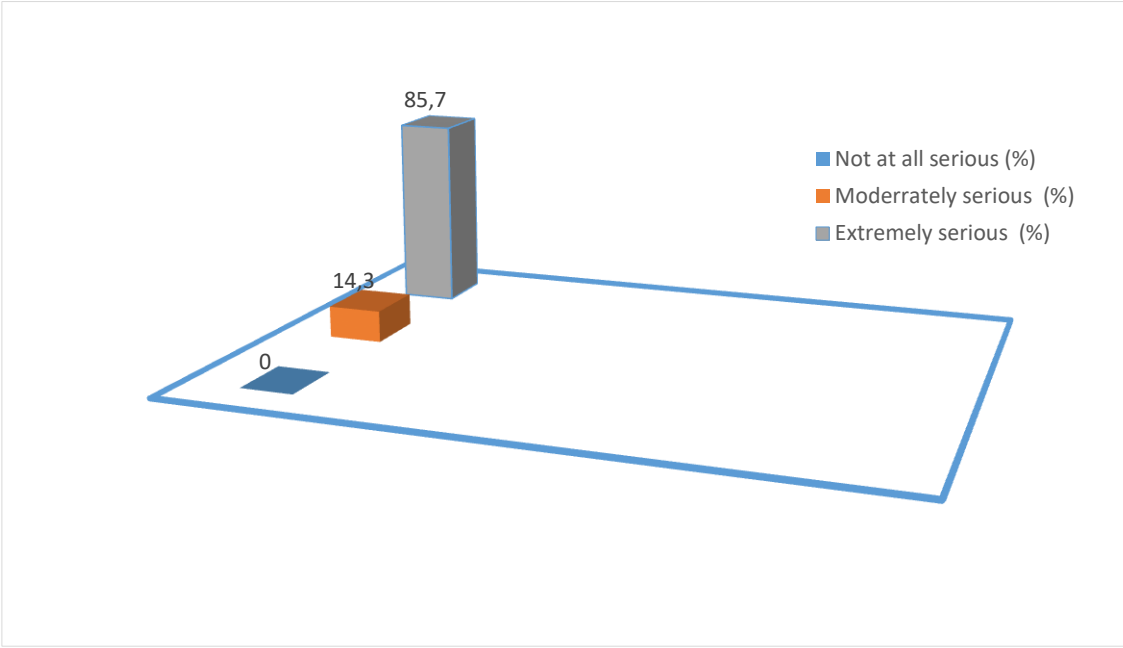


Fig. 2. Impact of COVID-19 on Firm's Waste Management Practices

This study thoughtfully embraces the insight about the adoption of circular economy in plastic production and consumption. As highlighted by Ibn-Mohammed et al. [18], the adoption of circular economy (CE) – “a systemic approach that satisfies the multiple roles of decoupling of economic growth from resource consumption, waste management and wealth creation” – has been recognized as a viable solution to promoting environmental sustainability. The foregoing describes a model of sustainable production and consumption, which reduces waste to a minimum by simply creating further value to a product.

Conclusion. The findings revealed that all sampled American firms use and generates lots plastic wastes but managing volumes of plastic waste generated during COVID-19 pandemic becomes a big concern. More importantly, it was obvious that COVID-19 pandemic really had “extremely serious” impact on firms’ choice to responsibly manage plastic waste and other waste resources perhaps because of the fear of COVID-19 exposure and associated health risks. The impact of COVID-19 pandemic

coupled with increase in plastic production would add a momentous pressure to developing countries struggling with handling of plastic waste prior to pandemic

Most industries rely on plastic production in order to function perhaps because of its cheapness and durability, but the rate at which they are discarded into the environment remains a pressing global concern. Indiscriminate disposal of virgin plastics and non-biodegradable plastic products by companies into the ocean poses damning danger to marine life. Several large patches of plastic garbage are floating in the Pacific Ocean, called Western and Eastern garbage patches. These plastics are non-biodegradable, and may only break down into smaller pieces of micro plastics, constituting a menace to marine life and by extension humans who are involved in the food chain of sea foods mostly contaminated by bisphenol-A [19]. It is therefore pertinent to rethink and optimize plastic recycling, and sustain waste management strategies that will effectively curtail the ecological footprint of plastic.

Developing countries already encumbered with the challenges of managing plastic wastes pre-COVID-19, are further overwhelmed with the unprecedented of plastic waste generation amidst COVID-19, considering that standard waste management technologies and waste emergency policies to curb the pandemic is lacking or insufficient, suggesting they may witness more serious impact of plastic pollution. The importance of politics and politicking on the dynamics of waste management is critical in developing countries [20]. Government at all tiers should not only make laudable waste management policies to curb environmental pollution, but must show sincerity of purpose and political-will to implement and enforce these policies to curtail impending global impact of plastic pollution aggravated by COVID-19 pandemic.

References

1. World Health Organization. Impact of COVID-19 on people's livelihoods, their health and our food systems Retrieved from: <https://www.who.int/news/item/13-10-2020-impact-of-covid-19-on-people's-livelihoods-their-health-and-our-food-systems> (Accessed December 7th 2020).
2. CDC- Centre for Disease Control. COVID 19 Cases and Data. Retrieved from <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html> July 16, 2021.
3. Mieth, L., Mayer, MM., Hoffman, A., Buchner, A and Bell, R. Do they really wash their hands? Prevalence estimates for personal hygiene behaviour during the COVID 19 Pandemic based on indirect questions. BMC Public Health 2021, 21(12): 1-8
4. Kimini, A "How the COVID-19 plastic boom could save the oil industry," OilPrice.com (2020)
5. Bermingham, F., Tan, SL. Coronavirus: China's mask-making juggernaut cranks into gear, sparking fears of over-reliance on world's workshop," South China Morning Post (2020); www.scmp.com/economy/global-economy/article/3074821/coronavirus-chinas-mask-making-juggernaut-cranks-gear.
6. Cutler, S (2020) Mounting medical waste from COVID-19 emphasizes the need for a sustainable waste management strategy. Frost & Sullivan.
7. Bengali, S (2020) The COVID-19 pandemic is unleashing a tidal wave of plastic waste, The Los Angeles Times
8. Chang, B. Plastic-free and low-waste startups say they saw a massive spike in sales throughout the COVID-19 pandemic. Retrieved from <https://www.businessinsider.com/plastic-free-low-waste-companies-grew-during-covid-2021-4> Updated May 8, 2021
9. Ma, Y., Lin, X., Wu, A., Huang, Q., Li, X., & Yan, J. (2020). Suggested guidelines for emergency treatment of medical waste during COVID-19: Chinese experience. Waste Disposal & Sustainable Energy, 1.
10. Silva A.L.P, Prata, J.C, Walker T.R., Campos D., Duarte A. C., Soares AMVM, Barclò D., Rocha-Santos T. Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. Sci Total Environ. 2020;742:140565.
11. PlasticsEurope. Plastics–The Facts 2018: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data; PlasticsEurope: Brussels, Belgium, 2018
12. Stokes, G. (2020) No shortage of surgical masks at the beach. Oceans Asia,
13. Filho, WH, Salvia AL, Minhas A, Paco A, Dias-Ferreira C. 2021. The COVID 19 Pandemic and Single use plastic waste in households: A preliminary study. Science of Total Environment 793(2021):1-3
14. Vanapalli K.R, Sharma H.B, Ranjan V.P, Samal B, Bhattacharya J, Dubey B.K, Goel S. Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post COVID-19 pandemic. Sci Total Environ. 2021;750:141514.

15. World Health Organization & United Nations Children's Fund (UNICEF). (2020). Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19: technical brief, 03 March 2020. World Health Organization. WHO/2019-NCoV/IPC_WASH/2020.1 9 pp.

16. Adyel, T.M. Accumulation of plastic waste during COVID-19 Science 2020 Vol 369, Issue 6509 pp. 1314-1315

17. Awale S, Kumar R (2020) The COVID-19 Plastic Pandemic Inter Press Service. Retrieved online <http://www.ipsnews.net/2020/08/covid-19-plastic-pandemic/>

18. Ibn-Mohammed, T., Mustapha, K. B., Godsell, J., Adamu, Z., Babatunde, K. A., Akintade, D. D., Acquaye, A., Fujii, H., Ndiaye, M. M., Yamoah, F. A., & Koh, S. (2021). A critical analysis of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. Resources, conservation, and recycling, 164, 105169.

19. National Geographic. Great Pacific garbage patch <http://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch> 2017

20. Cook, R. 2011. Politics of waste. Retrieved from www.wasterecyclingmag.ca on September 18, 2021.

*Колейо Омояджово¹, Сандей Аміолемен²,
Бенджамін Мваді Макенго³, Амос Огуньсбі¹*

¹ Університет Лагосу, Нігерія

*² Департамент наукової політики та
інноваційних досліджень,*

Національний центр управління

Науково-технологічним розвитком, Нігерія

³ Університет Кіншаси,

Демократична Республіка Конго

ВПЛИВ ПАНДЕМІЇ COVID-19 НА ОДНОРАЗОВЕ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАСТМАС У ДЕЯКИХ АМЕРИКАНСЬКИХ ФІРМАХ: АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ПОЛІТИК

Оскільки COVID-19 продовжує створювати неймовірні загрози для майбутнього довкілля, неможливо переосмислити, що постійне існування людської раси поставлено на карту. Більше 60% токсичних відходів, що викидаються в навколишнє середовище, в значній мірі створюються виробничими та сервісними компаніями. Отже, у цьому дослідженні вивчався вплив пандемії COVID-19 на корпоративну програму управління відходами серед вибраних американських фірм. Загалом опитано 42 відомі фірми в 3 містах США (Детройт, Атланта та Х'юстон) щодо вибору скорочення, повторного використання, переробки та утилізації промислових відходів після спалаху COVID-19. Більше 80% досліджених фірм утворюють пластмаси як відходи; з яких усі фірми (100%) погодилися з тим, що COVID-19 ускладнив їхній вибір щодо поводження з пластиковими відходами. У цьому дослідженні доведено, що COVID-19, безсумнівно, сприятиме забрудненню пластиком та пов'язаному з ним екологічному ризику в США, якщо відповідні заходи не буде впроваджено. Дослідження рекомендує уряду та відповідним зацікавленим сторонам реструктуризувати існуючу політику поводження з відходами та інформувати американські фірми про серйозні небезпеки забруднення навколишнього середовища пластиком та іншими токсичними відходами. Дослідження має також рекомендації для країн, що розвиваються. Це пов'язано з тим, що країни, що розвиваються, вже зіштовхнулися з не вирішеними проблемами поводження з пластиковими відходами в епоху до COVID-19 і ще більше перевантажені безпрецедентним утворенням пластикових відходів під час COVID-19. В Африці та інших країнах, що розвиваються, стандартні технології поводження з відходами та політика щодо надзвичайних ситуацій поводження з відходами відсутні або є недостатніми, і, отже, можна припустити, що вони можуть бути свідками більш серйозного впливу пластикового забруднення під час пандемії. Уряд на всіх рівнях має не лише проводити належну політику щодо поводження з відходами для стримування забруднення навколишнього середовища, але й має виявляти ширість цілей та політичну волю для впровадження та дотримання цієї політики, щоб зменшити глобальний вплив пластикового забруднення, що посилюється пандемією COVID-19.

Ключові слова: екологічні ризики, пластикове забруднення, американські фірми, пандемія COVID-19.

Р. Й. Михайлюк*Дністровське басейнове управління водних ресурсів,
Центр прогнозування та попередження
техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття*

ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ПРИКАРПАТТЯ ВІД КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ЇХ ПРИЧИН ТА НАСЛІДКІВ У 2008 І 2020 РОКАХ

01.01.2021 р. у складі ІФНТУНГ наказом ректора був створений Центр прогнозування та попередження техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття. За останні роки на Прикарпатті катастрофічним характером відзначились два паводки: один 23-28 липня 2008 р., а другий 20-24 червня 2020 р. У статті розглянуті основні причини і наслідки катастрофічних паводків для Прикарпаття

Наслідками проходження катастрофічного паводка 2008 року стали – загибель 30 людей, підтоплення 41 тис. житлових будинків, 34 тис. га сільгоспугідь і руйнування 671 км автошляхів.

Стихія 2020 року на Прикарпатті мала більш раптовий характер, ніж повинь 2008 року. Протягом 20-23 червня на території області спостерігались інтенсивні опади у вигляді дощу. Тільки протягом цих двох днів випало 113 % місячної норми опадів. Зазначене спричинило різкий підйом води та сильну течію, особливо в гірських районах Прикарпаття.

Першопричиною надзвичайної ситуації можна вважати потужні дощові циклони, що переміщалися на територію України з Південного Заходу Європи, які спричинили сильні, подекуди дуже сильні зливові опади та формування катастрофічного дощового паводку в басейнах річок Дністер та Прут.

Одними із основних причин виникнення надзвичайних ситуацій стало здійснення неконтрольованої і не забезпеченої відповідними технологічними процесами вирубки лісових масивів на території Івано-Франківської області, несанкціоноване видобуванням піску та гравію у руслах річок і прибережних захисних смугах. Вагомою причиною стало також те, що за останні роки не було належно профінансовано жодної Державної програми щодо будівництва дамб і берегоукріплень річок, а також реконструкцій зливової каналізації, які експлуатуються вже досить тривалий термін без будь-яких оновлень.

На основі проведеного аналізу запропоновано заходи щодо зменшення негативних наслідків катастрофічних паводків.

Ключові слова: паводок, Прикарпаття, екологічна безпека, економічні збитки, попередження катастроф.

Постановка проблеми у загальному вигляді та зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Надзвичайні ситуації гідрологічного характеру (паводки, повені, підтоплення, зсуви тощо), що призводять до людських жертв і великих матеріальних збитків, спричиняються складним поєднанням причин природного та техногенного характеру, головними з яких є екстремальні атмосферні опади, особливості рельєфу території та геологічної будови ґрунтів, наявність та ефективність захисних протипаводкових споруд [1-6].

Тільки за останні 30 років на території України значні паводки, що призвели до виникнення надзвичайних ситуацій, спостерігалися у 1995, 1998, 2001, 2008, 2010, 2020 роках. Так, середньорічні збитки від паводків у 1995-1998 роках становили більше 900 млн гривень, 1999-2007 роках – понад 1,5 млрд гривень, у 2008-2010 роках – близько 6 млрд. гривень.

Негативні наслідки від повеней і паводків можливі на 27% території України, де проживає майже третина населення. Найбільшої шкоди від них зазнають гірські та передгірські райони Карпат. Це обумовлено тим, що Українські Карпати є зоною підвищеного паводкового ризику. Пасмо Карпат фактично перетинає скупчення хмар, що формується над Атлантикою. Така природна система призводить до того, що в зоні Карпат за короткий період часу виникає велика кількість опадів і формується інтенсивний стік води. Найбільших збитків завдають паводки швидкого формування та раптового виникнення, забезпеченістю від 10% і менше, які останнім часом стають часто повторюваними [1, 3, 6-8].

Найбільш небезпечними за умов формування високих паводків і повеней є райони південних (басейн р. Тиса) та північно-східних (басейн р. Дністер) схилів Карпатських гір. Цьому регіону характерні паводки різного генезису протягом усього року. Частота їх формування

підпорядковується певним закономірностям, які проявляються у чергуванні періодів підвищеної та низької водності. Саме у період підвищеної водності паводки набувають загрозливого, а не рідко, і катастрофічного характеру [1].

Як свідчить практика, стан технічного оснащення системи гідрометеорологічних спостережень в Україні відстає від сучасних потреб, що значно впливає на рівень прогнозованості розвитку повеней, паводків і підтоплення, а також відсутність цілісного захисного комплексу призводять до щорічних збитків у аграрному, промисловому та соціальному секторах економіки країни [9-12].

Тому **метою** статті є розробка ефективних заходів щодо захисту території цього регіону від шкідливої дії паводків на основі аналізу причин та наслідків найбільш катастрофічних паводків за останні роки.

Для досягнення мети необхідно було виконати наступні **завдання**:

- провести аналіз проходження катастрофічних паводків в 2008 і 2020 роках;
- розробити заходи щодо захисту території Прикарпаття від шкідливої дії паводків.

Виклад основного матеріалу.

Аналіз проходження паводку в 2008 році.

23-27 липня 2008 року з північного заходу на територію Прикарпаття перемістився сильний дощовий цикллон. За інформацією гідрометеоцентру сумарна кількість опадів за 23-25 липня склала 105-186 мм. 24 липня 2008 року в басейнах річок Прут та Дністер різко піднявся рівень води, відбулись сходи селевих потоків, пройшло початкове підтоплення населених пунктів області, пошкодження та руйнування пішохідних та автомобільних мостів. На заплаву вийшли всі ріки басейнів Дністра і Прута.

Станом на 25 липня 2008 року всього по Івано-Франківській області вже було підтоплено 1763 житлових будівель та 1980 господарських споруд, понад 120 га сільськогосподарських угідь, розмито 11 км берегів та берегоукріплень річок, пошкоджено та підтоплено 24 автомобільних та 30 пішохідних мостів, в тому числі один на автомобільній дорозі державного значення, частково пошкоджено та підтоплено 29 км сільських автомобільних доріг місцевого значення, повністю затоплено 6 водозаборів (в м. Івано-Франківську, в м. Калуш, в м. Надвірній, в м. Яремче, в смт. Рожнятові) та 1 частково в м. Коломия.

З підтоплених житлових будівель вже було відселено понад 5180 чоловік.

Без електропостачання знаходились 136 населених пунктів повністю та 31 населений пункт частково, повністю було знеструмлено 71 та частково 15 ЛЕП, без зв'язку залишались 259 населених пунктів.

В районах та містах Івано-Франківської області склалась наступна ситуація:

На території Івано-Франківської міської ради було врятовано 40, евакуйовано 5 та відселено 200 чоловік; пошкоджено 319 житлових будинків, було знеструмлено близько 80% території с. Вовчинець (рис. 1, а), без газопостачання та електропостачання в м. Івано-Франківську залишався мікрорайон Пасічна (рис. 1, б), пошкоджено автомобільний міст дороги державного значення через р. Бистрицю-Солотвинську в напрямку м. Калуш, пошкоджено 5,4 км полотна автомобільної дороги, 7,9 км дамби та 5,5 км берегоукріплень.

У Богородчанському районі було врятовано 20 та евакуйовано 157 чоловік. Підтоплено 35 населених пунктів (рис. 2, а), 184 житлових будинки (рис. 2, б) та 344 криниці. Без електрозв'язку та енергопостачання залишались 35 населених пунктів району, зруйновано 10 автомобільних та 22 пішохідні мости, 47,2 км автодороги, 20,3 км берегоукріплень.

У Верховинському районі було підтоплено 26 населених пунктів, понад 15 га сільськогосподарських угідь, пошкоджено понад 27 км автомобільних доріг місцевого значення (рис. 3, а), 18 автомобільних та 27 пішохідних мостів, 300 м берегоукріплень. Із 19 населеними пунктами району було відсутнє транспортне сполучення.

На Буковецькому перевалі відбувся зсув дорожнього полотна, що унеможливило проїзд по автомобільній дорозі Верховина-Косів (рис. 3, б).

Річки Білий та Чорний Черемош вийшли з русла та зруйнували автомобільну дорогу Верховина-Білоберізка-Чернівці, відсутнє було сполучення з обласним центром.

У Галицькому районі врятовано було 17 та відселено 855 чоловік. Було підтоплено 2610 житлових будинків у 31 населеному пункті району та 1365 криниць (рис. 4, а). Із селами Дубівці та Ганівці було відсутнє дорожнє сполучення.



Рис. 1. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Івано-Франківської міської ради:
а – с. Вовчинець Івано-Франківської міської ради; б – мікрорайон Пасічна, вул. Хіміків
у м. Івано-Франківськ



Рис. 2. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Богородчанського району:
а – підтоплені вулиці в смт. Богородчани; б – руйнування будівель внаслідок зміни русла рік



Рис. 3. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Верховинського району:
а – наслідки повені в смт. Верховина; б – активізація зсувних процесів в Верховинському районі

Без газопостачання частково залишалися 3, без електрозв'язку та без енергопостачання 8 населених пунктів району, зруйновано 1 автомобільний та 6 пішохідних мостів, 21,9 км автодоріг (рис. 4, б), 5,4 км берегоукріплень та 1,2 км дамби. Частково підмито було 5 кладовищ та полігон твердих побутових відходів в с. Німшин.



а

б

Рис. 4. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Галицького району:

а – підтоплені житлові будинки в м. Галич; б – підтоплена автодорога Галич-Бурштин

У *Городенківському районі* було врятовано 20 та відселено 372 особи. Було підтоплено 90 житлових будинків у 4 населених пунктах та 66 криниць (рис. 5). Із с. Лука відсутнє транспортне сполучення. Без газопостачання залишалося с. Лука, без енергопостачання 8 населених пунктів району, пошкоджено 3 автомобільні мости, 302 км автодоріг, 0,2 км берегоукріплень.



а

б

Рис. 5. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Городенківського району:

а – підтоплення господарських будівель в с. Лука;

б – підтоплення населеного пункту по берегу р. Дністер

У *Долинському районі* та на території *Болехівської міської ради* було врятовано та евакуйовано 13 чоловік. Водою підтоплено 724 житлових будинки у 23 населених пунктах району та 133 криниці (рис. 6). Із селами Заріччя та Лужки було відсутнє дорожнє сполучення.

Без газопостачання залишалися 4 без електрозв'язку 13 та без енергопостачання 23 населені пункти району, зруйновано 16 автомобільних та 34 пішохідних мости, 76,2 км автодоріг, 15 км берегоукріплень. Між селами Гуріїв та Підбережжя на р. Свіча тріснув нафтопровід. Після закриття засувки проводилась робота по збору нафтових плям.

У *Калуському районі* було врятовано 83 та евакуйовано 61 людину. Підтоплено 25 населених пунктів, 1992 житлових будинки та 2200 криниць (рис. 7). Було відсутнє дорожнє сполучення із селами Збора, Завадка, Станькова, Мошківці, та Бабин Зарічний.

Залишались без газопостачання 9, без електрозв'язку 17 та без енергопостачання 21 населений пункт району, зруйновано 11 автомобільних та 13 пішохідних мостів, зруйновано 3,9 та пошкоджено 56,050 км автодоріг, 3,9 км берегоукріплень.

У *Коломийському районі* було врятовано 377, евакуйовано 1210 та відселено 105 чоловік. Підтоплено 51 населений пункт, 4166 дворів, близько 2808 житлових будівель та 2530 криниць.

Було відсутнє дорожнє сполучення із 11 населеними пунктами району, зруйновано 8 автомобільних та 107 пішохідних мостів, зруйновано 146 км автомобільних доріг, 2450 м берегоукріплень (рис. 8). Без газопостачання залишалися 36, без електрозв'язку 25 та без енергопостачання 31 населений пункт району. Підтоплено було одне кладовище в с. Воскресинці Коломийського району.



а

б

Рис. 6. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Долинського району:

а – рівень води в підтоплених селах району; б – підтоплення присадибних ділянок населення



а

б

Рис. 7. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Калуського району:

а – рівень води в підтоплених підприємствах в м. Калуш;

б – підтоплення житлового масиву в м. Калуш

У Косівському районі було врятовано 9 та відселено 59 чоловік. Підтоплено 40 населених пунктів, 1444 двори, близько 1235 житлових будинки, 729 підвалів та 437 криниць.

Було відсутнє дорожнє сполучення із 7-ма населеними пунктами району (Розтоки, Великий Рожин, Космач, Прокурава, Брустури, Шепіт, Річка), зруйновано 86 автомобільних та 13 пішохідних мостів, зруйновано 69,5 км та пошкоджено 17 км автомобільних доріг, 3,5 км берегоукріплень (рис. 9). Без газопостачання та енергопостачання частково залишалися всі населені пункти району. Внаслідок стихії на території району від електрозв'язку було відключено 19 населених пунктів.

У Надвірнянському районі всього було врятовано 106 та евакуйовано 397 осіб. Підтоплено 2253 житлові будівлі (рис. 10), 522 підвали житлових будівель та 1146 криниць у 23 населених пунктах району. Внаслідок стихії розмито 3 кладовища та 3 скотомогильники.

Було відсутнє транспортне сполучення із 5 населеними пунктами, без газопостачання залишалось 5 населених пунктів, без електрозв'язку 23 населені пункти та 31 населений пункт району був відрізаний від енергопостачання. У зв'язку із затопленням водозабору КП „Надвірняводоканал” припинено водопостачання у районному центрі - в м. Надвірна.

Пошкоджено 10 автомобільних та 34 пішохідних мости, 18,9 км автомобільних доріг, 645 м берегоукріплення.



а

б

Рис. 8. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Коломийського району:
а – проведення аварійно-відновлювальних робіт на мості дороги Коломия - Замулинці;
б – підтоплення домогосподарств в с. Корнич



а

б

Рис. 9. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Косівського району:
а – розмита дорога Т 0913 Тюдів – Розтоки;
б – зруйнований міст через р. Мала Лючка на автодорозі Т 0902 Яблунів – Делятин

У *Рогатинському районі* силами органів управління та сил врятовано та евакуйовано 42 особи. Було підтоплено 193 житлових будинки та 538 криниць у селах Козарі (рис.11, а), Журавеньки (рис. 11, б) та смт. Букачівці. Без енергопостачання залишались села Козари та Журавеньки.

У *Рожнятівському районі* було підтоплено 3242 га сільськогосподарських угідь, 385 житлових будівель у 38 населених пунктах та 658 криниць (рис. 12, а). Врятовано 2 особи в селі Нижній Струтин, евакуйовувати довелося 48 громадян.

Розмито 16 км берегоукріплення, підмито 17 автомобільних та 29 пішохідних мостів, пошкоджено 8,2 км автомобільних доріг району (рис.12, б). Частково розмито кладовище в с. Ясень.

Було відсутнє дорожнє сполучення із селами Ясень, Гриньків та Кузьминець, із 6-ма населеними пунктами був відсутній електрозв'язок, у 18-ти було відсутнє енергопостачання. Без газопостачання залишались 5 населених пунктів.

У Снятинському районі було підтоплено 3350 га сільськогосподарських угідь, 1383 житлові будівлі у 25 населених пунктах та 1519 криниць. Врятовано 136 людей з них 20 дітей в с. Прутівка, евакуації підпало 244 особи.



а



б

Рис. 10. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Надвірнянського району:
а – м. Надвірна, підтоплена вул. Мазепи, ДПА; б – м. Надвірна, затоплена вул. Новопроєктна



а



б

Рис. 11. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Рогатинського району:
а – перевозка населення в с. Козарі; б – підтоплена вулиця в с. Журавеньки



а



б

Рис. 12. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Рожнятівського району:
а – смт. Рожнятів, підтоплено житловий будинок;
б – розмито берег у районі автомобільного моста смт. Перегінськ, р. Лімниця

Розмито 16 км берегоукріплення, підмито 6 автомобільних мостів, пошкоджено 16 км автомобільних доріг району (рис. 13). Підтоплено кладовище в с. Прутівка.

Було відсутнє дорожнє сполучення із 15-ма населеними пунктами, із 22-ма був відсутній електрозв'язок, у 17-х було відсутнє енергопостачання. Без газопостачання залишались 17 населених пунктів. Внаслідок розмиття 10 м залізничного полотна було закрито проїзд на залізничному перегоні Видинів – Заболотів.



а

б

Рис. 13. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Снятинського району:

а – розмив під'їзної дороги до с. Іллінці; б – підтоплення с. Заболотів

У Тисменицькому районі при роботах спрямованих на ліквідацію наслідків надзвичайної ситуації було врятовано 39 та евакуйовано 2410 осіб. Підтоплено 2867 житлових будинків та 1697 криниць у 35 населених пунктах (рис. 14).



а

б

Рис. 14. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Тисменицького району:

а – м. Тисмениця, затоплено центральну вулицю;

б – підтоплення житлового масиву в м.Тисмениця

Без газопостачання залишались села Драгомирчани та Побережжя. Електрозв'язок був відсутній у селах Березівка, Побережжя та Радча. Відключені від енергопостачання були 8 населених пунктів району.

Пошкоджено 10 автомобільних мостів, 16,64 км автомобільних доріг та 10,4 км берегоукріплення.

У Тлумацькому районі всього було врятовано 106 та евакуйовано 1114 осіб. Підтоплено 671 житлову будівлю, 2018 га сільськогосподарських угідь та 141 криницю у 13 населених пунктах району (рис. 15).

Було відсутнє транспортне сполучення із селами Новосілка, Золота Липа та Петрилів, без електрозв'язку та енергопостачання залишалось 6 населених пунктів (Нижнів, Смерклів, Новосілка, Золота Липа, Петрилів, Діброва).



Рис. 15. Катастрофічний паводок 2008 р. на території Тлумацького району:

а – підтоплення с. Нижнів; б – підтоплена вул. Забиччя в с. Петрилів

Пошкоджено 1 автомобільний та 6 пішохідних мостів, 95 км автомобільних доріг, 20,3 км берегоукріплення.

На території Яремчанської міської ради в с. Микуличин було врятовано та відселено 95 осіб. Підтоплено 268 домогосподарств, 163 га сільськогосподарських угідь, 53 підвали та 103 криниці у 6 населених пунктах міської ради.

Дорожнє сполучення було відсутнє з участками Підстрім, Погарь, Паленина, Малі Погари, Великі Погари, Поломистий, Поляниця Чемерівська в с. Микуличин та мікрорайоном Вороненка в с. Яблуниця.

Без електрозв'язку залишались: с. Микуличин 80 %, с. Яблуниця- 60 %, смт. Ворохта 60 %.

Енергопостачання було відсутнє у 6 населених пунктах.

Загалом зруйновано 1 та пошкоджено 6 автомобільних мостів та 25 пішохідних мостів, зруйновано 39,4 км автомобільних доріг, 4,4 км берегоукріплення. Наслідками проходження катастрофічного паводка 2008 року стали – загибель 30 людей, підтоплення 41 тис. житлових будинків, 34 тис. га сільгоспугідь, руйнування 671 км автошляхів, 561 м пішохідного мосту, 31 км захисних дамб і 29 км берегоукріплень. Катастрофічний паводок у Карпатському регіоні завдав збитків на суму близько 2 млрд. грн.

Аналіз проходження паводку в 2020 році. Стихія 2020 року на Прикарпатті мала більш раптовий характер ніж повинь 2008 року. Протягом 20-23 червня на території області спостерігались інтенсивні опади у вигляді дощу. Тільки протягом цих двох днів випало 113 % місячної норми опадів. Зазначене спричинило різкий підйом води та сильну течію, особливо в гірських районах Прикарпаття.

В наслідок перенасичення вологою ґрунту, на відміну від 2008 року, активізувались значні зсувні процеси та селеві потоки, якими завдано значних збитків об'єктам інфраструктури та життєзабезпечення населення, без транспортного сполучення через це залишились 32 населені пункти, крім того пошкоджено на 17 автомобільних мостів більше ніж у 2008 році (у 2008 – 232 мости, у 2020 році – 249 мостів).

Внаслідок інтенсивних опадів 22.06.2020 в 38 населених пунктах області було підтоплено: 43 житлових будинки, 92 дворогосподарства, 21 присадибна ділянка, понад 5 га сільгоспугідь.

23.06.2020 інтенсивні опади в Карпатському регіоні продовжились, внаслідок чого відбувся значний підйом рівнів річок та відбулось підтоплення у 165 населених пунктах: 4596 житлових будинків, 6 ФАП та 1 АТС, 8873 присадибних ділянок, 3002 підвальних приміщень, 3083,56 га с/г угідь, 110 км автодоріг зруйновано, 427,5 км автодоріг пошкоджено, 90 мостів зруйновано, 130 мостів пошкоджено, 285 осіб відселено, 1850 м берегоукріплень зруйновано. Крім того, пошкоджено автомобільну дорогу Н-09 Мукачєво-Львів, у с. Микуличин, на якій вранці 24.06.2020 частково відновили рух, а 25.06.2020 рух на даній автодорозі був повністю

відновлений. Організовано об'їзні шляхи та частково обмежено проїзд на аварійних ділянках доріг.

Було порушено транспортне сполучення з 21 населеним пунктом Верховинського району (н.п. Барвінків, Бистрець, Біла Річка, Білоберізка, Буковець, Голови, Голошина, Грамотне, Гринява, Дземброня, Замагора, Зелене, Шибене, Кохан, Перехресне, Пробійнівка, Стовні, Топільче, Хороцеве, Яблуниця, Явірник).

24.06.2020 внаслідок продовження випадання опадів відбулося початкове затоплення прирічкових ділянок басейнів Дністра та Прута, внаслідок чого відбулось підтоплення 263 населених пунктів. Всього підтоплені: 13117 житлових будинків, 17 ФАП, 18101 присадибних ділянок, 6193 підвальних приміщень, 12561 колодязь, 7411 га с/г угідь, 276 км автодоріг зруйновано, 603 км автодоріг пошкоджено, 93 мостів зруйновано, 249 мостів пошкоджено, 80005 м берегоукріплень зруйновано.

Обмежено транспортне сполучення до 33 населених пунктів (4 в Тисменицькому, 5 в Долинському, 3 в Косівському, 5 в Галицькому та 16 в Верховинському районах).

25.06.2020 в порівнянні з минулими днями інтенсивність випадання опадів на території області значно зменшилось, відбувався незначний спад рівнів рік. Підтопленими залишилось 202 населених пункти області. Транспортне сполучення було відновлено до 14 населених пунктів, залишилось 19 населених пунктів (2 в Тисменицькому, 2 в Косівському, 3 в Надвірнянському та 12 в Верховинському районах).

26.06.2020 опади на території області припинилися. На всіх річках області відбувся спад рівнів води з добовою інтенсивністю 18-178 см, крім річок Дністер та Ворона, де зберігалось перевищення рівня води над небезпечною відміткою, а подекуди вихід на заплаву. Підтопленими залишилось 132 населених пункти області та 3368 житлових будинки.

Тільки 13 липня 2020 року було повністю відновлено транспортне сполучення із всіма населеними пунктами області.

На рис. 16-18 наведено фотоматеріали про особливості розвитку та ліквідації надзвичайної ситуації.



Рис. 16. Катастрофічний паводок 22 червня 2020 р.:

а – підтоплення та зсув на дорогу в с. Микуличин Яремчанської МР;

б – підтоплення житлових будинків в с. Микуличин Яремчанської МР

Першопричиною надзвичайної ситуації можна вважати потужний дощовий цикллон, що переміщався на територію України з Південного Заходу Європи, який спричинив сильні, подекуди дуже сильні зливові опади та формування катастрофічного дощового паводку в басейнах річок Дністер та Прут.

Одними із основних причин виникнення надзвичайної ситуації стало здійснення неконтрольованої і не забезпеченої відповідними технологічними процесами вирубка лісових масивів на території Івано-Франківської області, несанкціоноване видобування піску та гравію у руслах річок і прибережних захисних смугах.

Вагомою причиною стало також те, що за останні роки не було належно профінансовано жодної Державної програми щодо будівництва дамб і берегоукріплень річок, а також

реконструкцій зливової каналізації, які експлуатуються вже досить тривалий термін без будь-яких оновлень.



а

б

Рис. 17. Катастрофічний паводок 23 червня 2020 р.:

а – підтоплення житлових будинків і присадибних ділянок у м. Галич;

б – руйнування автомобільного моста у Верховинському районі



а

б

Рис. 17. Катастрофічний паводок 24 червня 2020 р.:

а – підтоплення житлових будинків і присадибних ділянок у с. Нижнів Тлумацького району;

б – порушення транспортного сполучення у Верховинському районі

Висновки.

Заходи щодо зменшення негативних наслідків катастрофічних паводків.

1. Протягом другого півріччя 2020 року розроблено Державну цільову програму «Запобігання надзвичайним ситуаціям повеневого походження у Карпатському регіоні»

В її межах передбачено:

- створення навчально-виробничого центру запобігання надзвичайним ситуаціям повеневого походження у Карпатському регіоні на базі Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (01.01.2021);

- комплексне обстеження ділянок повеневого затоплення і підтоплення, розвитку небезпечних екзогеодинамічних процесів, порушень гідрологічного режиму річкових русел, руйнувань мостів, шляхів, об'єктів критичної інфраструктури;

- інтеграцію лісового і водного господарства з урахуванням принципу сталого ведення лісового господарства та необхідності адаптації до кліматичних змін;

- здійснити оцінку сучасної залісненості річкових басейнів та її змін з використанням матеріалів ДЗЗ;

- заліснити прогалини від минулих рубок у Карпатських лісах;

- визначення ділянок сучасної та потенційної активізації зсувів, селей, формування підпорних ділянок річковому стоку;

- геолого-геофізичне обстеження ділянок потенційних небезпечних деформацій земної поверхні в зонах впливу затоплених соляних шахт (Солотвинське, Калуське, Стебніськеродовище) та Домбровського кар'єру;

- наукове обґрунтування удосконалення системи екологічного моніторингу Карпатського регіону з урахуванням зростання руйнівного впливу глобальних змін клімату на об'єкти життєдіяльності та навколишнє природне середовище;

- підготовка пропозицій з стратегічного планування будівництва автодоріг поза межами підтоплення паводками і повеннями, удосконалених технологій будівництва мостів;

- розробка доповнень до нормативно-правової документації з природокористування та будівництва у Карпатському регіоні з урахуванням зростання руйнівного впливу глобальних змін клімату на об'єкти життєдіяльності та критичної інфраструктури;

- в межах населених пунктів винесення меж водоохоронних зон в натуру;

- провести інвентаризацію житлового та нежитлового фонду, об'єктів інфраструктури в межах водоохоронних зон річок.

- до розробки програми залучити на договірній основі наукові і проектні організації, які підпорядковані Міндовкілля, Держводагентству, Держлісагентству та іншим зацікавленим відомствам.

2. Створення автоматизованої системи прогнозування паводків та повеней, яка б передбачала:

- прогноз раннього виявлення підняття рівнів води в ріках Карпатського регіону;

- прогноз можливого затоплення населених пунктів та об'єктів інфраструктури;

- забезпечення оповіщення населення про загрозу виникнення надзвичайної ситуації;

- відновлення роботи Дністровського протипаводкового полігону ІФНТУНГ у Галицькому районі та оснащення його автоматизованою інформаційно-вимірювальною протипаводковою системою протягом 2021-22 рр.

3. Створення системи управління водостоком руслами річок при надмірному випаданні дощу. Вирішити наступні задачі:

- оптимізувати траєкторію русла річок;

- відновити днопоглиблювальні роботи;

- розробити систему санкціонованого використання піщано-гравійної суміші для укріплення дамб та інших гідротехнічних споруд.

4. Підготувати спільні проекти з метою залучення міжнародної технічної допомоги в рамках Дунайської та Дністровської стратегій, а також стратегії розвитку Карпатського Єврорегіону.

5. Міністерству освіти і науки України спільно з Національним агентством водних ресурсів України розглянути питання щодо збільшення плану набору на інженерні спеціальності освітнього ступеня бакалавр на державну форму навчання для забезпечення кваліфікованими фахівцями галузей України, які використовують воду – водогосподарська, аграрна, харчова, енергетична, хімічна, нафтогазова, гірничо-збагачувальна тощо, і які відчувають дефіцит в таких спеціалістах.

6. Національному агентству водних ресурсів України залучати науковців для здійснення наукового супроводу проектування, будівництва, експлуатації гідротехнічних споруд і, особливо, протипаводкових споруд і об'єктів, до експертизи, консультування і моделювання гідротехнічних споруд.

Наступні дослідження будуть спрямовані на наукове обґрунтування даних заходів. Як першочергові, визначено наступні задачі:

- удосконалення методів прогнозування катастрофічних паводків [13];

- удосконалення методів і засобів управління водостоком руслами річок при паводках, особливо в гірській місцевості;

- моделювання потенційно небезпечних тривало експлуатованих гідротехнічних споруд для оцінки їх сучасного стану та розроблення заходів щодо попередження катастрофічних руйнувань.

Література

1 Адаменко, О. М. (2021). Про можливість прогнозування катастрофічних паводків. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 1 (23), 7-21. [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-1\(23\)-7-21](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-1(23)-7-21)

2 Адаменко О. М. Стан довкілля у річкових долинах з катастрофічними паводками. Перший етап екологічних досліджень на Дністровському протипаводковому полігоні (2012-2018 рр.): монографія / О. М. Адаменко, Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. – 240 с.

3 Адаменко О. М. Еколого-економічні наслідки катастрофічних паводків та їх подолання на Дністровському інженерно-екологічному полігоні (О. М. Адаменко, Д. О. Зорін, М. І. Мосюк, К. О. Радловська // Екологічний форум, 2020, №1 – С. 54-64.

4 Зорін Д. О. Географічні інформаційні системи екологічної безпеки: навчальний посібник / Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2016. – 180 с.

5 Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук – Львів: Меркатор, 1999. – 188 с.

6 Мовчан Я. І. Екологічна мережа України. Обґрунтування її структури та необхідності створення / Я. І. Мовчан. – Збірник. Концепція про біотичне різноманіття. Громадська обізнаність та участь. – Київ, 1997.

7 Пасецкий В. М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы / В. М. Пасецкий, Е. П. Борисенков. – Москва: Мысль, 1988. – 524 с.

8 Трофимчук О. М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду / О. М. Трофимчук, О. М. Адаменко, В. М. Триснюк. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2020. – 340 с.

9 «Протипаводковий захист. Інформаційно-аналітична довідка щодо проблем комплексного протипаводкового захисту територій регіонів України від катастрофічних паводків та мінімізації збитків від шкідливої дії вод [Електронний ресурс]: Протипаводковий захист / Державне агентство водних ресурсів України. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://scwm.gov.ua/>.

10 Шинкарук Л. А. Концепція протипаводкового захисту на основі інтегрованого управління паводковим стоком / Л. А. Шинкарук, В. В. Вечер // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; гол. ред. А. М. Кравчук. – Київ : КНУБА, 2017. – Вип. 28. – С. 382 - 390.

11 Білецький А. А. Тенденції розвитку інженерних заходів захисту територій та населених пунктів від затоплення / А. А. Білецька, С. В. Клімо // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; гол. ред. А. М. Кравчук. – Київ : КНУБА, 2017. – Вип. 28. – С. 30-36.

12 Розробка ДСТУ-Н Б Інженерний захист територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення / Ю. С. Слюсаренко, В. Д. Шумінський, В. А. Титаренко, М. М. Хлапук, В. Г. Шаповал // Будівельні конструкції. 2016. № 83 (1). С. 206-216.

13 Mandryk, O., Oliynyk, A., Mykhailiuk, R. and Feshanych, L. (2021). Flood Development Process Forecasting Based on Water Resources Statistical Data. Grassroots Journal of Natural Resources, 4(2): 65-76. Doi: <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.040205>.

R. Mykhailiuk

*Dniester Basin Water Resources Management,
Center for Forecasting and Prevention of
Technogenic and Hydroecological Hazards of Prykarpattia*

MEASURES TO PROTECT PRYKARPATTIA FROM CATASTROPHIC FLOODS BY ANALYZING THEIR CAUSES AND CONSEQUENCES IN 2008 AND 2020

On January 1, 2021, the Center for Forecasting and Prevention of Technogenic and Hydroecological Hazards of Prykarpattia was established within the IFNTUOG by the Rector's order. In recent years, two floods in Prykarpattia were catastrophic: one on July 23-28, 2008, and the second one on June 20-24, 2020. The article considers the main causes and consequences of catastrophic floods for Prykarpattia.

The consequences of the catastrophic flood of 2008 were the deaths of 30 people, flooding of 41 thousand houses, 34 thousand hectares of agricultural lands and the destruction of 671 km of roads.

The disaster of 2020 in Prykarpattia was more sudden than the floods of 2008. During June 20-23, heavy rainfall was observed in the region. During these two days alone, 113% of the monthly

precipitation norm fell. This caused a sharp water rise and strong currents, especially in the mountainous areas of Prykarpattia.

The root cause of the emergency can be considered heavy rain cyclones moving to Ukraine from South-Western Europe, which caused heavy, sometimes very heavy rainfall and the formation of catastrophic rain floods in the Dniester and the Prut river basins.

Some of main causes of emergencies were the uncontrolled deforestation in Ivano-Frankivsk region without the appropriate technological processes, unauthorized extraction of sand and gravel in riverbeds and coastal protection zones. Another important reason was that in recent years no state program for the construction of dams and bank stabilization, and the reconstruction of stormwater sewerage, which have been in operation for a long time without any upgrades, has been properly funded.

Based on the performed analysis, the measures to reduce the negative effects of catastrophic floods are proposed.

Key words: flood, Prykarpattia, ecological safety, economic losses, catastrophe prevention.

References

- 1 Adamenko, O. M. (2021). Pro mozhlyvist prohnovuvannya katastrofichnykh pavodkiv. Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannya, 1 (23), 7-21. [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-1\(23\)-7-21](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-1(23)-7-21)
- 2 Adamenko O. M. Stan dovkillia u richkovykh dolynakh z katastrofichnymy pavodkamy. Pershyi etap ekolohichnykh doslidzhen na Dnistrovskomu protypavodkovomu polihoni (2012-2018 rr.): monohrafiia / O. M. Adamenko, D. O. Zorin. – Ivano-Frankivsk: IFNTUNH, 2018. – 240 s.
- 3 Adamenko O. M. Ekoloho-ekonomichni naslidky katastrofichnykh pavodkiv ta yikh podolannya na Dnistrovskomu inzhenerno-ekolohichnomu polihoni (O. M. Adamenko, D. O. Zorin, M. I. Mosiuk, K. O. Radlovska // Ekolohichni forum, 2020, №1 – S. 54-64.
- 4 Zorin D. O. Heohrafichni informatsiini systemy ekolohichnoi bezpeky: navchalnyi posynyk / D. O. Zorin. – Ivano-Frankivsk: Suprun V.P., 2016. – 180 s.
- 5 Kravchuk Ya. S. Heomorfolohiia Peredkarpattia / Ya. S. Kravchuk – Lviv: Merkator, 1999. – 188 s.
- 6 Movchan Ya. I. Ekolohichna merezha Ukrainy. Obgruntuvannya yii struktury ta neobkhdnosti stvorennia / Ya. I. Movchan. – Zbirnyk. Kontseptsiiia pro biotychne riznomanittia. Hromadska obiznanist ta uchast. – Kyiv, 1997.
- 7 Pasetskiy V. M. Tysyacheletnyaya letopis neobychaynykh yavleniy prirody / V. M. Pasetskiy, E. P. Borisenkov. – Moskva: Mysl. 1988. – 524 s.
- 8 Trofymchuk O. M. Heoinformatsiini tekhnolohii zakhystu dovkillia pryrodno-zapovidnoho fondu / O. M. Trofymchuk, O. M. Adamenko, V. M. Trysniuk. – Ivano-Frankivsk: Suprun V. P., 2020. – 340 s.
- 9 «Protypavodkovyi zakhyst. Informatsiino-analitychna dovidka shchodo problem kompleksnoho protypavodkovoho zakhystu terytorii rehioniv Ukrainy vid katastrofichnykh pavodkiv ta minimizatsii zbytkiv vid shkidlyvoi dii vod [Elektronnyi resurs]: Protypavodkovyi zakhyst / Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy. Ofitsiinyi sait. Rezhym dostupu: <https://scwm.gov.ua/>.
- 10 Shynkaruk L. A. Kontseptsiiia protypavodkovoho zakhystu na osnovi intehrovanoho upravlinnia pavodkovym stokom / L. A. Shynkaruk, V. V. Vecher // Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliki : nauk.-tekhn. zb. / Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitekt. ; hol. red. A. M. Kravchuk. – Kyiv : KNUBA, 2017. – Vyp. 28. – S. 382 - 390.
- 11 Biletskyi A. A. Tendentsii rozvytku inzhenernykh zakhodiv zakhystu terytorii ta naselenykh punktiv vid zatopleniia / A. A. Biletska, S. V. Klimo // Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliki : nauk.-tekhn. zb. / Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitekt. ; hol. red. A. M. Kravchuk. – Kyiv : KNUBA, 2017. – Vyp. 28. – S. 30-36.
- 12 Rozrobka DSTU-N B Inzhenernyi zakhyst terytorii, budivel i sporud vid pidtopleniia ta zatopleniia / Yu. S. Sliusarenko, V. D. Shumynskyi, V. A. Tytarenko, M. M. Khlapuk, V. H. Shapoval // Budivelni konstruktsii. 2016. № 83 (1). S. 206-216.
- 13 Mandryk, O., Oliynyk, A., Mykhailyuk, R. and Feshanych, L. (2021). Flood Development Process Forecasting Based on Water Resources Statistical Data. Grassroots Journal of Natural Resources, 4(2): 65-76. Doi: <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.040205>.

ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ

УДК 504.06

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-27-34

*І. Я. Климчук¹, М. В. Корчемлюк²,
Л. М. Архипова¹*

*¹Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу,*

²Карпатський національний природний парк

СЕЗОННІ КОЛИВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ З ДЖЕРЕЛ ТА КОЛОДЯЗІВ В МЕЖАХ ЯРЕМЧАНСЬКОЇ ТУРИСТИЧНОЇ ДЕСТИНАЦІЇ

Яремчанська туристична дестинація є місцем скупчення великої кількості розвіданих підземних джерел питної води, значної кількості туристичних потоків, розповсюдженої децентралізованої системи водопостачання, які в сукупності зі специфікою гірського регіону і сезонністю утворюють актуальний для регулярного моніторингу об'єкт. Підземні джерела та колодязі є водозабезпеченням житлових об'єктів та закладів розміщення туристів у цьому регіоні, а тому моніторингові дослідження фізико-хімічного складу питної води з підземних джерел, свердловин та колодязів на території є необхідністю. Охоплюючи весь спектр географічних висот території парку, нами було досліджено проби питної води природних джерел, криниць та свердловин власників туристичних садиб на вміст нітратів, нітритів, фосфатів, амонію, визначено загальну мінералізацію, значення рН, проаналізовано отримані результати та на їх основі сформовано висновки про вплив сезонних змін на живлення підземних вод.

Програма спостережень включала два гідрологічні сезони: весняний багатоводний період та осінню межінь 2021 року. Результати досліджень вказують на підвищення вмісту нітратів та зниження вмісту фосфатів і амонію в меженний період. Спостерігали відхилення від норми показника рН в декількох досліджених пробах та низьку загальну мінералізацію води з природних джерел, що може містити негативний вплив на здоров'я людини при довготривалому споживанні.

Наведено можливі фактори впливу децентралізованого водовідведення та антропогенного навантаження туристичними закладами розміщення на потенційне збільшення забруднення підземних питних вод, встановлено, що сезонні коливання виникають насамперед внаслідок змін головних джерел живлення та процесів денітрифікації.

Ключові слова: сезонні коливання, фізико-хімічний склад, джерельні води, нітрати, Яремчанська туристична дестинація.

Постановка проблеми. Проблема забруднення нітратами природних водних джерел та криниць є надзвичайно гострою та актуальною. Особливо вона стосується регіонів де є значна кількість джерел надходження нітратів у водні системи. Нітрати у питній воді, що використовується місцевим населенням та туристами загрожують здоров'ю людей і можуть стати причинами різноманітних захворювань. На території Карпатського туристичного регіону водопостачання здійснюється в основному з підземних вод, тому зміни в складі цих вод становлять загрозу екологічній безпеці і потребують постійного моніторингу та контролю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням встановлення фізико-хімічних властивостей і моніторингу водних об'єктів українські і закордонні вчені займаються вже декілька десятиліть [1,3]. Проблема дифузійного забруднення поверхневих і підземних вод Карпатського регіону присвячені окремі дослідження і безліч публікацій [4,5]. Однак недостатньо уваги приділено саме сезонному коливанню хімічного складу питної води з підземних природних джерел та колодязів.

Вагомий внесок у вивчення джерел питної води Карпатського регіону зробили Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Стефурак О.М. монографії з моніторингу природних водних джерел КНПП [7]. Черєга А.М., В.А. Іщенко [8] ретельно дослідив склад питної

води з джерел децентралізованого водопостачання. Питання територіальних нормативів якості гідроекосистем заповідних територій та методи досліджень гідросфери зокрема Карпатського НПП включаючи фактор туристичного навантаження визначили Архипова Л.М., Адаменко Я.О., та Мандрик О.М. [11-13].

Залежність мінералізації та інших фізико-хімічних показників питних вод на здоров'я місцевого населення дослідили в своїх роботах Сафранов Т.А. та Макієнко А.В. [14-15].

Мета та завдання роботи. Метою роботи стало дослідження сезонних змін та коливань фізико-хімічних показників якості підземних джерел питної води і криниць в рамках регулярного моніторингу в межах Яремчанської туристичної дестинації.

Завдання дослідження полягали у проведенні польових та камеральних робіт, а саме: 1) відбір проб води з природних водних джерел (підземних вод та ґрунтових вод, а також штучно створених джерел питного водопостачання, розташованих на території туристичних закладів (садиб); 2) опрацювання отриманих даних; 3) визначення впливу сезонних коливань на розподіл нітратів у природних джерелах та колодязях чи свердловинах; 4) поради споживачам, щодо користування питною водою в періоди сезонних коливань.

Об'єкт і методи дослідження. Сезонні зміни та кліматичні умови мали істотний вплив на вибір місць відбору проб води для дослідження.

Відібрано 14 проб води у вересні-листопаді й квітні-травні 2021 року, у період з низькою (межін) та високою (повінь) водністю. Отримані проби води було проаналізовано на вміст нітратів (NO_3^-), нітритів (NO_2^-), амонію (NH_4^+), фосфатів (PO_4^{3-}), загальний вміст мінеральних речовин, показник РН в ґрунтових водах використовуючи органолептичний, потенціометричний, титриметричний, фотометричний методи і фотоколориметрію.

Згідно норм та рекомендацій для оперативного моніторингу, нами було застосовано такі портативні пристрої та реагенти:

- GPS-трекер – GPSmap 60Cx;
- РН-метр – РН818;
- кольориметричні аналізи нітратів і нітритів, фосфатів і амонію – Ptero;
- нітратомір – Н401;
- TDS метр – AZ-86031;
- кольориметричні мембранні тести – Sensafe.

Як основний нормативний документ, що контролює якісні та кількісні показники, використовувався ДСанПіН 2.2.4-171-10 [6], на основі якого визначалась придатність води для питного споживання.

Виклад основного матеріалу. Іонний склад води з джерел суттєво коливався у кожному зі створів відбору проб та змінювався залежно від гідрологічного живлення джерел та їх розташування.

Водневий показник (рН) характеризує активність іонів водню і є одним із найважливіших критеріїв якості води. рН будь-якої питної води має бути в межах 6,5–8,5. У період весняної повені 2021 р. величина рН мала відносно стабільні значення в усіх пробах з середнім показником – 7,94. У період межені середній показник рН клав – 8,16. Спостерігається незначне збільшення рівня рН в період маловоддя. Збільшення показника зафіксовано у створі №1, в період повені це – 10,15, в період межені 9,30, що більше за встановлену для питної води норму. Дане джерело є прикладом наявності на території Яремчанської туристичної дестинації вод, що можна застосовувати в лікувально-профілактичних цілях.

Згідно чинного законодавства ДСанПіН 2.2.4-171-10 допустима норма нітратів (NO_3^-) складає $\leq 45 \text{ мг/дм}^3$. Відповідно, порівнявши з цим показником проаналізовані проби, води можна констатувати той факт, що вміст нітратів в усіх пробах був в межах допустимої норми. Однак прослідковується збільшення вмісту нітратів в отриманих пробах в період межені. Деякі значення якісного складу вод в меженний період в декілька разів більші за період весняної повені (рис.1.).

Найвищу концентрацію нітратів ($21,3 \text{ мг/дм}^3$) в джерелах було зафіксовано в осінній період у пробі № 2 (місце відбору проби – присілок Ямна, джерело неподалік від дороги). Найнижчі значення концентрації нітратів (0 та $0,30 \text{ мг/дм}^3$) було визначено у точках №1 та №7 в різні сезонні періоди, точки відбору проб розташовані на території Яремчанського ПОНДВ біля садиби та на території Говерляньського ПОНДВ. У весняний багатоводний період концентрації нітратів на деяких ділянках відбору проб води (№2, №3, №4, №5, №6, №7) знизилися в декілька разів, що може бути пов'язано з інтенсифікацією процесів денітрифікації та розбавленням.

Вміст іонів амонію (NH_4^+) в пробах відібраних в період повені підвищений в порівнянні з періодом межені, найбільший зафіксований показник амонію складає ($0,25 \text{ мг/дм}^3$) в пробах: №1, №2, №3, №4, №5 та №6. Вміст фосфатів (PO_4^{3-}) досягнув найбільшого зафіксованого показника ($0,25 \text{ мг/дм}^3$) у пробі №1 в період весняної повені. У всіх пробах вміст амонію та фосфатів значно вищий під час повені однак не перевищує дозволени та зазначеної в ДСанПіН 2.2.4-171-10 норми, а саме $\leq 2,6 \text{ мг/дм}^3$ (рис.1).

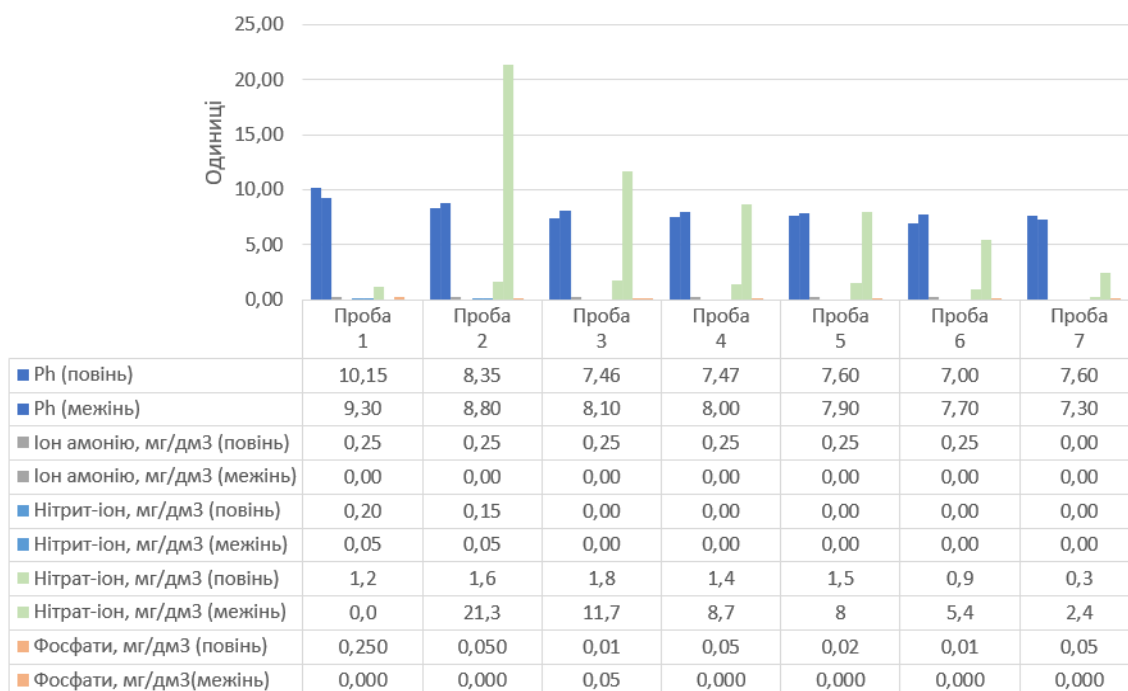


Рис. 1. Порівняльна характеристика фізико-хімічного складу природних джерел в Яремчанській туристичній дестинації в період весняної повені та межені

Водневий показник колодязів та свердловин у період весняної повені 2021 р. був відносно стабільним, значення в усіх пробах в межах 6,62-7,90. У період межені показники рН 6-8,90. Спостерігалось незначне збільшення рівня рН в період багатоводдя в пробі №2 з показником 10,34.

Іонний склад води з криниць та свердловин теж суттєво коливався у кожному зі створів відбору проб та змінювався залежно від гідрологічного живлення криниць та їх розташування.

Найбільшу концентрацію нітратів (37 мг/дм^3) в свердловинах було зафіксовано в осінній період у пробі № 2 та №5 місце відбору проби м. Яремче та в с. Микуличин біля садиби «Надія і П». Найменші значення концентрації нітратів (0 та $0,50 \text{ мг/дм}^3$) було визначено у точках №6 с. Татарів та №1 м. Яремче криниця біля офісу Карпатського КНПП під час періоду весняної повені. У весняний період концентрації нітратів на деяких ділянках відбору проб води (№1, №2, №3, №4, №5, №7) знизилася в декілька разів аналогічно до ситуації з джерелами.

Також, як і в попередніх пробах з джерел присутня протилежна динаміка вмісту іонів амонію та фосфатів. В пробах періоду повені спостерігається збільшений вміст іонів амонію (NH_4^+) в порівнянні з періодом маловодним, найбільший зафіксований показник амонію складає ($0,90 \text{ мг/дм}^3$) в пробі №5. Вміст фосфатів (PO_4^{3-}) досягнув найбільшого зафіксованого показника ($0,25 \text{ мг/дм}^3$) у пробі №2 в період весняної повені.

У всіх пробах вміст амонію, нітратів, нітритів, фосфатів та показника Ph в межах зазначених в ДСанПіН 2.2.4-171-10 (рис.2).

Нітратне забруднення в регіоні досліджень – несуттєве, показники в нормі навіть у маловодний період. У багатоводний період вміст нітратів у воді з підземних джерел, колодязів та свердловин близький до гранично допустимих, але не перевищує їх. Зафіксовано тільки одне відхилення від норми показника рН. Однак, ця тенденція коливання значення показника нітратного забруднення в різні гідрологічні сезони потребує подальшого вивчення для встановлення багаторічних динамічних процесів, пов'язаних з природними та антропогенними чинниками. Яремчанська туристична дестинація – це туристично розвинений регіон, з великою

кількістю туристичних закладів розміщення і туристичних потоків, які зростають з кожним роком, а особливо в період пандемії COVID.

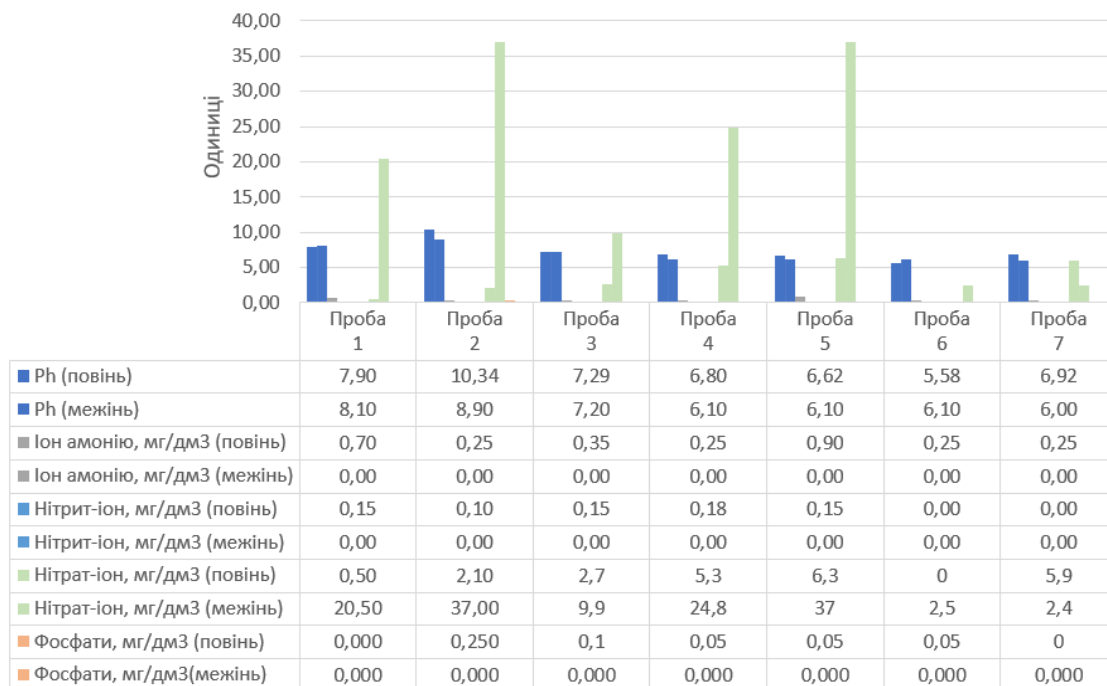


Рис. 2. Порівняльна характеристика фізико-хімічного складу криниць та свердловин в Яремчанській туристичній дестинації в періоди весняної повені та межені

Станом на 2021 рік за даними сайту karpaty.info в їх базі було зареєстровано більше 1200 туристичних закладів розміщення [16]. За даними Карпатського НПП (територія якого входить в Яремчанську туристичну дестинацію) туристичні потоки до регіону сягали:

- 2016 - 81099 осіб;
- 2017 - 69222 осіб;
- 2018 - 79840 осіб;
- 2019 - 93184 осіб;
- 2020 - 65404 осіб.

Значення досягли пікових в 2019 році, однак в 2020 році спостерігається значний спад, що зумовлено наслідками світової пандемії COVID та локальними заходами запобігання її розповсюдження в регіоні. За попередніми даними в 2021 році прогнозується рекордне збільшення туристичних потоків у зв'язку з послабленням пандемічних карантинних обмежень, довгій туристичній інактивності та коли місцеві природні ресурси є альтернативою зарубіжним подорожам.

Швидкі темпи збільшення туристичної інфраструктури без централізованої системи водопостачання та водовідведення можуть призвести до збільшення потрапляння нітратів та нітритів до джерел питної води, що може викликати захворювання, пов'язані з нітратним отруєнням. Тому проблема вивчення сезонної динаміки зміни показників якості вод є предметом подальших моніторингових досліджень в регіоні.

Пропонується сезонний моніторинг з урахуванням кластерного скупчення туристичних закладів розміщення, аналіз кореляції активізації туристичних потоків, сезонних коливань складових показників питної води.

Показник загального солемісту вказує на наявність у воді розчинених мінералів: натрію, сульфату кальцію, бікарбонатів, калію, хлоридів, магнію, неорганічних солей і ін. На рівень мінералізації підземних вод, колодязів та свердловин впливають: геологічні особливості місцевості, зливові стоки міст та сіл і стічні води децентралізованого водовідведення туристичних закладів розміщення [9].

Максимальне значення мінералізації води у створах усіх пунктів гідрохімічного моніторингу досягло у період осінньої межені (464 мг/дм³). Перевищення ГДК (1000 мг/дм³) не зафіксовано. Шляхом порівняльного аналізу встановлено низьку залежність підземних джерельних питних вод, колодязів та свердловин від сезонності та режимів живлення підземних вод (рис.3).

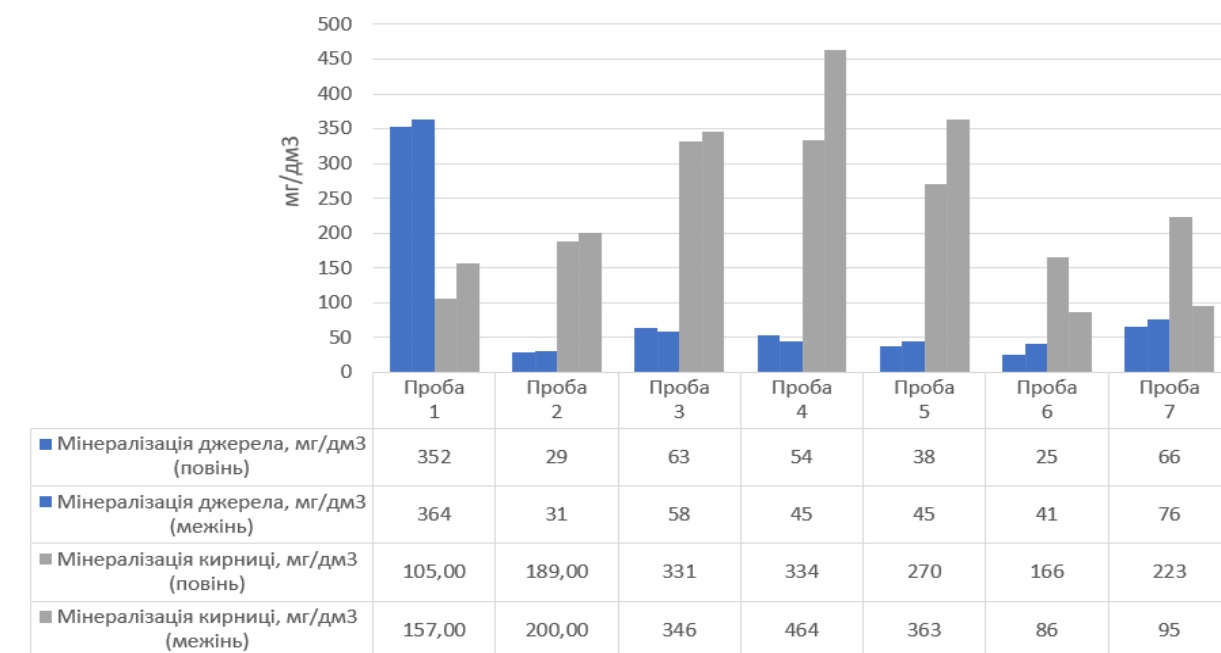


Рис. 3. Порівняльна характеристика мінералізації природних джерел та колодязів в Яремчанській туристичній дестинації в періоді весняної повені та межені

В більшості проб води з природних джерел зафіксовано низький рівень мінералізації, що при постійному споживанні таких вод може призвести до вимивання з організму солей та мати негативний вплив на здоров'я людини і стати причиною виникнення хронічних захворювань таких як: карієс, рахіт, остеопорозу, серцево-судинних захворювань. Причина патологій вагітності жінок та гіпертонічних хвороб також пов'язані з вживанням води з низьким вмістом солей [10]. Підвищена лужність вод робить їх доцільними для застосування при патології гастродуоденальної зони, жовчовивідних шляхів та печінки. Воду цих джерел можна класифікувати як лікувально-столову. Проте слід пам'ятати про те, що постійно вживати можна тільки столову воду. Всі інші види мінеральних вод повинні застосовуватись після консультацій з лікарем.

Для попередження негативного впливу нітратів та низького рівня мінералізації на здоров'я населення та запобігання виникненню отруєнь і захворювань сформовано основні поради споживачам щодо режимів користування питною водою в періоді сезонних коливань:

- вживати аскорбінову кислоту, ретинол (вітамін А, альфа-токоферол), вітамін Є, танін, цистеїн, які здатні послабити негативний вплив нітратів на людський організм;
- використовувати побутові системи зворотнього осмосу з мінералізаційними картриджами та фільтри, що допоможе збалансувати мінеральний склад води.

Висновки. Проблема нітратного забруднення питної води в Яремчанській туристичній дестинації за отриманими нами даними не є критичною. Прослідковується незначне збільшення забруднення підземних вод нітратами в маловодний період. Така тенденція може бути пов'язана з тим, що вміст нітратів у підземних водах контролюється різноманітними природними і антропогенними факторами. Значний внесок нітратів у підземні води відбувається з закладів туристичної індустрії, які становлять більшу частину земельних угідь від загального житлового землекористування.

Нітрати надходять, головним чином, із поверхневим стоком, що містить залишки використаних азотних сполук. Також джерелом нітратів для поверхневих вод можуть ставати підземні у зонах розвантаження у поверхневі води. Саме підземні води стають головним джерелом нітратів у період межені, коли живлення поверхневих вод відбувається переважно за рахунок підземного стоку. Тому необхідно більш детально проаналізувати взаємодію впливу підземних вод на поверхневі. Існує велика кількість інших джерел надходження нітратів, фосфатів та амонію у підземні води окрім туристичної інфраструктури: стічні води тваринних комплексів, видобуток корисних копалин, міські стічні води.

Результати дослідження демонструють наявність значних просторових та сезонних коливань вмісту нітратів, амонію та фосфатів у підземних питних джерельних водах, криницях та свердловинах. Просторові коливання пов'язані з різноманітними джерелами надходження нітратів

у підземні води на території Яремчанської туристичної дестинації, що виникають насамперед внаслідок змін головних джерел живлення та процесів денітрифікації.

Також, сформовано поради споживачам води з низькою мінералізацією, щодо користування питною водою в періоди сезонних коливань.

Література

1 Примушко С. І. Стан підземних вод України, щорічник / С. І. Примушко, Т. Д. Білошапська, В. Ф. Величко. – К.: Державна служба геології та надр України, ДНВП «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2011. – 120 с.

2 Васенко О. Г. Сіверський Донець. Водний та екологічний атлас / О. Г. Васенко, А. В. Гриценко, Г. О. Карабаш, П. П. Станкевич та ін. – Х.: Райдер, 2006. – 188 с.

3 Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006 – 2020 роки, затв. Законом України від 3 березня 2005 року № 2455-IV

4 Кирилюк О.В. Оцінка гідрохімічного статусу вод малих річок басейну верхнього Пруту (на прикладі річок Гуків, Дерелуй та Виженка). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник. 2013. Т. 4(31). С. 62-67.

5 Корчемлюк М.В. Екологічна оцінка якості води верхньої течії Пруту за блоком сольового складу та індексом забрудненості води. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: науковий збірник. 2006. Том 9. С. 142-148.

6 ДСанПін 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

7 Kravchynskiy R, Khilchevskiy V, Korchemlyuk M and Stefurak O Monitoring of springs of the Carpathian National Nature Park / Ed. by VK Khilchevskiy, Ivano-Frankivsk, 2019, p 124

8 Чернега А. М., Іщенко В. А. Дослідження складу питної води з джерела децентралізованого водопостачання/А.Чернега, В.Іщенко. Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця. 2016. №4. С 30-35.

9 Колган Олена Володимирівна. Семантична та словотвірна структура української гірничої термінології: Дис... канд. наук: 10.02.01 – 2009. Запоріжський національний університет.

10 Нікітчина, А. О. Твердість води та її вплив на організм людини / А. О. Нікітчина, О. В. Ляпіна // Вода в харчовій промисловості : зб. тез доп. IX Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учен., аспірантів і студентів, Одеса, 3–4 квіт. 2018 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій ; під заг. ред. Б. В. Єгорова. – Одеса, 2018. – С. 10–11. – Бібліогр.: 3 назв.

11 Мандрик О. М., Адаменко Я. О. Презентація наукової школи Рациональне використання та захист природи професора Олега Адаменка //Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2014. – №. 2. – С. 5-14.

12 Адаменко Я.О. Прогноз екологічних наслідків для водних об'єктів будівництва туристичних комплексів / Я.О. Адаменко, Л.М. Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №1(15). – С.141-146.

13 Архипова Л.М. Сталий розвиток території – основа міжнародного туризму в Українських Карпатах/ Л.М. Архипова // «Економіка. Управління. Інновації. Серія: економічні науки. - №2(10) – 2013. Електронне фахове видання. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.

14 Мокієнко А. В. Мінеральний склад питних та мінеральних вод як фактор впливу на здоров'я населення (огляд літератури) //Вода: гигиена и экология. – 2015. – №. 3, № 1-2. – С. 50-60.

15 Сафранов Т. А. Мінералізація питних вод як показник їх якості та фактор впливу на здоров'я населення //Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2018. – №. 1-2 (29). – С. 73-80.

16 Karpaty info: [Web-site]. URL: <https://www.karpaty.info/ua/>

**I. Klymchuk¹, M. Korchemliuk²,
L. Arkhypova¹**

¹*Ivano-Frankivsk National
Technical University of Oil and Gas,*
²*Carpathian National Nature Park*

SEASONAL FLUCTUATIONS OF PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION OF WATER FROM SPRINGS AND WELLS IN YAREMCHE TOURIST DESTINATION

Yaremche tourist destination is a place of the accumulation of a large number of explored underground springs with drinking water, a significant number of tourist flows, a widespread decentralized water supply system which together with the specifics of the mountain region and seasonality form an object relevant for regular monitoring. Underground springs and wells supply water to residential facilities in the region, and therefore monitoring studies of the physical and chemical composition of drinking water from underground springs and wells on the territory of Yaremche tourist destination is necessary. Covering the full range of geographical heights of the park, we have studied the drinking water quality of natural springs and wells in the private tourist estates for nitrates, nitrites, phosphates, and ammonium, determined the total mineralization, pH value, analyzed the results and based on them the impact of seasonal changes on the groundwater feed.

The observation program included two hydrological seasons: the spring high water period and the autumn dry period of 2021. The results of studies indicate an increase in nitrate content and a decrease in phosphate and ammonium content in the dry period. Deviations from the pH norm in several studied samples and low total mineralization of water from natural springs were observed, which may have a negative impact on human health during long-term consumption.

Possible impact factors of decentralized drainage and anthropogenic load of tourist establishments on the potential increase in groundwater pollution are provided, it is established that seasonal fluctuations occur primarily due to changes in the main feed sources and denitrification processes.

Key words: seasonal fluctuations, physicochemical composition, spring waters, nitrates, Yaremche tourist destination.

References

- 1 Prymushko S. I. Stan pidzemnykh vod Ukrainy, shchorichnyk / S. I. Prymushko, T. D. Biloshapska, V. F. Velychko. – K.: Derzhavna sluzhba heolohii ta nadr Ukrainy, DNVP «Derzhavnyi informatsiynyi heolohichnyi fond Ukrainy», 2011. – 120 s.
- 2 Vasenko O. H. Siverskyi Donets. Vodnyi ta ekolohichnyi atlas / O. H. Vasenko, A. V. Hrytsenko, H. O. Karabash, P. P. Stankevych ta in. – KH.: Rayder, 2006. – 188 s.
- 3 Zahalnodержавna prohrama «Pytna voda Ukrainy» na 2006 – 2020 roky, zatv. Zakonom Ukrainy vid 3 bereznia 2005 roku № 2455-IV
- 4 Kyryliuk O.V. Otsinka hidrokhimichnoho statusu vod malykh richok baseynu verkhniogo Prutu (na prykladi richok Hukiv, Derelui ta Vyzhenka). Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohii: naukovyi zbirnyk. 2013. T. 4(31). S. 62-67.
- 5 Korchemliuk M.V. Ekolohichna otsinka yakosti vody verkhnoi techii Prutu za blokom soliovoho skladu ta indeksom zabrudnenosti vody. Hidrolohiia, hidrokhimii i hidroekolohii: naukovyi zbirnyk. 2006. Tom 9. S. 142-148.
- 6 DSanPiN 2.2.4-171-10: [Web-site]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
- 7 Kravchynskyi R., Khilchevskyi V., Korchemliuk M. and Stefurak O. Monitoring of springs of the Carpathian National Nature Park / Ed. by V.K. Khilchevskyi, Ivano-Frankivsk, 2019, p. 124.
- 8 Cherneha A. M. and Ishchenko V. A. Doslidzhennia skladu pytnoi vody z dzherel detsentralizovanoho vodopostachannia, Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho institutu, Vinnitsia №4, 2016, p. 3.
- 9 Kolhan Olena Volodymyrivna. Semantychna ta slovotvirna struktura ukrayinskoi hirnychoi terminolohii: Dys... kand. nauk: 10.02.01 – 2009. The thesis on the receiving of the scientific degree of the candidate of the philological sciences of the speciality 10.02.01 – Ukrainian language. – Zaporizhya National University, Zaporizhya, 2009.
- 10 Nikitchina, A. O. Tverdist vody ta yii vplyv na orhanizm liudyny / A. O. Nikitchina, O. V. Liapina // Voda v kharchovii promyslovosti : zb. tez dop. IKH Vseukr. nauk.-prakt. konf. molodykh uchen., aspirantiv i studentiv, Odesa, 3–4 kvit. 2018 r. / Odes. nats. akad. kharch. tekhnolohiy ; pid zah. red. B. V. Yehorova. – Odesa, 2018. – S. 10–11. – Bibliohr.: 3 nazv.

11 Mandryk O. M., Adamenko Ya. O. Prezentatsiia naukovoï shkoly Ratsionalne vykorystannia ta zakhyst pryrody profesora Oleha Adamenka // Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia. – 2014. – №. 2. – S. 5-14.

12 Adamenko Ya. O. Prohnoz ekolohichnykh naslidkiv dlia vodnykh obiektiv budivnytstva turystychnykh kompleksiv / Ya.O. Adamenko, L.M. Arkhypova // Naukovyi visnyk Ivano-Frankivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu nafty i hazu. – 2007. – №1(15). – S.141-146.

13 Arkhypova L.M. Stalyi rozvytok terytorii – osnova mizhnarodnoho turyzmu v Ukrayinskykh Karpatakh / L.M. Arkhypova // «Ekonomika. Upravlinnia. Innovatsii. Seriia: ekonomichni nauky. - №2(10) – 2013. Elektronne fakhove vydannia. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.

14 Mokiienko A. V. Mineralnyi sklad pytnykh ta mineralnykh vod yak faktor vplyvu na zdorovia naselennia (ohliad literatury) // Voda: hihiena i ekolohiia. – 2015. – №. 3, № 1-2. – S. 50-60.

15 Safranov T. A. Mineralizatsiia pytnykh vod yak pokaznyk yikh yakosti ta faktor vplyvu na zdorovia naselennia //Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii. – 2018. – №. 1-2 (29). – S. 73-80.

16 Karpaty info: [Web-site]. URL: <https://www.karpaty.info/ua/>

UDC 574.24

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-35-46

**Koleayo Omoyajowo¹, Morufu Raimi²,
Temitope Waleola¹, Oluwaseun Odipe³,
Amos Ogunyebi¹**

University of Lagos, Nigeria

²Niger Delta University, Nigeria

³University of Medical Sciences, Nigeria.

PUBLIC AWARENESS, KNOWLEDGE, ATTITUDE AND PERCEPTION ON MICROPLASTICS POLLUTION AROUND LAGOS LAGOON

Microplastic pollution is now globally flagged as a foremost menace to livelihoods, biodiversity, and public health due the pervasive nature of plastic wastes, poor knowledge of its ecological impact and poor attitude towards sustainable waste management practices. Hence, this paper explores public awareness, knowledge, attitude and perception on Microplastic pollution and its ecological health implication through a survey data collected from residents, students, fishermen and local tourist around Lagos Lagoon, a significant area in Lagos. This study relied on psychometric model of inquiry (through indirect questions) were employed to extrapolate the study's unbridle goal. Data were collected, coded and analyzed using descriptive statistics and inferential statistics on the IBM SPSS 28 version. Findings revealed that though awareness on microplastics was apparently high (over 50%), however, public knowledge was fairly acceptable and poor perception of Microplastic pollution was observed. Respondents (with a mean attitude score of 3.40 ± 1.485) generally shows a good attitude towards learning more on this subject and a shared commitment to support government through cleanup volunteering and advocacy. This study succinctly observed that a good number of respondents that were aware about microplastics and its associated risks had the knowledge through social media campaigns, followed by internet sources. In light of this findings, this study recommends that government, academia and relevant stakeholders should intensify efforts to educate the public more on sources, contamination, fate and effects of microplastics and other issues of public health importance through massive campaigns, learned community activities and strategies that may reinforce positive environmental attitude.

Keywords: Microplastic pollution, Public perception, Environmental Education, Lagos Lagoon

Introduction. Annually, humans produce about 400 million tons of plastic globally and a remarkable portion of this plastic is depleted in the milieu as litter [1]. In 2010, about 4.8 - 12.7 million metric tons of plastic was reported to have entered into oceans from coastal countries in various ways as industrial discharge, trash, or litter from inland waterways, wastewater outflows, as well as transport from winds or tides [2, 3]. Nigeria like every other nation is not left out in the global issue of marine pollution perhaps due to abundance of plastic wastes and coastal water bodies. According to a report, Nigeria was ranked among the top 20 countries of the world facing plastic pollution about (0.13-0.34 in units of Millions of metric tons of mismanaged waste per year) due to the nation's poor waste management culture [2].

Indeed, the ubiquity and pervasiveness of plastics in our world today is not contentious. Plastic wraps our meals and makes food last longer; our food systems are responsible for a sizeable portion of this global plastic diet. Plastic streamlines our cars. It transports sewage and delivers human blood. In Nigeria, people often give away plastic artefacts as gifts during parties or festivals while some people even trade off their old local fabrics in exchange for plastic artefacts. This norms might have contributed to generally high consumption pattern coupled with the alarming rate at which plastics are discarded into the environment as litters. Unfortunately, when these discarded artefacts are swept off by rain, they gathered and clog the drain and even constitute another public health concern. Plastics or their fragments are found almost everywhere on the planet including air, soil, sediment, oceans, plants, animals and are usually formed from breakdown of plastic polymers such as polyethylene, polypropylene, polyvinyl chloride, polystyrene etc. [4, 5, 6]

It is important to also note that inspite of plastics' ubiquitous nature, their production activities consume substantial feedstock resources and the worst part is that they are principally disposed of after their service life. With increased reliance on plastic for packaging, and the increase in single use of plastics coupled with the quest for durability of plastics, global plastic production will not only continue to increase but will also create an unpleasant and unhealthy environment for all if appropriate mitigation

approaches are not painstakingly and inclusively [7, 8]. When plastics find their way into the ocean or water bodies, they gradually degrade into tiny pieces or fibers called Microplastics.

Microplastics could best be understood as micron-size pieces of plastic (less than 5 mm in diameter), formed by combining chains of simple molecular building blocks and can have very different chemical compositions (polymer types) and morphology (such as fibers, fragments, or films) [9, 10]. The public health and ecological impact of Microplastics have monumentally received great attention in the last decade because of their potential to pervade the food chain and elicit harmful effects. Their shape, size, and weight can further help us identify where the plastic particles may come from. In other words, the degradation rate as well as plastics persistence varies depending on the polymer, density, shape as well as the plastic purpose itself [11]. Microplastics have reached most places of the planet, including the remote areas of the Ocean and Rivers, even in areas with little human activity but major issue is limited knowledge of its distribution.

However, it is critical to note that Microplastics may originate from a variety of sources but when they are ingested by aquatic organism, their bio-accumulation or bio-magnification may distort the food chain and hence, affect the survival of the organism involved [12]. Due to their low size, they can easily be consumed by the diversity of biological species oscillating from protozoans toward other marine mammals. Plastic fibers join a disturbing list of pollutants “endocrine-disrupting chemicals” threatening the world’s water supplies and ecological balance in that many marine animals consume them. Coastal Microplastic fibers often contains fibers which might have originated from brittle plastic ropes, fishing nets or domestic effluents of textile washing [13]. The toxicity of microplastics are monumentally gaining global attention. Studies have pinpointed that the presence and or accumulation of Microplastics in humans and animals may elicit local inflammation or induce allergic reactions in tissue and could possibly cause severe physiological disorders such as chronic pulmonary disorder, neurologic disease and cancer [13, 14, 15]. There are evidences of Microplastic pollution in Nigeria. Microplastics were detected in the freshwater gastropods of River Osun, a major river that drains into the lagoon [14].

Human behaviors and anthropogenic activities such as microwaving food in plastic containers and the irresponsible disposal of plastic by-products (e.g., toys, cosmetics, grocery bags and candy wrappers), wear and tear of car tires, washing of microfiber clothing are some of the many ways Microplastics could be formed. As human behavior is well-thought to be a major marine litter source, meaning that changes in perceptions as well as behavior is vital toward addressing litter in the natural milieu [15]. Intensifying efforts to promote public health knowledge about Microplastic pollution may be crucial in promoting sustainable healthy lifestyles or choices that people often as an effort towards preventing pollution threats, overexploitation, habitat destruction [6, 16]. Hence, sustainable management as well as policy from decision makers toward curbing the inhumane marine pollution and adequate public sensitization about Microplastic pollution is a dire necessity.

Understanding public knowledge, attitude and perception about Microplastic pollution could help to mind the gap towards proper management of the marine environment especially in developing suitable priorities toward decreasing the influx of plastic waste into the ocean, along with motivation to engage in solutions. The foregoing statement is a critical step in attempts to engage society in this environmental concern and move towards more sustainable purchasing, use and disposal behaviours. For instance, a decrease in the usage of single use plastics along with design as well as manufacture through end of product life are environmentally sound interventions that has great and tremendous impact [17]. Previous perception study on marine litter observed that beach users are often displeased seeing marine litters themselves but paradoxically, they are the main source of marine litters [18]. Littering behaviours are often influence by social norms, self-awareness and conviction and incentives [18]. For instance, a well-established finding from empirical studies as expounded by Hartley et al. [18] is that “people are more likely to litter in a littered, compared to clean, environment, and are less likely to litter after observing someone pick up litter”. Whilst there is substantial scientific literature on Microplastic pollution and its ecological impacts, little research to date has examined the public's knowledge, attitude and perception on Microplastic pollution, a pressing global problem. We believed there is dearth of insights and data that connect perceptions of the problem with public attitude and knowledge even at the individual level to see if respondents themselves are concerned, keen to take action and willing to change their present situation of their immediate environment.

Against this backdrop, the overarching goal of this study is to assess the awareness, knowledge, attitude and perception about Microplastics among the people living around the Lagos lagoon. The novelty of this study is to provide knowledge and insights on how the public comprehends Microplastic

pollution and its associated health risks as well as what could be done toward reducing its destructive effects with the aim of advancing public health and formulating ecosystem protection policy.

Materials and Method. *Description of Study Location and Its Significance.* This study was conducted in a culturally diverse space around the University of Lagos, Akoka and the Lagos lagoon community, Lagos. Lagos is located in the South-Western part of Nigeria and it is perhaps the largest city in African continent with a population of about 9 million people based on the 2006 National Census [19]. It is a mega city with robust economic activities, often described as the commercial nerve of Nigeria blessed with human capital; diverse people of different culture but mostly dominated by the Yoruba tribe. Lagos lagoon in particular, is a water body in the heart of Lagos metropolis; with a surface area of approximately 6,354.7 sq.km, more than 50 km long and 3-13 km wide [20]. Lagos lagoon is an important water body of socio-economic importance as it provides inhabitants a means of livelihood and transport, places of abode and recreation, dumpsite for residential and industrial discharges, and a natural shock absorber to balance forces within the natural ecological system [21]. Hence, it is a very significant part of Lagos, with high socio-economic importance and at least three colleges/higher learning institution in this community. Prominent areas include Akoka, Ilaje/Bariga, Oworonshoki and Ogudu. All the areas are predominantly characterized by residential buildings lining the coastline, natural fish ponds, boat transport, fishing and sand mining activities. For the most part, our study location has very busy “open markets” and the total surroundings including water bodies and patches are often littered by plastics cans, water sachets and other debris. More so, adequate clean water for drinking is a major challenge and low income dwellers mainly rely on fishing as an occupation.

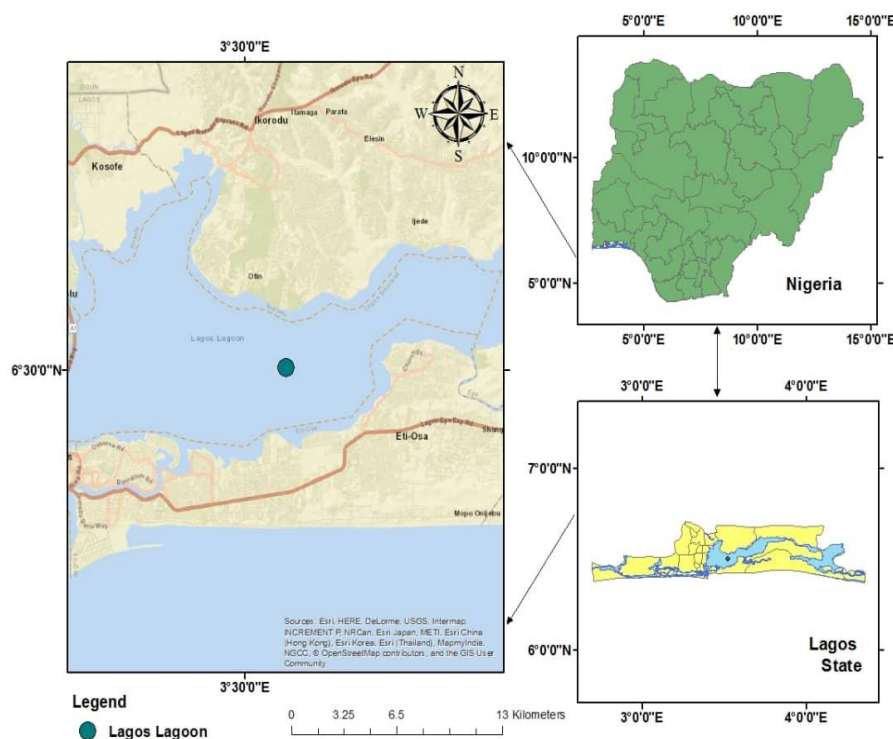


Fig. 1. Map showing the study location

Research Design, Data Collection and Analysis. This study basically assumed a descriptive survey design. A self-administered questionnaire was used in collecting relevant information based on study's unbridled objective. This survey (well-structured) generally contains information on respondents' socio-demographics, and questions measuring peoples' knowledge and perception about Microplastic pollution. Basic information for this assessment was obtained from primary data collected with the aid of a pre-tested questionnaire and previous publications especially that of Akyildiz et al. (2015). Guided dialogue was basically used to capture information on trends, awareness, attitude and perception towards Microplastic pollution and plastic use. Likewise, translation of questionnaire to Yoruba language being the native language in study area was done for inclusivity. A total of 120 questionnaires were administered via “drop and collect” method and simple random sampling technique from students, residents and fishermen around Lagos lagoon font. Basically, residents and students going out of their way to utilize the aesthetic value and local fishermen in search of a living on the Lagos lagoon coast were

thoroughly sampled. At the beginning of the questionnaire, we briefly introduced what Microplastics are and their characteristics so that people who had not heard of them before could complete the questionnaire. Awareness, Knowledge, Attitude and Perception were measured constructively on Likert scale according to Harpe (2015), we based statements measuring each variable on a scale of 1 to 5, where 1 equals strongly disagree and 5 equals strongly agree, to create a simple way to compare data. We basically employed psychometric model of inquiry; we started with basic known facts to the more intriguing aspect of our survey; some of the statements in each variable were negatively framed while others were positively framed for quality-check, in order to circumvent the trend of choosing all the same answer. We also reworded some statements to validate the genuity of our inquiry. The population of this study comprised of one hundred and forty (140) consisting of government officials, academia, student, business personnel and Fishermen (see table 1 below). The sample size of 104 was estimated using Taro Yamane formula [22] as shown below:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}, \quad (1)$$

n = Sample size to be determined, e = Level of significance and N = Population size.

$$n = 140, e = 0.05$$

$$n = 140/1+140 (0.05)^2$$

$$n = 140/1+140 (0.0025) = 140/1+0.35$$

$$n = 140/1.35 = 103.7037037$$

$$n = 104.$$

However, out of the one hundred and four (104) questionnaires distributed to participants, only one hundred and two (102) was found useable. Statistical analysis (frequency, mean, standard deviation and correlation) was done using IBM SPSS Statistics 28.0.

Table 1

Population Distribution

S/N	Government	Academia,	Students	Business	Fishermen	Total
1.	29	16	61	21	13	140

Results. Table 2 reveals that 18.6% of the respondents were government workers while 8.8%, 52.0%, 12.7% and 7.8% of the respondents belong to the academia, students, business and others. It was obvious that more than half of the respondents were students (52.2%) and the rest of the distribution assumed this order: Government employed individuals (18.6%)> Business enterprise employed (12.7%)> Academia (8.8)> Fishermen (7.8%). The sample was biased towards younger people as the age distribution follows this pattern; 18-25 years (61.8%) > 26-35 (30.4%) > 36-45 (7.8%). The vast majority of the respondents were male (60.8%) and single (68.6%). In terms of education attainment, respondents were generally well educated. Respondents with Bachelor's degree and those with high school diploma were 33.3% each while the rest of the distribution assumed this order: Master's degree (15.7%) > PhD (11.8%) > National Diploma or College associate degree equivalent (3.9%).

Table 2

Respondents' Socio-demographics Information

Demographics variables	No. of Respondents	Percentage (%)
1	2	3
Categories of workers		
Government	19	18.6
Academia	9	8.8
Student	53	52.0
Business	13	12.7
Fishermen	8	7.8
Age (years)		
18-25 years	63	61.8
26-35 years	31	30.4
36-45 years	8	7.8
Gender		
Male	62	60.8
Female	40	39.2

Continuation of the table 2

1	2	3
Marital status		
Single	70	68.6
Married	26	25.5
Divorced	6	5.9
Education		
PhD	12	11.8
Masters or equivalent	16	15.7
Bachelors or equivalent	34	33.3
National Diploma/Associate Degree	4	3.9
High School Diploma	34	33.3
No formal education	2	2.0

Source: Field Survey, 2021

Deducible from fig. 2, It was evident that those that had awareness on Microplastic pollution (57.8%) outnumbered those that were unaware.

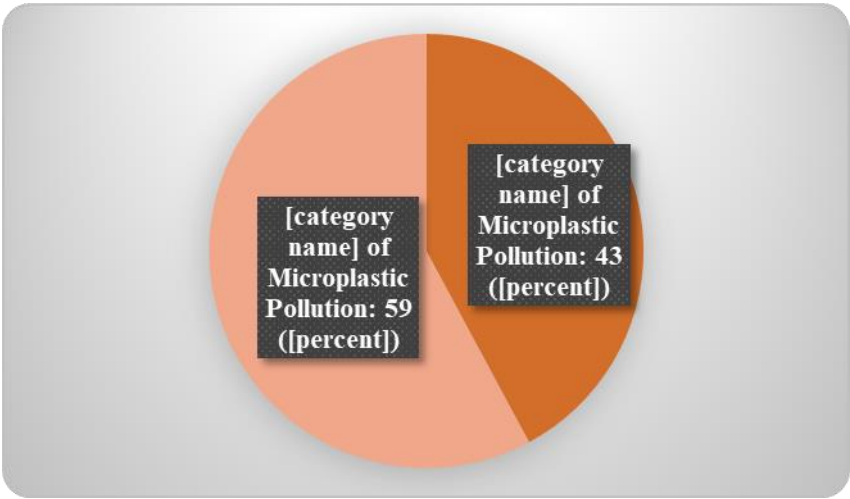


Fig. 2. Awareness of Microplastic pollution in the study area. (n=102)

The result of findings on the public health knowledge, attitude and perception was rationalized and presented in Table 3. With at least 5 questions measuring each variable of interest (Knowledge, attitude and perception), the overarching goal of this study was fulfilled. Majority of respondents claimed good responsibility in the disposal of plastic wastes. When asked to respond to a negatively framed statement “I often don’t dispose plastic waste into designated waste bins”, more than two-third of respondents (total 69.6%) were in disagreement with the statement while others expressed agreement (21%) and indecision (9.8%). Only 26.5% in total claimed reusing and/or recycling household plastic food containers, pet bottles etc. (10.8% affirmed, 15.7% strongly affirmed) while majority (53.9%) do not. Majority (total 58.8%) claimed knowing that “marine plastic waste would eventually produce Microplastics” (10.8% affirmed, 48% strongly affirmed) while a total of 18.6% expressed disagreement on this knowledge item and 22.5% were indecisive as well. About two-third (total 64.7%; 8.8% affirmed and 55.9% strongly affirmed) of respondents were in agreement that “Plastic pollution is a serious global problem” while few (13.7%) expressed disagreement on this knowledge item and 21.6% were indecisive. Interestingly, majority (total of 43.1%) claimed not having adequate knowledge of Microplastic pollution and its associated health risks but 36.2% claimed having adequate knowledge while 20.6% were indecisive. In overall, a mean and median knowledge score of 3.108 ± 1.443 and 3.2 respectively literally implies that respondents generally have a fairly acceptable knowledge about Microplastic pollution.

With regards to attitude items, when respondents were asked to respond to a negatively framed attitude statement “I am less concern about where plastic waste generated ends”; majority expressed disagreement (52.9% total; 44.1% strongly affirmed, 8.8% affirmed) implying that a fair majority were actually concerned about where plastic waste generated ends. 24.5% were indecisive and a total of 22.5% agreed with this attitude item.

Table 3

Respondents' Knowledge, Attitude and Perception

Items	SD	D	U	A	SA	Mean	SDV	Median
A Knowledge Variables (n=102)								
i. I often don't dispose plastic waste into designated waste bins.	44(43.1)	27(26.5)	10 (9.8)	4(3.9)	17(16.7)	2.25	1.465	2.00
ii. I often reuse and/or recycle household plastic food containers, pet bottles etc.	39 (38.2)	16 (15.7)	20 (19.6)	11 (10.8)	16 (15.7)	2.50	1.481	2.00
iii. Plastic marine debris will eventually become Microplastics	9 (8.8)	10 (9.8)	23 (22.5)	11 (10.8)	49 (48.0)	3.79	1.367	4.00
iv. Plastic pollution is a serious global problem	10 (9.8)	4 (3.9)	22 (21.6)	9 (8.8)	57 (55.9)	3.97	1.353	5.00
v. I do not know much about Microplastics especially how it could get into the food chain or impact human health	29 (28.4)	8 (7.8)	21 (20.6)	19 (18.6)	25 (24.5)	3.03	1.551	3.00
Average						3.108	1.443	3.20
B Attitude Variables (n=102)								
i. I am less concern about where plastic waste generated ends	45 (44.1)	9 (8.8)	25 (24.5)	5(4.9)	18 (17.6)	2.43	1.519	2.00
ii. I am not willing to tell my family and friends about the issue of Microplastics in Nigeria	39(38.2)	6(5.9)	22 (21.6)	11(10.8)	24(23.5)	2.75	1.613	3.00
iii. I am willing to participate in the cleanup efforts of Microplastics in my community	12(11.8)	7(6.9)	13(12.7)	7(6.9)	63(61.8)	4.00	1.449	5.00
iv. I am willing to encourage the government to work on the issue of Microplastics in Lagos	5(4.9)	6(5.9)	6(5.9)	12(11.8)	73(71.6)	4.39	1.145	5.00
v. I want to learn more about Microplastics	15(14.7)	6(5.9)	15(14.7)	12(11.8)	54(52.9)	3.82	1.492	5.00
vi. I live a lifestyle that may contribute to Microplastic pollution	34(33.3)	9(8.8)	14(13.7)	12(11.8)	33(32.4)	3.01	1.692	3.00
Average						3.40	1.485	3.83
C Perception Variables (n=102)								
i. Microplastics are not toxic	57(55.9)	14(13.7)	17(16.7)	3(2.9)	11(10.8)	1.99	1.353	1.00
ii. Microplastics pollution is not a serious problem in Lagos lagoon	56(54.9)	11(10.8)	13(12.7)	9(8.8)	13(12.7)	2.14	1.476	1.00
iii. Microplastics do not affect human's health	59(57.8)	14(13.7)	20(19.6)	1(1.0)	8(7.8)	1.87	1.232	1.00
iv. Microplastics do not have a profound impact on sustainable development in Nigeria	46(45.1)	18(17.6)	20(19.6)	5(4.9)	13(12.7)	2.23	1.399	2.00
v. People in my neighborhood do not know about Microplastic pollution	9(8.8)	10(9.8)	17(16.7)	11(10.8)	55(53.9)	3.91	1.380	5.00
vi. I think it is the responsibility of my community authority to reduce plastic pollution	16(15.7)	11(10.8)	10(9.8)	15(14.7)	50(49.0)	3.71	1.539	4.00
vii. Marine animals will not consume Microplastics	38(37.3)	15(14.7)	20(19.6)	5(4.9)	24(23.5)	2.63	1.585	2.00
Average						2.64	1.423	2.29

SD=Strongly Disagree, D=Disagree, U=Undecided/Neutral, A=Agree, SA=Strongly Agree, SDV=Standard Deviation, n=number of respondents, (Coded as SD =1, D=2, U=3, A=4, SA=5) Mean scores>Median scores=positively skewed; Mean scores< Median Scores=negatively skewed; Mean score=Median score=Symmetrical distribution. Unlike Mean scores, Median scores are not affected by outliers. Scale for Mean scores: 0.01-1.00=Strongly Disagree; 1.01-2.0=Disagree; 2.01-3.0=Undecided/Neutral; 3.01-4.0=Agree; 4.01-5.0=Strongly Agree. Scale for Median scores (1-5 approx.): Poor (<3), Fair (3), Good (>3)

Additionally, another negatively framed attitude statement “I am not willing to tell my family and friends about the issue of Microplastic pollution in Nigeria” was considered. Majority (total of 44.1%) showed disagreement, 21.6% indecisive and 34.3% were in agreement. Conversely, a good attitude was observed in the fair majority of 44.1% that showed disagreement on the attitude item among respondents. A good majority (total of 68.7%) of respondents expressed willingness to participate in the cleanup efforts of Microplastics in their community, few (total of 18.7%) showed “unwillingness” and others (12.7%) were indecisive on this subject. A good majority (total of 83.4%) expressed willingness to encourage the government to work on the issue of Microplastics in their community; few (total of 10.8%) showed “unwillingness” and others (5.9%) were indecisive on this subject. A good majority (total of 64.7%) expressed willingness to learn more about Microplastic pollution, (total of 20.6%) showed “unwillingness” and others (14.7%) were indecisive on this subject. When respondents were asked to respond to a negatively framed statement “I live a lifestyle that may contribute to Microplastic pollution”; a total of 44.2% agreed while 42.1% disagreed and 13.7% were indecisive on this subject. This statement yielded a close margin of responses in “favor and against”. In overall, with a mean and median knowledge score of 3.40 ± 1.485 and 3.83 on scale of 5 rating, it was obvious that respondents generally have a good attitude about Microplastic pollution and showed great willingness to curb associated menace of Microplastic pollution.

Perception constructs used in this study were basically negatively framed. Majority (69.6%) expressed disagreement with the statement “Microplastics are not toxic”; 16.7% were indecisive and 13.7% disagreed on this subject. In other words, a good majority perceived that Microplastics are toxic, which implies they have good perception based on this single perception construct. Similarly, majority (65.7%) expressed disagreement on the subject “Microplastics pollution is not a serious problem in Lagos lagoon”; 12.7% were indecisive and 21.5% agreed. This literally implies that a good majority perceived that Microplastic pollution is a serious problem in Lagos lagoon. Majority (71.5%) expressed disagreement on the subject “Microplastics do not affect human’s health”; for others, 19.6% were indecisive and a total of 17.6% agreed. Thus, a good majority perceived Microplastic to be detrimental to human health. However, when respondents were asked whether they think people in their neighborhood knew about Microplastic pollution; majority (total of 64.7%) perceived people in their neighborhood did not know about Microplastic pollution; 16.7% were indecisive and others (18.6%) have a contrary opinion. Similarly, majority (63.7%) believed it is the responsibility of government to enforce strict regulation against attitude that may engender Microplastic pollution; 9.8% were indecisive and others (total of 26.5%) have a contrary opinion. Relatively few respondents (28.4%) actually perceived that “Marine animals will not consume Microplastics”, others, 19.6% were indecisive and majority (52%) gave a contrary opinion, implying that Marine animals do consume Microplastics. Though respondents showed good perception about some of the variables than others but with an average mean and median perception score of 2.64 ± 1.423 and 2.29 respectively on a scale of 5.0 rating, it shows vividly that respondents generally have a poor perception about Microplastic pollution. Taken together from the findings in this study, respondents generally have a fairly acceptable knowledge about Microplastic pollution, a good attitude on how the menace of Microplastic pollution could be curbed in Lagos lagoon but a poor perception on what Microplastics entailed and its attendant ecological impacts.

The table 4 below shows that only Education has significant but weak relationship with knowledge and attitude. There was a significant positive but weak relationship ($P < 0.05$) between educational attainment and knowledge of micro (plastic) pollution which may weakly imply that the more educated the respondents are, the more knowledge they have about Microplastic pollution and vice versa. However, there was a negative and weak relationship between educational attainment and attitude ($P < 0.01$). Hence, this observation may weakly imply that the more educated respondents are, the less of the good attitude towards curbing Microplastics pollution that they show. It was clear that there was no significant relationship ($P > 0.05$) between perception and the other two variables (Knowledge and Attitude).

Table 5 shows the various source of information about Microplastic pollution among the proportion of respondents that had awareness on this subject. It was clear that majority (54.24%) acquire information on social platforms, 23.73% through internet sources, and 15.25% through workshop, trade fairs and conferences and 6.78% through word of mouth by family, friends and acquaintance.

Discussions and Policy Implications. Exploring respondents’ socio-demographics in this study may provide insight into whether social identity has influence on public knowledge, attitude and perception about Microplastic pollution and its ecological health implication and vice-versa [23]. Based on our observation (table 2), this study reflects knowledge, attitude and perception of the sampled

majority being young people within age bracket of 18-25 years (61.8%), students (52.2%), male (60.8%), single (68.6%) and mostly educated individuals. A possible explanation for this outcome is that the study was conducted in a culturally diverse community with a number of colleges or higher institution of learning around. Our bias is that the presence of institutions in a community is supposed to bring about transformation of lives through learning and culture and not degradation of environmental resources. Hence, we believed the well-educated and socially active class of the public would have knowledge on issues of public health importance especially on microplastics.

Table 4

Bivariate Relationship between Education, knowledge, attitude and perception of respondents on Microplastic pollution

	Education	Knowledge	Attitude	Perception
Education	1	.215*	-.336**	-.025
Knowledge		1	.031	.174
Attitude			1	.100
Perception				1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Table 5

Source of Information about the awareness of Microplastic pollution

	Information Sources (n=59)	Frequency	Percentages
i.	Internet	14	23.73
ii.	Social Media	32	54.24
iii.	Word of mouth by family, friends and colleagues	4	6.78
iv.	Workshop, Trade fairs and Conferences	9	15.25
	Total	59	100

Source: Field Survey, 2021

Global concerns about Microplastic pollution with its threat to food safety and public health has monumentally increased over time [24]. However, there is much more ample concern for communities of developing nations wallowing in poor attitude that may engender Microplastic pollution and its attendant health risk. Thus, intensifying efforts to strengthen policy advocacy on issues of public health importance especially emerging contaminants as such is critical in harnessing potential health benefits of nations [25]. Thus, a well-informed community on public health issues is literally a community with potential health benefits. From this study, it was clear that though majority of respondents had awareness on the subject “Microplastics” but interestingly these respondents showed a “fairly acceptable knowledge about Microplastic pollution” when asked to further respond to other knowledge items. Notably, many respondents (43.1%) claimed they do not have an adequate understanding about Microplastic pollution and its ecological impact. However, a previous study that assessed Microplastic concentration and that equally gauged public awareness of Microplastic pollution on beaches surrounding Hong Kong profoundly observed a very low level of awareness on the subject: 82% of respondents in their sample have never heard of Microplastics. Though other similar studies observed higher level of awareness on health risks associated with plastic’s use in the environment [26, 27, 28]. Based on insights drawn from other literature, Hartley et al. [29] suggests that that young people are for the most part aware of various environmental problems, such as pollution, litter, and hazardous waste, but may have greater difficulty understanding the causes of and solutions to environmental issues. The significant positive but weak relationship ($P<0.05$) between educational attainment and knowledge of micro (plastic) pollution observed in this study weakly implies that the more educated the respondents are, the more knowledge they have about Microplastic pollution and vice versa. This findings supports the necessity for government and relevant stakeholders to reinforce awareness campaign throughout the nation from the academia to the outside community. For instance, awareness campaign “teach-to-reach accelerator program” could be developed to increase public understanding about how Microplastics could be formed from plastic polymers and to increase shared responsibility in protecting communities from the negative effects of the inappropriate disposal of plastic wastes in the environment. More so, more funding should be directed towards research and publicity of research outcomes on “Microplastics” especially scientific data on the debilitating effects of plastic pollution should be available on public domains. Academia and

research institutes should do more in terms of enriching students and the public with timely access to information on issues of emerging public health importance.

Changing public attitudes through education on their lifestyles and consumption patterns, waste management practices, and support or other engagement in the implementation of policies towards plastic use and integrated waste management principles are sustainable paths to reducing Microplastic pollution [30]. Indeed, plastics are the most ubiquitous, pervasive, versatile and user-friendly product. Society's ability to cope with the overwhelming amounts of plastic produced and those that are inappropriately discarded as well as its attendant ecological impact would require reinforcing positive environmental attitudes in the public. There are likelihoods that people may struggle to relate environmental problems to products, and may find great difficulty to cope with doing things in an eco-friendly way or admit to littering the environment [29, 31]. However, in this present study, respondents showed a relatively good attitude (in terms of willingness and readiness) to curb the menace of Microplastic pollution in their immediate environment. The majority of respondents expressed concern for where plastic waste generated ends while the vast majority were willing to learn more about Microplastics and its ecological impact, and to co-operate with the government to mitigate Microplastic pollution in order to ensure a safe haven for all inhabitants. Previous study observed similar great attitude in public willingness to co-operate with the government on mitigation efforts towards reducing Microplastic pollution [4]. Nonetheless, these scientists also opines that clean-up efforts where communities gather together like in the case of Hong-Kong to get rid of plastic wastes, the result will not only reduce Microplastic pollution but will also help to educate the public about Microplastics and other emerging issues of public health importance [4]. Government and stakeholders have crucial and dynamic roles to play towards regulation and proper waste management. Positive reinforcement (e.g., rewards for not littering and monetary incentives) may be effective in reducing littering and increasing recycling since marine litters is a significant environmental problem inherently linked to individuals' purchasing, use and disposal behaviour [29]. However, when the incentive is removed, the behaviour may revert. However, other mitigation approach is that of the "zero waste policy" a policy that requires people going to the store to bring their own food container and reuse their household plastic bags and get discount prices may help to control excessive food waste and plastic litters [31]. This option may go a long way in changing public attitudes and increasing awareness on the threats of plastic pollution.

In spite the poor perception that respondents generally showed in this study, apparently majority perceived Microplastic pollution as a contemporary problem, as toxic and harmful to human health. This findings was quite similar to the observation of Akyildiz et al. [4]. It is not hard to believe that people's subjective interpretation during response to survey questions may inherently introduce bias. However, since majority believed that people in their neighborhood or community do not know about Microplastic pollution. Hence, that explains the rationale for having a poor a generally poor perception about Microplastic pollution. Education and quality of knowledge attained on issues of public health importance for the most part, has a strong influence on public perception. It suffice to aver that more sensitization programme is direly critical to awake genuine concerns for environmental sustainability and change the public perception and attitudes. The gaps identified in this study clearly shows that it is imperative that proper knowledge-based training, orientation, and sensitization of the public on Microplastic pollution and the potential health risks of exposure be developed.

This study also succinctly brought to our attention that a good number of respondents that were aware about microplastics and its associated risks had the knowledge through social media campaigns, followed by internet sources. Knowledge about sources, contamination, fate and effects of microplastics may be an ultimate guide in enhancing public motivation and sense of environmental responsibility [32]. Previous studies have appraised the significant role of media in not only increasing public participation and awareness, but serving as an instrument for many socio-psychological incentives, all of which could be geared towards mitigating environmental pollution [6, 33]. A previous study gave an account of where public sought information regarding environmental news and updates: 52% (websites), 48% (Television shows) and Newspaper (24%) were reported implying that majority gets environmental information via websites [6]. The findings in this present study hence points clearly that government and civil society actors should consider utilizing other available sources of information (such as Radio/TV show, newspapers/magazines, workshop/seminars etc.) especially in sponsoring environmental awareness campaigns for all, without leaving anyone behind [34].

Conclusion. This present study observed that majority of respondents were aware of microplastics pollution in the Lagos lagoon. Further findings revealed that they have a fairly acceptable knowledge and

poor perception on Microplastic pollution and its ecological health implication. However, the vast majority of respondents sampled interestingly showed willingness to learn more about microplastics and equally expressed a shared commitment to support government to clean up plastic wastes contributing towards Microplastic pollution and to participate in advocacy programs on this subject. This study may be followed up by a more extensive data collection on critical assessment of plastic consumption pattern and perception of fishermen on plastic marine debris.

Based on this findings, the following recommendations were made:

i. Efforts should be concentrated at different levels and tiers of government to educate the public on the impact of inappropriate management of plastic wastes, the underlying drivers of plastic wastes and attitudes to shape consumption patterns (especially to reduce single use of plastics by reduce-reuse and recycle approach) through massive awareness campaign. However, environmental education especially on behaviour change, consumption patterns and waste management policy should well presented in a culturally and emotionally appropriate context.

ii. Efforts should be geared towards promoting zero-waste policies, circular economy perhaps through incentives in favour of compliance and stringent measures (e.g. payment of fines) should be considered for people who deviates from the standard guidelines and practices.

iii. Government should encourage strong partnership with private waste management investors through technical support and funding to procure advanced waste management technologies as well as provide support to government agencies to standardize the manufacturing of quality plastics (biodegradable and durable)

Acknowledgements. We thank two anonymous reviewers who provided critical feedbacks and comments on our previous draft that have helped improve this manuscript.

Reference

- 1 Technical University Munich. How dangerous is microplastics? 2009. Retrieved from <https://phys.org/news/2019-01-dangerous-microplastic.html>
- 2 Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 2015. Vol 347 (6223), 768–771.
- 3 Smith M., D.C. Love, C. M. Rochman and Neff, R. A. Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. *Current Environmental Health Reports* 2018. Vol 5:375–386.
- 4 Akyildiz, O., Calamari, P., Sellman, Z., and Symecko, S. Microplastic pollution in Littoral Environments. 2015Thesis Project No. C155 submitted to Worcester Polytechnic Institute 89pp.
- 5 WHO. WHO calls for more research into microplastics and a crackdown on plastic pollution. 2019. Retrieved from <https://www.who.int/news/item/22-08-2019-who-calls-for-more-research-into-microplastics-and-a-crackdown-on-plastic-pollution>.
- 6 Henderson, L and Green, C. Making sense of microplastics? Public understandings of plastic pollution. *Marine Pollution Bulletin* 2020 vol. 152, 110908.
- 7 Andrady, A. L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 2011 62(8), 1596-1605.
- 8 Duis K, Coors A. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environ Sci Eur.* 2016;28(1):2
- 9 Baldwin, A. K., Corsi, S. R., & Mason, S. A. Plastic debris in 29 Great Lakes tributaries: Relations to watershed attributes and hydrology. *Environmental Science. Technology*, 2016 50(19) 10377–10355.
- 10 Hartmann, H. Thorsten, R.C. Thompson, M. Hassellöv, V. Verschoor, A.V. Dugaard, S. Rist, T. Karlsson, N. Brennholt, M. Cole, M.P. Herrling, M.C. Hess, N.P. Ivleva, A.L. Lusher, M. Wagner. Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris. *Environmental Science & Technology*, 2019, 53 (3) pp. 1039-1047
- 11 Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, Borerro JC, et al.. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS One*. 2014. 9(12):e111913.
- 12 Lusher A, Hollman P, Mendoza-Hill J Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. 2017 FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper; (615).

- 13 Paulischkis, E., Gutow, L and Saborowski, R. How to get rid of ingested Microplastic fibers? A demonstration by the shrimp *Palaemon varians* In: MICRO 2018 Fate and Impact of Microplastics: Knowledge, Actions and Solutions Lanzarote 2018 Proceedings pp. 359-360.
- 14 Akindele, EO, Ehlers SM, Koop JH First empirical study of freshwater Microplastics in West Africa using gastropods from Nigeria as bioindicators. *Limnologica*. 2019 vol 78:125708
- 15 Pahl, S. Wyles, K. and Thompson, R.C. Channelling passion for the ocean towards plastic pollution *Nat. Hum. Behav.* 2017, 1: 697-699.
- 16 Raimi MO. 21st Century Emerging Issues in Pollution Control. 6th Global Summit and Expo on Pollution Control May 06-07, 2019 Amsterdam, Netherlands
- 17 UNEP. Marine Plastic Debris and Microplastics – Global Lessons and Research to Inspire Action and Guide Policy Change United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya (2016)
- 18 Hartley BL, Pahl S, Veiga J, Vlachogianni T, Vasconcelos L, Maes T, Doyle T, d'Arcy Metcalfe R, Öztürk AA, Di Berardo M, Thompson RC.. Exploring public views on marine litter in Europe: Perceived causes, consequences and pathways to change. *Mar Pollut Bull*. 2018;133:945-955.
- 19 NBS -National Bureau of Statistics. 2006 National Population Census/Federal Republic of Nigeria. 2006. Retrieved online 19 March 2021 from the National Bureau of Statistics <http://www.nigerianstat.gov.ng/nbsapps/Connections/Pop2006.pdf>
- 20 Badejo, O.T, Olaleye, JB., Alademoni, AS. Tidal Characteristics and sounding datum variation in Lagos state. *International Journal of innovative research and studies* 2014. 3(7): 435-457
- 21 Okusipe, O. M. Lagos Lagoon Coastal Profile: Information Database for Planning Theory. Lagos State Environment Report/ 2000. Retrieved from <https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc04/docs/pap1579.pdf>
- 22 Yamane, T. *Statistics; An Introductory Analysis*, 1967. 2nd Ed., New York: Harper and Row.
- 23 Abdelal, R. Herrera, Y. M., Johnston, A. I., and McDermott, R.. Introduction. In R. Abdelal, Y. M. Herrera, A. I. Johnston, & R. McDermott (Eds.), *Measuring identity: A guide for social scientists* 2009 (pp. 1–16). New York, NY: Cambridge University Press.
- 24 Deng H, Wei R, Luo W et al Microplastic pollution in water and sediment in a textile industrial area. *Environ Pollut* 2020. 258:113658.
- 25 Omoyajowo, KO, Ogunyebi, AL, Adenekan, OA, Bakare, TI, Omoyajowo, BO, Odipe, OE, Samuel, IA. Awareness of Toxicological Impact and Risk of using Talcum powder as factor for Ovarian Cancer among Women in three Metropolitan Cities of Southwestern States, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*. 2021. 25 (7) 1161-1169
- 26 Joseph N, Kumar A, Majgi SM, Kumar GS, Prahalad RB. Usage of plastic bags and health hazards: A study to assess awareness level and perception about legislation among a small population of Mangalore city. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(4):LM01-4.
- 27 Adane L, Muleta D.. Survey on the usage of plastic bags, their disposal and adverse impacts on environment: A case study in Jimma City, Southwestern Ethiopia. *J Toxicol Environ Health Sci*. 2011, 3:234-248.
- 28 Turner, B and Sutton, J. Plastic bags: Hazards and mitigation. Available at <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1082&context=socssp> Accessed on 19 July 2019.
- 29 Hartley BL, Thompson RC, Pahl S. Marine litter education boosts children's understanding and self-reported actions. *Mar Pollut Bull* 2015, 90(1-2):209-217.
- 30 Leire, C., Thidell, Å. Product-related environmental information to guide consumer purchases—a review and analysis of research on perceptions, understanding and use among Nordic consumers. *J. Cleaner Prod*. 2005 13, 1061– 1070
- 31 Wagner, M., and Lambert, S. (2018). *Freshwater Microplastics: Emerging Environmental Contaminants?* (Vol. 58): Springer. 309pp
- 32 Raab, P and Bogner, F.X. Microplastics in the Environment: Raising Awareness in Primary Education. *The American Biology Teacher*, 2020. Vol. 82, No. 7, pp. 478–487
- 33 McAllister, J. Factors Influencing Solid-Waste Management in the Developing World. All Graduate Plan B and other Reports 2015. 528. Retrieved online <https://digitalcommons.usu.edu/gradreports/528>.
- 34 Omoyajowo, K.O, Raimi, MO, Waleola, T.O, Ogunyebi, A.L. 2021. Public Health Knowledge and Perception of Microplastics Pollution: Lessons from the Lagos Lagoon DOI: 10.21203/rs.3.rs-506361/v1

*Колейо Омояджово¹, Моруфу Раїмі²,
Темітоні Валеола¹, Олувасеун Одіне³,
Амос Огуньєбі¹*

¹Університет Лагосу, Нігерія

²Університет дельти Нігеру, Нігерія

³Університет медичних наук, Нігерія

ГРОМАДСЬКА ОБІЗНАНІСТЬ, ЗНАННЯ, СТАВЛЕННЯ ТА СПРИЙНЯТТЯ ЩОДО ЗАБРУДНЕННЯ МІКРОПЛАСТИКОМ НАВКОЛО ЛАГУНИ ЛАГОС

Забруднення мікропластиком зараз у всьому світі позначається як головна загроза для засобів до існування, біорізноманіття та здоров'я населення через поширений характер пластикових відходів, недостатню обізнаність про їх вплив на довкілля та неухильне ставлення до практик сталого поводження з відходами. Отже, ця стаття досліджує обізнаність, знання, ставлення та сприйняття громадськості щодо забруднення мікропластиком та його наслідків для здоров'я навколишнього середовища за допомогою даних опитування, зібраних від мешканців, студентів, рибалок та місцевих туристів навколо Лагуни Лагос, значної території Лагосу. Це дослідження спиралося на психометричну модель дослідження (через непрямі запитання), яка була використана для екстраполяції мети дослідження. Дані були зібрані, закодзовані та проаналізовані з використанням описової статистики та індуктивної статистики на IBM SPSS 28. Результати показали, що хоча обізнаність про мікропластик була начебто високою (понад 50%), однак, загальні знання були досить прийнятними, і не спостерігалось стурбованості щодо забруднення мікропластиком. Респонденти (із середнім балом ставлення $3,40 \pm 1,485$) загалом демонструють позитивне ставлення до того, щоб дізнатися більше з цієї теми та спільну відповідальність у підтримуванні уряду за допомогою волонтерства та пропаганди очищення. У цьому дослідженні коротко зазначено, що значна кількість респондентів, які були обізнані про мікропластик та пов'язані з ним ризики, мали знання через кампанії в соціальних мережах, а також із джерел в Інтернеті. У світлі цих результатів, це дослідження рекомендує уряду, науковим колам та відповідним зацікавленим сторонам активізувати зусилля із просвітництва громадськості щодо джерел забруднення, впливу мікропластику на довкілля та інших питань, що мають значення для громадського здоров'я, шляхом масових кампаній, навчальних заходів для громадської та розробки стратегій, які можуть посилити позитивне ставлення населення до навколишнього середовища.

Ключові слова: забруднення мікропластиком, сприйняття громадськості, екологічна освіта, лагуна Лагос.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 504.055

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-47-53

*О. В. Харламова, І. О. Солошич,
В. М. Шмандій, Т. Є. Ригас
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського*

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ ПРОЕКТАМИ В УМОВАХ ДІЇ АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ НЕБЕЗПЕКИ

Запропоновано механізм моніторингу формування екологічної небезпеки в умовах дії антропогенних чинників. Проведено аналіз наукових праць, присвячених дослідженню способів та методів зниження рівня природно-техногенного навантаження на довкілля та окремі його компоненти.

Установлено діапазони функціонування екологічної небезпеки в соціально-економічній зоні: фонові небезпека, небезпека незначного рівня, прийнятна небезпека, неприйнятна небезпека, катастрофічна небезпека.

Розглянуто види стійкості стану соціально-економічної зони за умов рівноваги, гомеостазу та стаціонарного режиму.

Побудовано модель деформації стану екологічної безпеки під впливом фізичних та інших антропогенних чинників, яка ґрунтується на розв'язанні трьох окремих завдань: аналізу функціонування екологічної небезпеки за наявності сукупності її складових різного генезису; поліпшення стану екологічної безпеки в умовах комплексного впливу її джерел; формування елементів забезпечення екологічної безпеки в природно-антропогенних водоймах. Вона включає систему з чотирьох аналітичних залежностей (опис можливості переходу соціально-економічної зони з одного в інший стаціонарний стан відповідно до характеристики та рівня впливу антропогенних чинників; характеристику стану забруднення водної складової екосистеми залежно від потужності джерела забруднення та особливостей біфуркації; опис зміни у часі екологічного ризику впливу фізичних чинників; визначення комбінованої умови варіаційного розв'язання окремих завдань щодо якості системи управління екологічними проектами) та граничні умов її існування.

Результати дослідження свідчать, що використання моделі деформації стану екологічної безпеки під впливом фізичних та інших антропогенних чинників дає можливість розробити та реалізувати виважені рішення з управління безпекою у рамках екологічних проектів.

Ключові слова: екологічна безпека, екологічні проекти, фізичні чинники, математична модель, техногенні землетруси, формування небезпеки, соціально-економічна зона, моніторинг

Постановка проблеми. Зумовлений потребами економіки швидкий розвиток науки і техніки призвів до появи небезпеки для здоров'я людини та довкілля. У техносфері виникла екологічна небезпека, джерела небезпеки антропогенного походження нерівномірно локалізовані у просторі. Спостерігається зосередження певних об'єктів в окремих зонах, де вони домінують та створюють екологічні загрози в зоні свого впливу.

Для розвитку наукових аспектів управління екологічними проектами нагальна необхідність створення моделі деформації стану екологічної безпеки під впливом антропогенних чинників різного генезису, характерних для певного регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна кількість вітчизняних та закордонних науковців, зокрема [1-4], присвятили свої дослідження вивченню впливу різних об'єктів на довкілля та окремі його компоненти, запропонували низку організаційних та технічних заходів для управління екологічною безпекою в зоні впливу таких локалізацій. Але майже поза увагою

науковців залишилися складні комплекси з об'єктів антропогенної діяльності, які розташовані в безпосередній близькості, вплив кожного з яких на компоненти довкілля значний. Досить гостро постає питання поліпшення стану об'єктів підвищеної екологічної небезпеки (ОПЕН) [5].

В інженерно-геологічних прогнозах вивчаються питання оцінки стійкості геологічного середовища, зокрема О.Адаменко, Г. Рудько, І. Ковальчук [6] вводять поняття «синдрому територій» – катастрофічного прояву процесів.

Унаслідок синергічності впливів джерел екологічної небезпеки різного генезису, природи та інтенсивності нами здійснена спроба врахування якомога більшого числа таких джерел незалежно від їх інтенсивності, оскільки результат впливу на довкілля прогнозувати важко, а деколи неможливо. Такий системний підхід збігається із висновками цілого ряду дослідників, наприклад [7–9], які на протязі ряду років встановлювали особливості формування екологічної небезпеки в умовах антропогенного навантаження техногенно навантажених регіонів.

Аналіз результатів досліджень щодо розробки способів та методів зниження рівня природно-техногенного навантаження на довкілля показав [10] недостатню розвиненість комплексного підходу до ослаблення впливу фізичних чинників (літосферних процесів техногенного походження та об'єктів підвищеної екологічної небезпеки), утилізації біологічних забруднень та промислових відходів.

Отже, моделювання стану екологічної безпеки на регіональному рівні при дії антропогенних чинників є актуальною науково-прикладною проблемою.

Мета та завдання. Метою роботи є створення математичної моделі деформації стану екологічної безпеки під впливом фізичних та інших антропогенних чинників для управління екологічними проектами.

Для досягнення мети поставлено наступні завдання:

- визначити механізм моніторингу формування екологічної небезпеки в умовах дії фізичних чинників;
- проаналізувати інтенсивність можливих проявів небезпеки, які негативно діють на людину та довкілля;
- побудувати модель деформації стану екологічної безпеки під впливом антропогенних чинників.

Виклад основного матеріалу. При управлінні екологічними проектами в соціально-економічних зонах (СЕЗ) застосуємо наступний алгоритм моделювання. Спочатку дамо опис вирішення певних задач, що структурно визначаються окремими складовими. Надалі визначаємо основні структурно-логічні зв'язки в межах поширення екологічної небезпеки за основними напрямками її деформації. Процес створення моделі ґрунтується на розв'язанні трьох окремих завдань, що наведені нижче [11].

Екологічна безпека характеризується запобіганням або усуненням негативного впливу чинників, що виникають унаслідок функціонування джерел небезпеки. Для ефективного управління безпекою існує нагальна необхідність усебічного вивчення умов формування небезпеки на підставі результатів моніторингу її станів, який доцільно здійснювати базуючись на принципах системного аналізу. Розглянемо такий фізичний чинник як техногенні землетруси (рис. 1) [12].

Величину екологічного ризику проявів екологічної небезпеки, формованої техногенними землетрусами, залежності від часу в СЕЗ, з кількістю населення N визначаємо за формулою [11]:

$$R(t) = N \sum_{I=1}^5 \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_I P_{Ijk} q_{jk} \left[d_1(t) \eta_j^{(1)} + d_2(t) \eta_j^{(2)} \right], \quad (1)$$

де I – інтенсивність землетрусу; P_I – ймовірність землетрусу I -ї сили; P_{Ijk} – ймовірність пошкодження споруди (будівлі) k -го ступеня з j -ю сейсмостійкістю та землетрусу I -ї сили; q_{jk} – ймовірності погіршення стану здоров'я людини, що знаходиться в будівлі j -го типу з пошкодженням k -го ступеня; $d_1(t)$ і $d_2(t)$ – відносна чисельність населення на території СЕЗ у різний час доби; $\eta_j^{(1)}$ – середня відносна кількість людей, які мешкають у будинках j -го типу; $\eta_j^{(2)}$ – середня відносна кількість людей, що знаходиться у виробничих та інших будівлях j -го типу.

Зазначимо, що вираз (1) отримано нами на підставі відомої залежності [13] впливу природних землетрусів на мешканців і споруди у населених пунктах з урахуванням особливостей техногенних землетрусів.

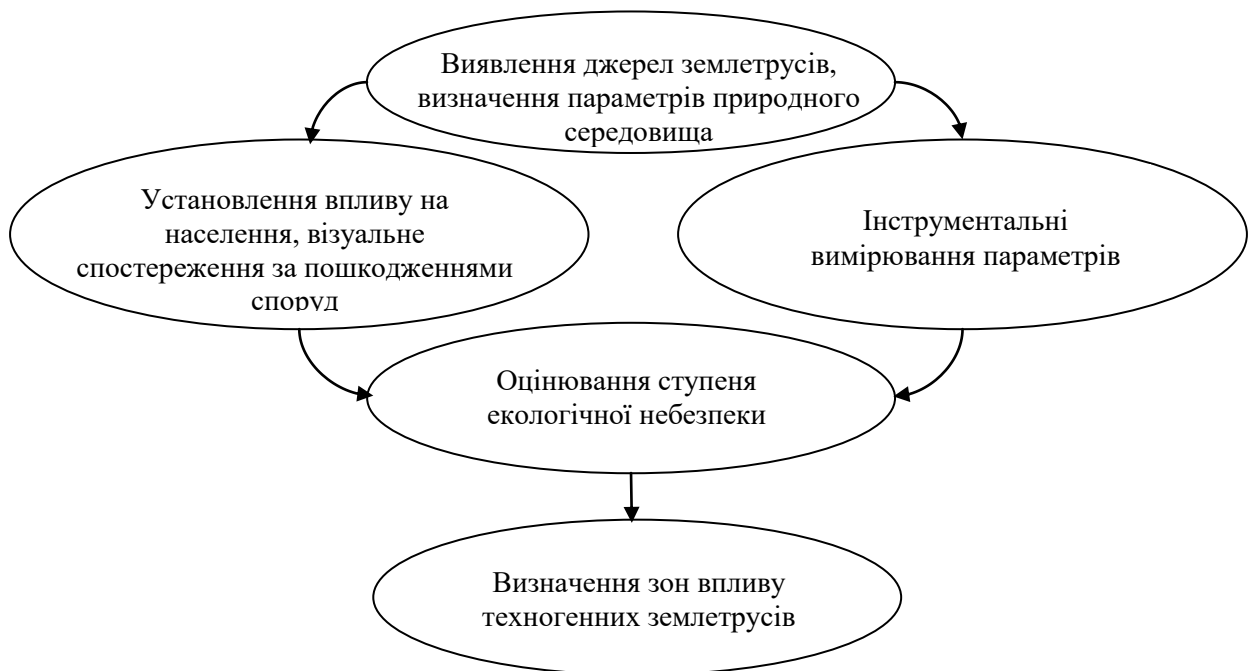


Рис. 1. Механізм моніторингу формування екологічної небезпеки в умовах дії фізичних чинників

У межах розв'язання окремого завдання аналізу функціонування екологічної небезпеки в умовах комплексного впливу її джерел (Q_1) розглянемо інтенсивність можливих її проявів, які негативно діють на людину та довкілля. Щільності розподілу проявів екологічної небезпеки F_n залежно від її рівня R на підставі ймовірнісної моделі Гауса, визначаємо за такою формулою:

$$F_n(R) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(R-\alpha)^2 / (2\sigma^2)}, \quad (2)$$

де α і σ – параметри, які характеризують загальний стан екологічної небезпеки у соціально-економічній зоні.

Графічне представлення залежності (2) наведено на рис. 2.

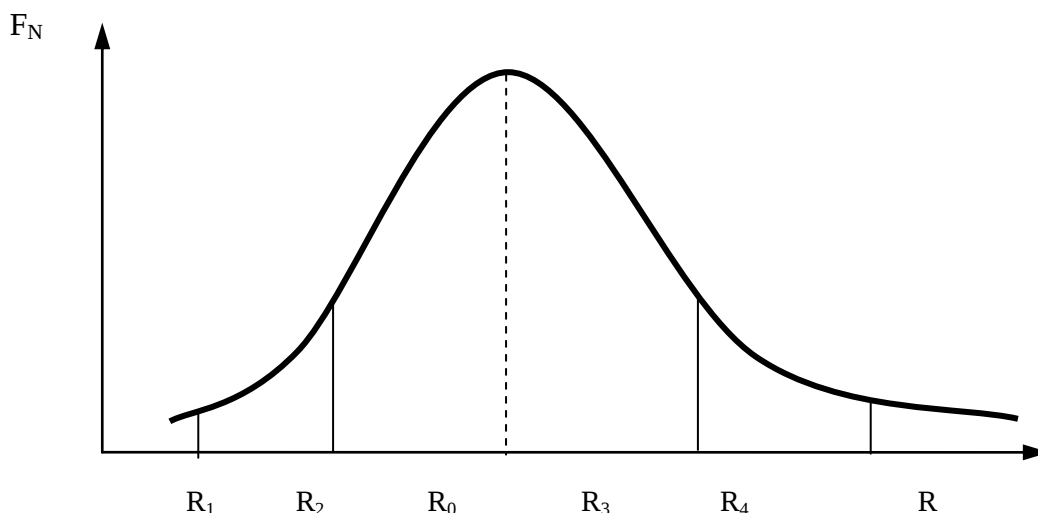


Рис. 2. Теоретична крива розподілу щільності проявів екологічної небезпеки F_n залежно від її величини R ; R_0 – середній для екосистеми рівень небезпеки

На підставі аналізу рис.2 встановлено діапазони функціонування екологічної небезпеки в СЕЗ: фонові безпека ($R < R_1$); безпека незначного рівня ($R_1 - R_2$); прийнятна безпека ($R_2 - R_3$); неприйнятна безпека ($R_3 - R_4$); катастрофічна безпека ($R > R_4$).

Використано такі позначення рівня небезпеки: R_1 – природний фон; R_2 , R_3 , R_4 – відповідно нижні граничні рівні прийнятної, неприйнятної, катастрофічної небезпеки.

Ми акцентуємо увагу на діапазоні неприйнятної небезпеки, так як для нього характерною є суттєво більша кількість випадків проявів небезпеки у порівнянні із діапазоном катастрофічної небезпеки.

Процес деформації стану екологічної безпеки під впливом антропогенних чинників характеризується переходом екосистеми із одного в інший стаціонарний стан. У разі, коли екосистема відповідає вимогам потенційної і може бути описана потенційною функцією $N(X, A)$ від поведінкової змінної X (вразливість) і параметра управління A , маємо [11]:

$$dX/dt = -\partial N(X, A)/\partial X + S^{1/2} \xi(t) = X^\delta + A_1 X + A_2 + S^{1/2} \xi(t), \quad (3)$$

де S – константа, $\xi(t)$ – гаусівська незалежна.

У межах розв'язання окремого завдання створення елементів забезпечення екологічної безпеки в природно-антропогенних водоймах (Q_3) розглядаємо вилучення надлишкової біомаси з подальшою її утилізацією у процесах отримання енергоносіїв (біогазу, біодизельного палива). Процес генерації біогазу описується диференціальним рівнянням Михаеліса – Ментена, рішення якого має вигляд:

$$C = \lambda C_o (1 - e^{-kt}), \quad (4)$$

де C_o – початкова концентрація органічних сполук у біомасі, мг/дм³; λ – швидкість процесу метаногенезу; k – константа накопичення біогазу, с⁻¹; t – час реалізації процесу, с.

За певної концентрації органічних сполук у біомасі швидкість метаболізму врівноважується зі швидкістю надходження, що й визначає максимальний вихід біогазу. Для активізації процесу утворення біогазу доцільна попередня підготовка біомаси [14].

Стан забруднення водної складової СЕЗ, залежно від особливостей біфуркації описується системою рівнянь:

$$\frac{dC}{dt} = a - bD(C) - cf(C, E), \quad \frac{dE}{dt} = -dE + eh(C, E), \quad (5)$$

де C – концентрація забруднювача; E – густина біомаси; a – потужність джерела забруднення; $D(C)$ – функція дисипації, що характеризує природний розпад забруднювача; $h(C, E)$ – функція, що описує вплив забруднення на водну складову СЕЗ; $f(C, E)$ – функція, що описує абсорбцію забруднювача водної складової СЕЗ; b – коефіцієнт природної дисипації. c і e – константи, що більші за 0.

Формалізація параметрів математичної моделі призводить до розв'язання трьох окремих завдань:

- 1) аналізу функціонування екологічної небезпеки за наявності сукупності її складових різного генезису (Q_1);
- 2) поліпшення стану екологічної безпеки в умовах комплексного впливу її джерел (Q_2);
- 3) формування елементів забезпечення екологічної безпеки в природно-антропогенних водоймах (Q_3).

Комбінована умова розв'язання вищенаведених окремих завдань має вигляд:

$$G(X, A, C, E, R) = f_{123}(Q_1, Q_2, Q_3), \quad (6)$$

де $G(X, A, C, E, R)$ – рівень стійкості елементів системи екологічної безпеки, $f_{123}(Q_1, Q_2, Q_3)$ – відображення розв'язання окремих завдань.

Встановлення граничних умов існування математичної моделі проводимо з використанням рівня стійкості системи екологічної безпеки у часовому вимірі $G(X, A, C, E, R, t)$ (використано нормовані значення усіх параметрів). Розглядали такі види стійкості стану СЕЗ:

а) рівновага – ситуація, за якої різноспрямовані антропогенні чинники взаємно гасяться і властивості стану СЕЗ залишаються незмінними:

$$\begin{aligned} & G_1(X, A, C, E, R, t_1) = \text{const}, \\ \text{за умови} & \quad [\Delta X + \Delta A + \Delta C + \Delta E + \Delta R] \rightarrow 0, \\ & \quad t_1 \rightarrow \infty, \end{aligned} \quad (7)$$

б) гомеостаз – стійкий стан рівноваги в СЕЗ:

$$\begin{aligned} & G_{II}(X, A, C, E, R, t_2) = \text{const}, \\ \text{за умови} & \quad \Delta X \rightarrow 0; \Delta A \rightarrow 0; \Delta C \rightarrow 0; \Delta R \rightarrow 0, \end{aligned} \quad (8)$$

$$t_2 \rightarrow \infty$$

в) стаціонарний режим – послідовність станів повторюється циклічно:

$$G_{III} = [(G_I + G_{II}), t_3] = \text{const},$$

$$\text{за умови} \quad t_3 = [t_1' + t_2' + \dots + t_1^k + t_2^k + \dots + t_1^n + t_2^n] \rightarrow \infty, \quad (9)$$

де $k=1-n$ – індекс часових інтервалів.

Забезпечення екологічної надійності СЕЗ відповідає виконанню умов (7) - (9) за наступним часовим сценарієм:

$$\text{var} [G(X, A, C, E, R, t)] \rightarrow G_{II} \quad (10)$$

за умови

$$t \rightarrow \infty$$

З урахуванням (1), (3), (5), (6) та (10) побудована шукана математична модель:

$$dX/dt = - \partial N(X, A)/\partial X + S^{1/2} \xi(t) = X^\delta + A_1 X + A_2 + S^{1/2} \xi(t),$$

$$\frac{dC}{dt} = a - bD(C) - cf(C, E), \quad \frac{dE}{dt} = -dE + eh(C, E), \quad (11)$$

$$R(t) = N \sum_{l=1}^5 \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K P_l P_{ijk} q_{jk} \left[d_1(t) \eta_j^{(1)} + d_2(t) \eta_j^{(2)} \right], \quad G(X, A, C, E, R) = f_{123}(Q_1, Q_2, Q_3).$$

$$\text{var} [G(X, A, C, E, R, t)] \rightarrow G_{II} \quad \text{при} \quad t \rightarrow \infty. \quad (12)$$

Отже, математична модель деформації стану екологічної безпеки під впливом сукупності антропогенних чинників, яка являє собою систему з чотирьох аналітичних залежностей (можливості переходу СЕЗ з одного в інший стаціонарний стан відповідно до характеристики та рівня впливу антропогенних чинників, стан забруднення водної складової СЕЗ залежно від потужності джерела забруднення та особливостей біфуркації, зміни у часі екологічного ризику впливу техногенних землетрусів в СЕЗ, комбіновану умову варіаційного розв'язання окремих завдань щодо якості системи управління екологічними проектами) та граничних умов її існування.

Висновки. Запропоновано механізм моніторингу формування екологічної небезпеки в умовах дії антропогенних чинників. Установлено діапазони функціонування небезпеки в соціально-економічній зоні. Проаналізовано види стійкості стану соціально-економічної зони за умов рівноваги, гомеостазу та стаціонарного режиму.

Побудовано модель деформації стану екологічної безпеки під впливом характерних для певного регіону антропогенних чинників (впливу літосферних процесів техногенного походження, утилізації біологічних забруднень та промислових відходів), яка ґрунтується на розв'язанні трьох окремих завдань.

Подальший напрямок досліджень полягає у практичній реалізації моделі для управління екологічними проектами у конкретній соціально економічній зоні в умовах дії біотичних чинників.

Література

- 1 Гошовський С.В., Рудько Г.І., Преснер Б.М. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів. К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2002. 624 с.
- 2 Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. К.: НІСД, 2001. 312 с.
- 3 Brown Lester R. World on the Edge: How to Prevent Environmental and Economic Collapse. W. Norton & Company, 2011 p. <http://www.earth-policy.org/books/wote> (дата звернення: 26.11.2021).
- 4 Биченок М.М., Трофимчук О.М. Проблеми природно-техногенної безпеки в Україні. Київ : РНБОУ, 2002. 153 с.
- 5 Ригас Т. Є., Харламова О. В., Безденежних Л. А., Шмандій В. М. Моніторинг станів екологічної небезпеки, що формується у техногенному навантаженому комплексі. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2016. Вип. 5(100). ч. 2. С. 83–88.
- 6 Адаменко О., Рудько Г., Ковальчук І. Екологічна геоморфологія. Івано-Франківськ, 2000. 411 с.

7 Аристархова Э.А. Проблема экологической безопасности водной среды в условиях антропогенной эвтрофикации. Технологический аудит и резервы производства. 2013. № 5/4 (13). С. 47-49.

8 Шмандій В.М., Харламова О.В., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищеп А.М., Бахарев В.С. Екологічна безпека. Херсон: Олді-плюс, 2017. 366с

9 Про національну безпеку України: Верховна Рада України; Закон від 21.06.2018 № 2469-VIII <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text> (дата звернення: 29.11.2021).

10 Improving the Method for Producing Adsorbents from Agro-Industrial Wastes / Volodymyr Shmandiy, Olena Kharlamova, Myroslav Malovanyy, Liliya Bezdeneznych, Tetyana Rigas // Chemistry & Chemical Technology. – Lviv : Lviv Politechnic Publishing House, 2020. – Vol 14. - No 1. – P. 102–108.

11 Харламова О. В. Науково-методологічні основи екологічної безпеки соціально-економічної зони в умовах комплексного впливу джерел небезпеки. – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Київ: ДЕАПОУ, 2021. –41.

12 Ригас Т.Є. Вплив проявів екологічної небезпеки на стан здоров'я населення та ослаблення їх наслідків. Науково-техн. журнал «Екологічна безпека та збалансоване природокористування», Ів-Франк:ІФНТУНГ, - 2016.-№2(14). – С.103–108

13 Тихомирова Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. М. : ЮНИТИ, 2003. 350 с.

14 Харламова О.В. Теоретичне обґрунтування можливості реалізації елементів управління екологічною безпекою в природно-антропогенних водоймах. Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування». 2016. Вип. 2/(14). С. 76–80.

***O. Kharlamova, I. Soloshych,
V. Shmandii, T. Ryhas***

Kremenichuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

MANAGEMENT OF ECOLOGICAL PROJECTS UNDER THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS OF DANGER FORMATION

The mechanism of monitoring the formation of ecological danger under the impact of anthropogenic factors is proposed. The scientific works devoted to the ways and methods of decreasing the level of natural-technogenic load on the environment and its separate components are analyzed.

The ranges of ecological danger functioning in the social and economic zone are established: background danger, danger of insignificant level, acceptable danger, unacceptable danger, catastrophic danger.

The types of stability state of the socio-economic zone (SEZ) under the conditions of equilibrium, homeostasis and stationary regime are considered.

The deformation model of the ecological safety state under the influence of physical and other anthropogenic factors is developed. The model is based on the solution of three separate problems: analyzing the functioning of ecological danger in the presence of a set of its components of various genesis; improving the state of ecological safety in terms of the complex impact of its sources; forming the elements of ecological safety in natural and anthropogenic reservoirs. It includes a system of four analytical dependences (describing the possibility of transition of the socio-economic zone from one to another stationary state according to the characteristics and level of anthropogenic factors; characterizing the pollution state of the aquatic component of the ecosystem depending on the pollution source capacity and specifics of bifurcation; describing the changes in time of ecological risk of the physical factors impact; determining the combined condition of variational solution of separate problems concerning the quality of the ecological projects management system) and boundary conditions of its existence.

The findings show that using the deformation model of the ecological safety state under the influence of physical and other anthropogenic factors makes it possible to develop and implement sound solutions for the management of environmental projects.

Key words: ecological safety, ecological projects, physical factors, mathematical model, technogenic earthquakes, danger formation, socio-economic zone, monitoring.

References

- 1 Hoshovskyi, S.V., Rudko, H.I., Presner, B.M. (2002). Ekolohichna bezpeka tekhnopryrodnykh heosystem u zviazku z katastrofichnym rozvytkom heolohichnykh protsesiv. K.: ZAT "NICH LAVA". 624 S.
- 2 Kachynskyi A. B. (2001). Ekolohichna bezpeka Ukrainy: systemnyi analiz perspektiv pokrashchennia [Environmental safety of Ukraine: a systematic analysis of prospects for improval], Kyiv. 312 p.
- 3 Brown, L. R. (2011). World on the Edge: How to Prevent Environmental and Economic Collapse. W. W. Norton & Company – [Elektronnyi resurs] Rezhym dostupu: http://www.gproxx.com/http://www.earth-policy.org/images/uploads/book_files/wotebook.pdf
- 4 Bychenok, M.M., & Trofymchuk, O.M. (2002). Problemy pryrodno-tekhnohennoi bezpeky v Ukraini [Problems of natural and technological safety in Ukraine]. Kyiv: RNBOU, 153 s.
- 5 Ryhas, T.Ye., Kharlamova, O.V., Bezdeniezhnykh, L.A., Shmandii, V. M. (2016). Monitorynh staniv ekolohichnoi nebezpeky, shcho formuietsia u tekhnohennomu navantazhenomu kompleksi. [Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho]. Kremenchuk. Vyp. 5(100). ch. 2. ss. 83–88.
- 6 Adamenko O., Rudko H., Kovalchuk I. Ekolohichna heomorfolohiia. Ivano-Frankivsk, 2000. 411s.
- 7 Aristarkhova E.A. Problema ekologicheskoy bezopasnosti vodnoy sredy v usloviyakh antropogennoy evtrofikatsii. Tekhnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva. 2013. № 5/4 (13). S. 47-49.
- 8 Shmandii V.M., Kharlamova O.V., Klymenko M.O., Holik Yu.S., Pryshchepa A.M., Bakhariev V.S. Ekolohichna bezpeka. Kherson: Oldi-plius, 2017. 366 s
- 9 Pro natsionalnu bezpeku Ukrainy: Verkhovna Rada Ukrainy; Zakon vid 21.06.2018 № 2469-VIII URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text> (data zvernennia: 29.11.2021).
- 10 Improving the Method for Producing Adsorbents from Agro-Industrial Wastes / Volodymyr Shmandiy, Olena Kharlamova, Myroslav Malovanyy, Liliya Bezdeniezhnykh, Tetyana Rigas // Chemistry & Chemical Technology. – Lviv : Lviv Politechnic Publishing House, 2020. – Vol 14. - No 1. – P. 102–108.
- 11 Kharlamova O. V. Naukovo-metodolohichni osnovy ekolohichnoi bezpeky sotsialno-ekonomichnoi zony v umovakh kompleksnoho vplyvu dzherel nebezpeky. – Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupenia doktora tekhnichnykh nauk. Kyiv: DEAPOU, 2021. -41.
- 12 Ryhas T.Ie. Vplyv proiaviv ekolohichnoi nebezpeky na stan zdorovia naseleennia ta oslabbennia yikh naslidkiv. Naukovo-tekhn. zhurnal «Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannia», Iv-Frank:IFNTUNH, - 2016.-№2(14). – S.103–108
- 13 Tikhomirova N.P. Metody analiza i upravleniya ekologo-ekonomicheskimi riskami. M. : YuNITI. 2003. 350 s.
- 14 Kharlamova O.V. Teoretychne obgruntuvannia mozhlyvosti realizatsii elementiv upravlinnia ekolohichnoiu bezpekoiu v pryrodno-antropohennykh vodoimakh. Naukovo-tekhnichniy zhurnal «Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia». 2016. Vyp. 2/(14). S. 76–80.

*Т. В. Кундельська, К. М. Дзудило
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В МЕЖАХ УРБОСИСТЕМИ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

У статті наведені результати замірів рівнів електромагнітного випромінювання промислової частоти в межах урбосистеми м. Івано-Франківська, а саме на території мікрорайону Пасічна, яка включає 8 вулиць: Горбачевського, Федьковича, Вільна, Заводська, Галицька, Хіміків, Тролейбусна, Юліана Целевича. Також були досліджені приміські території – с. Вовчинець, де було пройдено 4 маршрути, включаючи наступні вулиці: Вовчинецька, Вовчинецький пагорб, провулок Підгірний, вул. Мельника, Лісова, Височана, Гайдея, Гайова (дамба), Лугова, Шевченка, Живописна. За допомогою візуального обстеження та публічної кадастрової карти України визначено основні об'єкти електромагнітного випромінювання на досліджуваній території. Автори публікації наводять методику проведення замірів рівнів електромагнітного випромінювання та результати подальшої обробки вимірних показників. На основі представлених результатів побудовано карти та графіки розподілу рівнів електромагнітного випромінювання в межах певної території, згідно яких визначено максимальні значення рівнів напруженості електромагнітного поля. Наведені вітчизняні законодавчі підстави з оцінки впливу електромагнітного випромінювання в межах урбанізованих територій. Визначено, що згідно ЗУ «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» необхідне дотримання державних санітарних норм і правил, які визначають гранично допустимі рівні напруженості електромагнітного поля та санітарно - захисні зони на території міської забудови. Результати замірів напруженості електромагнітного поля промислової частоти порівняні на відповідність дотримання вимог державних санітарних норм і правил.

Ключові слова: урбосистема, електромагнітне випромінювання, напруженість електромагнітного поля, гранично допустимий рівень.

Постановка проблеми. У 1995 році Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я було офіційно впроваджено термін «Глобальне електромагнітне забруднення довкілля». ВООЗ включила проблему електромагнітного забруднення навколишнього середовища в перелік пріоритетних проблем людства [1]. Тому в сучасних умовах міської забудови та сталого розвитку технологій все гостріше ставиться питання про вплив електромагнітного випромінювання на біологічні об'єкти. Оскільки кількість джерел електромагнітного випромінювання в межах урбанізованих територій постійно збільшується, то виникає ризик для здоров'я людини. Доказом такого впливу є серія епідеміологічних досліджень, у яких показано зростання ризиків виникнення онкологічних, серцево-судинних та нейродегенеративних захворювань, пошкодження репродуктивної системи, порушення процесів імунотенезу у людини. В основному, біологічна дія електромагнітного поля проявляється на клітинному рівні. Тому згідно ЗУ «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» необхідне дотримання державних санітарних норм і правил, які визначають гранично допустимі рівні напруженості електромагнітного поля та дотримання санітарно-захисних зон від джерел випромінювання на території міської забудови [2].

Сьогодні на території м. Івано-Франківська наявний високий показник антропогенного навантаження на довкілля, а виробничо-господарська діяльність на території міста зумовлює негативний вплив на стан довкілля та умови життєдіяльності населення. Тому, з метою захисту здоров'я населення від впливу електромагнітного випромінювання, актуальним є дослідження рівнів напруженості електромагнітного поля промислової частоти та їх розподіл в межах певної території.

У 2020 році Постановою Кабінету Міністрів України № 3650 «Про утворення та ліквідацію районів» змінюється територіальний устрій країни, зокрема, стосовно Івано-Франківської області, тепер в адміністративному відношенні буде функціонувати 6 районів: Верховинський, Івано-Франківський, Калуський, Коломийський, Косівський та Надвірнянський [3]. Підставою до змін послужило розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.06.2020 року №714-р "Про

визначення адміністративних центрів та затвердження територій територіальних громад Івано-Франківської області" згідно якого до складу Івано-Франківської територіальної громади увійшли 19 населених пунктів, включаючи і с. Вовчинець [4]. Важливо було дослідити розподіл рівнів електромагнітного випромінювання як на території м. Івано-Франківська на прикладі мікрорайону Пасічна, так і на приміських територіях на прикладі с. Вовчинець. Усі дослідження були здійсненні в рамках міжнародного проекту HUSKROUA/1702/6.1/0022 "Regional Center for Training and Monitoring of the Environmental impact of Electrical installations CRIMIGE"[5], в межах якого було закуплено дороговартісне обладнання, зокрема 3D низькочастотний аналізатор з реєстратором даних NFA-400. Результати дослідження реалізовано у кваліфікаційних комплексних бакалаврських роботах зі спеціальності 183 - Технології захисту навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На законодавчому рівні в Україні оцінка електромагнітного випромінювання та його вплив в межах урбосистеми регулюється в:

- Законі України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-XII [6];
- Методиці розрахунку розподілів рівнів електромагнітного поля, затвердженій наказом МОЗ України від 29.11.2013 № 1040 [7];
- Державних санітарних нормах і правилах захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань, затверджених наказом МОЗ України від 01.08.1996 № 239 [8];
- Державних санітарних нормах та правилах при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджених наказом МОЗ України від 18.02.2012 № 476 [9];
- Державних санітарних правилах планування забудови населених пунктів, затверджених наказом МОЗ України від 19.06.1996 № 173 [10].

Вищезгадані Державні санітарні норми та правила приймалися з метою забезпечення реалізації положень Закону України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" [2].

Вивченню ЕМП Івано-Франківська присвячені роботи Є. Д. Кузьменко, О. В. Подолян, котрі створили карту аномалій магнітного поля території м. Івано-Франківська [11]. Широкосмугові вимірювання напруженості електромагнітного поля виконувались у діапазоні частот 50 Гц, 66 кГц - 300 МГц. Апаратура, що використовувалася - вимірювальний прилад напруженості ближнього поля НФМ-1 (Кузьменко, Подолян, 1993). Спостереження проводилися в окремих точках. Для промислової частоти 50 Гц точки вимірювання були розташовані під найпотужнішими джерелами поля - високовольтними лініями електропередач. У межах Івано-Франківська такі лінії проходять в районах ВО «Карпатпресмаш» (330 кВ) та вулиць Набережної ім. В. Стефаника, О. Довженка й С. Петлюри (110 кВ). Вимірювання електричних складових напруженості поля під лініями дали значення до 0,65 кВ/м - для 330 кВт, а під ЛЕП-110 прилад не реагував [11].

Оцінку електромагнітного забруднення високочастотного діапазону викладено в праці Кундельської Т.В [12]. В її роботі були проведені натурні спостереження та ізотропні вимірювання складових ЕМП: напруженості електричного поля (Е), В/м; напруженості магнітного поля (Н), мА/м; поверхневої густини потоку енергії (W), мкВт/см². Автором встановлено, що на території м. Івано-Франківська знаходиться 120 базових станцій стільникового зв'язку, які разом з п'ятьма антенами телерадіомовлення є потужними джерелами електромагнітного випромінювання високочастотного діапазону. Загалом було проведено дослідження у 210 точках спостереження. За результатами замірів поширення ЕМП були створені бази даних та побудовані схематичні зображення контрольних точок [12].

Дослідженням електромагнітного поля радіочастотного діапазону в м. Івано-Франківську займався Мердх І.І [13]. В результаті аналізу техногенного навантаження на урбоєкосистему м. Івано-Франківськ, спричиненого ЕМП радіочастотного діапазону, визначено перевищення гранично допустимого рівня напруженості електричної та магнітної складових, а також густини потоку енергії електромагнітного поля в розрізі їх максимальних та середніх значень у 122 точках тест-полігону урбанізованої території м. Івано-Франківська. Створено екологічні карти впливу параметрів електромагнітного поля на урбоєкосистему міста [13].

В межах проекту «Регіональний центр навчання та моніторингу впливу електроустановок на навколишнє середовище» та на території м. Івано-Франківська були проведені дослідження рівнів електромагнітного випромінювання промислової частоти в центральній частині міста, що викладено в публікації [14]. В даній роботі досліджено територію рекреаційної зони «Німецьке озеро». В процесі аналізу даних виявлено ділянку підвищеного рівня ЕМП відносно фонових

показників. Поблизу даної ділянки проходить лінія електропередачі напругою 35 кВ, що є джерелом ЕМП промислової частоти. На території рекреаційної зони “Німецьке озеро” перевищення рівня ГДР – не встановлено [14].

Постановка завдання. Метою роботи є оцінка рівнів електромагнітного поля промислової частоти в межах мікрорайону Пасічна м. Івано-Франківська та приміської території с. Вовчинець шляхом дослідження рівнів напруженості електромагнітного поля. Дані дослідження здійснюються з метою реалізації міжнародного проекту HUSKROUA/1702/6.1/0022 “Regional Center for Training and Monitoring of the Environmental impact of Electrical installations CRIMIGE”.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати вітчизняні законодавчо – нормативні вимоги щодо оцінки впливу електромагнітного випромінювання.
2. Провести польові вимірювання розподілу рівнів напруженості електромагнітного поля промислової частоти в межах мікрорайону Пасічна та с. Вовчинець.
3. Проаналізувати результати отриманих даних на досліджуваних територіях.
4. Створити картографічні моделі поширення електромагнітного випромінювання в межах мікрорайону Пасічна та с. Вовчинець.

Виклад основного матеріалу. Основна мета проекту в межах якого були проведені дослідження - реалізувати спільну екологічну освіту та інформаційну кампанію щодо впливу електроенергії на навколишнє середовище на основі обстежень та обміну досвідом та практикою[5].

Одним із проектних рішень було участь студентів у дослідженнях. Тому в межах проекту попередньо були виконані комплексні бакалаврські роботи з оцінки впливу на довкілля електромагнітного випромінювання в межах урбосистеми Івано-Франківської МТГ.

Дослідження рівнів напруженості електромагнітного випромінювання проводилось на території мікрорайону Пасічна, включаючи такі вулиці: Горбачевського, Федьковича, Вільна, Заводська, Галицька, Хіміків, Тролейбусна, Юліана Целевича. Також була досліджена територія моста на Пасічній та вздовж р. Бистриці Солотвинської (рис.1). Важливим етапом було проаналізувати розподіл рівнів ЕМП на приміській території с. Вовчинець, де було пройдено 4 маршрути в такому порядку: вулиця Вовчинецька, Вовчинецький пагорб, провулок Підгірний, вулиця Мельника, Лісова, Височана, Гайдея, Гайова (дамба), Лугова, Шевченка, Живописна (рис. 2).

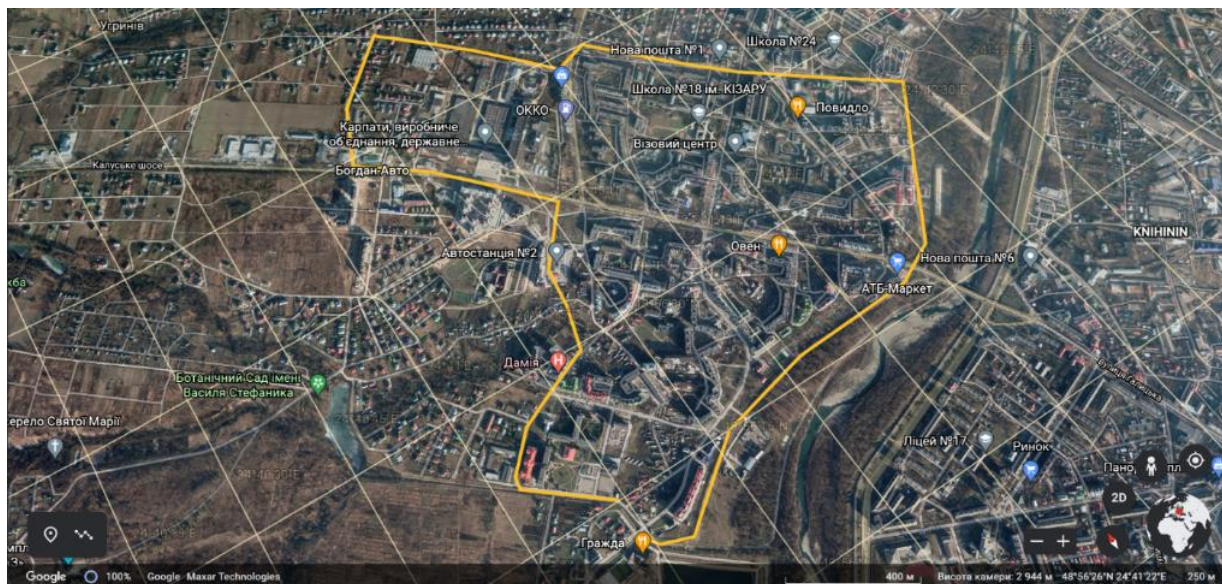


Рис.1. Межі досліджуваної території – мікрорайон Пасічна

Дослідження рівнів напруженості електромагнітного поля промислової частоти проводились за допомогою 3D низькочастотного аналізатора з реєстратором даних NFA-400. Обробка результатів вимірювань проводилась за допомогою програмного забезпечення NFA-soft (рис. 3).

Частотний діапазон приладу становить від 5 Гц до 400 кГц [15]. Оскільки прилад європейського зразка, він вимірює густину магнітного потоку в наноТеслах (нТ) і діапазон виміру

густини магнітного потоку становить 1-19999 нТ, напруженості електричного поля 0,1-1999 В/м [15].

Перевагою приладу є наявність програмного забезпечення для обробки результатів вимірювань NFA soft. З його допомогою процес обробки вимірних показників, проводиться в режимі реального часу так як прилад на початку роботи синхронізується з показами часу комп'ютера. Далі за допомогою програмного забезпечення NFAsoft-win-rev-172_int[©] і GoogleEarth[©] можна побудувати графіки та карти розподілу рівнів напруженості електромагнітного поля на певній території.

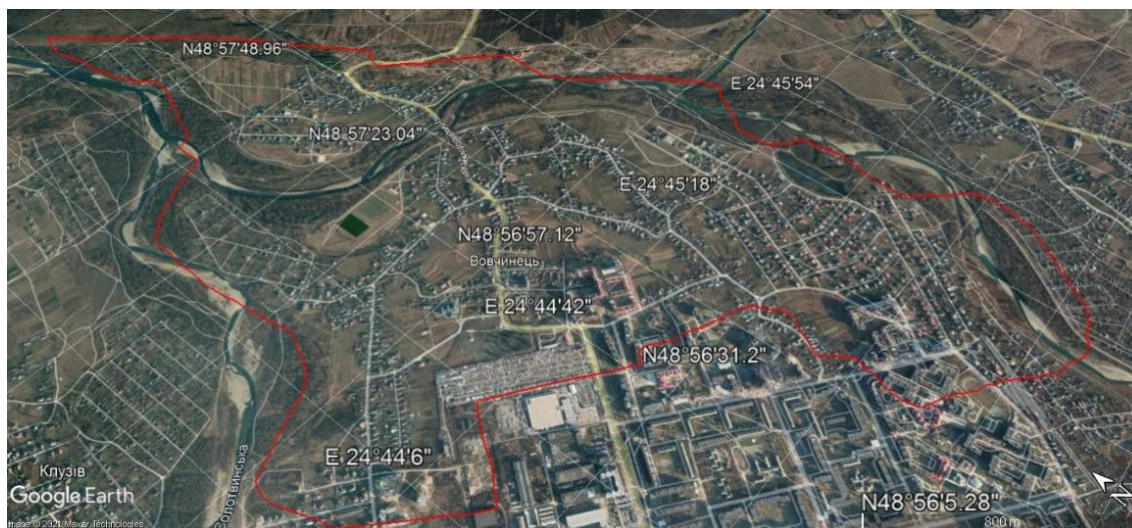


Рис. 2. Межі досліджуваної території – село Вовчинець



Рис. 3. 3D низькочастотний аналізатор з реєстратором даних NFA – 400

Для створення картографічної бази даних поширення електромагнітного поля потрібна синхронізація приладу з програмою GPS-трекер, яка попередньо завантажується на смартфон. Наступним етапом дослідження рівнів ЕМП промислової частоти є проведення маршрутних замірів, які паралельно записуються у фоновому режимі в програмі GPS-трекер у вигляді певного треку.

Комп'ютерна обробка вимірних показників проводилась за допомогою програмного забезпечення NFAsoft-win-rev-172_int[©], де відкривши файл під назвою «LOG00000», можна побачити рівні електромагнітного випромінювання, що поділені за частотами і складовими (електрична – All CH4 і магнітна – решта). Для побудови маршрутної карти в програмі GoogleEarth[©], необхідно було змінити формат файлу в KML після чого отримали карту розподілу рівнів електромагнітного випромінювання вздовж маршруту вимірювання.

Оскільки в результаті вимірювання були здійснені маршрути як на території мікрорайону Пасічна, так і на території с. Вовчинець, то можна надати приклад побудови графіку рівнів

напруженості ЕМП в межах мікрорайону Пасічна, який був побудований в програмі NFA – soft (рис. 4) та приклад побудови карти розподілу рівнів напруженості ЕМП на території мікрорайону Пасічна, зробленої за допомогою програми Google Earth[®] (рис. 5).

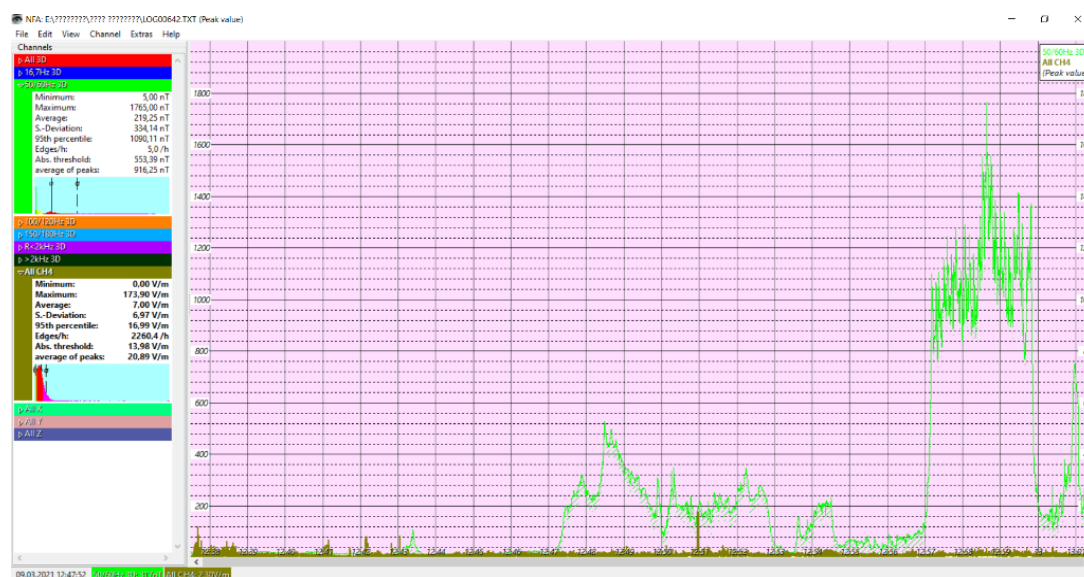


Рис. 4. Рівні електромагнітного випромінювання промислової частоти на території мікрорайону Пасічна: вул. Вільна, вул. Заводська, вул. Галицька, вул. Хіміків, побудовані за допомогою програми NFAsoft-win-rev-172_int[®]

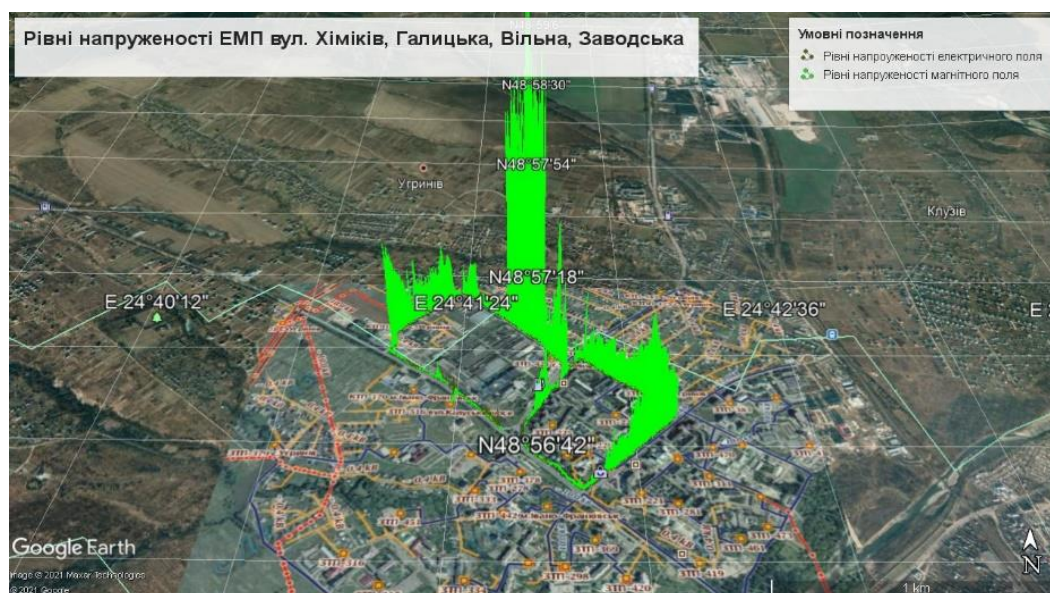
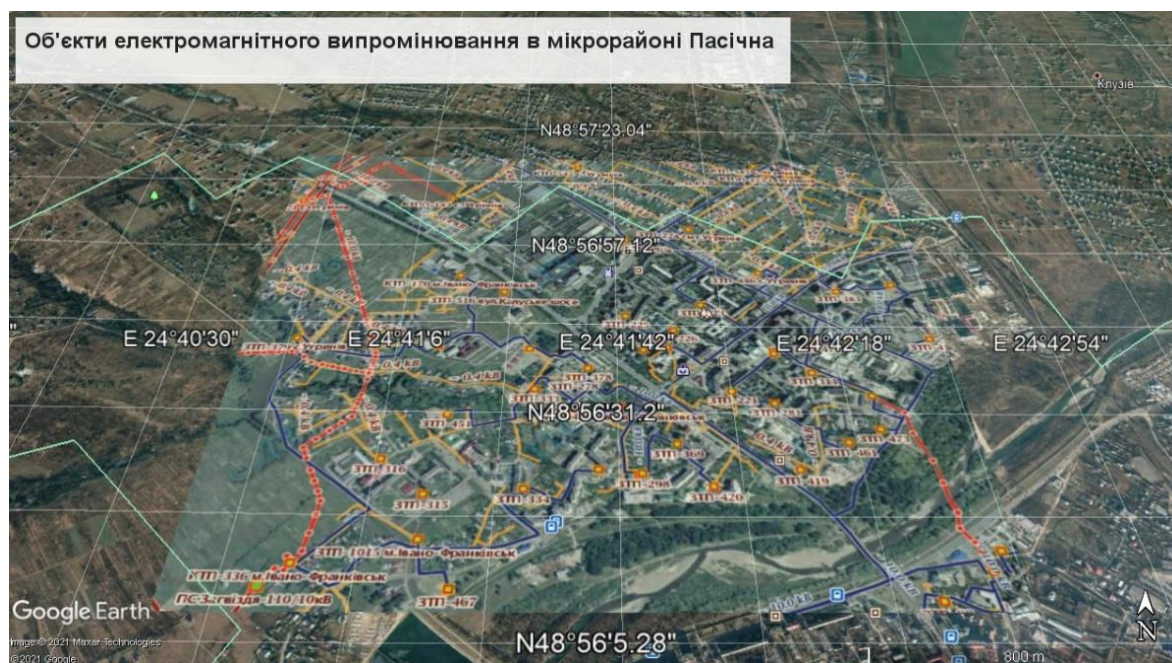


Рис. 5. Рівні напруженості електромагнітного поля промислової частоти на території мікрорайону Пасічна: вул. Вільна, вул. Заводська, вул. Галицька, вул. Хіміків

В результаті дослідження даних територій були виділені джерела електромагнітного випромінювання за допомогою візуального обстеження та публічної кадастрової карти України, об'єкти Обленерго. В мікрорайоні Пасічна це повітряні лінії електропередач з напругою 0,4 кВ та охоронною зоною по обидві сторони лінії від крайніх проводів 2 м; кабельні лінії з напругою 10 кВ та охоронною зоною 2 м; кабельні лінії з напругою 100 кВ та охоронною зоною 2 м (рис. 6). На території с. Вовчинець визначені такі імовірні джерела впливу від діяльності АТ «Прикарпаттяобленерго» як: високовольтні лінії електропередач від 0.4 до 10.0 кВт, комплектні трансформаторні підстанції КТП-178; КТП-708; КТП-553, КТП-104, (також, поблизу села знаходиться комплектна трансформаторна підстанція міського типу ГКТП-484); та інші джерела випромінювання (рис. 7).

Після вивчення джерел електромагнітного випромінювання на території мікрорайону Пасічна та с. Вовчинець були проведені заміри рівнів напруженості ЕМП промислової частоти за

вище наведеною методикою. На основі виміряних показників побудовані картографічні моделі та графіки розподілу електромагнітного поля вздовж маршруту дослідження та візуалізовано отримані значення, як для електричної, так і для магнітної складових ЕМП (рис. 8, 9).



Умовні позначення:

- - кабельні лінії електропередач напругою 10 кВ
- - повітряні лінії електропередач напругою 0,4 кВ

Рис. 6. Об'єкти електромагнітного випромінювання на території мікрорайону Пасічна



Рис. 7. Джерела електромагнітного впливу в с. Вовчинець (АТ «Прикарпаттяобленерго»)

На території мікрорайону Пасічна, а саме Автостанція №2, вул. Горбачевського і вул. Федьковича, найбільші рівні напруженості електромагнітного випромінювання були зафіксовані біля Обласної клінічної лікарні Івано-Франківська – максимальний рівень напруженості електричного поля складає 164 В/м, максимальний рівень напруженості магнітного поля – 1819,30 нТл. На досліджуваних вулицях – Вільна, Заводська, Галицька, Хіміків найбільші рівні електромагнітного випромінювання спостерігалися біля ДП ВО «Карпати» і складають:

максимальний рівень напруженості електричного поля – 173,90 В/м, максимальний рівень напруженості магнітного поля – 1765,00 нТл. Наступна територія дослідження була обмежена вулицями Тролейбусна, вул. Хіміків, вул. Юліана Целевича. На вул. Хіміків зафіксовано такі максимальні показники напруженості електричного поля - 176,20 В/м, магнітного поля - 383,7 нТл. Також високий максимальний показник напруженості електричного поля зафіксовано на вул. Хіміків в районі житлового комплексу Комфорт парк, який складає 167, 00 В/м. На вул. Галицькій, а саме на території моста на Пасічній зафіксовано максимальний показник напруженості електричного поля – 172,20 В/м.

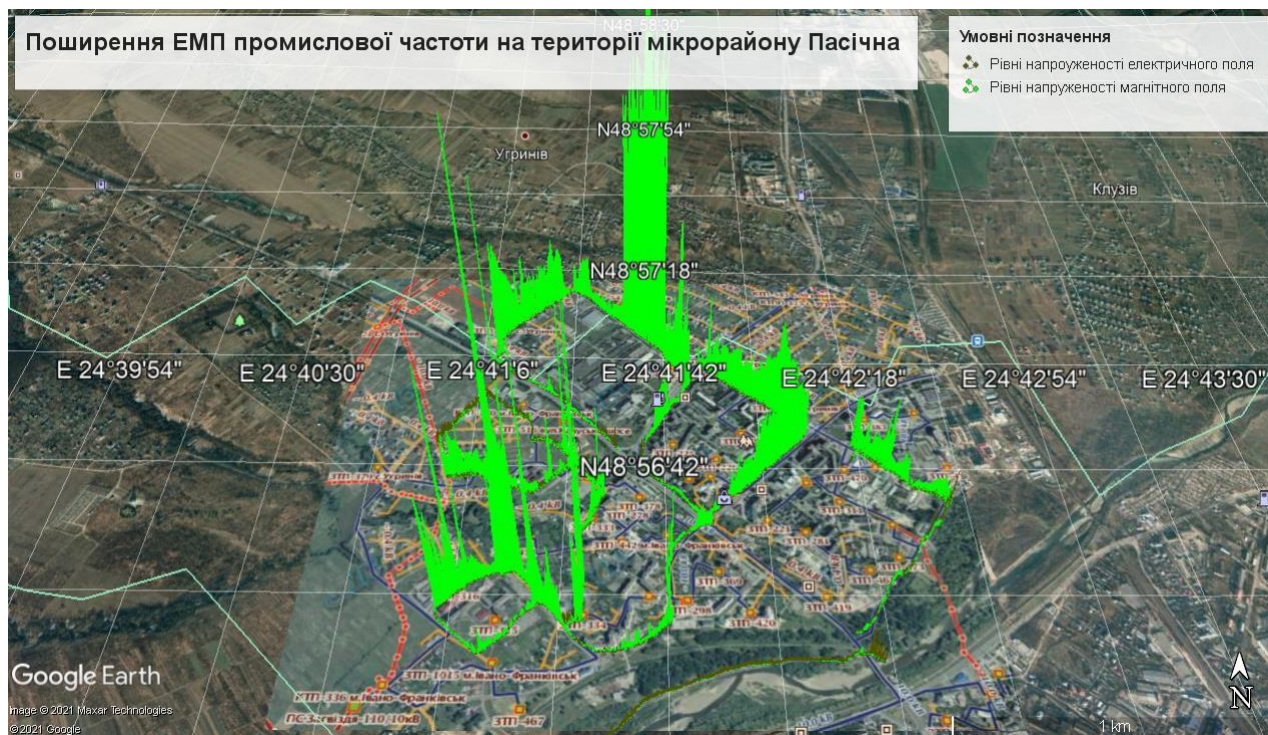


Рис. 8. Узагальнена карта поширення електромагнітного поля промислової частоти на території мікрорайону Пасічна

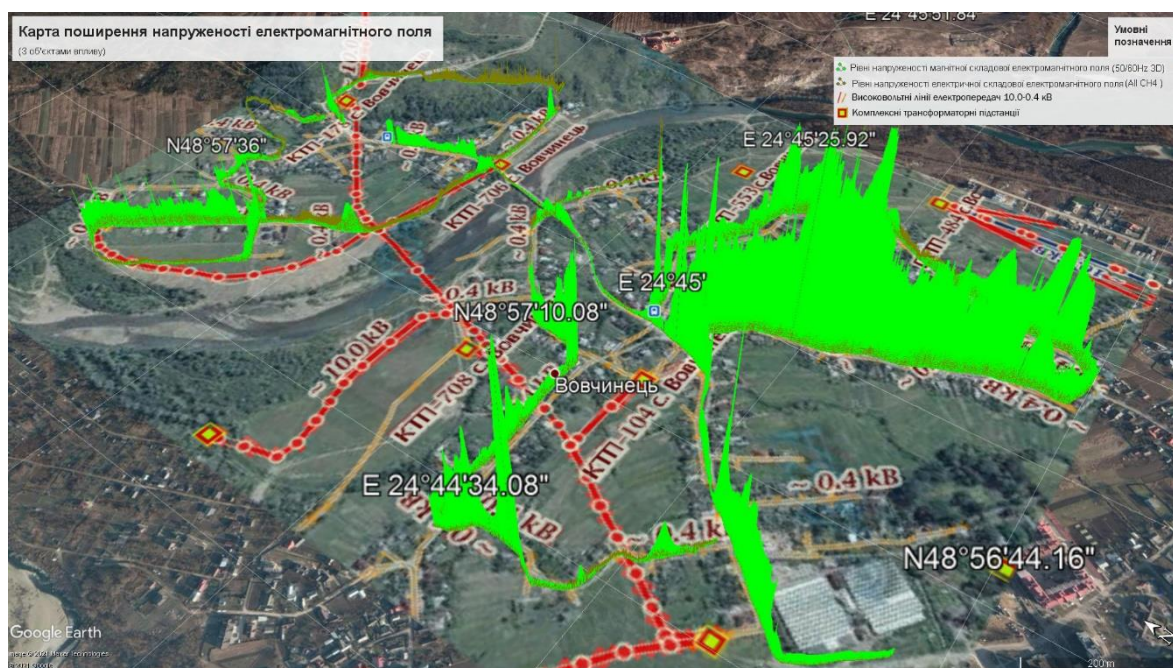


Рис. 9. Узагальнена карта поширення електромагнітного поля промислової частоти на території с. Вовчинець

Оскільки усі дослідження проводились на території мікрорайону Пасічна, в межах житлової забудови, то отримані показники були порівняні з ГДР напруженості електричного поля, які подані в ДСанПіН №239 [8]. Відповідно до даних санітарних норм ГДР напруженості електричного поля на території житлової забудови становить 1 кВ/м. Усі вищенаведені максимальні показники напруженості електричного поля в мікрорайоні Пасічна, знаходяться в межах ГДР.

Щодо території с. Вовчинець, то виходячи з Державних санітарних норм і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань більшість території с. Вовчинець нормується ГДР по електричному полю як місцевість, яка знаходиться поза зоною житлової забудови (в межах селищної межі), а також на території городів і садів – 5 кВ/м. На маршруті 1 «Вовчинецькі гори (пагорб)» та 2 територію класифікуємо як ненаселена місцевість (незабудована територія, яку відвідують люди, доступна для транспорту, та сільськогосподарські угіддя) показник ГДР становить 15 кВ/м. Для маршруту вул. Височана, вул. Гайдея – на території зони житлової забудови – 1 кВ/м. На всіх маршрутах заміру перевищень ГДР не виявлено [16].

Висновки. В процесі виконання досліджень був здійснений огляд нормативних вимог щодо регулювання електромагнітного випромінювання на законодавчому рівні для України. На основі даного огляду були порівняні максимальні виміряні показники рівнів напруженості електричного поля, а також підтверджено актуальність досліджуваної проблеми.

В рамках міжнародного проекту HUSKROUA/1702/6.1/0022 “Regional Center for Training and Monitoring of the Environmental impact of Electrical installations CRIMIGE” здійснено дослідження, які проводились на території мікрорайону Пасічна, що включає 8 вулиць та на території с. Вовчинець, де було здійснено 4 маршрутних заміри. Перед проведенням замірів визначено основні об’єкти електромагнітного випромінювання промислової частоти на досліджуваних територіях. До них належать: високовольтні лінії електропередач від 0.4 до 10.0 кВт, комплектні трансформаторна підстанції, кабельні лінії з напругою 10 кВ та 100 кВ. За допомогою програмного забезпечення NFAsoft-win-rev-172_int[©] приладу NFA-400, яким проводились дослідження, побудовано графіки розподілу рівнів напруженості ЕМП промислової частоти згідно треків, які були здійснені в ході маршрутних замірів, а за допомогою GoogleEarth[©] побудовано картографічні моделі розподілу електромагнітного поля вздовж маршруту дослідження. Усі виміряні показники рівнів напруженості ЕМП порівняно з ГДР, які встановлені ДСанПіН №239.

Література

- 1 Оцінка стану зарубіжного та вітчизняного нормативно-правового забезпечення щодо обмеження впливу електромагнітного випромінювання та акустичних шумів об’єктів електроенергетики на здоров’я людини та навколишнє середовище/ Міністерство енергетики та вугільної промисловості України НЕК «Укренерго» Науково-технічний центр електроенергетики. Київ, 2012. 42ст. -URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/2.-EMP.pdf>
- 2 Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>
- 3 Постанова Кабінету Міністрів України № 3650 «Про утворення та ліквідацію районів» - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-20#Text>
- 4 Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.06.2020 року №714-р "Про визначення адміністративних центрів та затвердження територій територіальних громад Івано-Франківської області" – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/714-2020-%D1%80#Text>
- 5 Проект «Регіональний центр навчання та моніторингу впливу електроустановок на навколишнє середовище» - URL: <https://crimige.cunbm.utcluj.ro/uk/%D0%BF%D1%80%D0%BE/>
- 6 Закон України «Про охорону атмосферного повітря». - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>
- 7 Методика розрахунку розподілів рівнів електромагнітного поля, затверджена наказом МОЗ України від 29.11.2013 № 1040. -URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2130-13#Text>
- 8 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань, затверджені наказом МОЗ України від 01.08.1996 №239. - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96#Text>
- 9 Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджена наказом МОЗ України від 18.02.2012 № 476. -URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03#Text>

10 Державні санітарні правила планування забудови населених пунктів, затверджена наказом МОЗ України від 19.06.1996 № 173. -URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>

11 Адаменко О. М., Крижаніський Є. І, Нейко Є. М. та ін. Екологія міста Івано-Франківська / О. М. Адаменко, Є. І. Крижаніський, Є. М. Нейко та ін. – Івано-Франківськ : Сіверсія МВ, 2004. – 200 с.

12 Кундельська Т.В. Оцінка та прогнозування потенційного екологічного ризику від фізичних факторів впливу в урбосистемі (на прикладі м. Івано - Франківська): автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01. Івано–Франківськ, 2021. 27 с.

13 Мердх І.І. Управління соціальною складовою екологічної безпеки міських агломерацій в умовах електромагнітного випромінювання (на прикладі м. Івано-Франківська) : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01. Івано–Франківськ, 2017. 24 с.

14 Кундельська Т.В., Чупа В.М. Дослідження складових електромагнітного поля промислової частоти в рекреаційних зонах урбосистеми м. Івано – Франківська. Екологія, неоекологія, охорона навколишнього та збалансованого природокористування: матеріали VIII міжнародної наукової конференції молодих вчених. (м. Харків, 26-27 листопада, 2020 р.). Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, с. 157 -159.

15 3D низькочастотний аналізатор з реєстратором даних NFA-400.URL: <https://simvolt.ua/3d-nizkochastotniy-analizator-z-restratorom-danih-nfa-400.html/>

16 Бугра М.П., Кундельська Т.В., Дослідження складових електромагнітного випромінювання в межах урбосистеми Івано - Франківської МТГ на прикладі с. Вовчинець. Наукові праці VIII міжнародного з'їзду екологів (м. Вінниця, 22-24 вересня, 2021 рік), Вінниця, ВНТУ, с.15-18.

*T. Kundelska, K. Dzudzylo
Ivano-Frankivsk National Technical
University of Oil and Gas*

RESEARCH OF ELECTROMAGNETIC FIELD WITHIN THE URBAN SYSTEM OF IVANO-FRANKIVSK

The article presents the measurements results of the electromagnetic radiation levels of industrial frequency within the urban system of Ivano-Frankivsk, namely in Pasichna district, which includes 8 of Ukraine, the main objects of electromagnetic radiation in the studied area were identified. The streets: Horbachevskoho, Fedkovycha, Vilna, Zavodska, Halytska, Khimikiv, Trolleibusna, Yulian Tselevych. Suburban areas were also studied – Vovchynets village, where 4 routes were passed, including Vovchynetsky hill, Pidhirnyi lane, and the following streets: Vovchynetska, Melnyk, Lisova, Vysochana, Haideia, Haiova (dam), Luhova, Shevchenko, Zhyvopysna. With the help of visual inspection and public cadastral map authors present the method of measuring the levels of electromagnetic radiation and the results of further processing of the measured indicators. Based on the presented results, the maps and graphs of the distribution of electromagnetic radiation levels within a certain area are developed, according to which the maximum values of electromagnetic field strength levels are determined. Domestic legal bases for assessing the impact of electromagnetic radiation within urban areas are provided. It is determined that according to the Law "On Ensuring Sanitary and Epidemic Welfare of the Population" it is necessary to comply with state sanitary norms and rules that determine the maximum allowable levels of electromagnetic field strength and sanitary protection zones in urban development. The measurements results of the electromagnetic field strength of industrial frequency are compared based on the compliance with the requirements of state sanitary norms and regulations.

Key words: urban system, electromagnetic radiation, electromagnetic field strength, maximum permissible level.

References

1 Otsinka stanu zarubizhnoho ta vitchyznianoho normatyvno-pravovoho zabezpechennia shchodo obmezhenia vplyvu elektromahnitnoho vyprominiuvannia ta akustychnykh shumiv ob'ektiv elektroenerhetyky na zdorovia liudyny ta navkolyshnie seredovyshe/ Ministerstvo enerhetyky ta vuhilnoi promyslovosti Ukrainy NEK «Ukrenerho» Naukovo-tekhnichnyi tsentr elektroenerhetyky. Kyiv, 2012. 42st. -URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/2.-EMP.pdf>

- 2 Закон України «Pro zabezpechennia sanitarnoho ta epidemichnoho blahopoluchchia naselennia». - URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>
- 3 Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy № 3650 «Pro utvorennia ta likvidatsiiu raioniv» - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/807-20#Text>
- 4 Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 12.06.2020 roku №714-r "Pro vyznachennia administratyvnykh tseentriv ta zatverdzhennia terytorii terytorialnykh hromad Ivano-Frankivskoi oblasti" – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/714-2020-%D1%80#Text>
- 5 Proekt «Rehionalnyi tsentr navchannia ta monitorynhu vplyvu elektroustanovok na navkolyshnie seredovyshe» - URL: <https://crimige.cunbm.utcluj.ro/uk/%D0%BF%D1%80%D0%BE/>
- 6 Закон України «Pro okhoronu atmosfernoho povitria». - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>
- 7 Metodyka rozrakhunku rozpodiliv rivniv elektromahnitnoho polia, zatverdzhena nakazom MOZ Ukrainy vid 29.11.2013 № 1040.-URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2130-13#Text>
- 8 Derzhavni sanitarni normy i pravyla zakhystu naselennia vid vplyvu elektromahnitnykh vyprominiuvan, zatverdzeni nakazom MOZ Ukrainy vid 01.08.1996 №239. - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96#Text>
- 9 Derzhavni sanitarni normy ta pravyla pry roboti z dzherelamy elektromahnitnykh poliv, zatverdzhena nakazom MOZ Ukrainy vid 18.02.2012 № 476. -URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03#Text>
- 10 Derzhavni sanitarni pravyla planuvannia zabudovy naselenykh punktiv, zatverdzhena nakazom MOZ Ukrainy vid 19.06.1996 № 173. -URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
- 11 Adamenko O. M., Kryzhaniskyi Ye. I, Neiko Ye. M. ta in. Ekolohiia mista Ivano-Frankivska / O. M. Adamenko, Ye. I. Kryzhaniskyi, Ye. M. Neiko ta in. – Ivano-Frankivsk : Siversiia MV, 2004. – 200 s.
- 12 Kundelska T.V. Otsinka ta prohnozuvannia potentsiinoho ekolohichnoho ryzyku vid fizychnykh faktoriv vplyvu v urbosystemi (na prykladi m. Ivano - Frankivska): avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stup. kand. tekhn. nauk: 21.06.01. Ivano–Frankivsk, 2021. 27 s.
- 13 Merdukh I.I. Upravlinnia sotsialnoiu skladovoiu ekolohichnoi bezpeky miskykh ahlomeratsii v umovakh elektromahnitnoho vyprominiuvannia (na prykladi m. Ivano-Frankivska) : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stup. kand. tekhn. nauk: 21.06.01. Ivano–Frankivsk, 2017. 24 s.
- 14 Kundelska T.V., Chupa V.M. Doslidzhennia skladovykh elektromahnitnoho polia promyslovoi chastoty v rekreatsiinykh zonakh urbosystemy m. Ivano – Frankivska. Ekolohiia, neoekolohiia, okhorona navkolyshnoho ta zbalansovanoho pryrodokorystuvannia: materialy VIII mizhnarodnoi naukovoï konferentsii molodykh vchenykh. (m. Kharkiv, 26-27 lystopada, 2020 r.). Kharkivskiy natsionalnyi universytet im. V.N. Karazina, s. 157 -159.
- 15 3D nyzkochastotnyi analizator z reiestratorom danykh NFA-400.URL: <https://simvolt.ua/3d-nizkochastotnyi-analizator-z-reiestratorom-danih-nfa-400.html/>
- 16 Buhra M.P., Kundelska T.V., Doslidzhennia skladovykh elektromahnitnoho vyprominiuvannia v mezhakh urbosystemy Ivano - Frankivskoi MTH na prykladi s. Vovchynets. Naukovi pratsi VIII mizhnarodnoho zizdu ekolohiv (m. Vinnytsia, 22-24 veresnia, 2021 rik), Vinnytsia, VNTU, s.15-18.

**O. Adamenko¹, R. Mykhailiuk²,
K. Radlovska¹, M. Mosiuk¹**

¹*Ivano-Frankivsk National Technical
University of Oil and Gas,*

²*Dniester Basin Water Resources Management*

QUATERNARY DEPOSITS AND ECOLOGICAL MONITORING OF THE ICE AGE PARK IN CARPATHIAN REGION, UKRAINE

An international geopark "The Park of Ice Age" located near Starunia village in Bohorodchany district of Ivano-Frankivsk region is world-famous for being a paleontological site of Pleistocene fauna of the woolly rhinoceroses and mammoth (the Eemian interglacial period – 46000-10000 years ago according to radiocarbon dating C14) and for its mud volcano which is unique in the Carpathian region. This is a geological nature monument with an area of 60 hectares where abandoned ozokerite mine and oil and gas exploratory boreholes are situated. The detailed investigations carried out in 2004-2009 by Ukrainian-Polish expeditions were focused on discovering the possible new sites of fauna fossils and human remains of European early modern humans (EEMH). The future discoveries at the paleontological site of Starunia are extremely important. They intend to carry out ecological assessment of soil, surface and spring waters, atmospheric air, snow, ashes of meadow grasses, radiological screening, and geo-radar sensing to find new locations of extinct mammals. The Starunia area meets all the requirements of a geopark according to UNESCO standards and concepts. The first research findings (1907) included the remains of woolly rhinoceros, mammoth, horse, roe deer and other Pleistocene mammals which were found in the ozokerite mine at the depth of 12 m near Starunia (Bohorodchany district, Ivano-Frankivsk region). In 1914 the scientists from Lviv (Ukraine) and Krakow (Poland) fully appreciated these discoveries and published a set of articles and a monograph. In 1929 the members of the expedition of Skill Academy (Krakow, Poland) found the remains of three more woolly rhinoceroses in the ozokerite mine at the depth of 17 m. Numerous bones of vertebrates (rodents), remains of mussels, a lot of species of insects, beetles, parasitic worms, fleas, butterflies, spiders, snails, vascular plants, mosses, seeds and branches of dwarf birch (*Betula Nana*), alder (*Alnus glutinosa*), and other fossil of tundra flora were also discovered. Polish scientists organized detailed investigations of flora and fauna around Starunia, their results were published in the articles, but World War II suspended this process. The investigations around Starunia intensified the comprehensive study of stratigraphy, paleontology, paleogeography, geochronology and other aspects of the Quaternary Period. In 1932 the International Geological Congress (the International Union of Quaternary Study) was established in Leningrad by INQUA. The main methodological principles of this study dealt with the investigations around Starunia.

Key words: Starunia, ozokerite, Pleistocene, Carpathian region, Quaternary period.

Introduction. Near the village of Starunia, on a small conservation area of 60 hectares, fields of oil, ozokerite (earth wax), salts and the world-famous paleontological location of fossil rhinoceros fossil fauna, mammoths, and other animals that lived for about four thousand years were collected together (glacial) period. The scientific uniqueness of these findings is that in the ozokerite layers of the salt carcasses (and not just the skeletons) of the giant fossil found, they embalmed and retained their integrity along with soft tissues.

The carried out investigations according to the analysis of biological material provided a detailed description of flora and fauna, and of climate conditions of the researched period (Bayger, 1914). In addition, in the 70s of the last century as a consequence of the earthquake in the Carpathian Mountains (Vrancea seismic zone, Romania) the only active Carpathian mud volcano eventuated at the Starunia ozokerite deposit and at the site of paleontological discoveries. Scientist noticed the causal connection between volcano eruptions and earthquake risk on the nearby Carpathian territory. The unique feature of this mud volcano is that it can respond to seismic manifestations in advance before it causes severe destructions and significant damage to the area (Adamenko, Karpash, Zorin, Kotarba, Mosiuk, Kovbaniuk, 2017; Belous, Kiliarovskyi, 1987).

In 2005 the professor of the Department of Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (IFNTUOG) O. Adamenko proposed an idea to create the Park of the Ice Age at the Starunia area (Adamenko, Krizhanivskiy, Stelmach, Mischenko, Zorina, Zorin, Ambrozyak, 2005b), (fig. 1), which might include appropriate infrastructure based on scientific, health, medical, recreational

establishments as well as the museum of large mammals and other flora and fauna fossils of the Quaternary (glacial) period/Similar parks function in the Czech Republic, Austria and other countries. The Ice Age Park in Ukraine has the following unique features: a) cognitive value for visitors and tourists; b) extraordinary historical, natural, and scientific peculiarities of the Starunia area; c) investment attractiveness. Such a park will provide firstly not recreational potential of Starunia but scientific and cognitive background of the area, and finally will propose a kind of salt-mud-ozokerite therapy and treatment (Alexandrowicz, 2004).

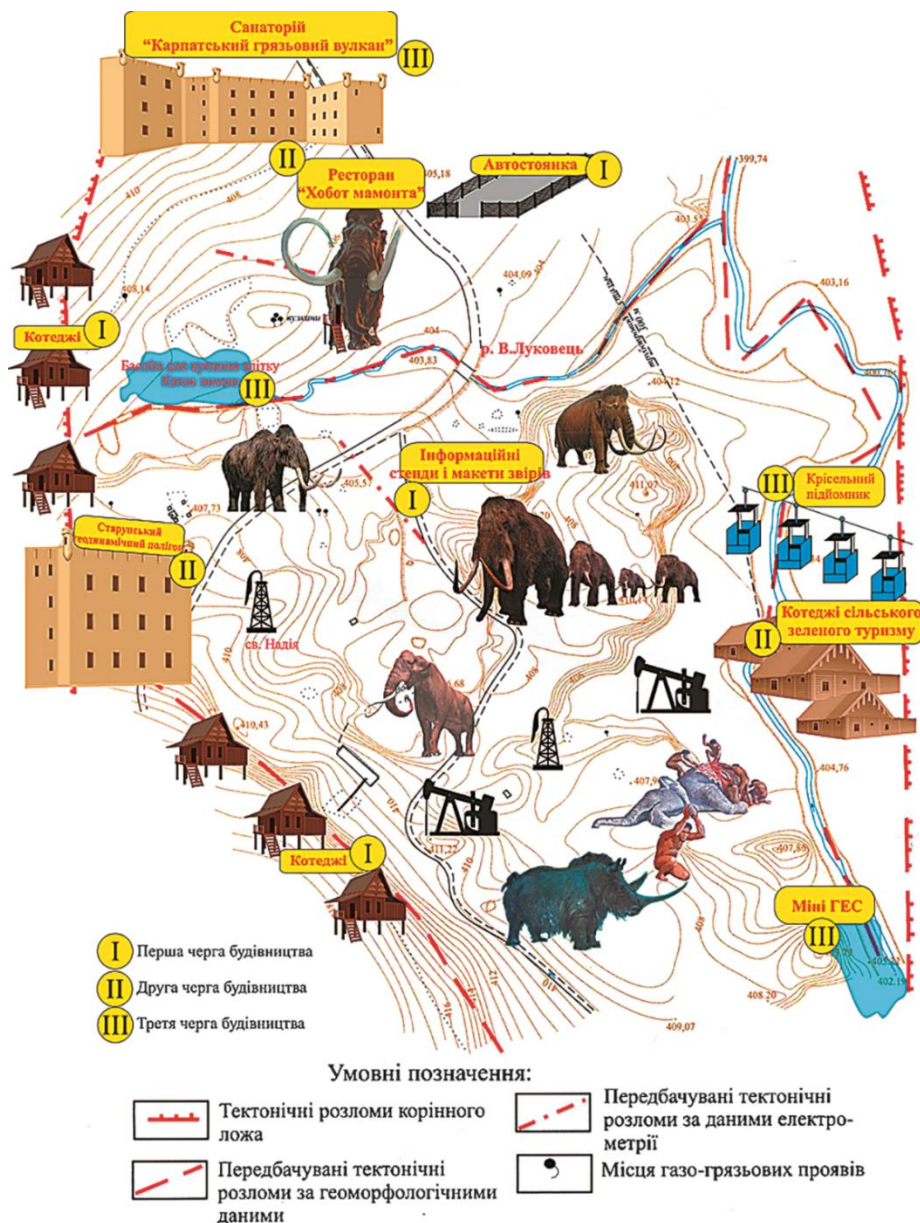


Fig. 1. The project of ecological-tourism center “Ice Age Park”

The university (IFNTUOG) has been promoting this idea for 15 years. There is an open exposition "Starunia: Park of the Ice Age" in the university's museum that presents interesting facts and details about the park with the help of modern visual and multimedia means to all visitors. By the way, the museum mineralogical collection has a great national and scientific value. The scientists take part in different TV programs, radio broadcast, publish the information about the Starunia area in newspapers and on websites. Unfortunately, the idea of a successful business project to create the park of the Ice Age in Starunia is still waiting for the realization and investment.

The results of the investigations show Starunia is waiting for future discoveries. In 1907 the first researchers of the Starunia paleontological site (Bayger, 1914) noted the probable causes why Pleistocene mammals had sunk into the salt lake enriched in ozokerite, studying the remains of the woolly rhinoceros. It is worth mentioning that in 1914 professor M. Lomnitskyi wrote about a round hole in the skull of the

woolly rhinoceros, and about a piece of wooden spear burned with a fire and cut by a sharp object that had been found nearby. These facts prove the existence of Cro-Magnons (European early modern humans). It seems that the animal could have been unsuccessfully hunted by Cro-Magnons (EEMH) and due to the unique chemical consecration of Pleistocene mud, the conditions for perfect preservation of mammals had been produced.

It should be mentioned that in the 70s of the last century Ukrainian scientists found, researched and described the sites of primitive people's settlements (their tools, signs of human habitation, etc) dated 10-50 000 years ago. Thus, there are some significant reasons to find remains of Cro-Magnons (EEMH) at the Starunia area, among them: a) the content of bitumen and salt is favourable for human remains preservation; b) human remains may represent ancient hunters, ritual victims of human sacrifice or criminals who were punished by throwing to die into ozokerite mine.

It is very important, from the point of the scientific aim, to find the remains of mammals and of ancient people Cro-Magnons (EEMH). These fossil discoveries of the past have power to become a world-wide scientific sensation due to studying of human origin and to glorify researchers, investors, explores and country where all these deposits were landed.

The first research findings (October, 1907) are connected with the remains of the woolly rhinoceros, mammoth, horse, roe deer and other Pleistocene mammals which had been found in the ozokerite mine at the depth of 12,5 m near Starunia (Bohorodchany district, Ivano-Frankivsk region). In 1914 the scientists from Lviv (Ukraine) and Krakow (Poland) fully appreciated these discoveries and published a set of articles and a Monograph (Bayger, 1914).

In 1929 the members of the expedition of Skill Academy (Krakow, Poland) found the remains of three more woolly rhinoceroses in the ozokerite mine at the depth of 17,6 m. Numerous bones of vertebrates (rodents), remains of mussels, a lot of species of insects, beetles, parasitic worms, fleas, butterflies, spiders, snails, vascular plants, mosses, seeds and branches of dwarf birch (*Betula Nana*), alder (*Alnus glutinosa*), and other fossil of tundra flora were also discovered (Szafer, 1930). The World War II suspended the process and results of investigations of flora and fauna around Starunia (Kotarba, 2005). In the postwar years 1945-1969 ozokerite mining was continued around Starunia and Dzvinych (Ivano-Frankivsk region, Ukraine) and the petroleum exploration was carried out but its deposits weren't enough for oil exploitation in industrial use (Adamenko, Stelmach, Zinchuk, Kotarba, 2005a).

In March, 1977 as a consequence of the earthquake in the Carpathian Mountains (Vrancea seismic zone, Romania) the first and still the only mud volcano eventuated at the Starunia ozokerite deposit (pic.4) In the years 1977-1988 professors of IFNTUOG N. Bilous and V. Kliarovskiy (Belous, Kliarovskiy, 1987) who studied the mud volcanism around Starunia registered that area of 60 hectares as a geological monument of country importance. Such geologists as O. Adamenko, O. Stelmakh, H. Stelmakhovich, N. Shevchyk, V. Kolenchenko (Department of General Geology, IFNTUOG) were involved to the study of Starunia concurrently. They were joined by D. Drahant (Chornobay, Drygant, 2009) and others paleontologists of the Natural History Museum of the Academy of Science of Ukraine (Lviv, Ukraine); by L. Matskevych (2005), an archeologist of the Institute of Ukrainian Studies after I. Kryp'yakevych of Academy of Sciences of Ukraine; by B. Vasylenko and I. Kochkyn archeologists of Ivano-Frankivsk Vasyl Stefanyk Pedagogical Institute. There were discovered several sites of ancient humans of the late Paleolithic, Mesolithic, and Neolithic (Kuc, Rozahski, Goslar, Kubiak, Kotarba, 2005).

In 1988-1989 the researchers of IFNTUOG (O. Adamenko, O. Stelmakh, L. Mykhalska, I. Mykhailuk) carried out a detailed investigation of Starunia on the financing of the Ministry of Education and Science of Ukraine. Accordingly, topographical survey (1: 10 000 (by R. Pylypiuk)) and radiometric survey (by V. Stepaniuk) have been completed around the Starunia area.

Material and Methods. In 2004 two Ukrainian-Polish expeditions were organized under O. Adamenko (professor of department of ecology of IFNTUOG) and M. Kotarba (president of Polish society "Geosphere", professor of AGH University of Science and Technology (Polish Akademia Gorniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica) guidance. In 2005 the research results of both expeditions were published in the monograph (Kotarba, 2005).

In 2006 - 2009 most core samples were obtained by drilling 33 core boreholes to study in details cross-section II and I of fluvial terraces and the Velyky Lukavets river valley that was reflooded. Using modern tools and equipment, geological and geomorphological, geophysical and geochemical studies were continued. Radiocarbon ages of sediments suggest the minimum age dated between 46 - 10 000 years ago (Kuc, Rozahski, Goslar, Kubiak, Kotarba, 2005). The analysis of pollen diagrams,

paleocarpological and malacofauna complexes determined the Late Pleistocene age of mammoth and woolly rhinoceroses (Sokolowski, Stachowicz-Rybka, 2009).

In April 2019, experts Volodymyr Ivashchuk (Transient, Kyiv) and Anatoliy Chernov (Taras Shevchenko National University, Kyiv) performed geo-radar sensing, which showed the prospect of electromagnetic waves in order to find out layered structure and construction of underground relief, distributions of paleo-swamps and to discover new mammoth fauna sites.

The authors suggest continuing the future discoveries at the paleontological site of Starunia. They intend to carry out ecological assessment of soil, surface and stream waters, atmospheric air, snow, ashes of meadow grasses, radiological screening, and geo-radar sensing to find new locations of extinct mammals.

In 2006-2009, M. Kotarba organized the drilling of 33 wells with a depth of quaternary deposits (up to 10-20 m) with 100% core extraction. The geological and geophysical, geomorphological, and geochemical studies, the results of which were published in 2009 in the book "Interdisciplinary studies (2006-2009) at Starunia (Carpathian region, Ukraine) – the area of Discoveries of Woolly Rhinoceroses" (2009). The most important result was the detection of areas where they could at a depth of 5-20 m in bituminous impulses not yet found remains of giant mammals, and maybe hunters on them - Cro-Magnon.

In 2015-2018 at the Staunun paleontological site in the study of ecologists and geologists IFNTUNG AN Adamenko, TO. Zorina, V.M. Omelchenko, TV Kalinina from ecological-techno-geochemical state Soils, surface and groundwater, snowfall, surface layer radiation, etc., using drone observations. On the initiative of O.M Karpash with the participation of D.O. Zorina, I.I. Kovbanyuk, M.V. Mosyuk and IFNTUNG Architects created a model of the future Ice Age Park at the University Geological Museum and published in 2017 the monograph "Old Woman: Ice Age Park". In 2018, the old rhinoceros rhino # 1 was restored to life in the Lviv Museum of Natural Sciences of NASU, which was widely reported in the media.

The network of ecological research includes geo-ecological profiles and geo-ecological landfills. The latter are sampling points for various types of analysis to identify man-made pollution. The results of the analyzes are summarized in the databases of environmental information, and on their basis they build elementary and component ecological-techno-chemical maps, the computer integration of which "builds" a map of the current ecological situation and ecological state of the environment.

Results and discussion. Analysing the area of distribution of various environmental components and the location of man-made objects - power lines, product pipelines, etc., we offer a network of environmental studies of 4 environmental profiles of northern-eastern south-western orientation and 3 geo-ecological profiles of western-eastern orientation there are 133 geo-geological landfills - sampling points for different types of analysis to determine the content of pollutants. At the points of intersection with the profiles of linear technogenic objects (transmission lines, product pipelines), the number of samples increases, the network thickens. This is necessary to cover all possible differences in the distribution of geocomponents and their changes depending on the geo-ecological substrate.

Starunia geoeological polygon is situated in Boruslav-Pokutia zone Precarpathian territory and it's the basis of oil-bearing zone.

The Quaternary part of the geological section from top to bottom is represented by the Miocene molasses of the Oratory area, often of saline, impregnated ozokerite. Below is: the so-called flysch – multiple rhythmic alternation of sandstones, siltstones and mudstones in the ages from the Upper Cretaceous to the Lower Miocene (Stryi-Minilitic world).

The Boruslav-Pokut (Inner) zone of the Pre-Carpathian Bend is a complex of roofs, slanted one by one in a northeast direction. The zone to the south-west borders with the Skibovy Carpathians, and to the northeast - to the Siberian, and further to the Bilche-Volytska (Outer) deflection zone, which borders to the northeast with the Eastern European Platform. Oil and gas is associated with several horizons of the menyllite world (Oligocene-Lower Miocene) and the Middle Eocene. Several oil and gas fields are located in the immediate vicinity of Staroun - Gvizdetskoye, South-Gvizdetskoye, Monastyrchanskoye, Nnovskoye, Pasichnianskoye, Bytkov-Babchinskoye. To the northeast of Staruni there is another deposit of ozokerite - Dvzynyatske, and to the north of it there is the Starunskoye deposit of natural salts.

A quarter of the geological section has only been studied in recent years, after well drilling and core exploration. The geological map of Quaternary sediments was made by OM Adamenko, TV Kaliniy and M.I Mosuk 2017 (Fig. 2) using aerospace information and unmanned aerial vehicle drones.

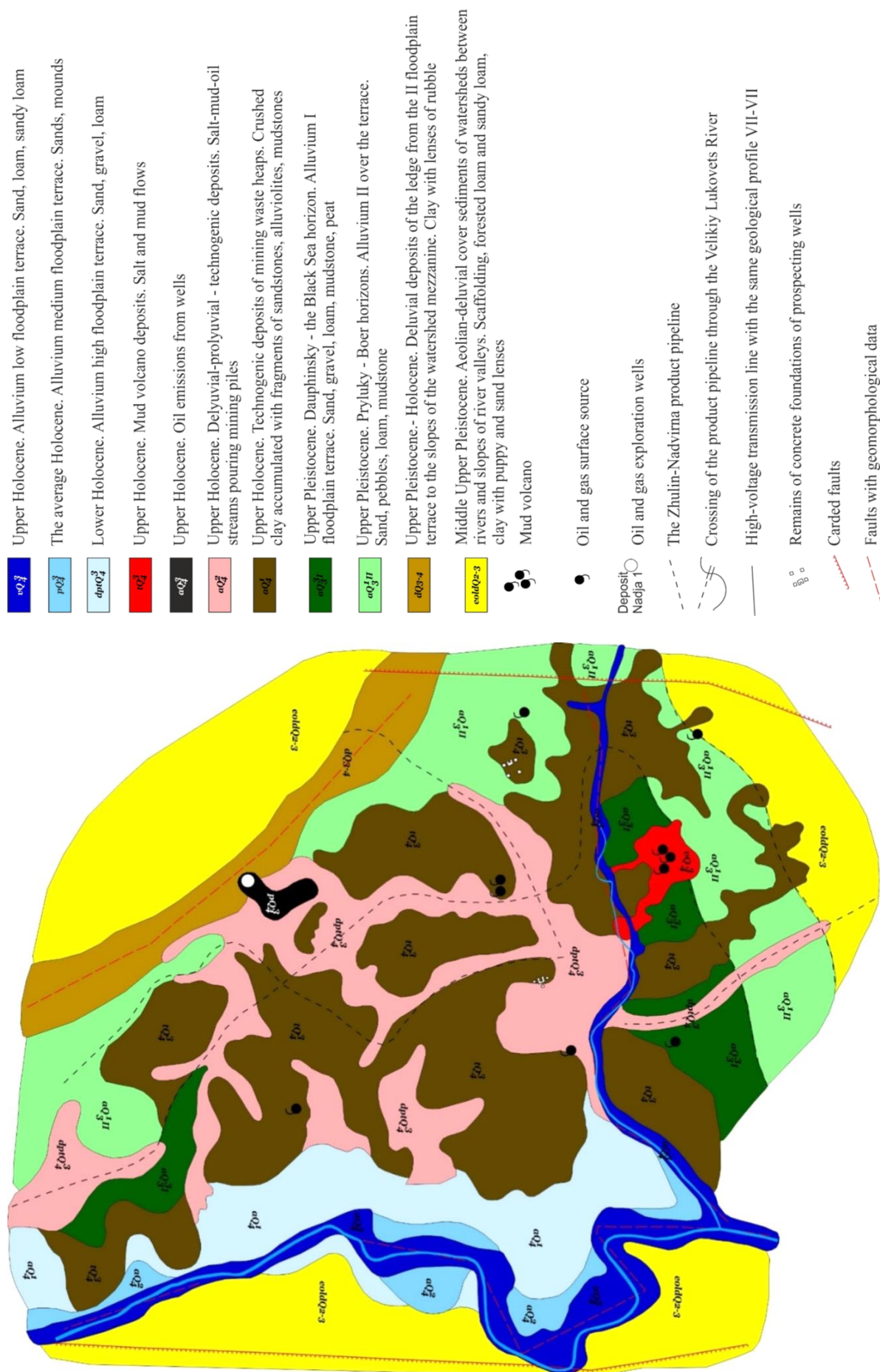


Fig. 2. Quaternary sediments

The southeastern part of the study area is occupied by the slopes of the watershed, which is covered by eolian-deluvial forest loam. The same slope is along the eastern boundary of the Old Geodynamic Landfill. Lukavets Big river valley with II and floodplain terraces (upper Pleistocene), folded river beds, gravel and sands at the bottom of the section, and most of them are dark gray, often bituminous, peaty mudstones that fill the recessed. The remains of four hairy rhinos, mammoths and others were found in the lower sections of the alluvium section and the terrace.

Archaeological research. In 1976-1982, the Precarpathian Archeological Expedition of the Institute of Social Sciences (now known as the I. Krypiakevych Institute of Ukrainian Studies, Lviv) of the National Academy of Sciences under the leadership of LG Matskev (LG Matskey, 2005). comprehensive research in the vicinity of the village. Elder. As a result, 12 partially 2-3 layered stands were found near the paleontological site, in which at least 17 ancient human settlements from the Paleolithic to the Middle Ages were traced. So, for thousands of years, the territory has been conducive to the settlement of our ancestors who hunted large animals.

This opens the possibility of searching the Old Man himself from the Cro-Magnon Era to later eras. Such finds can be found in settlements and ancient marshes. Stationary excavations have so far been carried out only on the Mesolithic and Neolithic 1649 m² sites. More than 5,000 artifacts and faunistic remains have been found (Old Woman and Vorotsiv Culture - Old Woman). It is advisable to spend, writes L.G. Matskev (LG Matskey, 2005), excavations at the Stairs of Stare IV and XI, located closest to the findings of hairy rhinos and mammoths.

Malacofauna, paleocarpological and palynological studies (Kotarba, 2005, 2009) have shown that the Quarantine of Staruni is characterized by repeated alternation of periods of cooling with tundra flora (Butela nana and others) and warming of the Ice Age.

On the territory of 60 hectares of natural and ethno-cultural monument the old woman of the creation of the Ice Age Park has three consecutive stages (Fig. 3). Perps is the formation of information stands and models of ancient animal inhabitants of Staruni and its surroundings - mammoths, rhinos, deer, etc. from decorative boxwood shrubs and other materials. There is also a parking lot located to the right of the entrance to the Ice Age Park, cottages for rural green tourism are being built.

The second stage is the creation of a three-storey building of the Starun Geodynamic Center with a conference room, laboratories and offices for further research of endo- and exo-geodynamic processes, which have taken place and continue their activity in the natural environment of the region: seismic, modern tectonic movements, mudslides, mudslides anthropogenic geomorphological processes. "Park" contains models of oil "rocking chairs" and gas wells, cottages are being built on the left bank of the river (Lukavets Velikiy, restaurant "Hobot Mamonta").

The third stage includes: a) three-storey sanatorium "Carpathian mud volcano" for mud-salt-ozokerite treatment and use of 11 types of mineral waters; b) chair lift on mountain Golitsa for skiing in winter and forest for mushroom and berry tourism in summer; c) facilities for generating electricity from alternative energy sources for the Park and for sale to the state grid, including: small hydroelectric power plant on the Velikiy Lukavets river solar panels on convenient slopes of the monument, wind power installations on the eastern outskirts of the monument and heat pumps on some side exits Crater of mud "Starunya volcano".

This is how the authors present the geotourism project "The Park of Ice Age".

What is the significance of the Ice Age Park for a particular village, an interesting region of the Carpathian region, in the whole state of Ukraine? The initiation of further scientific research, education and recreational activities in the area of Starunia will certainly help in solving the following problems:

- environmental protection - raising the status of Staruni from the lowest category of nature reserve fund - nature monuments to the highest category of an international Geopark according to UNESCO heritage standards;
- scientific - reconstruction of paleoecological conditions of biota development over the last 100-150 thousand years, which is important for forecasting global climate change;
- tourist and recreational - justification of the development of ecological tourism, rural green tourism and tourism business in general in the near to the Ivano-Frankivsk recreation zone, the direction of international tourist routes to Starunia Geopark "Ice Age Park";
- therapeutic - expanding the possibilities of salt-mud-ozokeritotherapy and the establishment of a sanatorium "Carpathian mud volcano" in Starunia;
- historical and cultural - preservation of both natural and historical and cultural heritage;

- socio-economic - creation of new jobs for the population of Staruni and neighboring united territorial communities, improvement of demographic situation, reduction of anthropogenic (technogenic) impact on natural ecosystems and population health.

In 2019, an ecological-cultural project "Small Cities - Great Impressions" of the Stara Zagora Village Council and the Association of Rural, Settlement Councils and United Communities of Ukraine, the Ministry of Culture of Ukraine with the participation of the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas was implemented. To simulate the figures of mammoth, rhino, deer and hunter-cutter, the technique of Topiar Art, known since Roman times, was used. On October 26, 2019, a festival took place - the opening of the Ice Age Park in the presence of 17,000 visitors. The real implementation of the scientific idea in life began (fig. 3-5).

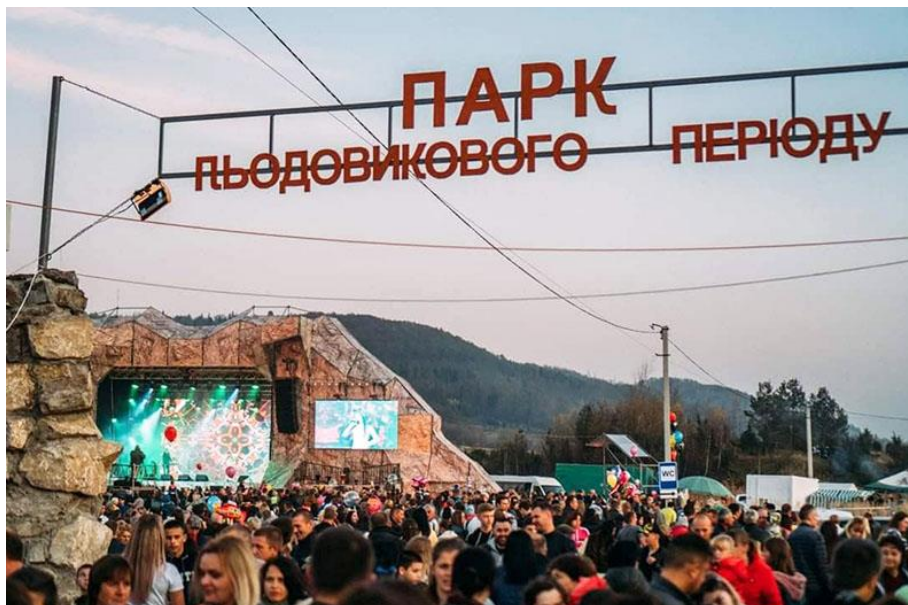


Fig. 3. Opening the Ice Age Park in Starunja village (26 of October, 2019)

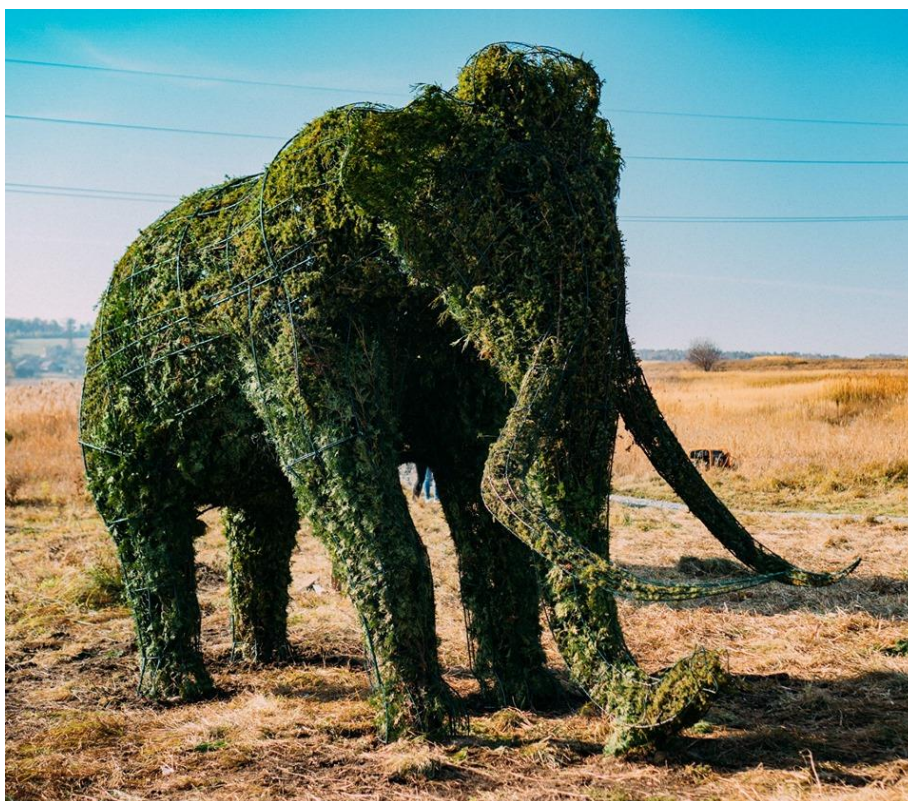


Fig. 4. Mamuthus



Fig. 5. The geo-radar sensing in Starunja (photo by I. I. Kovbaniuk)

The sensation of the festival was four large figures: a mammoth, a rhino, a deer, and a crocodile made in the style of Topiary. It is one of the oldest landscape gardening arts. Masters of Topiary give figures of animals, plants, flowers of various forms of architectural structures, people, etc. Master of Topiary art from Lviv Bohdan Luchka. He studied this ancient, since Roman times, art in France. For the Ice Age Park, four figures were made by a team of 12 specialists for three months, made of durable material - galvanized steel. In the skeleton were young "thuja", the growth of which can be managed by non-specialists: they need to be trimmed to give the necessary shape to the frame planted in the frame. Topiary shapes can be made without a frame, but it will take many years.

For many hours on the 26th and all day of October 27, the theatrical action "Volcano of Life", fiery holographic 3D-show, performances of Carpathian Moths, drummers, folk ethno duets took place. There were enough magical impressions, people's colors, positive energy and so on.

Conclusions. Scientific researches on the geological monument of nature of the national value of "Starunya" should be continued first of all in ecological direction. It is the construction of geological, geomorphological, soil maps in accordance with existing standard requirements for state maps of scale 1:10 000.

It is necessary to test the soil cover and eluvium of technogenic deposits of mining waste heaps, to make analyzes of samples for the content of major pollutants - heavy metals, petroleum products, radioactive substances, etc. The same tests and analyzes should be carried out for surface and spring waters, sediments, atmospheric air, rain and snow, and vegetation. Then build appropriate databases, and on their basis - computer (electronic) elemental and component ecological and techno-geochemical maps and maps of ecological situation and geo-ecological zoning. This will allow scientifically sound development of specific environmental measures - both long-term and operational, if required. The method of such geo-ecological analysis can then be implemented in the territories of the local level. There are no similar techniques yet.

The uniqueness of the Starunia Nature Monument and the level of its study already achieved require the task of local authorities and the Ministry of Ecology and Natural Resources to raise the level of Starunia as a geological and geomorphological nature monument to the highest level of conservation - a geopark with international status according to the standards of natural decline UNESCO.

It is necessary to continue the popularization of the old-fashioned phenomenon in order to attract sponsors to create a worthy ecological-geotourism center for our country - the "Ice Age Park".

The authors, staff of the Department of Ecology IFNTUNG, members of the Scientific School of Oleg Adamenko "Rational use and protection of nature" believe that the main task of the Park of the Ice Age is not to search for new burials of embalmed mammoths, rhinoceroses, and maybe even Cro-Magnons by excavating 50 prospective sites depth of 10 m (which is 12,500 cubic meters of earthwork), as suggested by some media, and most importantly - to study the changes of landscapes and climate under the influence of global warming and periodic cooling and warming for forecasting and pursuing these dangerous processes.

References

- 1 Adamenko, O.M., Karpash, O.M., Zorin, D.O., Kotarba, I.V., Mosiuk, I.I. Kovbaniuk, M.I., 2017. [Starunia: Park of the Ice Age]. Symfoniia forte, Ivano-Frankivsk, 214 p. (In Ukrainian).
- 2 Bilous, N.Kh., Kliarovskiy, V.M. 1987. Chudo-Starunia (Heolohichni pamiatnyky Ukrainy). [Miracle of Staranya (Geological Monuments of Ukraine). Kyiv, Naukova dumka, 48-49 (In Ukrainian).
- 3 Adamenko, O.M., Kryzhanivskiy, Ye.I., Vekeryk, V.I., Stelmakh, O.P., Mischenko, L.V., Zorina, N.O., Zorin, D.O. Ambroziak, M.V., 2005b. A concept of an international "Ice-Age Geopark" as an ecological-tourist center in Starunia former ozokerite mine, fore-Carpathian region, Ukraine. In: Kotarba M. J. (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia – the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes "Geosphere", 205-209.
- 4 Adamenko, O.M., Stelmakh, O.R., Zinchuk, M.S., Kotarba, M.Y., 2005a. History of petroleum exploration in the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. In: Kotarba M. J. (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes "Geosphere", 53-60.
- 5 Adamenko, O.M., 2019. The Upper Pleistocene stratigraphy of the Starania site as a "bridge" between the stratigraphical frameworks of Western Europe and the plain area of Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 28 (2), 213-220. doi: 10.15421/111922,
- 6 Alexandrowicz, S. W., 2004. Starunia and the Quaternary research in the tradition and initiatives of the Polish Academy of Arts and Sciences. Studia i materialy do dziejow Polskiej Akademii Umiejetnosci, 261 pp. (In Polish, English summary).
- 7 Bayger, J.A., 1914. Zaba smieszka: in: Bayger, J.A Hover, H., Kiernik, E., Kulczynski, W., Lomnicki, M., Lomnicki, J., Mierzejewski, W., Niezabitowski, W., Raciborski, M., Szafer, W., Schille, F. Wykopalka Staranskie. Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwow, 15: 385.
- 8 Chornobai, Yu.M. & Dryhant, D.M., 2009. The Starania collections in the Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine in Lviv. Geoturystyka, 3 (18), 45-50.
- 9 Kotarba, M.J., 2005. Polish and Ukrainian geological studies (2004 -2005) at Starania – the area of Discoveries of woolly rhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes "Geosphere", 9-218.
- 10 Kotarba, M. J., 2009. Interdisciplinary studies (2006-2009) at Starania (Carpathian region, Ukraine) – the area of discoveries of Woolly Rhinoceroses. Annales Societatis Geologorum Poloniae, vol. 79, 3, 217-480.
- 11 Kuc, T, Rozahski, K, Goslar, T, Kubiak, H, Kotarba, M.J., 2005. Radiocarbon dating of remnants of woolly hinoceroses and mammoth from Starania, fore-Carpathians, Ukraine. In: Kotarba M. J. (ed.), Polish and Ukrainian Geological Studies in the Years 2004-2005 at Starania – The Area of Discoveries of Woolly Rhinoceroses and Other Extinct Vertebrates. Polish Geological Institute and "Geosphere", 195-202.
- 12 Matskevyy, L. G., 2005. Archaeological sites in the Starania area, fore-Carpathian region, Ukraine. - Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starania – the area of discoveries of woolly rhinoceroses. 45-51.
- 13 Sokolowski, T., Stachowicz-Rybka, R., 2009. Chronostratigraphy and changes of environment of Late Pleistocene and Holocene at Starania palaeontological site and vicinity (Carpathian region, Ukraine). Annales Societatis Geologorum Poloniae, 79, 315-331.
- 14 Szafer, W., 1930. The Diluvial Flora in Starania. Bulletin International de l'Academie Polonaise des Sciences et des Lettres de Cracovie, Ser. B, Cracovie: 12-21.

О. М. Адаменко¹, Р. Й. Михайлюк²,
К. О. Радловська¹, М. І. Мосюк¹

¹Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу,

²Дністровське басейнове управління водних ресурсів

ЧЕТВЕРТНІ ВІДКЛАДИ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ПАРКУ ЛЬОДОВИКОВОГО ПЕРІОДУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Міжнародний геопарк «Парк Льодовикового періоду», розташований поблизу села Старуня Богородчанського району Івано-Франківської області, відомий на весь світ тим, що є палеонтологічним об'єктом плейстоценової фауни шерстистих носорогів і мамонта (Еемський міжльодовиковий період – 46000-10000 років тому за даними радіовуглецевого датування C14) і завдяки унікальному в Карпатському регіоні грязьовому вулкану. Це геологічна пам'ятка природи площею 60 га, де представлені покинуті озокеритові шахти та нафтогазорозвідні свердловини. Детальні дослідження, проведені у 2004-2009 рр. українсько-польськими експедиціями, були зосереджені на виявленні можливих нових місць скам'янілостей фауни та людських останків європейських ранньомодерних людей (ЕЕМН). Майбутні відкриття на палеонтологічній стоянці Старуня надзвичайно важливі. Вони мають намір провести екологічну оцінку ґрунту, поверхневих і струмкових вод, атмосферного повітря, снігу, попелу лучних трав, радіологічний скринінг та георадарне зондування для пошуку нових місць вимерлих ссавців. Територія Старуні відповідає всім вимогам геопарку за стандартами та концепціями ЮНЕСКО. Перші знахідки досліджень (1907 р.) пов'язані з останками шерстистого носорога, мамонта, коня, козулі та інших плейстоценових ссавців, які були знайдені в озокеритовій шахті на глибині 12 м поблизу Старуні (Богородчанський район Івано-Франківської області). У 1914 р. науковці зі Львова (Україна) та Кракова (Польща) повністю оцінили ці відкриття й опублікували низку статей та монографію. У 1929 році учасники експедиції Академії майстерності (Краків, Польща) знайшли в озокеритовій шахті на глибині 17 метрів останки ще трьох шерстистих носорогів. Численні кістки хребетних (гризунів), рештки мідій, багато видів комах, жуків, паразитичних червів, бліх, метеликів, павуків, равликів, судинних рослин, мохів, насіння та гілок карликової берези (*Betula Nana*), вільхи (*Alnus glutinosa*) та інші викопні залишки тундрової флори. Польські вчені організували детальні дослідження флори і фауни навколо Старуні, їх результати публікували в статтях, але Друга світова війна призупинила цей процес. Дослідження навколо Старуні активізували всебічне вивчення стратиграфії, палеонтології, палеогеографії, геохронології та інших аспектів четвертинного періоду. У 1932 році INQUA створив Міжнародний геологічний конгрес (Міжнародний союз четвертинних досліджень) у Ленінграді. Основні методологічні засади цього дослідження стосувалися досліджень навколо Старуні.

Ключові слова: Старуня, озокерит, плейстоцен, Карпатський регіон, четвертинний період.

Література

- 1 Адаменко О.М., Карпаш О.М., Зорін Д.О., Котарба І.В., Мосюк І.І. Ковбанюк М.І., 2017. [Старуня: Парк Льодовикового періоду]. Симфонія форте, Івано-Франківськ, 214 с. (Українською мовою).
- 2 Білоус Н.Х., Кляровський В.М. 1987. Чудо-Старуня (Геологічні пам'ятники України). Диво Стараня (геологічні пам'ятки України). Київ, Наукова думка, 48-49.
- 3 Адаменко О.М., Крижанівський Є.І., Векерик В.І., Стельмах О.П., Міщенко Л.В., Зоріна Н.О., Зорін Д.О. Амброзяк М.В., 2005. Концепція міжнародного «Геопарку Льодовикового періоду» як еколого-туристичного центру в колишній озокеритовій шахті Старуня, Передкарпатський регіон, Україна. In: Kotarba M. J. (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes "Geosphere", 205-209.
- 4 Адаменко О.М., Стельмах О.Р., Зінчук М.С., Котарба М.Й., 2005а. Історія розвідки нафти в районі Старуня, Передкарпатський регіон, Україна. In: Kotarba M. J. (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes "Geosphere", 53-60
- 5 Адаменко О.М., 2019. Верхньоплейстоценова стратиграфія стоянки Старуня як «міст» між стратиграфічними рамками Західної Європи та рівнинним районом України. Журнал геології, географії та геоecології, 28 (2), 213-220. doi: 10.15421/111922.

6 Alexandrowicz, S. W., 2004. Starunia and the Quaternary research in the tradition and initiatives of the Polish Academy of Arts and Sciences. *Studia i materialy do dziejow Polskiej Akademii Umiejetnosci*, 261 pp. (In Polish, English summary).

7 Bayger, J.A., 1914. Zaba smieszka: in: Bayger, J.A Hover, H., Kiernik, E., Kulczynski, W., Lomnicki, M., Lomnicki, J., Mierzejewski, W., Niezabitowski, W., Raciborski, M., Szafer, W., Schille, F. *Wykopalka Staranska. Muzeum im. Dzieduszyckich we Lwow*, 15: 385.

8 Чорнобай, Ю.М., Дригант Д.М., 2009. Старунські колекції Природничого музею НАН України у Львові. *Геотуристика*, 3 (18), 45-50.

9 Kotarba M. J. (ed.), Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes "Geosphere", 9-218.

10 Kotarba, M. J., 2009. Interdisciplinary studies (2006-2009) at Starania (Carpathian region, Ukraine) – the area of discoveries of Woolly Rhinoceroses. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, vol. 79, 3, 217-480.

11 Kuc, T, Rozahski, K, Goslar, T, Kubiak, H, Kotarba, M.J., 2005. Radiocarbon dating of remnants of woolly hinoceroses and mammoth from Starania, fore-Carpathians, Ukraine. In: Kotarba M. J. (ed.), Polish and Ukrainian Geological Studies in the Years 2004-2005 at Starania – The Area of Discoveries of Woolly Rhinoceroses and Other Extinct Vertebrates. Polish Geological Institute and "Geosphere", 195-202.

12 Matskevyy, L. G., 2005. Archaeological sites in the Starania area, fore-Carpathian region, Ukraine. - Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starania – the area of discoveries of woolly rhinoceroses. 45-51.

13 Sokolowski, T., Stachowicz-Rybka, R., 2009. Chronostratigraphy and changes of environment of Late Pleistocene and Holocene at Starania palaeontological site and vicinity (Carpathian region, Ukraine). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 79, 315-331.

14 Szafer, W., 1930. The Diluvial Flora in Starania. *Bulletin International de l'Academie Polonaise des Sciences et des Lettres de Cracovie*, Ser. B, Cracovie: 12-21.

*Л. І. Давибіда**Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ І ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ GOOGLE EARTH ENGINE ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

Метою даного дослідження є оцінка потенціалу застосування платформи Google Earth Engine (GEE) для обробки даних дистанційного зондування Землі при вирішенні різноманітних завдань моніторингу довкілля та для інших галузей прикладної геоінформатики. GEE є відкритою хмарною платформою, що дозволяє здійснювати аналіз і візуалізацію геопросторових наборів даних великого обсягу для наукових, освітніх, громадських, державних і комерційних організацій. GEE надає інструментальні програмні засоби з відкритим кодом для геопросторового аналізу, а також доступ до публічного каталогу растрових і векторних даних, який включає супутникові зображення, дані метеорологічних, геофізичних спостережень, тощо. У даній роботі виконано аналіз структури і функцій платформи, а також можливостей отримання відкритих даних дистанційного зондування, наданих каталогом GEE, для вирішення задач регіонального екологічного моніторингу. Здійснено систематичний огляд актуальних наукових публікацій, який підтвердив широкий спектр застосування даної платформи науковцями різних країн для аналізу навколишнього середовища як у регіональному, так і у глобальному масштабі. Одним із найбільш поширених типів завдань, які реалізуються засобами GEE, є розрахунок нормалізованих диференційних індексів, які використовуються для картографування рослинності, врожаю, земельного покриття, біорізноманіття та моніторингу пожеж, засух та інших негативних природних і техногенних процесів. Для досліджуваної території Карпатського регіону виконано оцінку часового періоду наявних даних спостережень, покриття супутниковими знімками, їх роздільної здатності, дешифрувальних характеристик. За даними багатоканальних космознімків за допомогою редактора коду GEE і мови програмування JavaScript здійснено розрахунок нормалізованих диференційних індексів NDVI, MNDWI, NDBI і виконано візуалізацію отриманих результатів.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, прикладна геоінформатика, хмарні технології, геоінформаційні системи, бази геоданих, нормалізовані диференційні індекси.

Постановка проблеми. В останні десятиліття проблеми, пов'язані із впливом кліматичних змін, природних та антропогенних небезпечних процесів (таких як землетруси, зсуви, повені, засухи, пожежі), набули глобального характеру і потребують постійного вивчення і моніторингу за допомогою спеціального технічного та інформаційного забезпечення. На даний час важливим інформаційним ресурсом є зібрані дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), колекції супутникових космознімків (зокрема історичні архіви даних Landsat, MODIS, Sentinel тощо), роздільна здатність яких є достатньою для наукових досліджень глобального і регіонального масштабів і розробки практичних рекомендацій для прийняття рішень у сфері управління довкіллям і природними ресурсами. Проте використання згаданих баз геоданих потребує не тільки знання предметної області, навиків обробки космознімків, але й наявності спеціальних програмних продуктів (наприклад, ENVI, Erdas Imagine або ArcGIS Image), які, як правило, є дороговартісними і формують високі вимоги до апаратного забезпечення, а отже, потребують суттєвих фінансових вкладень. Останнім часом значний розвиток вільного і відкритого програмного забезпечення і, особливо, хмарних технологій, значно розширили можливості створення, редагування, аналізу, зберігання і публікації просторових даних, а отже, і наукових досліджень у сфері моніторингу навколишнього середовища. Серед програмного забезпечення даного типу слід в першу чергу відзначити Google Earth Engine (GEE), хмарну платформу обробки й аналізу геопросторових даних моніторингу глобального масштабу [1-5].

Постановка завдання. Зміни навколишнього середовища потребують постійного спостереження і аналізу, що, враховуючи обсяги даних моніторингу і специфіку процесів їх обробки, може бути ефективно реалізовано тільки при умові використання ГІС-технологій і хмарних інтернет-сервісів [1-3, 5]. Метою даного дослідження є оцінка потенціалу геопросторових інструментів хмарних обчислень платформи GEE для обробки великих наборів даних ДЗЗ для

вирішення різноманітних завдань моніторингу довкілля та інших галузей прикладної геоінформатики.

Для досягнення поставленої мети виконано такі завдання, як аналіз і систематизація результатів, представлених у наукових публікаціях, присвячених застосуванню GEE, оцінка можливостей та інформаційного супроводу, які надає платформа GEE користувачам і розробникам, створення бази геоданих (геоінформаційного забезпечення першої черги) засобами GEE для тестової території Карпатського регіону, розрахунок найбільш типових нормалізованих диференційних індексів і візуалізація отриманих результатів за допомогою інструментів редактора коду GEE.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. GEE – це хмарна платформа геопросторової обробки та аналізу даних моніторингу навколишнього середовища. Безкоштовна у використанні платформа GEE при умові створення облікового запису користувача надає доступ до петабайт даних дистанційного зондування та інших готових до використання продуктів за допомогою веб-програми Explorer, швидкісних паралельних алгоритмів обробки та машинного навчання з використанням обчислювальної інфраструктури Google і бібліотеки додатків прикладного програмування (API) із середовищами розробки, які підтримують популярні мови кодування, такі як JavaScript та Python. Разом ці основні функції дозволяють користувачам відкривати, аналізувати та візуалізувати великі обсяги геопросторових даних, не потребуючи доступу до суперкомп'ютерів чи спеціалізованого обладнання [1, 2].

Проект Earth Engine був запущений у 2010 році на конференції ООН зі зміни клімату в Канкуні (Мексика) в рамках Лабораторії Google. У той час набір наявних у ньому даних обмежувався колекцією знімків програми дистанційного зондування Землі Landsat, які застосовувалися для глобальної оцінки зміни лісів на планеті. Увагу широкої громадськості GEE привернув у 2013 році, коли в засобах масової інформації почали з'являтися публікації з анімаціями багаторічних змін земної поверхні, що показували динаміку знищення лісів Амазонки, танення льодовиків Аляски, розростання мегаполісів, тощо. Після запуску ще одного проекту, Google Earth Timelapse, у 2016 році інтерес до платформи GEE продовжує зростати. Середовище GEE для програм дистанційного зондування стало одним із найбільш використовуваних світовою науковою спільнотою інструментом дослідження і ухвалення рішень. Безумовно цьому сприяє, той факт, що доступ до платформи і її інструментів є повністю безкоштовним, оскільки головна мета реалізації проекту – це забезпечення науковців та країн світу, що розвиваються, засобами для широкого оперативного розвитку існуючих наукових методів та посилення здатності державних установ і громадянського суспільства краще розуміти, управляти та звітувати про стан природних ресурсів [6-11].

Всього, починаючи з жовтня 2010 року і до жовтня 2020 року, було опубліковано більш, ніж 500 рецензованих статей у виданнях, що індексуються у наукометричних базах Scopus і Web Of Science, тематика яких стосувалася використання GEE у широкому спектрі досліджень екологічного спрямування як на регіональному, так і на глобальному рівні (рис. 1).

Однією із безумовних переваг GEE є виняткова швидкість обчислень і перетворення даних дистанційного зондування у великих масштабах, оскільки обробка проводиться на зовнішніх серверах Google. Платформа пропонує значну кількість наборів даних, які постійно оновлюються і доповнюються (рис. 2). Як вже зазначалося, доступ до всіх каталогів даних є безкоштовним, але потребує реєстрації і активації доступу до Google Earth Engine за допомогою дійсного облікового запису Google.

Результати, представлені у [1, 2] підтверджують, що платформа має суттєвий прогрес у вирішенні глобальних викликів, пов'язаних з опрацюванням великих об'ємів геоданих. При цьому, в абсолютній більшості досліджень (90%) використовувались набори даних дистанційного зондування (у першу чергу, дані Landsat з архівом, що перевищує 40 років), тоді як у 10% проектів застосовувались готові до використання набори даних. Наприклад, дані щодо нормалізованого вегетаційного індексу NDVI були використані у 27% наукових робіт при картографуванні стану рослинності, прогнозуванні врожаю, моніторингу змін земного покриття та засух. Серед найбільш часто використовуваних для обробки супутникових знімків і похідних зображень алгоритмів слід відзначити алгоритми класифікації і машинного навчання [6-11].

Аналіз тенденцій географічної приналежності публікацій результатів досліджень із використанням платформи GEE свідчить про такий їх розподіл: Азія – 34%, Північна Америка – 24%, Африка – 22%, Південна Америка – 8%, Європа – 6%, Австралія – 5%, Антарктида – 1%.

Що стосується України, то станом на початок 2021 року в базі Scopus було проіндексовано 3 статті згаданої тематики, що свідчить про недостатнє приділення уваги даному продукту. Необхідно відзначити роботи авторського колективу Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», який у 2016 році виграв дослідницький грант Google Earth Engine Research Award і став першим університетом України, який долучився до цієї ініціативи компанії Google [12-14]. В рамках даного проекту здійснюється побудова карт земного покриття для великих площ із використанням злиття оптичних на радіолокаційних супутникових даних засобами платформи GEE. Крім того, зростає інтерес українських дослідників до можливостей використання GEE і в інших сферах, зокрема для класифікації лісового покриття [15], вивчення виникнення і поширення лісових пожеж [16], аналізу хмарності [17], підвищення просторового розрізнення космоснімків [18].

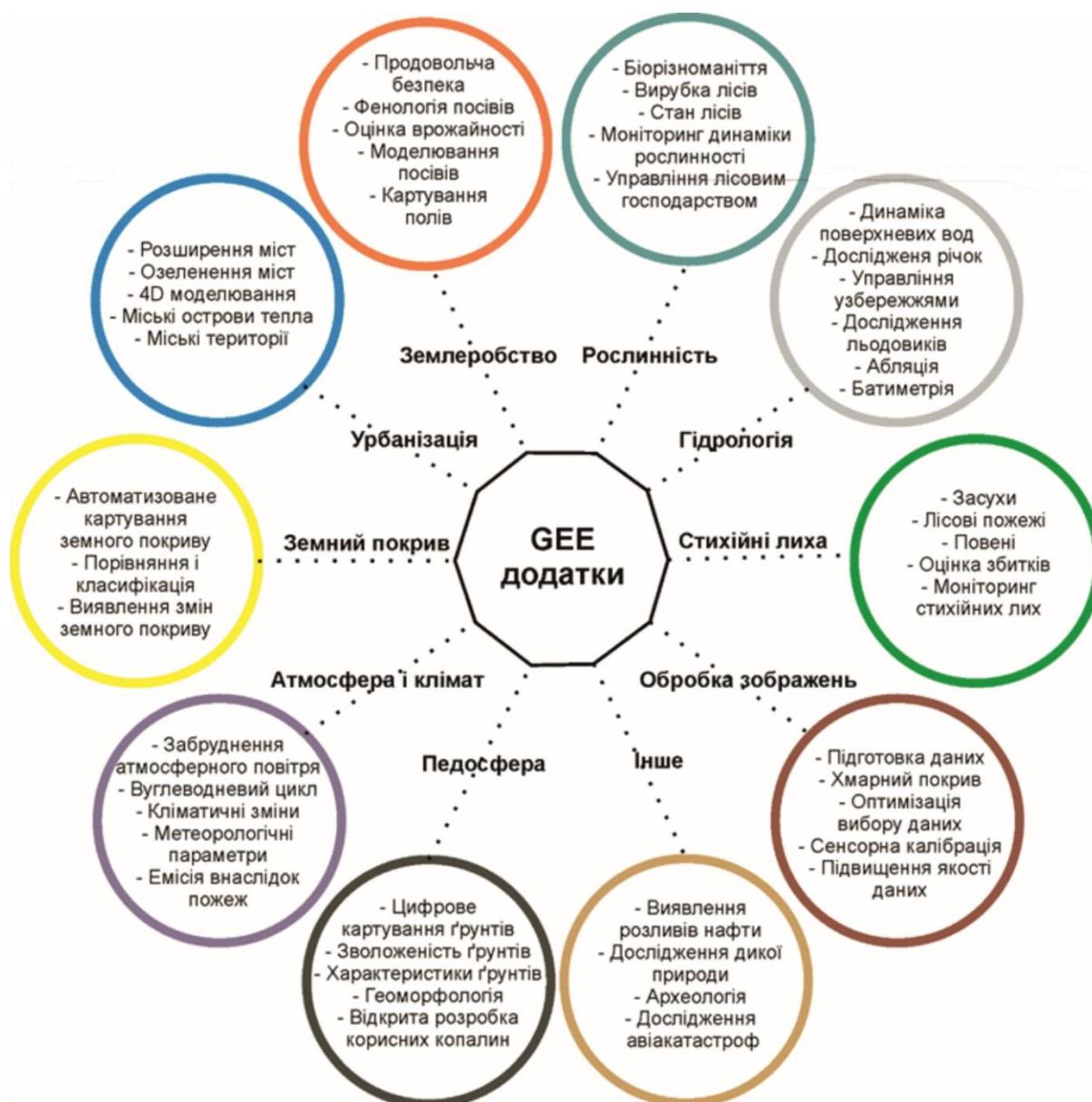


Рис. 1. Тематичні категорії розроблених на основі GEE програмних додатків, результати застосування яких описані в наукових публікаціях (за даними, наведеними в [1])

Враховуючи функціональні можливості і вільний доступ, доцільність широкого впровадження GEE як для вирішення науково-прикладних, так і освітніх завдань, є очевидною. Зокрема, вивчення даної платформи є перспективним для включення до освітніх програм таких спеціальностей, як 193 «Геодезія та землеустрій», 101 «Екологія», 103 «Науки про Землю», 106 «Географія», для забезпечення таких програмних результатів навчання, передбачених відповідними стандартами вищої освіти [19]:

- збір, оцінка, інтерпретація та використання геопросторових даних, метаданих щодо об'єктів природного і техногенного походження, застосування статистичних методів їхнього аналізу для розв'язання спеціалізованих задач у сфері геодезії та землеустрою;
- вибір і застосування інструментів, обладнання, устаткування та програмного забезпечення, які необхідні для дистанційних досліджень у сфері геодезії та землеустрою;
- організація та виконання дистанційних робіт у сфері геодезії та землеустрою, оформлення результатів робіт;
- розробка документації із землеустрою, кадастрової документації і документації з оцінки земель із застосуванням комп'ютерних технологій, геоінформаційних систем та цифрової фотограмметрії, наповнення даними державного земельного, містобудівного та інших кадастрів;
- використання інформаційних технологій, картографічних та геоінформаційних моделей у галузі географічних наук;
- збір, обробка та аналіз інформації в області географічних наук;
- вміння використовувати сучасні інформаційні ресурси з питань екології, природокористування та захисту довкілля;
- вміння оцінювати ландшафтне і біологічне різноманіття та аналізувати наслідки антропогенного впливу на природні середовища;
- аналіз складу і будови геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах.



Рис. 2. Основні категорії наборів даних каталогу GEE (доступ за адресою <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog>)

Виклад основного матеріалу дослідження. Загалом платформа GEE складається з наступних трьох складових:

- 1) провідник (GEE Explorer), який дозволяє переглядати дані спостережень, а також імпортувати власні дані, виконувати нескладні аналітичні операції авторизованим користувачам;
- 2) відео-каталоги просторово-часових даних (GEE Timelapse), що дозволяють переглянути, як змінювалась поверхня Землі протягом останніх 40 років;
- 3) редактор коду (GEE Code Editor), функції якого розроблені для того, щоб спростити та швидко виконувати складні геопросторові робочі процеси, і є доступними після безкоштовної реєстрації і створення акаунту розробника.

Інтерфейс редактора коду складається з таких основних функціональних елементів (рис. 3):

- 1) відображення карти для візуалізації наборів геопросторових даних;
- 2) редактор коду JavaScript;
- 3) менеджер шарів;
- 4) пошук даних або збережених скриптів;
- 5) менеджер скриптів на основі Git;
- 6) документація Application Programming Interface (API);
- 7) менеджер об'єктів;
- 8) інструменти для створення геометричних примітивів;
- 9) масштабування;
- 10) створення лінку (URL) для скрипта;
- 11) збереження;
- 12) компіляція;
- 13) диспетчер завдань;
- 14) вивід консолі;
- 15) запит на інтерактивну карту;
- 16) довідка;
- 17) зворотній зв'язок.

Для вирішення завдань даного дослідження першочергово у середовище GEE був завантажений полігональний векторний шар формату SHP, який відображає територію Карпатського регіону України.

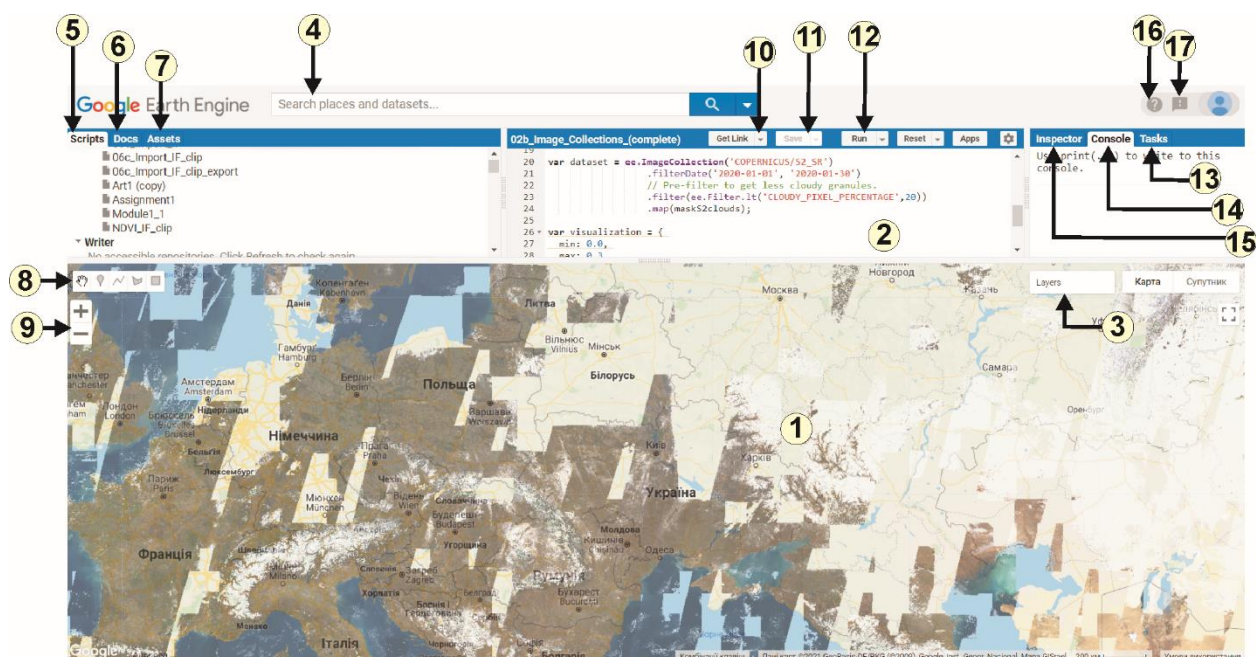


Рис. 3. Інтерфейс редактора коду GEE (доступний за адресою code.earthengine.google.com)

У межах Карпатського регіону, який включає Закарпатську, Івано-Франківську, Львівську та Чернівецьку області площею 5660,7 тис. га (9,4% території держави), зосереджено 22% лісів, 26% земель природно-заповідного фонду, формується 36% водних ресурсів річкового стоку, розташовано 42% родовищ підземних мінеральних вод. Для даної території притаманна низка несприятливих природно-господарських особливостей: низькі питомі показники забезпечення орними землями, погіршена транспортна доступність, ускладнені для господарювання кліматичні й гідрологічні умови. У Карпатському регіоні спостерігається активізація екологічно несприятливих явищ – загрозливих і катастрофічних паводків, ерозії ґрунтів, забруднення поверхневих і підземних вод, вітровалів, ураження лісів шкідниками та хворобами. Не оптимальною через значне зменшення покритої лісом площі є структура земельного фонду. Разом з тим, Карпатський регіон володіє вагомим потенціалом для досягнення цілей сталого розвитку. Метою політики збереження, відтворення та ефективного використання природних ресурсів Карпатського регіону є збалансування та оптимізація використання природних ресурсів, відтворення природних екосистем, підтримка їх цілісності, покращення екологічної ситуації для забезпечення гармонійного розвитку і підвищення якості життя населення регіону [20]. Для досягнення зазначеної мети є необхідним моніторинг компонентів навколишнього середовища із залученням сучасних ГІС і ДЗЗ-технологій. На практиці [7, 8, 10, 11, 13] для контролю параметрів рослинності, а також інших природних компонентів найчастіше застосовуються спектральні індекси, для розрахунку яких використовують відповідні формули (1-3).

Спектральні індекси зображень – це зображення, отримані з багатоканальних знімків, які допомагають більш чітко виявити певне явище, пом'якшуючи дію інших факторів, які приховують досліджуваний ефект у багатоканальному зображенні. Ці індекси часто створюються шляхом комбінування, додавання і видалення каналів, які знаходяться в певних частинах електромагнітного спектра. Різні об'єкти довкілля, такі як, наприклад, рослинність, вода або ділянки, що постраждали від пожеж, по-різному реагують на різні світлові хвилі. Спектральні індекси використовують ці особливості для отримання цієї конкретної інформації із застосування математичних операцій принаймні до двох хвиль різного діапазону. Найчастіше ці математичні операції ґрунтуються на нормалізованій різниці типу $(a-b)/(a+b)$. Результати розрахунків є безрозмірними величинами і коливаються в межах від -1 до +1, залежно від характеристик земного покриву досліджуваної території. Одним з основних способів використання цих індексів є порівняння одного і того ж об'єкта (території) на множині зображень за визначений період часу.

Для території розглянутого регіону у середовищі GEE за допомогою The Earth Engine API/JavaScript здійснено розрахунок нормалізованих диференційних індексів NDVI, MNDWI, NDBI, які використовуються для аналізу основних типів земного покриття (рослинність, водойми, забудовані території), за даними багатоканальних космознімків Landsat 8 OLI/TIRS із роздільною здатністю 30 м. Опрацьовані набори даних мають глобальне покриття і містять космознімки, отримані з квітня 2014 року і по даний час із частотою оновлення 16 днів. Картографічні зображення було згенеровано на основі обробки даних спостережень 2020 року шляхом фільтрування результатів моніторингу за часовим періодом, допустимим відсотком хмарності (<10%), визначення відповідних медіанних значень яскравості і значень спектральних індексів для кожного пікселя. Часові ряди можуть бути отримані у вигляді відповідних графіків і числових вибірок даних для відповідних точок або полігонів (населених пунктів, районів, об'єднаних територіальних громад тощо), заданих користувачем (рис. 4-6).

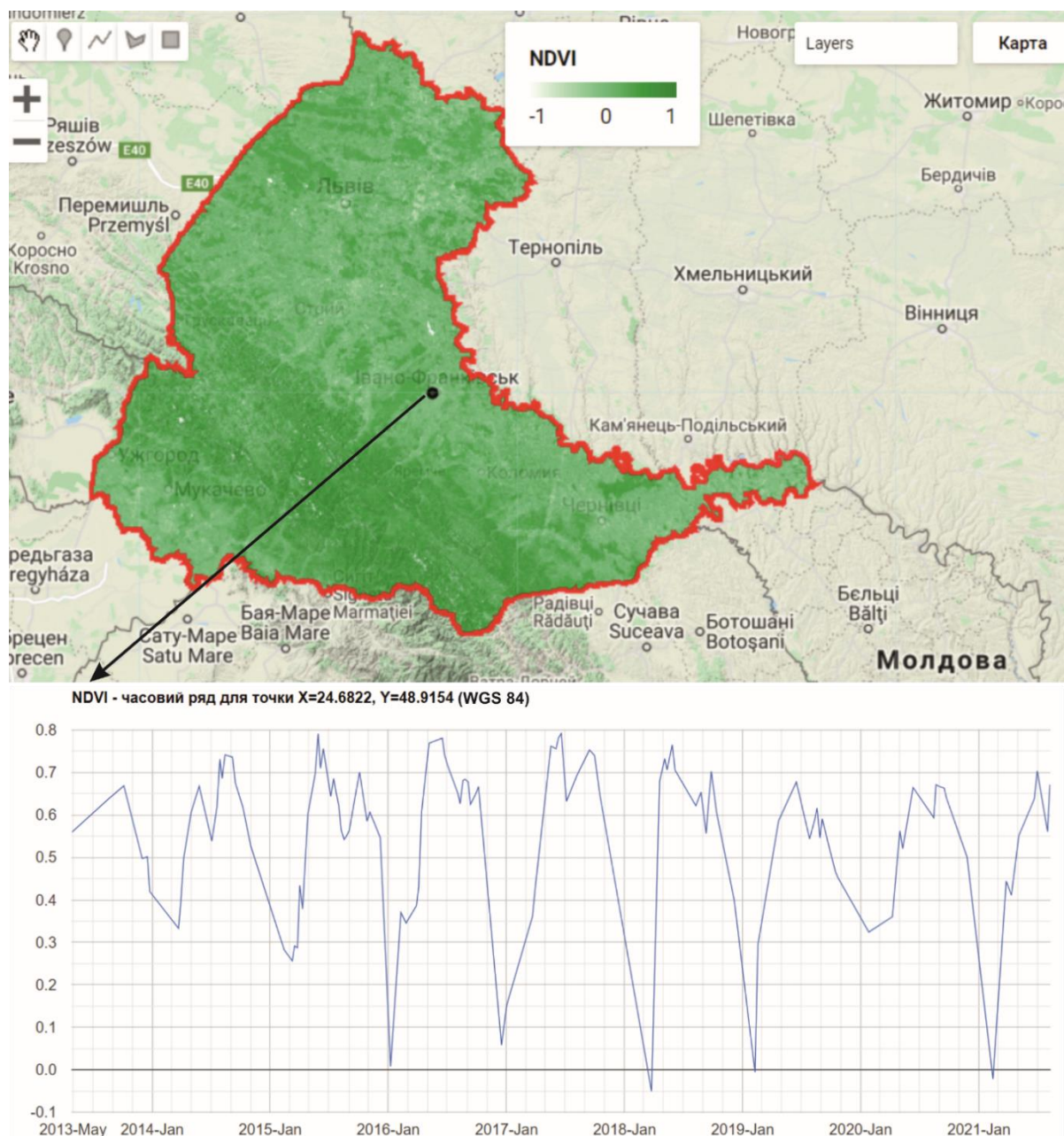


Рис. 4. Узагальнена станом на 2020 рік карта NDVI для Карпатського регіону і ряд динаміки індексу за весь період спостережень для локального пункту спостережень (м. Івано-Франківськ, район міського озера)

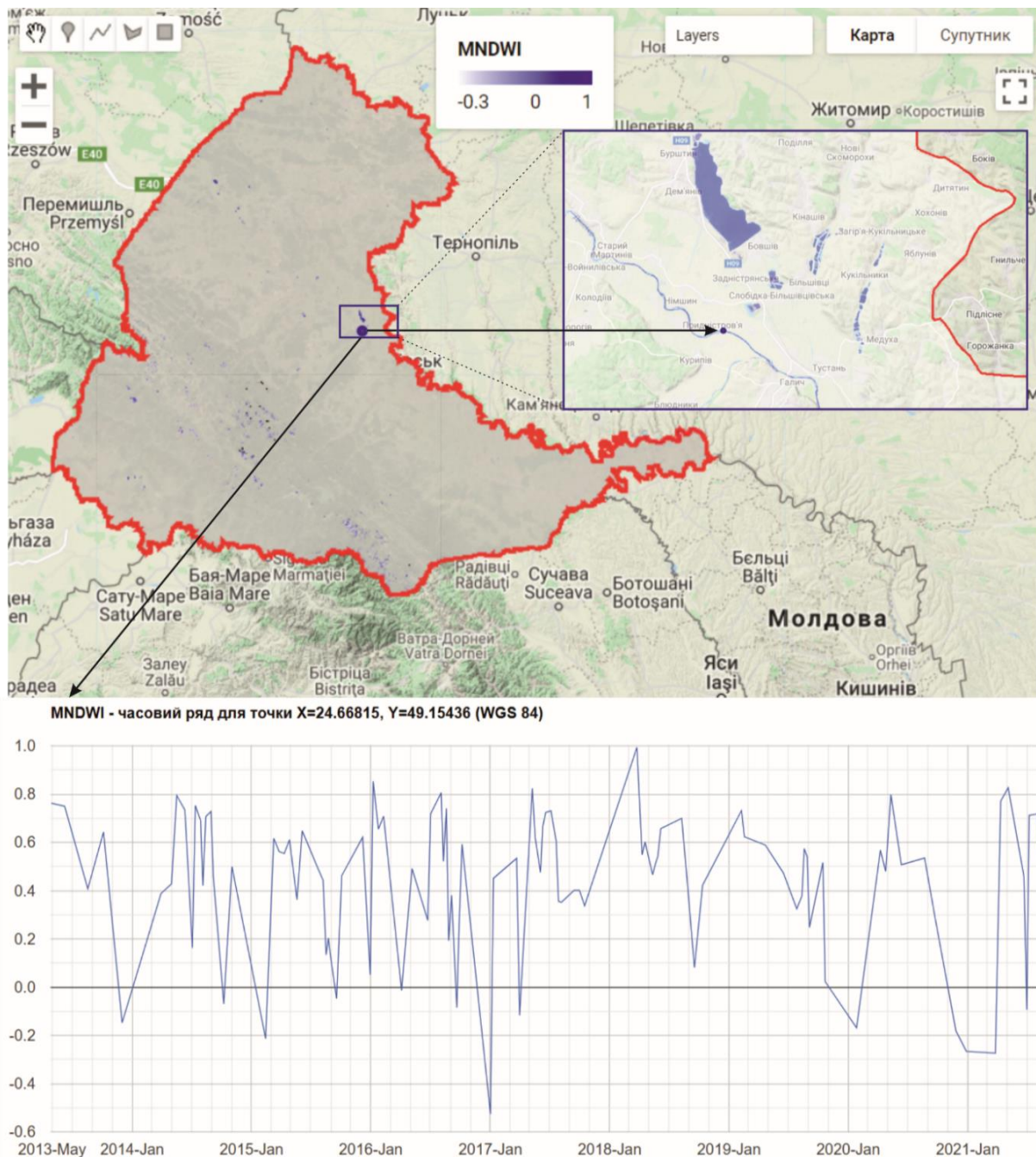


Рис. 5. Узагальнена станом на 2020 рік карта MNDWI для Карпатського регіону і ряд динаміки індексу за весь період спостережень для локального пункту спостережень (Івано-Франківська область, с. Придністров'я, заплава р. Дністер)

Першочергово був обчислений нормалізований диференційний вегетаційний індекс *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index) (рис. 4):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (1)$$

де *NIR* – відбиття в ближньому інфрачервоному діапазоні спектру з довжиною хвилі в межах 0,84-0,88 нм, що для Landsat 8 OLI/TIRS відповідає каналу B5; *RED* – відбиття в червоному діапазоні спектру з довжиною хвилі в межах 0,64-0,67 нм, що для Landsat 8 OLI/TIRS відповідає каналу B4.

NDVI часто використовується для моніторингу посухи, прогнозування сільськогосподарського виробництва, ризику виникнення пожеж, опустелювання. Даний індекс вважається кращим для глобального моніторингу рослинності, оскільки він дозволяє компенсувати мінливість умов освітлення, нахилу поверхні, експозиції та інших зовнішніх чинників. Загалом, *NDVI* – це показник стану здоров'я рослин, оснований на їх здатності відбивати світло певних частот. Діапазон значень індексу – від -1 до 1, де негативні значення відповідають в

основному хмарам, водним об'єктам та сніговому покриву, значення, близькі до нуля, характерні для відслонень гірських порід, оголеного ґрунту, урбанізованих територій, значення від 0,2 до 0,3 представляють чагарники та луки, а від 0,6 до 0,8 і більше вказують на лісову рослинність.

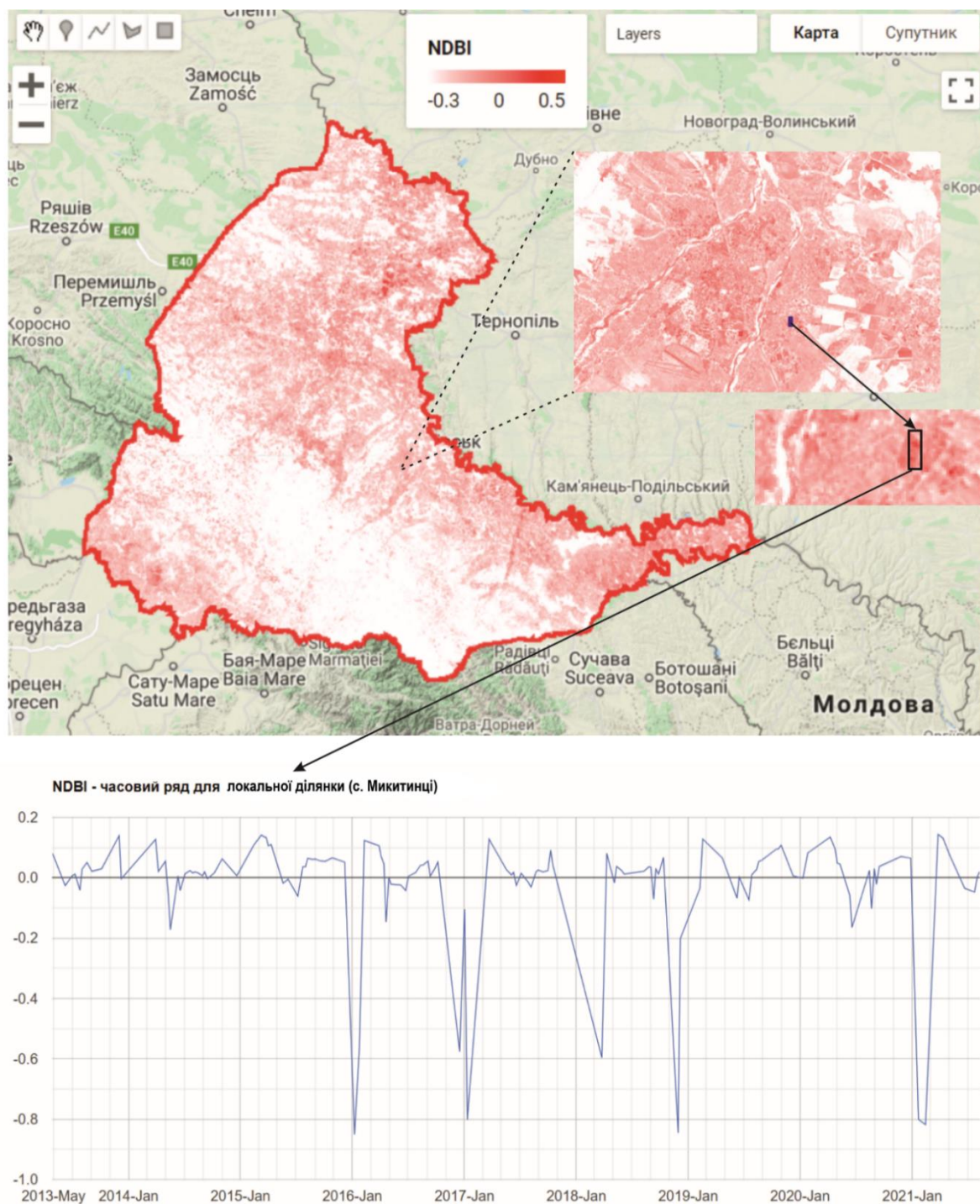


Рис. 6. Узагальнена станом на 2020 рік карта NDBI для Карпатського регіону і ряд динаміки осереднених значень індексу за весь період спостережень для локальної забудованої ділянки (Івано-Франківська область, с. Микитинці)

Модифікований нормалізований диференційований водний індекс *MNDWI* (Modified Normalized Difference Water Index) (рис. 5), дозволяє досить точно ідентифікувати водні об'єкти, зменшуючи вплив забудованих територій, які часто корелюють із відкритими водними поверхнями, класифікованими на основі інших спектральних індексів. Даний індекс визначається за аналогією з *NDVI* як:

$$MNDWI = \frac{GREEN - SWIR1}{GREEN + SWIR1}, \quad (2)$$

де *GREEN* – відбиття в зеленому діапазоні спектру з довжиною хвилі в межах 0,53-0,59 нм, що для Landsat 8 OLI/TIRS відповідає каналу B3; *SWIR1* – відбиття в короткохвильовому інфрачервоному діапазоні спектру з довжиною хвилі в межах 1,57-1,65 нм, що для Landsat 8 OLI/TIRS відповідає каналу B6.

MNDWI використовується як для аналізу динаміки водних об'єктів, визначення площ водного дзеркала, моніторингу затоплення і підтоплення ґрунтовими водами, так і для прогнозування засух, оцінки ризику виникнення лісових пожеж, оскільки його значення є чутливими до вмісту вологи у рослинності та ґрунтах. Результати обчислення *MNDWI* можуть змінюватися в межах від -1 до +1, відповідно високі значення індексу дозволяють виконати класифікацію і картування відкритих водних поверхонь.

Нормалізований диференційний індекс забудови *NDBI* (Normalized Difference Built-Up Index) (рис. 6) дозволяє зробити більш контрастними забудовані території і оснований на співвідношенні, що пом'якшує вплив атмосферних явищ і різного рівня освітлення місцевості:

$$NDBI = \frac{SWIR1 - NIR}{SWIR1 + NIR}, \quad (3)$$

NDBI аналогічно до попередніх спектральних індексів може набувати значень у діапазоні від -1 до +1, причому вищі додатні значення характерні для територій із більшою щільністю забудови. Даний індекс широко використовується для картування типів земного покриття, моніторингу урбанізації, трансформації природних ландшафтів тощо. Від'ємні значення (< -0,5) даного індексу відображають водні об'єкти, або підвищений рівень зволоження, що також може бути використане для контролю витоків із комунальних мереж і підтоплення забудованих територій.

Висновки та перспективи досліджень. Google Earth Engine (GEE) представляє собою хмарну технологічну геоінформаційну платформу, яка дозволяє відстежувати та аналізувати зміни в навколишньому середовищі у планетарних масштабах, використовуючи мультитерабайтний каталог даних спостережень. Платформа надає користувачам внутрішньо-паралельний обчислювальний доступ до тисяч комп'ютерів у центрах обробки даних Google. Наразі GEE розміщує в Інтернеті історичні архіви зображень Landsat, MODIS, Sentinel, які щоденно оновлюються. Платформа підтримує створення просторових і часових мозаїк, композицій космоснімків, фільтрацію для видалення хмар і прогалів на супутникових знімках, а також обчислення і картування різноманітних спектральних індексів. GEE також включає основу програмування прикладних програм, Application Programming Interface (API), яка дозволяє вченим отримувати безпрецедентний доступ до обчислювальних ресурсів та даних, застосовувати існуючі алгоритми або розробляти нові без необхідності зберігання локальних даних або встановлення додаткового програмного забезпечення. GEE швидко стає одним з найбільш використовуваних інструментів у науковій спільноті для вирішення завдань, пов'язаних із даними дистанційного зондування, про це свідчить значна кількість публікацій у рецензованих виданнях. Поєднання наукових підходів із величезними обсягами даних і технологічними хмарними ресурсами надає переваги швидкості обчислень, простоти у використанні та співпраці при проведенні досліджень у сферах картографування змін клімату і земного покриття, моніторингу лісів і сільськогосподарських культур, деградації природних ландшафтів, виявлення змін поверхні землі внаслідок урбанізації, вивчення і прогнозування стихійних лих тощо.

Прикладом використання можливостей GEE для вирішення задач моніторингу регіонального рівня є виконана в даній роботі обробка результатів довгострокових дистанційних спостережень Landsat 8, за допомогою якої вперше для території Карпатського регіону реалізовано методику обчислення нормалізованих диференційних індексів *NDVI*, *MNDWI* і *NDBI*, що характеризують відповідно параметри рослинності, водних об'єктів і урбанізованих територій, та сформовано геоінформаційну базу просторово-часових даних, що вміщує як первинні структуровані дані ДЗЗ, так і похідні результати обчислень із просторовою роздільною здатністю 30×30 м і 14-денним кроком часових рядів. GEE дозволяє виконати візуалізацію отриманих результатів шляхом побудови карт на задані розробником дату чи часовий період або у вигляді впорядкованих вибірок числових даних (часових рядів) і їх графіків для обраної користувачем локальної точки, ділянки, населеного пункту, тощо. Крім того, розроблені з використанням інструментів API JavaScript у середовищі GEE оригінальні програмні модулі дають змогу здійснювати постійну автоматизовану актуалізацію даних, виконувати експорт отриманих результатів у вигляді геопросторових шарів у ГІС-середовище (QGIS, ArcGIS тощо).

Отримані результати є актуальними для вирішення проблем екологічної безпеки досліджуваного регіону, обумовлених проявами катастрофічних метеокліматичних явищ, розвитком небезпечних екзогенних геологічних процесів, неконтрольованою вирубкою лісів, непродуманою забудовою, нагромадженням побутових відходів, оскільки дозволяють здійснювати регулярне оновлення і систематизацію даних моніторингу стану рослинності, водних об'єктів, забудованих територій. Такі структуровані дані є основою для подальшого більш глибокого аналізу просторово-часової мінливості параметрів довкілля досліджуваної території Карпатського регіону, вивчення взаємозв'язку динаміки нормалізованих диференційних індексів, як числових характеристик факторів впливу, із режимом розвитку і активізації небезпечних природно-техногенних процесів. У першу чергу, перспективи використання отриманих наборів геопросторових шарів нормалізованих диференційних індексів пов'язані із необхідністю актуалізації і вдосконалення геоінформаційних моделей і систем регіонального просторового прогнозування зсувів, селів, карсту, підтоплення для територій Карпатського регіону.

Література

- 1 Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone / Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R. // *Remote Sens. Environ.* – 2017. – № 202. – 18–27.
- 2 Progress and Trends in the Application of Google Earth and Google Earth Engine/ Zhao Q., Yu L., Li X., Peng D., Zhang Y., Gong, P. // *Remote Sens.* – 2021. – № 13. – 3778 p. doi.org/10.3390/rs13183778
- 3 Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications: A Comprehensive Review / M. Amani et al. // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing.* – 2020. – № 13. – 5326-5350. doi: 10.1109/JSTARS.2020.3021052
- 4 Kumar L. Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential / L. Kumar, O. Mutanga // *Remote Sens.* – 2018. – № 10. – 1509 p.
- 5 Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review/ Tamiminia H., Salehi B., Mahdianpari M., Quackenbush L., Adeli S., Brisco, B.// *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.* – 2020. – № 164. – pp. 152-170. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001
- 6 An Operational Before-After-Control-Impact (BACI) Designed Platform for Vegetation Monitoring at Planetary Scale / Poortinga A., Clinton N. and others. // *Remote Sens.* – 2018. – № 10. – 760 p.
- 7 Mapping Vegetation and Land Use Types in Fanjingshan National Nature Reserve Using Google Earth Engine/ Tsai Y.H., Stow D. and others. // *Remote Sens.* 2018. – № 10. – 927 p.
- 8 A mangrove forest map of China in 2015: Analysis of time series Landsat 7/8 and Sentinel-1A imagery in Google Earth Engine cloud computing platform/ Chen B. and others // *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* – 2017. – № 131. – pp. 104–120. doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.07.011
- 9 A large-scale change monitoring of wetlands using time series Landsat imagery on Google Earth Engine: a case study in Newfoundland. / Mahdianpari M., Jafarzadeh H., Granger J., Mohammadimanesh F., Brisco, B., Salehi B., Homayouni S. // *GIScience & Remote Sensing.* – 2020. – 57(8). – pp. 1102-1124. doi: 10.1080/15481603.2020.1846948
- 10 Ballanti L. K. Remote Sensing for Wetland Mapping and Historical Change Detection at the Nisqually River Delta / Ballanti L. K., Byrd I., Woo and C. Ellings // *Sustainability.* – 2017. – № 9. – P. 1919. doi:10.3390/su9111919
- 11 Geospatial analysis of land use change in the Savannah River Basin using Google Earth Engine / Zurqani, H.A., Post, C.J., Mikhailova, E.A., Schlautman, M.A., Sharp, J.L. // *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* – 2018. – № 69. – pp. 175–185.
- 12 Exploring Google Earth Engine Platform for Big Data Processing: Classification of Multi-Temporal Satellite Imagery for Crop Mapping / Shelestov A., Lavreniuk M., Kussul N., Novikov A., & Skakun S. // *Frontiers in Earth Science.* – 2017. – № 5. – 17. doi.org/10.3389/feart.2017.00017
- 13 Kussul N. Crop inventory at regional scale in Ukraine: developing in season and end of season crop maps with multi-temporal optical and SAR satellite imagery / Kussul N., Lavreniuk M., Shelestov, A., & Skakun, S. // *European Journal of Remote Sensing.* – 2018. – 51 (1). – pp. 627-636.
- 14 Deep Learning Classification of Land Cover and Crop Types Using Remote Sensing Data / Kussul, N., Lavreniuk, M., Skakun, S., & Shelestov, A. // *IEEE Geoscience and Remote Sensing*

Letters. – 2017. – 14(5). – pp. 778–782.

15 Миронюк В. В. Класифікація лісового покриву за сезонними композитними мозаїками Landsat / В. В. Миронюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2018. – 28(1). – С. 28–33.

16 Зібцев С. В. Просторово-часовий розподіл пожеж у природних ландшафтах Рівненської області / С. В. Зібцев, В. В. Миронюк, О. М. Сошенський, М. С. Корень, В. А. Корень // Науковий вісник НЛТУ України. – 2019. – 29(6). – С. 18-23.

17 Бородатий П. А. Геоінформаційна технологія аналізу хмарності на території Західної України з використанням супутникових зображень / П. А. Бородатий, Р. А. Бунь // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Інформаційні системи та мережі. – 2018. – № 887. – С. 31–42.

18 Zyelyk Ya. I. Enhancement of the spatial resolution of the land surface thermal field imagery based on the multispectral data coupling from various space systems / Ya. I. Zyelyk, S. V. Chorny and L. V. Pidgorodetska // 19th International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects, Retrieved from www.scopus.com.

19 Затверджені стандарти вищої освіти (2021). веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti> (дата звернення: 23.09.2021).

20 Карпатський регіон: актуальні проблеми та перспективи розвитку; Том 1. Екологічна безпека та природно-ресурсний потенціал / наук. ред. В.С. Кравців// НАН України. Інститут регіональних досліджень – Львів. – 2013. – 336 с.

L. Davybidia

*Ivano-Frankivsk National
Technical University of Oil and Gas*

ANALYSIS OF CAPABILITIES AND EXPERIENCE OF USING GOOGLE EARTH ENGINE PLATFORM FOR ENVIRONMENTAL MONITORING CHALLENGES

The purpose of the study is to assess the potential of using the Google Earth Engine (GEE) platform for processing the Earth remote sensing data in solving various problems of environmental monitoring and in other areas of applied geoinformatics. GEE is an open cloud platform that allows performing the analysis and visualization of large-scale geospatial datasets for scientific, educational, public, governmental and commercial organizations. GEE provides open-source tools for geospatial analysis, as well as access to a public catalogue of raster and vector data, which includes satellite images, meteorological, geophysical observation data, etc. In the paper, the structure and functions of the platform were analyzed, as well as the possibilities of obtaining open data of remote sensing provided by the GEE catalogue for the regional environmental monitoring problems solution. A systematic review of the current scientific publications was carried out, which confirmed the wide range of applications of the platform by the scientists from different countries to analyze the environment both regionally and globally. One of the most common types of tasks implemented by GEE is the calculation of normalized difference indices used for mapping vegetation, crops, land cover, biodiversity and monitoring of fires, droughts and other negative natural and man-made processes. For the studied territory of the Carpathian region, an assessment of the time period of the available observation data, coverage of satellite images, their spatial resolution, decoding characteristics was performed. According to the data of multi-channel space images, the normalized difference indices NDVI, MNDWI, NDBI were calculated using the GEE code editor and JavaScript programming language, and the obtained results were visualized.

Key words: Earth remote sensing, applied geoinformatics, cloud technologies, geoinformation systems, geodatabases, normalized difference indices.

References

- 1 Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone / Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R. // Remote Sens. Environ. – 2017. – № 202. – 18–27.
- 2 Progress and Trends in the Application of Google Earth and Google Earth Engine/ Zhao Q., Yu L., Li X., Peng D., Zhang Y., Gong, P. // Remote Sens. – 2021. – № 13. – 3778 p. doi.org/10.3390/rs13183778
- 3 Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications: A Comprehensive Review / M. Amani et al. // IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth

Observations and Remote Sensing. – 2020. – № 13. – 5326-5350. doi: 10.1109/JSTARS.2020.3021052

4 Kumar L. Google Earth Engine Applications Since Inception: Usage, Trends, and Potential / L. Kumar, O. Mutanga // Remote Sens. – 2018. – № 10. – 1509 p.

5 Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review/ Tamiminia H., Salehi B., Mahdianpari M., Quackenbush L., Adeli S., Brisco, B.// ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2020. - № 164. – pp. 152-170. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001

6 An Operational Before-After-Control-Impact (BACI) Designed Platform for Vegetation Monitoring at Planetary Scale / Poortinga A., Clinton N. and others. // Remote Sens. –2018. – №10. – 760p.

7 Mapping Vegetation and Land Use Types in Fanjingshan National Nature Reserve Using Google Earth Engine/ Tsai Y.H., Stow D. and others. // Remote Sens. 2018. –№ 10. – 927 p.

8 A mangrove forest map of China in 2015: Analysis of time series Landsat 7/8 and Sentinel-1A imagery in Google Earth Engine cloud computing platform/ Chen B. and others // ISPRS J. Photogramm. Remote Sens. – 2017. – № 131. – pp. 104–120. doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.07.011

9 A large-scale change monitoring of wetlands using time series Landsat imagery on Google Earth Engine: a case study in Newfoundland. / Mahdianpari M., Jafarzadeh H., Granger J., Mohammadimanesh F., Brisco, B., Salehi B., Homayouni S. // GIScience & Remote Sensing. – 2020. – 57(8). – pp. 1102-1124. doi: 10.1080/15481603.2020.1846948

10 Ballanti L. K. Remote Sensing for Wetland Mapping and Historical Change Detection at the Nisqually River Delta / Ballanti L. K., Byrd I., Woo and C. Ellings // Sustainability. – 2017. – № 9. – P. 1919. doi:10.3390/su9111919

11 Geospatial analysis of land use change in the Savannah River Basin using Google Earth Engine / Zurqani, H.A., Post, C.J., Mikhailova, E.A., Schlautman, M.A., Sharp, J.L. // Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. – 2018. – № 69. – pp. 175–185.

12 Exploring Google Earth Engine Platform for Big Data Processing: Classification of Multi-Temporal Satellite Imagery for Crop Mapping / Shelestov A., Lavreniuk M., Kussul N., Novikov A., & Skakun S. // Frontiers in Earth Science. – 2017. – № 5. – 17. doi.org/10.3389/feart.2017.00017

13 Kussul N. Crop inventory at regional scale in Ukraine: developing in season and end of season crop maps with multi-temporal optical and SAR satellite imagery / Kussul N., Lavreniuk M., Shelestov, A., & Skakun, S. // European Journal of Remote Sensing. – 2018. – 51 (1). – pp. 627-636.

14 Deep Learning Classification of Land Cover and Crop Types Using Remote Sensing Data / Kussul, N., Lavreniuk, M., Skakun, S., & Shelestov, A. // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. – 2017. – 14(5). – pp. 778–782.

15 Myroniuk V. V Forest Cover Mapping Using Landsat-Based Seasonal Composited Mosaics/ V. V. Myroniuk // Scientific Bulletin of UNFU. – 2018. – 28(1). – pp. 28–33.

16 Zibtsev S. V. Wildfire regimes of natural landscapes of the Rivne region of Ukraine / Zibtsev, S. V., Myroniuk, V. V., Soshenskyi, O. M., Koren, M. S., & Koren, V. A. // Scientific Bulletin of UNFU. - 2019. – 29(6). - pp. 18-23.

17 Borodatyi P. Geoinformation technology for cloudiness analysis on the territory of western Ukraine using satellite images / Petro Borodatyi, Rostyslav Bun // Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Serie: Informatsiini systemy ta merezhi. – Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2018. – № 887. – P. 31–42.

18 Zyelyk Ya. I. Enhancement of the spatial resolution of the land surface thermal field imagery based on the multispectral data coupling from various space systems / Ya. I. Zyelyk, S. V. Chornyy and L. V. Pidgorodetska // 19th International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects, Retrieved from www.scopus.com.

19 Approved standards of higher education (2021). website. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti> (date of access: 23.09.2021).

20 Carpathian region: current issues and prospects for development; Volume 1. Ecological safety and natural resource potential/ Science editor V. S. Kravtsiv /// NAS of Ukraine. Institute for Regional Studies. – Lviv, 2013. – 336 p.

*Т. Б. Качала, Н. М. Москальчук,**Х. Б. Караванович**Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

БАГАТОШАРОВІ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ (ЗОКРЕМА ДЛЯ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У НАВКОЛИШНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ)

Характерною рисою сучасного суспільства є стрімке збільшення обсягів інформації, збільшення вимог до її точності та своєчасності. Традиційні способи збереження, пошуку та обробки інформації вже не задовольняють сучасним вимогам. Паперова технологія фактично вичерпала свої можливості по удосконаленню методів роботи з інформацією. Для цього необхідні більш швидкі та ефективні методи.

В процесі дослідження структурування інформації яка пов'язана із впливом техногенних об'єктів на навколишнє середовище, або ж зі змінами які відбуваються у середовищі в силу певних причин. Виявлено доволі велику незручність із оптимізацією як тієї інформації, що ми вносимо у існуючу базу так із даними які необхідно обробити для встановлення залежностей чи продемонструвати у вигляді логічної візуалізації.

Зокрема проблематично працювати з інформацією яка передбачає зв'язок і великою кількістю факторів чи елементів. Прикладом такої проблематики є формування бази даних та подальша робота з інформацією щодо електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Дані фактори і стали причиною для створення універсальної бази даних яка б надавала максимальну оптимізацію щодо роботи з інформацією яка тісно пов'язана із багатфакторністю. Беручи до уваги, що проблема електромагнітного впливу на компоненти навколишнього середовища з кожним днем стає актуальнішою в силу нестримного технологічного процесу, нами було вирішено взяти до уваги інформаційний пакет саме із даних щодо ЕМ забруднення.

Проаналізувавши існуючі типи та структури баз даних ми змогли виділити основні позитивні та негативні особливості моделей. На основі глибокого аналізу та бажання створити ефективну модель структуризації інформації нам вдалося представити новий варіант багатоварових баз даних для ефективної обробки великих об'ємів даних.

Ключові слова: бази даних, структурний елемент, накопичення інформації, електромагнітні дослідження, кластери, архітектура бази даних

Постановка проблеми. Метою роботи є розробити проект бази даних для ефективної роботи із інформацією щодо електромагнітного забруднення компонентів навколишнього середовища.

Представлена стаття висвітлює актуальну тему структуризації інформації для ефективної роботи з нею. Проаналізована сучасні дослідження у сфері формування баз даних та проаналізовані переваги і недоліки які існують на сьогоднішній день у даній сфері. Основним напрямком публікації стала демонстрація нового погляду на існуючі класичні способи збереженні та роботи з інформацією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Принципово нові можливості у поліпшенні інформаційного обслуговування надають сучасні технології, зокрема, автоматизовані інформаційні системи. Дані в інформаційній системі можуть зберігатися в неструктурованому або структурованому вигляді.

Неструктуровані дані в основному звичайні текстові документи (статті, реферати, книги). Системи, в яких зберігаються неструктуровані дані, не завжди можуть дати конкретну відповідь на запит користувача, а можуть видати текст документи або перелік документів, в яких можна знайти відповідь. Наприклад, у відповідь на запит "Архітектура ПК" може бути виданий перелік статей, в яких згадується це поняття.

Під структурованими даними розуміються правила, що визначають їх форму, розмір, значення. Структуровані дані зазвичай зберігаються в базах даних (БД).

База даних являє собою комп'ютерний варіант організованої інформації. Зазвичай елементи інформації об'єднує спільна тема або призначення, як, наприклад, список студентів з оцінками в журналі групи.

Прикладами великих інформаційних систем є банківські системи, системи замовлень залізничних квитків, бібліотека і т.д.

База даних – це сукупність даних і зв'язків між ними, великий масив різномірної інформації, організованої за певними правилами. Ці правила передбачають загальні принципи опису, зберігання і обробки даних. Зазвичай база даних створюється для предметної області.

Предметна область – це частина реального світу, яка вивчається з метою створення бази даних. Набори принципів, за якими організована структура зберігання даних в базі, називаються моделями даних.

Існують 3 основні моделі даних – реляційні бази даних, ієрархічні і мережеві структури [1-9].

Ієрархічна модель дозволяє будувати БД з деревовидної структурою. У них кожен вузол містить свій тип даних (сутність). На верхньому рівні дерева є один вузол – корінь, на наступному рівні розташовуються вузли, пов'язані з цим коренем, потім вузли, пов'язані з вузлами попереднього рівня, і т. д. Кожен вузол може мати тільки одного предка [8-11].

Пошук даних завжди починається з кореня і йде у напрямку вниз, поки не знайдений потрібний об'єкт.

Переваги:

- 1) простота опису ієрархічних структур реального світу,
- 2) швидке виконання запитів, відповідних структурі даних.

Недоліки:

- 1) такі БД часто містять надлишкові дані,
- 2) не завжди зручно кожен раз починати пошук потрібних даних з кореня.

Мережева модель є розширенням ієрархічної. В ієрархічних структурах запис-нащадок повинен мати тільки одного предка; в мережевій структурі даних нащадок може мати будь-яке число предків.

Переваги: ефективна реалізація за показниками витрат пам'яті та оперативності.

Недолік: висока складність і жорсткість схеми БД, побудованої на її основі.

Таким чином, в мережевій моделі можливі зв'язки всіх інформаційних об'єктів з усіма..

Реляційна модель даних являє собою сховище даних, які організовані у вигляді двовимірних таблиць.

Будь-яка таблиця реляційної бази даних складається з рядків, які називаються записами, і стовпців, які називаються полями. На перетині стовпця і рядка знаходяться конкретні значення даних, що містяться в таблиці.

Таким чином:

Поле бази даних – це стовпець таблиці, що містить значення певної властивості.

Кожне поле характеризується своїм ім'ям і типом даних, що представляють значення даної властивості.

Запис бази даних – це рядок таблиці, що містить набір значень властивостей, розміщений в полях бази даних. Кожен запис являє собою набір значень, що містяться в полях.

Кожна таблиця повинна містити хоча б одне ключове поле, вміст якого унікальний для кожного запису в цій таблиці.

Ключове поле – це поле, значення якого однозначно визначає запис у таблиці.

Принципи організації даних:

- 1) Кожен елемент таблиці – один елемент даних.
- 2) Всі значення в одному стовпці є однорідними, тобто, мають один тип (числа, текст, дата і т. д.).
- 3) Кожен запис у таблиці унікальний, тобто, в таблиці немає однакових рядків.
- 4) Кожне поле має унікальне ім'я.
- 5) Послідовність полів у таблиці несуттєва.
- 6) Послідовність записів у таблиці несуттєва.

База даних (БД) – це організована структура, яка призначена для зберігання, зміни та обробки взаємозалежної інформації, переважно великих обсягів. БД використовують для динамічних сайтів з великими обсягами (інтернет-магазин, портал, корпоративний сайт).

База даних – це певний набір даних, які пов'язані між собою спільною ознакою або

властивістю, та впорядковані, наприклад, за алфавітом.

Об'єднання великої кількості даних в єдину базу дає змогу для формування безлічі варіації групування інформації – особисті дані клієнта, історія замовлень, каталог товарів та будь-що інше.

Головною перевагою БД є швидкість внесення та використання потрібної інформації. Завдяки спеціальним алгоритмам, які використовуються для баз даних, можна легко знаходити необхідні дані всього за декілька секунд. Також в базі даних існує певний взаємозв'язок інформації: зміна в одному рядку може спричинити зміни в інших рядках – це допомагає працювати з інформацією простіше і швидше.

Бази даних для сайтів дають змогу зберігати інформацію, що виглядає як зв'язані між собою таблиці. Саме в БД зберігаються вся необхідна та корисна інформація для функціонування сайту (клієнтські дані, прайс-лист, список товарів).

Щоб створити запит до бази даних часто використовують Structured Query Language. SQL дає змогу додавати, редагувати та видаляти інформацію, що міститься у таблицях. Під час програмування сайтів використовують різні системи управління БД. До основних СУБД, відносять: об'єктно-реляційна система управління базами даних Oracle Database; вільна система управління базами даних PostgreSQL; система керування базами даних Microsoft SQL Server; вільна система управління базами даних MySQL[7-11].

Такі системи управління відрізняються централізованою обробкою запитів, забезпечують надійність, доступність та безпеку БД.

Найбільш популярною системою управління є MySQL, вона дає зручний доступ для управління БД та підтримує велику кількість таблиць різних типів.

Розподілені бази даних (РБД) – це сукупність логічно пов'язаних між собою БД, які є розподіленими у комп'ютерній мережі.

Переваги РБД: ця модель відображає інформацію в найбільш простій для користувача формі; заснована на розвиненому математичному апараті, який дозволяє досить лаконічно описати основні операції з даними; дозволяє створювати мови маніпулювання даними не процедурного типу; маніпулювання даними на рівні вихідний БД і можливість зміни.

СУБД – це програмні засоби, які виступають посередником між БД та її користувачами. Завдяки сукупності мовних та програмних засобів, СУБД сприяють створенню, веденню та спільного використання БД різними користувачами.

Сучасна програма СУБД складаються з ядра, процесору мови БД, підсистеми підтримки часу виконання та сервісних програм, які надають додаткові можливості для обслуговування інформаційних систем.

Будь-які дані десь зберігаються. Проаналізуємо схеми основні типи баз даних, щоб наочно уявити відмінності між ними [12-19].

Типами баз даних, які називаються також моделями БД або сімействами БД, є шаблони і структури, які використовуються для організації даних в системі управління базами даних (СУБД). Вибір типу вплине на те, які операції зможе виконувати додаток та як будуть представлені дані.

SQL бази даних дані та зв'язки між даними організовані за допомогою таблиць. Кожен стовпець у таблиці має ім'я і тип. Кожен рядок представляє окремий запис або елемент даних в таблиці, який містить значення для кожного з стовпців. Поле в таблиці, зване зовнішнім ключем, може містити посилання на стовпці в інших таблицях, що дозволяє їх з'єднувати; високоорганізована структура і гнучкість робить реляційні БД потужними і такими, що адаптуються до різних типів даних; для доступу до даних використовується мова структурованих запитів (SQL); надійний вибір для багатьох додатків[6].

NoSQL – група типів БД, що пропонують підходи, відмінні від стандартного реляційного шаблону. Говорячи NoSQL, мають на увазі або "не-SQL", або «не тільки SQL», щоб уточнити, що іноді допускається SQL-подібний запит [7].

У базах даних «ключ-значення» для зберігання інформації ви надаєте ключ і об'єкт даних, який потрібно зберегти. Наприклад, JSON-об'єкт, зображення або текст. Щоб зробити запит, відправляєте ключ і отримуєте blob-об'єкт. Сховища забезпечують швидкий доступ з незначними витратами; часто зберігають дані конфігурацій і інформацію про стан даних, представлених словниками або хешем; немає жорсткої схеми відносини між даними, тому в таких БД часто зберігають одночасно різні типи даних; розробник відповідає за визначення схеми іменування ключів і за те, щоб значення мало відповідний тип / формат [7].

Документні бази даних (також документоорієнтовані БД або сховища документів), спільно використовують базову семантику доступу і пошуку сховищ ключів і значень. Такі БД також використовують ключ для унікальної ідентифікації даних. Різниця між сховищами «ключ-значення» і документними БД полягає в тому, що замість зберігання blob-об'єктів, документоорієнтовані бази зберігають дані в структурованих форматах – JSON, BSON або XML. База даних не виділяє окремий формат або схему; кожен документ може мати свою внутрішню структуру; документні БД є хорошим вибором для швидкої розробки; в будь-який момент можна змінювати властивості даних, не змінюючи структуру або самі дані [8].

Замість зіставлення зв'язків з таблицями і зовнішніми ключами, графові бази даних встановлюють зв'язки, використовуючи вузли, ребра і властивості.

Графові бази представляють дані у вигляді окремих вузлів, які можуть мати будь-яку кількість пов'язаних з ними властивостей. Виглядають аналогічно мережевим; фокусуються на зв'язках між елементами; явно відображають зв'язки між типами даних; не вимагають покрокового обходу для переміщення між елементами; немає обмежень в типах зв'язків [5].

Стовпчикові бази даних (також нереляційні колоночні сховища або бази даних з широкими стовпцями) належать до сімейства NoSQL БД, але зовні схожі на реляційні БД. Як і реляційні, стовпчикові БД зберігають дані, використовуючи рядки і стовпці, але з іншим зв'язком між елементами.

У реляційних БД всі рядки повинні відповідати фіксованій схемою. Схема визначає, які стовпчики будуть в таблиці, типи даних та інші критерії. У стовпчикових базах замість таблиць є структури – «стовпчик сімейства». Сімейства містять рядки, кожна з яких визначає власний формат. Рядок складається з унікального ідентифікатора, що використовується для пошуку, за яким слідують набори імен та значень стовпців. БД зручні при роботі з додатками, що вимагають високої продуктивності; дані та метадані доступні по одному ідентифікатору; гарантоване розміщення всіх даних з рядка в одному кластері, що спрощує сегментацію і масштабування даних [4-6].

Бази даних часових рядів створені для збору і управління елементами, що змінюються з плином часу. Більшість таких БД організовані в структури, які записують значення для одного елемента. Наприклад, можна створити таблицю для відстеження температури процесора. У середині кожне значення буде складатися з тимчасової мітки і показника температури. У таблиці може бути декілька метрик. Орієнтовані на запис; призначені для обробки постійного потоку вхідних даних; продуктивність залежить від кількості відслідковуваних елементів, інтервалу опитування між записом нових значень і фактичного корисного навантаження даних.

Комбіновані (NewSQL і багатомодельні БД) є різними типами баз даних, але вирішують одну групу проблем, викликаних полярними підходами SQL або NoSQL-стратегії. Чому б не об'єднати переваги обох груп? [4-6].

NewSQL бази даних успадковують реляційну структуру і семантику, але побудовані з використанням більш сучасних, масштабованих конструкцій. Мета – забезпечити більшу масштабованість, ніж реляційні БД, і більш високі гарантії узгодженості, ніж в NoSQL. Компроміс між узгодженістю і доступністю є фундаментальною проблемою розподілених баз даних, описаних теоремою CAP. Можливість горизонтального масштабування; висока доступність; велика продуктивність і реплікація; невеликий функціонал і гнучкість; чимале споживання ресурсів і необхідність спеціалізованих знань для роботи з базою даних [1-6].

Багатомодельні бази даних – бази, які поєднують функціональні можливості кількох видів БД. Переваги такого підходу очевидні – одна і та ж система може використовувати різні уявлення для різних типів даних [10-12].

Спільне розміщення даних з декількох типів БД в одній системі дозволяє виконувати нові операції, які в іншому випадку були б ускладнені або неможливі. Наприклад, багатомодельні бази можуть дозволити користувачам отримати доступ до даних, що зберігаються в різних типах БД, і управляти ними в рамках одного запиту, а також підтримують узгодженість даних при виконанні операцій, що змінюють інформацію відразу в декількох системах. Допомогають зменшити навантаження на СУБД; дозволяють розширюватися до нових моделей у міру зміни потреб без внесення змін до базової інфраструктури; забезпечують безперервний доступ і простий розподіл даних; мають лінійну масштабованість і прості для розробки [5-8].

Зміна типів даних, що зберігаються, вимоги до швидкості і продуктивності привели до триваючого розширення типів баз даних. При цьому кожен з них продовжує бути потрібним у

своїй ніші, де взаємозв'язки між даними асоціюються з певною схемою будови бази даних.

Методи та матеріали. Процес створення такої структури бази даних, яка б відповідала вимогам користувачів, називається проектуванням бази даних. Його можна порівняти зі зведенням нової будівлі: визначення вимог, проектування, конструювання і, нарешті, реалізація.

Життєвий цикл системи баз даних є концепцією, в межах якої корисно й зручно розглядати розвиток такої системи. Він, як і життєвий цикл будь-якої програмної системи, складається з двох основних фаз: проектування та реалізації (рис. 1)

Фаза проектування поділяється на такі етапи:

- визначення стратегії;
- аналіз предметної області;
- концептуальне моделювання;
- логічне й фізичне проектування.

Фаза реалізації складається з таких пунктів:

- власне програмна реалізація;
- документування;
- дослідне впровадження.

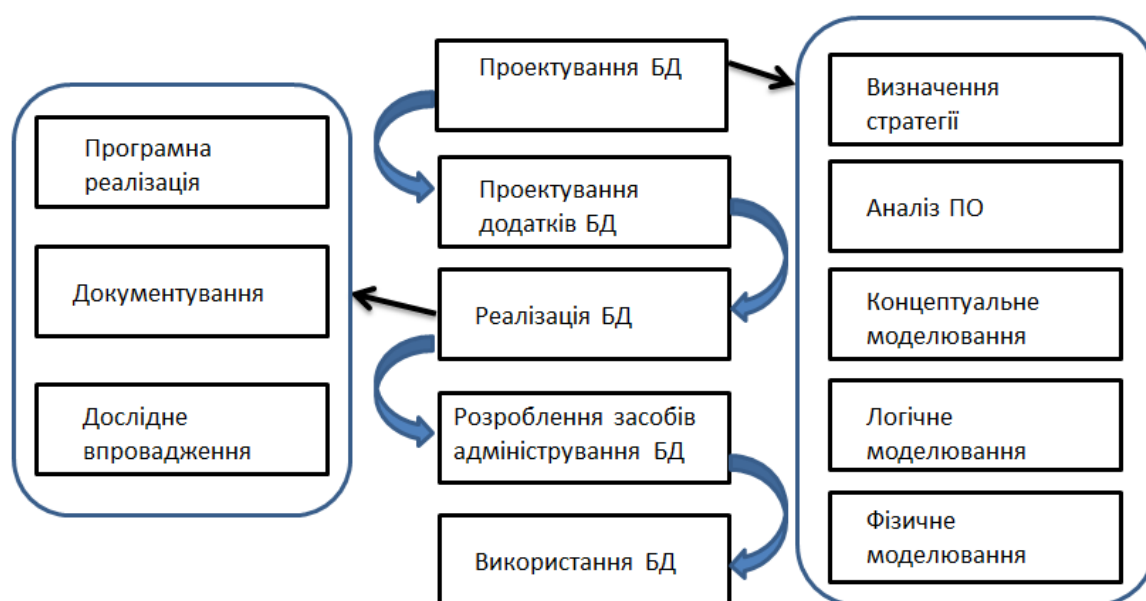


Рис. 1. Основні етапи життєвого циклу БД

Методологія проектування

Під методологією проектування баз даних розуміємо сукупність принципів, методів, інструментів і засобів, що застосовуються для послідовного розроблення структури бази даних. Оскільки система баз даних складається з програм і даних, методологія проектування баз даних розглядається як невід'ємна частина загальної методології проектування програмних систем.

До методології проектування баз даних висуваються певні вимоги. Прийнятною вважається база даних, яка відповідає вимогам користувачів (ефективність, адаптивність, незалежність, захищеність, цілісність тощо) і вимогам до апаратного забезпечення. Методологія має бути достатньо гнучкою, доступною розробникам із різним досвідом проектування, що використовують різні моделі даних і різне програмне забезпечення СКБД.

Методологія проектування баз даних визначає:

- процес проектування;
- методику виконання розрахунків і критеріїв оцінювання альтернативних рішень на кожному етапі проектування;
- інформаційні вимоги як вихідні дані для процесу проектування;
- засоби опису вихідних даних і відображення результатів кожного етапу проектування [15-18].

Процес проектування

Для баз даних можна застосувати ітераційне низхідне проектування. Процес проектування добре структурований, оскільки кожний його етап завершується певним результатом, а також

тому, що допускається ітераційне повторення попередніх етапів, якщо отриманий результат не відповідає вимогам замовника або системним вимогам. Це дає можливість переглядати й змінювати проектні рішення на будь-якому етапі.

З проектуванням тісно пов'язане експертне оцінювання проекту. Мета експертизи - знайти помилки й виправити їх на ранніх етапах проектування. Зазвичай експертиза виконується після завершення кожного з етапів.

Етап проектування БД вважається одним із самих складних етапів створення БД, який не має явно вираженого початку й закінчення. У порівнянні з аналізом вимог до БД або розробкою додатків, проектування БД, на думку багатьох провідних фахівців, є невдало структурованим завданням. Якщо всі етапи створення БД перекриваються один з одним у своїй послідовності, то етап проектування перекривається з усіма іншими етапами. Проектування починається з моменту прийняття стратегічних рішень і триває на етапах реалізації й тестування.

Процес проектування БД охоплює кілька основних сфер:

- проектування об'єктів БД (таблиці, подання, індекси, тригери, збережені процедури, функції, пакети) для подання даних ПО в БД;
- проектування інтерфейсу взаємодії з БД (форми, звіти й т.д.), тобто проектування додатків, які будуть супроводжувати дані в БД і реалізовувати питально-відповідні відношення на цих даних;
- проектування БД під конкретне обчислювальне середовище або інформаційну технологію (архітектура "клієнт-сервер", паралельні архітектури, розподілене обчислювальне середовище);
- проектування БД під призначення системи (інтелектуальний аналіз даних, OLAP, OLTP і т.д.) [13-17].

Критерії оцінювання

Оцінювання необхідне для ухвалення рішень за наявності альтернатив. Труднощі у визначенні критеріїв і виборі альтернатив пов'язані з тим, що часто розробляється кілька проектів структури бази даних і потрібно оцінити, який з них є кращим. Зробити це буває досить складно.

Критерії є кількісні (час обробки запитів, вартість операцій маніпулювання даними, витрати пам'яті тощо) та якісні (гнучкість, адаптивність, прийнятливність та сумісність).

Інформаційні вимоги

Визначаючи вимоги до інформації, врахуйте, що є інформація, яка стосується структури даних (опис даних та зв'язків безвідносно до конкретних способів їхнього використання й обробки), та інформація про спосіб використання даних (опис вимог до обробки даних).

Засоби опису

Це мовні засоби, призначені для опису результатів виконання кожного етапу проектування. А саме, йдеться про такі засоби. Природна мова, якою строго означаються всі необхідні для опису результатів проектування поняття. Використовується, як правило, на етапі визначення стратегії.

Стандартні форми, анкети та бланки. Використовуються переважно на етапі аналізу. Спеціальні формалізовані мови концептуального моделювання (семантичні мережі, числення предикатів та ER-мови). Використовуються переважно на етапі концептуального моделювання.

Формалізована мова означення даних (МОД) і мова маніпулювання даними (ММД). Використовуються на етапі логічного проектування. Зазвичай з цією метою застосовують мову SQL [16-17].

Результати та обговорення. В процесі дослідження структурування інформації яка пов'язана із впливом техногенних об'єктів на навколишнє середовище, або ж зі змінами які відбуваються у середовищі в силу певних причин. Виявлено доволі велику незручність із оптимізацією як тієї інформації, що ми вносимо у існуючу базу так із даними які необхідно обробити для встановлення залежностей чи продемонструвати у вигляді логічної візуалізації.

Зокрема проблематично працювати з інформацією яка передбачає зв'язок і великою кількістю факторів чи елементів. Прикладом такої проблематики є формування бази даних та подальша робота з інформацією щодо електромагнітного забруднення навколишнього середовища. Саме це і стало причиною для створення універсальної бази даних яка б надавала максимальну оптимізацію щодо роботи з інформацією яка тісно пов'язана із багатофакторністю. Враховуючи, що проблема електромагнітного впливу на компоненти навколишнього середовища з кожним днем стає актуальнішою в силу нестримного технологічного процесу, нами було вирішено розробити базу даних для інформації щодо ЕМ забруднення.

Електромагнітне забруднення – вид фізичного забруднення, що виникає унаслідок змін

електромагнітних властивостей середовища, спричинених перевищенням рівня електромагнітного фону.

Вони являють собою хвилі, що поширюються в просторі і рухаються зворотним коливальним дією електричного поля та магнітного поля. Ці поля розташовані у фазі 90° відносно один одного і поширюються зі швидкістю світла. Електромагнітне забруднення витіснення навколишнього середовища хвиль, спричинене поєднанням коливальних електричного та магнітного полів. Деякі автори називають електромагнітне забруднення електросмогом.

Це електромагнітне випромінювання забруднює, оскільки надходить від неприродних джерел. Повинно бути зрозуміло, що електромагнітні поля, що генеруються Землею, Сонцем та електричними бурями, не вважаються електромагнітним забрудненням. Вважається, що електромагнітне забруднення виникло на початку епохи електрики наприкінці 19 століття. Електромагнітні хвилі рухаються від джерела в усіх напрямках, і їх енергія зменшується з відстанню. Ці хвилі відбиваються або поглинаються об'єктами відповідно до кута падіння та характеристик зазначених об'єктів.

Основною причиною електромагнітного забруднення є випромінювання електромагнітних хвиль від електронних пристроїв. Серед джерел електромагнітного забруднення - побутова техніка, мікрохвильові печі, телебачення, радіо, мобільна телефонія, електронні системи спостереження та радари.

Хоча до цих пір докази не є переконливими, різні дослідження показують, що електромагнітне забруднення впливає на здоров'я людини. Повідомлялося про шкідливий вплив на нервову, імунну, ендокринну системи, порушення сну, частоту серцевих скорочень та артеріальний тиск. Інші дослідження попереджають про шкідливий вплив електромагнітного забруднення на фауну та флору.

Враховуючи особливості такого виду забрудника та велику небезпеку оптимізацію бази даних потрібно проводити у форматі інтелектуальної карти.

Інтелектуальна карта – це схема радіальної організації, яка візуалізує певну інформацію у процесі її оброблення людиною. За допомогою складених за певними правилами карт можна створювати, візуалізувати, структурувати й класифікувати ідеї та наочно представляти доволі складні концепції й великі обсяги інформації.

Фактори які можуть впливати на інформацію, що отримують в процесі замірів на досліджуваних ділянках є доволі значущими.

Враховуючи особливості поширення електромагнітних хвиль та їхню взаємодію із компонентами навколишнього середовища можна стверджувати що навіть на тотожних місцях заміру результати будуть відрізнятись. Така особливість ускладнює сортування вихідних даних та створення динамічності у наповненні інформацією для подальшої ефективності у дослідженні тенденцій поширення електромагнітного забруднення.

Для першого етапу нам потрібно виділити головний елемент який об'єднуватиме дані якими ми будемо оперувати. До прикладу це могла б бути точка збору інформації. Другий етап полягатиме у формуванні параметру даних які були б унікальними для головного елемента, але могли містити вузли зв'язків між цього типу інформацією проте унікальною для іншого елемента який залишався б головним у своїй площині. До прикладу це могли би бути параметри середовища, показники рівня електромагнітного випромінювання, його діапазон, особливості поширення випромінювання на даній ділянці. Наступним етапом повинно стати об'єднання зв'язуючих вузлів між собою, а також формування єдиної площини для всіх головних елементів. Останнім етапом було б впровадження взаємодії інформації та вибудовування динаміки її зміни.

Для кращого розуміння нашої ідеї було розроблено 3D моделі проекту бази даних нового візрця із багатофакторністю елементів. На рис. 2 представлено основний структурний елемент нашої розробки. Даний елемент складається із «ядра» яке являє собою основним зв'язковим елементом між усіма даними які прив'язані до цього елемента. У нашому випадку ми пропонуємо щоб центром об'єднання стала точка в якій проводиться збір інформації (може включати в себе як нумерацію так і координати чи будь-якого виду шифрування розміщення місця збору інформації). Блоки інформації представлені кольоровими елементами. Вони можуть бути представлені і табличними форматами. Вся інформація представлена у даних елементах повинна виконувати єдину умову, а саме приналежність до центрального зв'язкового елемента. Кожен із елементів не повинен містити інформацію яка може дублюватись у ще одному такому ж блоці приналежному до центру.

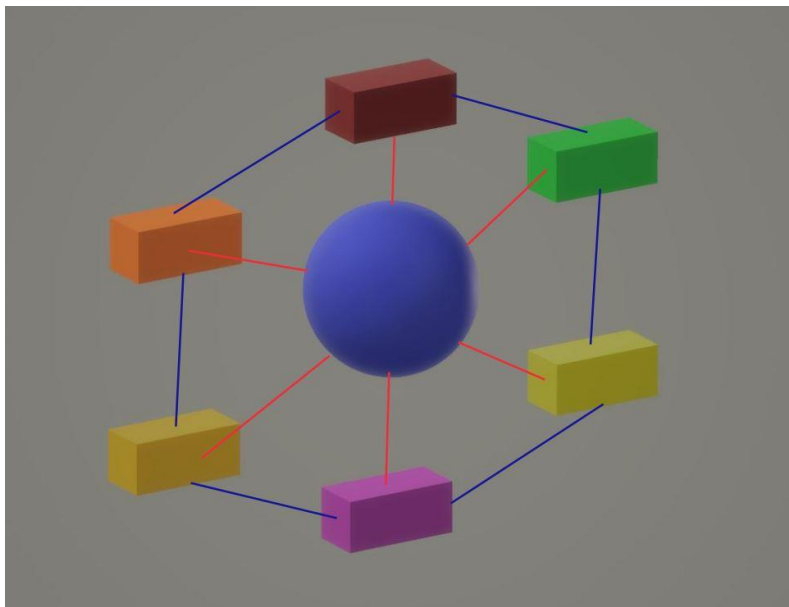


Рис. 2. Основний елемент проектної бази даних

На рис. 3 представлено взаємодію між двома основними елементами проектованої бази даних. Як можна прочитати рисунок «ядро» кожного із елементів тісно пов'язані нерозривним зв'язком та саме це дозволяє взаємодіяти елементам між собою. Блоки інформації також мають зв'язки проте будь яка взаємодія зрештою буде відбуватись через центральний зв'язний елемент. Враховуючи вище сказане блоки пов'язані слабкими зв'язками і несуть функцію формування загальної статистичної динаміки. Враховуючи специфічну взаємодію між структурними елементами та блоками даних ми вказуємо на багат шаровість розміщення інформації та створення ефекту багатовимірності.

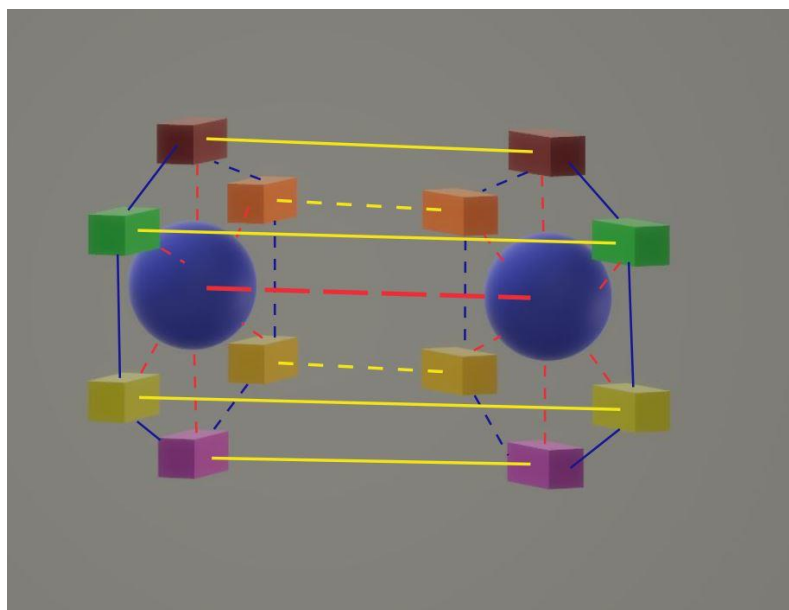


Рис. 3. Взаємодія основних елементів проектної бази даних

Ми представляємо проект нашої бази даних як елемент створення не тільки зручного формату розміщення інформації, а також як і 3D моделювання бази даних із можливістю створення багат шарового репозитарію.

Для представлення взаємодії декількох структурних елементів які знаходяться в одній площини або як ми це розглядаємо мають відношення до глобального центру створена модель на рис. 4. Глобальним центром у нашій розробці може бути інформація яка пов'язує структурні елементи. Прикладом такого зв'язку може бути територія, відстань від якогось об'єкту, загальна умова, пора року і таке інше. Аналізуючи представлено модель можна відмітити абсолютний зв'язок елементів між собою, що на нашу думку дозволить ефективніше обробляти інформацію та

виявляти залежності.

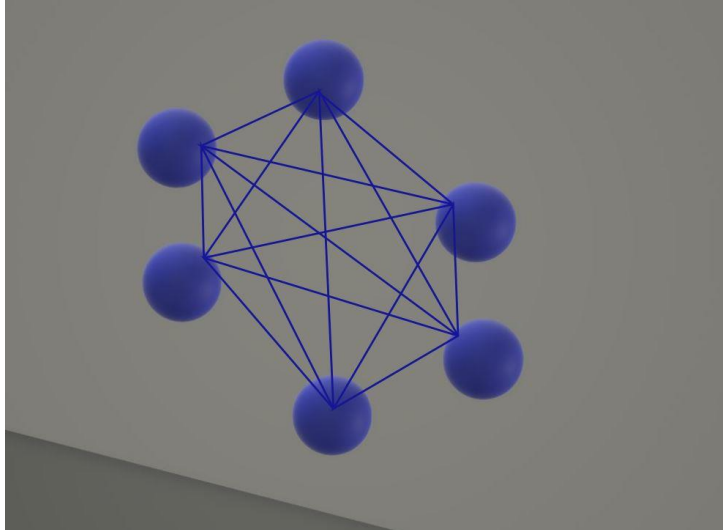


Рис. 4. Проект взаємодії основних елементів проектованої бази даних

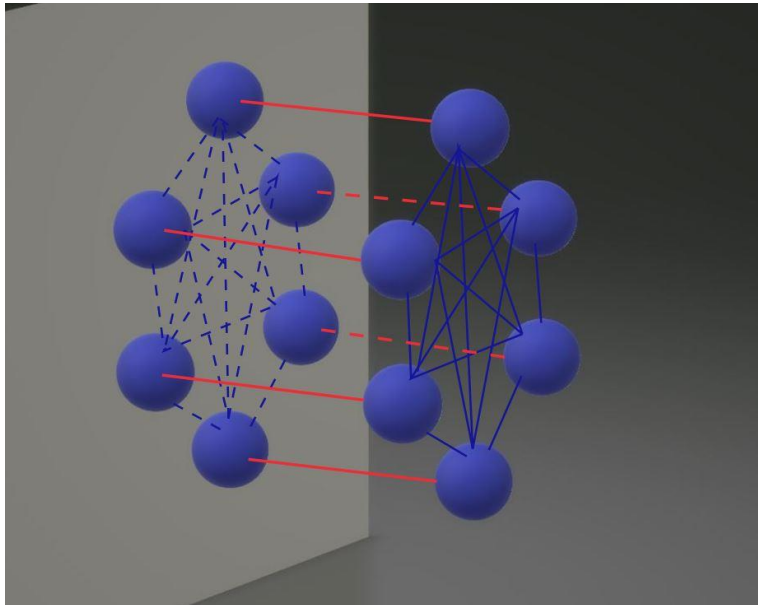


Рис. 5. Двошарова взаємодія структурних елементів в багато площинному модельованому просторі

Проте досліджуючи таку тему, як електромагнітне забруднення або вплив на компоненти навколишнього середовища зі сторони електромагнітних хвиль, постає проблема у виявленні великої кількості глобальних центрів. Вони є доволі важливими і впливатимуть на результат оброблення інформації. Маючи на меті вирішити такого роду завдання наш проект передбачає створення взаємодії між різними глобальними центрами. Ми спробували перевести бази даних у багато вимірність накопичення інформації з метою її подальшого опрацювання.

На рис. 5 представлено яким чином відбувається зв'язок між структурними елементами у кожному із глобальних центрів, а також взаємозв'язок між елементами глобальних центрів. Дана структура повинна бути доволі чіткою та передбачає тісний зв'язок елементів із різних площин у випадку їхньої тотожності або одноплановості інформації.

Ми представили модель коли всі структурні елементи мають умовну пару та взаємодіють із нею. Та розроблена модель є найпростішим варіантом ми також передбачаємо зв'язки між різними площинами за рахунок тільки однієї чи декількох пар. Навіть у такому випадку проектна система зможе функціонувати.

Для досягнення поставленої мети ми створили проектну базу представлену на рис. 6.

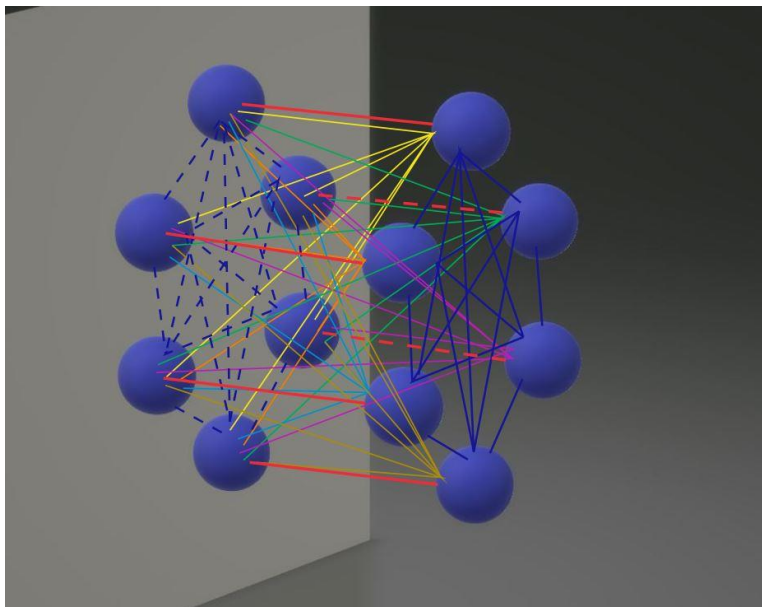


Рис. 6. Робочий проект взаємодії багаточислової бази даних з великою кількістю структурних елементів

Аналізуючи нашу розробку можна помітити додаткову взаємодію яка була відсутня на рис. 5. Дана відмінність є не випадковістю оскільки у нашому проекті існує ідея багато вимірності для інформаційного розміщення даних то ми по вважали за потрібне надати можливість всім елементам мати зв'язки між собою. Дані зв'язки між не тотожними елементами або так би мовити різнотипними елементами є доволі слабкими проте доволі важливими. Важливість таких зв'язків полягає у тому що саме таким чином можна виявляти аномалії у дослідженнях, а також виявляти нестандартні закономірності.

Приклад впровадження розробленого нами методу можна продемонструвати на опрацюванні даних отриманих у процесі дослідження в рамках міжнародного проекту CRIMIGE: «Регіональний центр навчання та моніторингу впливу електроустановок на навколишнє середовище» (HUSKROUA/1702/6.1/0022). В табл. 1 представлена вибірка даних отриманих за допомогою вимірювального обладнання на трьох різних досліджуваних об'єктах. Вигляд збереження інформації є класичним у вигляді таблиці.

У процесі аналізу таких даних занесених класичним шляхом ми зіштовхуємось із проблемою встановлення залежностей, а також опрацюванням масиву даних. Основна та найбільш гостра проблема при аналізі виявилась у способі опрацювання даних які відносяться до різних об'єктів із схожим набором інформації. Результати такої обробки представлені на рис. 7. Аналізуючи залежності які ми створили із масиву даних можемо стверджувати про неефективність застарілих методів та спричинення накопичення роботи оператору який самостійно виконує аналітичну операцію та повинен виявити основні ключові особливості для поєднання такої інформації.

Використовуючи розроблену нами модель нагромадження та опрацювання інформації нам вдалось частково відійти від табличного методу зберігання даних. Результатом цього стала гнучкість та зрозумілість у процесі структуризації та врахуванні особливостей у масиві даних зокрема для різнотипних об'єктів. Ми скористались для початку схемою зображеною на рис. 3 для переформатування та виділення основних зв'язних елементів. Та в подальшому перейшли до схеми зображеної на рис. 6 щоб обробити масив даних та виявити певні залежності та закономірності. Для представлення результатів нами було прийнято рішення використати прості графічні залежності (рис. 8).

Для остаточного результатування опрацьованого масиву даних ми отримали залежність яка дала нам можливість продемонструвати ефективність нашого експериментального способу (рис. 9).

Аналізуючи представлену залежність можна стверджувати що оптимізація у опрацюванні даних дає непоганий результат та показує можливість та необхідність створювати нові варіації форматування і накопичення даних. Виявлення основних зв'язуючи елементів та нівелювання частини інформації спростить процес аналітики масиву даних.

Для втілення проекту нашої багатовимірної бази даних необхідно створювати чіткий

алгоритм і структурувати інформацію, яку отримує дослідник у процесі роботи. Алгоритми взаємодії різнокластерної інформації легко впишуться у нашу розробку. Та найважливішим моментом є створення програмного забезпечення яке б могло містити набори алгоритмів, надавати можливість оператору створювати їх самостійно та допоможе пришвидшити процес пошуку зв'язків між структурними елементами та взагальному вимірами інформаційних сегментів.

Таблиця 1

Масив даних отриманий у процесі дослідження електромагнітного забруднення

Protocol No.	Sampling site	Coordinates		Meteorological conditions			Electromagnetic field		Acoustic field
		N	E	Wind (m/sec)	Air temperature	Humidity	NFA 400 B/m	HFE-35 мВa/м129	noise MS6702 dB
1	Yaremche	48°28'52.6"	24°35'32.5"	0,8-1,2	22	45-46	575,53	81,47	70,67
2	Yaremche	48°27'10.9"	24°33'21.2"	0,8-1,0	22		1,93	732,00	59,00
3	Yaremche	48°27'49.9"	24°33'26.2"		20,4	56	0,77	716,67	58,37
4	Yaremche	48°26'17.2"	24°32'30.0"	1-1,5	23,4	52,1	23,50	228,67	56,40
5	Yaremche	48°26'21.5"	24°32'23.2"	0,8-1,2	23,7	47,9	0,60	33,90	67,00
6	Power lines TES	49°11'21.3"	24°40'51.0"	2,4	27,9	45,6	806,71		44,70
7	TES	49.10.3635	24.41.7455	4,1	17,8	62,7	0,83	4,90	175,00
8	TES	49.10.2768	29.41.0639				802,22		46,43
9	TES	49.12.0238	24.40.0299	2,4	21,2	53,5	223,76		52,13
10	TES	49.12.0234	24.39.6622				88,22		67,67
11	TES	49°12'13.6"	24°40'01.0"				744,31		42,33
12	TES	49°15'30.3"	24°37'59.3"				80,10	5795,33 1960,00	39,73
13	TES	49.12.0959	24.40.6600				6,60		43,23
14	village Shevchenko	48°52'38	23°54'32.3	1-2	27,8	53,6	2,77	64,33	46,33
15	village Shevchenko	48°55'07.9	23°54'45.5	1-2	27,4	50,9	1119,78	65,33	46,67
16	village Shevchenko Power line	48°54'48.1	23°54'55.6	1-2	26,3	50,3	212,67	175,67	56,67

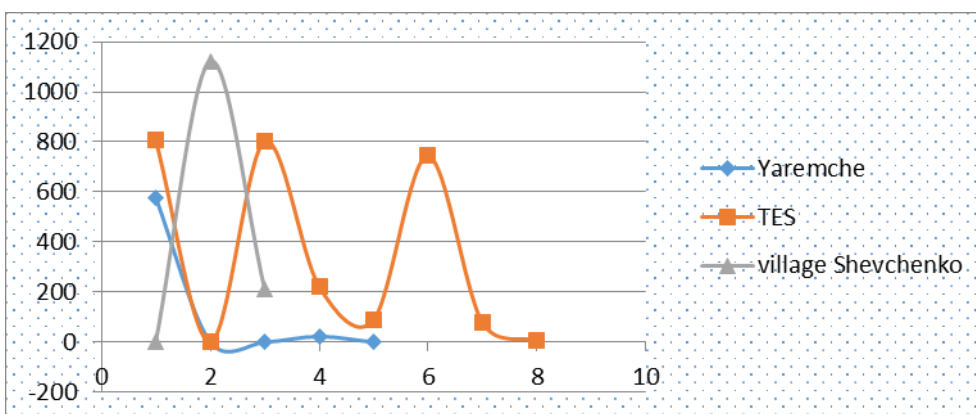
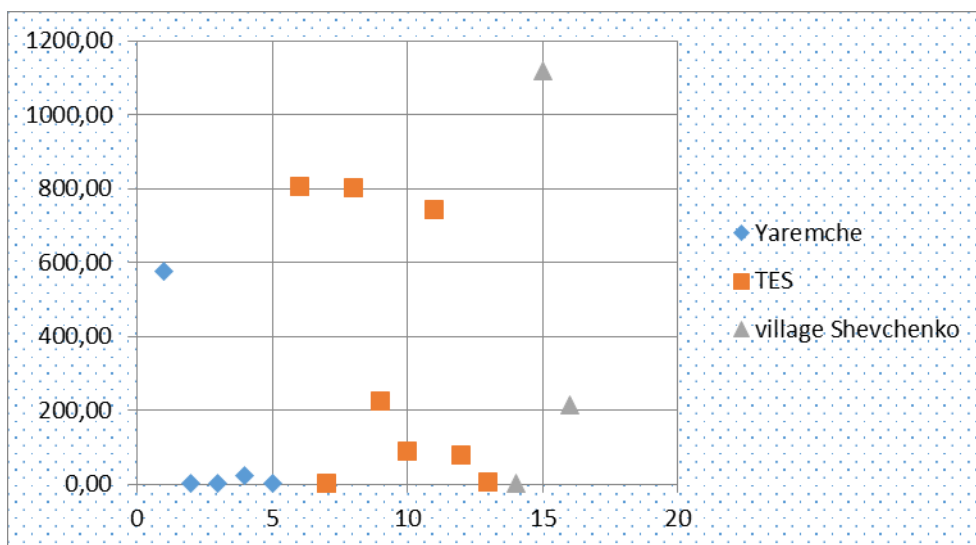


Рис. 7. Встановлення залежностей для різнотипних об'єктів

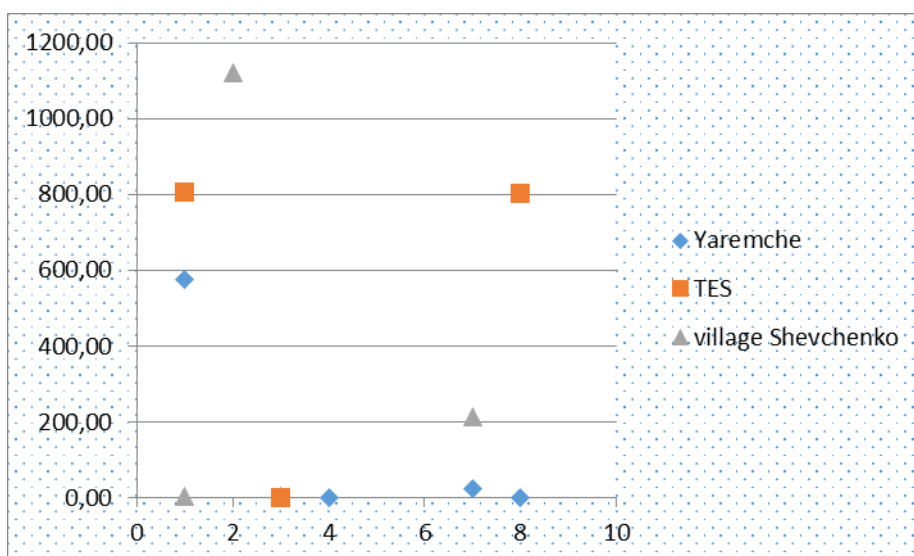


Рис. 8. Залежності на основі переформатування масиву даних у експериментальний спосіб

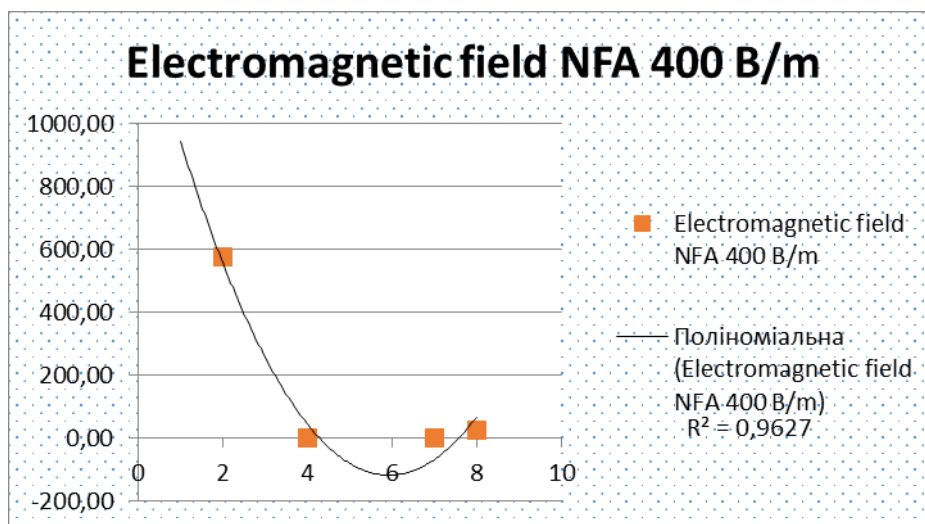


Рис. 9. Кінцева залежність із масиву даних по різнотипних об'єктах

Висновки. У проведеному дослідженні вирішується проблема структуризації великого об'єму даних із подальшою можливістю їхньої обробки. Зокрема пропонується проект багатовимірного нашарування інформації із встановленням міцних та слабких зв'язків між компонентами.

Висвітлено особливості створення баз даних. Зокрема представлено методологію, процес, критерії проектування баз даних та їх оцінювання, а також надані інформаційні вимоги щодо створення бази. Основою даного розділу є представлена проектна модель багатовимірної бази даних яка допоможе структурувати, обробляти інформацію отриману при різних дослідженнях зокрема яка стосується дослідження електромагнітного впливу на компоненти навколишнього середовища.

Також описано процес розвитку баз даних та їхню фактичну структуру. У процесі аналізу викладеної інформації постає проблема у вдосконаленні класичних підходів до формування бази інформації. Також є необхідно розробити нову модель бази даних яка б містила швидкий спосіб обробки великої кількості інформації із багатофакторними елементами та взаємозв'язками. Проаналізовано загальні поняття та різновидів баз даних. Приведено приклад ієрархічної моделі даних та представлено основні переваги та недоліки. Проаналізовано мережеву модель баз даних і також виявлено основні позитивні та негативні нюанси моделі. Висвітлено реляційні моделі та проаналізовано основний принцип їх існування.

Все представлене дослідження дозволяє провести глибокий аналіз існуючих методів створення БД та виділити основні переваги класичного прийому для проектування нового формату створення структурованої системи даних.

Література

- 1 David Maier. Object-Oriented Database Theory. An Introduction / David Maier – Muenchen : TU Muenchen. – 2001
- 2 Объектно-ориентированные базы данных - основные концепции, организация и управление: краткий обзор. – Режим доступа: http://citforum.ru/database/articles/art_24.shtml/. – Дата доступа: 13.04.2017
- 3 Thomas A. Mueck. Index Data Structures in Object-Oriented Databases / Thomas A. Mueck – Luxembourg : Springer Science & Business Media. – 1997
- 4 Официальный сайт компании Intersystems. – Режим доступа: <http://www.intersystems.com/>. – Дата доступа: 25.05.2017
- 5 PostgreSQL. Tutorial inheritance. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/8.4/static/tutorial-inheritance.html/>. – Дата доступа: 27.05.2017
- 6 S. K. Singh. Database Systems: Concepts, Design and Applications / S. K. Singh – London : Dorling Kinderslay. – 2011
- 7 Пасічник В.В., Резніченко В.А. Організація баз даних та знань. - К.: Видавнича група BHV, 2006. - 384с.: іл.

- 8 Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Книга 1. Організація баз даних та знань: підручник. – Львів: «Магнолія-2006», 2015.–440с.
- 9 Берко А.Ю., Верес О.М., Пасічник В.В. Системи баз даних та знань. Книга 2. Системи управління базами даних та знань: навч. посібник. – Львів: «Магнолія-2006», 2012.–584с.
- 10 Марченко А.В. Організація баз даних та знань. Електронний курс. – Суми: СумДУ. URL: <https://ocw.sumdu.edu.ua/content/811> (дата звернення: 01.11.2017).
- 11 <https://senior.ua/articles/11-tipv-suchasnih-baz-danih-korotkiy-opis-shemi--prikлади-bd>
- 12 Hodgkin L., (2005) A History of Mathematics: From Mesopotamia to Modernity, Oxford University Press Inc., New York, P.281- hmath-cs.aut.ac.ir/~shamsi/Hodgkin
- 13 <http://www.mapinfo.com/miprocomparisonchart..>
- 14 Bondarenko EL Geoinformation ecological-geographical mapping / Bondarenko EL - K .: Phytosociocenter, 2007. - 272 p. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAG E_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ktvsh_2011_1_10.pdf
- 15 Novikov D.A., (2016) Systems theory and systems analysis. Systems engineering, in: Cybernetics. Studies in Systems, Decision and Control, vol. 47, pg. 39-44 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-27397-6_4
- 16 Hieronymi A., (2013) Understanding systems science: a visual and integrative approach. Systems Research and Behavioral Science. 30. 580-595. 10.1002/sres.2215.
- 17 Ison R.L., Blackmore C., Collins K., Furniss P. (2007) Systemic environmental decision making: designing learning systems. Kybernetes, 36, 1340-1361. www.semanticscholar.org/paper/Systemic-environmental-decision-making%3A-designing-Ison-Blackmore
- 18 Reynolds M., Holwell S. (2010) Introducing Systems Approaches. www.semanticscholar.org/paper/Chapter-1-Introducing-Systems-Approaches-Reynolds-Holwell
- 19 Є. П. Захаров . Електромагнітне забруднення // Енциклопедія Сучасної України: електронна версія [веб-сайт] / гол. редкол.: І.М. Дзюба, А.І. Жуковський, М.Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=17748

T. Kachala, N. Moskalchuk,

Kh. Karavanovych

*Ivano-Frankivsk National Technical
University of Oil and Gas*

MULTILAYER DATABASES FOR OPTIMAL STRUCTURING OF ECOLOGICAL INFORMATION (SPECIFICALLY FOR INDICATORS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION IN THE ENVIRONMENT)

A characteristic feature of modern society is a rapid growth of the information amount, the increasing requirements for its accuracy and timeliness. Traditional methods of storing, retrieving and processing information no longer meet modern needs. Paper technology has actually exhausted its capabilities to improve methods of working with information. This requires faster and more efficient methods.

In the process of studying the information related to the impact of man-made objects on the environment or with changes that occur in the environment for certain reasons, there is a great inconvenience of optimizing both the information structuring entered into the existing database and the data that need to be processed to establish dependencies or demonstrated in the form of logical visualization.

In particular, it is problematic to work with information that involves communication and a large number of factors or elements. An example of such issues is the formation of a database and further work with information on electromagnetic pollution. These factors have led to the creation of a universal database that would provide maximum optimization for working with information that is closely related to multifactorial. Taking into account the fact that the problem of electromagnetic effects on the components of the environment is becoming more relevant every day due to the unrestrained

technological process, the authors decided to consider the information package from the data on EM pollution.

After analysing the existing types and structures of databases, it was possible to identify the main positive and negative features of the models. Based on the in-depth analysis and the desire to create an effective model of information structuring, the authors could present a new version of multilayer databases for efficient processing of large amounts of data.

Keywords: databases, structural element, information accumulation, electromagnetic research, clusters, database architecture.

References

- 1 David Maier. Object-Oriented Database Theory. An Introduction / David Maier – Muenchen : TU Muenchen. – 2001
- 2 Obyektno-oriyentirovannyye bazy dannykh – osnovnyye kontseptsii, organizatsiya i upravleniye: kratkiy obzor. – Rezhim dostupa: http://citforum.ru/database/articles/art_24.shtml/. – Data dostupa: 13.04.2017
- 3 Thomas A. Mueck. Index Data Structures in Object-Oriented Databases / Thomas A. Mueck – Luxembourg : Springer Science & Business Media. – 1997
- 4 Ofitsialnyy sayt kompanii Intersystems. – Rezhim dostupa: <http://www.intersystems.com/>. – Data dostupa: 25.05.2017
- 5 PostgreSQL. Tutorial inheritance. – Rezhym dostupa: <https://www.postgresql.org/docs/8.4/static/tutorial-inheritance.html/>. – Дата доступа: 27.05.2017
- 6 S. K. Singh. Database Systems: Concepts, Design and Applications / S. K. Singh – London : Dorling Kindersley. – 2011
- 7 Pasichnyk V.V., Reznichenko V.A. Orhanizatsiia baz danykh ta znan. - K.: Vydavnycha hrupa BHV, 2006. - 384s.
- 8 Berko A.Yu., Veres O.M., Pasichnyk V.V. Systemy baz danykh ta znan. Knyha 1. Orhanizatsiia baz danykh ta znan: pidruchnyk. – Lviv: «Mahnoliia-2006», 2015.–440s.
- 9 Berko A.Yu., Veres O.M., Pasichnyk V.V. Systemy baz danykh ta znan. Knyha 2. Systemy upravlinnia bazamy danykh ta znan: navch. posibnyk. – Lviv: «Mahnoliia-2006», 2012.–584s.
- 10 Marchenko A.V. Orhanizatsiia baz danykh ta znan. Elektronnyi kurs. – Sumy: SumDU. URL: <https://ocw.sumdu.edu.ua/content/811> (data zvernennya: 01.11.2017).
- 11 <https://senior.ua/articles/11-tipv-suchasni-baz-danih-korotkiy-opis-shemi--prikladi-bd>
- 12 Hodgkin L., (2005) A History of Mathematics: From Mesopotamia to Modernity, Oxford University Press Inc., New York, P.281- hmath-cs.aut.ac.ir/~shamsi/Hodgkin
- 13 <http://www.mapinfo.com/miprocomparisionchart..>
- 14 Bondarenko EL Geoinformation ecological-geographical mapping / Bondarenko EL - K .: Phytosociocenter, 2007. - 272 p. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAG E_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ktvsh_2011_1_10.pdf
- 15 Novikov D.A., (2016) Systems theory and systems analysis. Systems engineering, in: Cybernetics. Studies in Systems, Decision and Control, vol. 47, pg. 39-44 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-27397-6_4
- 16 Hieronymi A., (2013) Understanding systems science: a visual and integrative approach. Systems Research and Behavioral Science. 30. 580-595. 10.1002/sres.2215.
- 17 Ison R.L., Blackmore C., Collins K., Furniss P. (2007) Systemic environmental decision making: designing learning systems. Kybernetes, 36, 1340-1361. www.semanticscholar.org/paper/Systemic-environmental-decision-making%3A-designing-Ison-Blackmore
- 18 Reynolds M., Holwell S. (2010) Introducing Systems Approaches. www.semanticscholar.org/paper/Chapter-1-Introducing-Systems-Approaches-Reynolds-Holwell
- 19 Ye. P. Zakharov. Elektromahnitne zabrudnennia // Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy: elektronna versiiia [veb-sayt] / hol. redkol.: I.M. Dziuba, A.I. Zhukovskiy, M.H. Zhelezniak ta in.; NAN Ukrainy, NTSH. Kyiv: Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2006. URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=17748

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 665:628.33:628.316

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-102-111

*Д. В. Кулікова**Національний технічний університет**«Дніпровська політехніка»*

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ СПОРУД З ОЧИСТКИ ЖИРОВІСНИХ СТІЧНИХ ВОД НА ПРИКЛАДІ ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО КОМБІНАТУ ТОВ «ПОТОКИ»

Сучасне виробництво продуктів харчування негативно впливає на екологічний стан довкілля, перш за все на якість водних джерел. Відсутність або недосконалість методів очищення стічних вод, а іноді й порушення правил охорони водойм є причиною їхнього забруднення речовинами різноманітного походження. В даній статті визначено технологічні процеси, що є джерелами утворення різних видів забруднення стічних вод на підприємствах з переробки олійних культур. Розглянуто відомі методи очищення жировмісних стічних вод, встановлено їхні переваги та недоліки. Проаналізовано якісно-кількісний склад стічних вод, що утворюються на підприємстві з виробництва рослинних олій, на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки». Встановлено, що стічні води після очищення за існуючою технологією, містять велику кількість жирів, завислих та органічних речовин, концентрації яких не відповідають вимогам щодо якісного складу промислових стоків, які скидаються до міської системи каналізації. Обґрунтовано доцільність модернізації споруд з очистки жировмісних стічних вод на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» за рахунок встановлення аерованого жировловлювача для зниження вмісту забруднюючих речовин до норм, що відповідають вимогам скиду стічних вод даних промислових об'єктів до міської каналізаційної мережі. Запропонована очисна споруда дозволяє значно знизити вміст жирів до 10 мг/дм³. Крім того, в стічних водах після очищення в аерованому жировловлювачі знижується вміст завислих та органічних (показники БСК і ХСК) речовин (ефективність їхньої очистки становить приблизно 95% та 85%, відповідно). Це дозволить запобігти утворенню жирових відкладень на стінках труб, забезпечуючи безперебійну та ефективну роботу каналізаційної мережі та очисних споруд на станціях біологічної очистки комунально-побутових стоків міста.

Ключові слова: олійно-екстракційні комбінати, стічні води, жири, завислі речовини, органічні забруднення, аерований жировловлювач, нормативи якості води

Постановка проблеми. Харчова промисловість є однією зі стратегічних галузей економіки, що має забезпечити стійке постачання населення необхідними якісними продуктами харчування.

Сучасне виробництво харчової промисловості негативно впливає на екологічний стан довкілля, а його концентрація у великих містах – на умови життя та здоров'я населення.

Підприємства харчової промисловості відрізняються великими питомими витратами води та скидом сильно забруднених стічних вод [1].

До складу стічних вод харчових підприємств входять поверхнево-активні речовини (ПАР), жири, олії, мастильні матеріали, вуглеводні, органічні кислоти, які при розчиненні у воді піддаються біологічному окисленню [2]. Ці речовини, потрапляючи до водних джерел, утворюють на поверхні води плівку, яка перешкоджає газовому обміну між водою й атмосферою, що знижує ступінь насичення води киснем.

Вимоги до вмісту як органічних, так і неорганічних забруднювачів у відкритих водоймах і стічних водах дуже жорсткі. Це обумовлено тим, що при їхньому накопиченні у воді погіршуються санітарно-гігієнічні показники її якості.

Відсутність або недосконалість методів очищення виробничих стічних вод, а іноді й порушення правил охорони водойм є причиною їхнього забруднення речовинами різноманітного походження.

Проблема очистки стічних вод харчових підприємств стоїть доволі гостро, тому дана робота присвячена обґрунтуванню доцільності модернізації їхніх очисних споруд з метою поліпшення якості води, що скидається на подальшу обробку в системи централізованого водовідведення населених пунктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для очищення стічних вод, що містять значну кількість завислих та органічних речовин, застосовують споруди первинної (механічної, фізико-хімічної, електрохімічної) та вторинної (біологічної) очистки [3-13].

Механічну очистку застосовують для вилучення зі стічних вод нерозчинних домішок. На даному етапі очищення використовують решітки, сита, пісковловлювачі, відстійники, жировловлювачі, різні фільтри [1-3, 8, 14, 15].

Практично всі підприємства харчової промисловості мають цехові або дворові жировловлювачі первинної очистки стічних вод [1, 15]. У теперішній час застосовують жировловлювачі різних модифікацій. Тривалість обробки стоків становить від 15 до 30 хвилин. Вилучення жиропродуктів відбувається механічним і механізованим способами.

Однак, звичайні жировловлювачі, що встановлюються на підприємствах харчової промисловості, в багатьох випадках не забезпечують належного знежирювання через особливі умови розподілу жиру у вигляді тонких плівок на поверхні води. Ефективність їхнього очищення за вмістом жирових речовин, навіть при дотриманні необхідного часу відстоювання, складає приблизно 40-50% [15].

Із фізико-хімічних засобів очищення стічних вод від жировмісних речовин найчастіше застосовуються флотаційний, сорбційний, а також реагентний методи [1, 11, 14, 15]. Найбільше розповсюдження для очищення стоків харчової промисловості отримала напірна реагентна флотація. Даний метод заснований на утворенні перенасиченого розчину газу в напірній ємності під тиском і подальшому виділенні найдрібніших бульбашок у відкритих флотокамерах за рахунок перепаду тиску.

Для підвищення ефективності очищення жировмісних стічних вод перед флотацією застосовується реагентний метод [1, 9, 15]. Найбільше застосування в якості коагулянтів отримали сульфат алюмінію, гідроксохлорид алюмінію та хлорид заліза (ІІІ). В дещо меншому масштабі використовуються сульфати заліза, змішані коагулянти у вигляді солей алюмінію та заліза.

Обробка стоків коагулянтами та флокулянтами полегшує вилучення завислих речовин і колоїдів шляхом їхнього концентрування у вигляді пластівців (флокул) з подальшим відділенням в системах відстоювання, флотації та/або фільтрації.

Незважаючи на переваги, всім реагентним методам властиві загальні недоліки, а саме: потреба в реагентах, низька ефективність при наявності декількох видів забруднення, чутливість до змін технології, складнощі в реалізації продукту очищення. Це призводить до накопичення жиромаси та, в кінцевому рахунку, до зупинки очисних споруд.

В теперішній час окрім фізичних і фізико-хімічних методів очищення жировмісних стічних вод широко застосовується біологічний метод, заснований на здатності мікроорганізмів (деструкторів жирових речовин) застосовувати розчинні та колоїдні органічні забруднення в якості джерела харчування в процесах своєї життєдіяльності [1, 10, 14, 15].

Біологічне очищення стічних вод має ряд важливих переваг перед іншими методами. Мікроорганізми здійснюють повну деструкцію забруднення до газоподібних продуктів і води, забезпечуючи тим самим кругообіг елементів у довкіллі. Таким чином, при біологічному очищенні, на відміну від інших способів, не відбувається концентрації забруднень або їхнього переведення в іншу форму. В той же час біологічні методи найбільш економічні, оскільки за виключенням основних капіталовкладень майже не потребують витрат під час експлуатації споруд, а головний діючий компонент біологічної очистки – активний мул – самовідновлюється.

Однак, слід зазначити, що вибір методу очищення, типу очисних споруд та їхня ефективність залежать від об'єму стоків, концентрації забруднюючих речовин, нерівномірності витрат, вимог до якості води, що очищується, наявності та складу міських або районних очисних споруд, а також від місцевих умов з урахуванням можливого використання очищеної води для промислових потреб.

Технологічна схема водовідведення та очищення стічних вод, що приймається на підприємстві, повинна забезпечувати їхній мінімальний скид у водойми, максимальне використання очищеної води в системах повторного та оборотного водопостачання, а також, за можливості, повне вилучення та утилізацію корисних домішок.

Постановка завдання. Жирові та органічні забруднення, що потрапляють до систем централізованого водовідведення населених пунктів зі стічними водами, утворюють на внутрішній стінці труб відкладення, що порушує безперебійну та ефективну роботу каналізаційної мережі. Внаслідок цього знижується пропускна здатність труб, постійно виникають засмічення і жирові пробки, створюються аварійні ситуації, а очисні споруди каналізаційної мережі не можуть впоратися з очищенням. Крім того, жирові пробки, що утворюються, є сприятливим середовищем для розвитку гнильних мікроорганізмів, які є причиною неприємних запахів. Тому підприємства змушені здійснювати регулярне очищення виробничої каналізації. Саме тому, водоканали встановлюють жорсткі вимоги щодо якісного складу стічних вод, які скидаються до міської каналізаційної мережі від підприємств та організацій.

Метою роботи є обґрунтування доцільності модернізації споруд з очистки жировмісних стічних вод на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» за рахунок встановлення аерованих жировловлювачів для зниження вмісту забруднюючих речовин до норм, що відповідають вимогам скиду стічних вод даних промислових об'єктів до міської каналізаційної мережі.

Застосування аерованих жировловлювачів дозволяє вилучати зі стічних вод не тільки жири рослинного та тваринного походження, але й завислі речовини та органічні сполуки, що є одними з пріоритетних забруднювачів для підприємств даної галузі народного господарства.

Виклад основного матеріалу. Рослинні олії виробляються з олійної сировини та вилучаються з неї методами пресування або екстрагування.

Використання води є одним із ключових питань охорони навколишнього середовища при виробництві продуктів харчування. На підприємствах олійно-екстракційної промисловості вода витрачається на зволоження олійної сировини, мокре шротовловлювання, охолодження закритої теплообмінної апаратури, вакуум-насоси, мийку обладнання та тари, брикетування лушпиння, підживлення оборотної системи, хімводоочищення. Крім того, вода витрачається на барометричні конденсатори, приготування розчинів, промивання олії, а також на лабораторні та господарсько-побутові потреби.

При виробництві рослинних олій процесами, що потребують значних об'ємів води, є отримання нерафінованої олії та рафінація рослинної олії. При виробництві нерафінованої олії з метою охолодження витрачається 0,2-12 м³ води/тонну олії. При проведенні нейтралізації негідратованої олії споживання води становить в середньому 1-1,5 м³ води/тонну нейтралізованої олії, при проведенні нейтралізації гідратованої олії – 0,6-1,0 м³ води/тонну нейтралізованої олії. Споживання води при дезодорації нейтралізованої, вибіленої олії – 10-30 м³ води/тонну дезодорованої олії за відсутності зворотного водопостачання [1].

Споживання води у виробництві отримання олії методом пресування є мінімальним.

З ростом виробництва, технічної оснащеності підприємств і підвищенням санітарних вимог загальні витрати води зростають. Відповідно збільшується й скид стічних вод. На режим утворення стічних вод, їхній склад і кількість впливають:

- вид сировини, що переробляється;
- технологічний процес виробництва;
- кількість води, що споживається;
- місцеві умови тощо.

На підприємствах з переробки олійних культур здійснюється велика кількість технологічних операцій, внаслідок чого утворюються різні види забруднень. Стічні води утворюються від водовідокремлювачів та шламовипаровувачів екстракційного відділення, від цехових жировловлювачів, відділень гідратації, рафінації та розфасування олії. В олійно-пресовому цеху стічні води утворюються від очищення пресової та екстракційної олії на сепараторах. Також стічні води утворюються від конденсації водяної пари в конденсаторах і дефлегматорах.

Загальні витрати стічних вод коливаються в діапазоні від 15-20 до 4000 м³ на добу [14].

Об'єм стічних вод залежить від виду джерела отримання олії та технології, що застосовується. В процесах отримання та рафінації харчової олії можливо утворення стічних вод до 1,5 м³ води на 1 тонну олії [1].

В залежності від виду, методу та умов переробки жирової сировини та технологічних операцій в стічних водах можуть опинитися різні види жирових речовин. Стічні води олійно-екстракційного виробництва включають до себе жирні кислоти, а також, гліцериди, бензин, шрот, фосфати, мила, луѓи та інші супутні речовини.

Стоки підприємств з рафінування рослинних жирів для виробництва харчової олії складаються, в основному, з емульсій забруднених жирів, стабілізованого мила, отриманого з жирів і жирних кислот. Крім цього, в стічних водах присутні органічні кислоти та азотовмісні речовини, які після нейтралізації загнивають, утворюючи з білків, що розкладаються, і сульфатів, що відновлюються, сірководень.

Запах стічних вод неприємний, окислюваність невисока ($49-354 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) [16]. Жир найчастіше присутній у вигляді рослинних олій, невеликі кількості яких покривають дзеркало води, ускладнюючи реаерацію і розчинення кисню. Якісний склад і концентрація забруднюючих речовин, що містяться в стічних водах олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки», наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Якісний склад та концентрація забруднюючих речовин у стічних водах олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки»

Показники	Одиниця виміру	Фактичне значення
pH	-	7-8,5
Завислі речовини	мг/л	200
Жири	мг/л	500
Нафтопродукти	мг/л	30
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	мгО ₂ /л	1500
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО ₂ /л	3000
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	мг/л	2
Хлориди	мг/л	170
Сульфати	мг/л	250
Біогенні елементи:		
- фосфати	мг/л	5
- азот амонійний	мг/л	10

Як видно з табл. 1, небезпечними забруднюючими речовинами стічних вод олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» є показники біологічного та хімічного споживання кисню (БСК₅ і ХСК), а також вміст великої кількості жирів і завислих речовин. Ці показники в кілька разів перевищують концентрації забруднень міських стоків. Потрапляючи у водойму без очищення, органічні речовини споживають для свого окислення велику кількість кисню, внаслідок чого різко погіршуються умови розвитку флори та фауни водойм. Тому стічні води підприємств харчової промисловості повинні очищатися на території підприємства.

Всі очисні споруди харчової галузі виробництва класифікують в залежності від місця розташування та методу, що використовується. За місцем розташування очисні споруди класифікують на локальні (цехові), загальні (заводські) та районні (міські). Локальні (цехові) очисні споруди призначені для обробки стічних вод відразу після технологічних установок, окремих ділянок і цехів. Установки локального очищення входять в технологічні лінії виробництва. Заводські очисні споруди є загальними для забруднених стічних вод різних цехів підприємства. Після них доочищення стічних вод проводять на міських або районних очисних спорудах.

До систем централізованого водовідведення населених пунктів приймаються стічні води, які не призводять до порушення каналізаційних мереж і очисних споруд. При цьому, стічні води не повинні:

- містити речовин, які здатні захащувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їхніх поверхнях;
- мати значення показника біологічного споживання кисню, яке перевищує вказане в проекті каналізаційних очисних споруд відповідного населеного пункту;
- містити забруднюючі речовини концентрації яких перевищують гранично допустимі, що встановлюються місцевими правилами приймання та скиду стічних вод до міської каналізаційної мережі з урахуванням [17].

Для підприємств, що скидають після локального очищення стічні води до систем централізованого водовідведення населених пунктів, водоканали встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин, усереднені значення яких наведено в табл. 2 [18]. За перевищення норм скиду на підприємства накладаються штрафи.

Таблиця 2

Усереднені значення допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять до систем централізованого водовідведення населених пунктів

Показники	Одиниця виміру	Значення
Завислі речовини	мг/л	200-300
Жири	мг/л	20-50
Хлориди	мг/л	до 350
Сульфати	мг/л	до 400
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	мг/л	2,5-9
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	мгО ₂ /л	200-350
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО ₂ /л	300-500
Нафтопродукти	мг/л	1,5-5,0
Біогенні елементи:		
- фосфати	мг/л	3,5-6
- азот амонійний	мг/л	8-17
рН	-	6,5-9,0

На олійно-екстракційному комбінаті ТОВ «Потоки» в якості локальних очисних споруд застосовуються звичайні жироловліювачі, відстоювання в яких не дозволяє знизити концентрації жирів до встановлених норм, оскільки ефективність їхнього очищення за вмістом жирових речовин не перевищує 50%. Тобто остаточна концентрація жирів після очистки складає 200-250 мг/л. Саме тому виникає необхідність у модернізації існуючих очисних споруд для зниження вмісту забруднюючих речовин до нормативних значень.

Для підприємств олійно-екстракційної промисловості з точки зору найкращих доступних технологій щодо зниження вмісту жирів у виробничих стічних водах можна виділити два основних напрямки. Перший, пов'язаний з вдосконаленням існуючих технологічних процесів шляхом впровадження окремих видів обладнання, які, при достатньо високому виході готового продукту, дозволяють скоротити емісії в навколишнє природне середовище та споживання різних видів енергії. Другий напрямок, пов'язаний з впровадженням технологій, що повністю виключають найбільш небезпечні з точки зору викидів і скидів процеси.

Складність вирішення проблеми очищення виробничих стічних вод обумовлена варіабельністю їхнього складу, різноманітням фізико-хімічних процесів, що лежать в основі їхньої очистки, великими капітальними та експлуатаційними витратами на спорудження та обслуговування очисних комплексів і окремих установок.

До системи централізованого водовідведення міста можуть прийматися виробничі стічні води, які не порушують роботу каналізаційних мереж та споруд, забезпечують безпеку їхньої експлуатації та можуть бути знешкоджені разом з комунально-побутовими водами населеного пункту відповідно до вимог і нормативів [17, 18]. Ці вимоги диктують необхідність розробки нових схем очищення, інтенсифікації роботи існуючих очисних споруд. Остання може бути забезпечена як шляхом вдосконалення існуючих конструкцій, так і додатковим впровадженням в схему очистки нових ефективних вузлів [19], що забезпечують необхідний ступінь очищення стічної води від певної забруднюючої речовини.

Для підвищення ефективності роботи очисних споруд міської каналізаційної мережі запропоновано, на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки», модернізувати існуючу очисну споруду з очищення жировмісних стічних вод (звичайний цеховий жироловліювач). А саме встановити аерований жироловліювач.

Аеровані жироловліювачі [1, 15] являють собою установки непрямої флотації, які ефективно очищують стічні води від мастильно-охолоджуючих рідин після мийки деталей та агрегатів, демонструють високий ступінь очищення стоків від рослинних і тваринних жирів, олій, різних нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин (ПАР) і синтетичних ПАР та інших нерозчинних забруднювачів, питома вага яких є меншою за питому вагу води. Установки також призначені для очищення стічних вод від піску, завислих речовин, смол, заліза.

Дана установка може застосовуватися для очищення стічних вод нафтобаз, нафтопереробних заводів, підприємств масложирового виробництва, м'ясокомбінатів, рибних і молочних заводів тощо.

Загальну схему очисної споруди з аерованим жировловлювачем наведено на рис. 1.

Перевагами аерованих жировловлювачів є те, що вони забезпечують найвищий рівень очистки серед альтернативних варіантів, економічні. Також в них значний термін служби, відсутність неприємних запахів. Крім того, установка не потребує частого очищення.

Пластини, що розділяють камери установки, мають суцільну перфорацію і можуть від'єднуватися для очищення за потребою.

Камера, з якої відбувається скид очищеної води, відокремлена від інших відсіків глухою перегородкою. Відведення проводиться з нижнього рівня, де знаходиться найчистіша вода.

Аеровані жировловлювачі застосовують повітря для інтенсифікації процесу видалення легких речовин із забрудненої ними стічної води. Повітря, проходячи крізь шар стічних вод, захоплює часточки жиру та виносить їх на поверхню. Насичення киснем стоків також сприяє аеробному окисленню органічних речовин.

В цій конструкції додатково застосовується флотація. Завдяки цьому зі стічної води виділяють поверхнево-активні речовини, жири, нафтопродукти, смоли тощо.

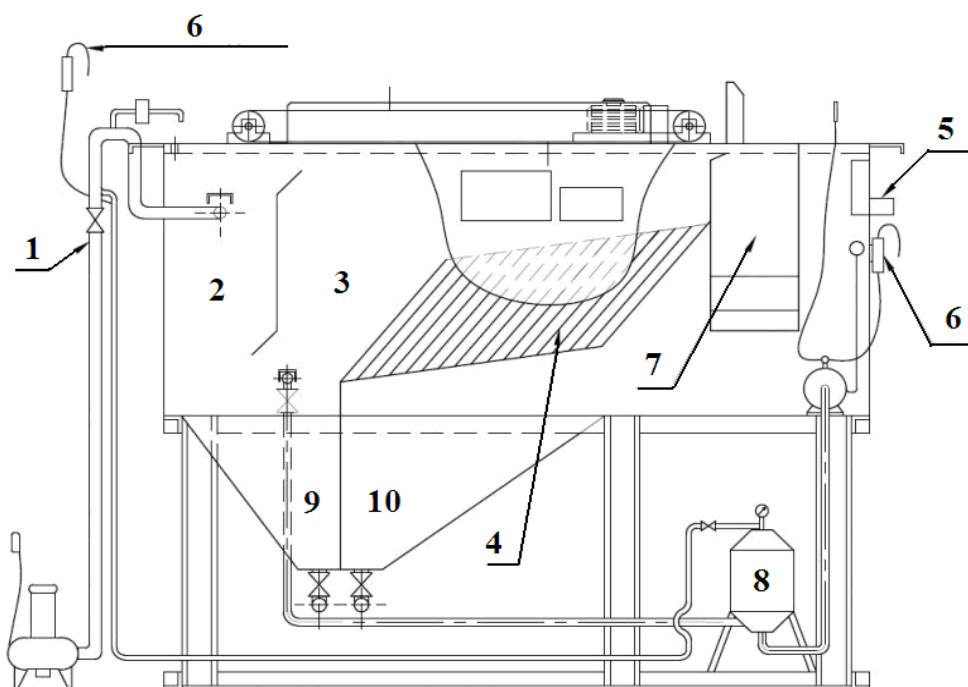


Рис. 1. Загальна схема очисної споруди з аерованим жировловлювачем (1 – подача жиримісних стічних вод; 2 – камера попередньої флотації та відстоювання; 3 – флотаційна камера; 4 – тонкошаровий блок; 5 – відведення очищеної води; 6 – точки вводу реагенту; 7 – шламовий лоток; 8 – сатуратор; 9 – первинний відстійник; 10 – вторинний відстійник)

Найбільш високі результати з очищення стічних вод, що містять жири та інші органічні забруднювачі, в аерованих жировловлювачах були досягнуті при додатковому використанні коагулянтів, а саме хлорного заліза (FeCl_3) та сірчанокислого алюмінію ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Застосування хлорного заліза в дозах 300 мг/дм^3 з подальшим осадженням впродовж 30 хвилин дозволяє отримати на виході з аерованого жировловлювача прозору рідину [15].

Слід зазначити, що подача стічних вод до аерованого жировловлювача і безпосередньо на флотацію здійснюються різними насосами (подача стоків може здійснюватися самопливом). Таке рішення дозволяє підвищити допустиму концентрацію забруднюючих речовин на вході в установку. При цьому знижується ризик виходу насосів із ладу. Для подачі стоків обирається фекальний насос, розрахований на високі концентрації забруднюючих речовин, а для здійснення процесу флотації – насос, що забезпечує добре перемішування кисню з водою. Стійкість флотаційного насоса до забруднень відходить на другий план тому, що він працює в камері з очищеною водою. Таким чином, непряма флотація дозволяє уникнути надмірного перемішування,

емульгації стоків на вході до аерованого жировловлювача та підвищити якість водно-повітряної суміші на окремому флотаційному насосі.

Все це призводить до підвищення ефективності очищення стічних вод, у порівнянні з існуючими на підприємствах олійно-екстракційної промисловості очисними спорудами. Величини допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять до запропонованої очисної споруди, та ефективність їхнього очищення наведено в табл. 3 [15].

Таблиця 3

Значення допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять до запропонованої очисної споруди, та ефективність їхнього очищення

Показник	Допустима концентрація забруднюючої речовини на вході в установку, мг/л	Ефективність очищення не менш, %
Завислі речовини	7500	95
Нафтопродукти	9500	97
Жири	9000	98
Залізо	50	90
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	не регламентується	85
Хімічне споживання кисню (ХСК)	не регламентується	85
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	50	35
рН	для нержавіючої сталі	3-12
	для чорного металу	6-9

Як видно з табл. 3, ефективність очищення виробничих стічних вод, що містять у своєму складі жири, після аерованих жировловлювачів складатиме близька 98%. Крім того, в стічних водах після очищення в аерованому жировловлювачі знижується вміст завислих та органічних (показники БСК₅ і ХСК) речовин (ефективність їхньої очистки становить приблизно 95% та 85%, відповідно).

Таким чином, враховуючи якісно-кількісний склад стічних вод олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» (див. табл. 1), та ефективність їхнього очищення в аерованому жировловлювачі (див. табл. 3), можна розрахувати орієнтовні значення концентрацій забруднюючих речовин після модернізації очисної споруди, величини яких наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Концентрації забруднюючих речовин після очищення стічних вод олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» в аерованому жировловлювачі

Показники	Одиниця виміру	Концентрація забруднюючої речовини після очищення в аерованому жировловлювачі не більше
Завислі речовини	мг/л	10
Жири	мг/л	10
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	мг/л	1,3
Біологічне споживання кисню (БСК ₅)	мгО ₂ /л	225
Хімічне споживання кисню (ХСК)	мгО ₂ /л	450
Нафтопродукти	мг/л	0,9

Виходячи з даних табл. 4, можна зробити висновок, що вміст забруднюючих речовин, які містяться в стічних водах після їхнього очищення в аерованому жировловлювачі, не перевищує величин гранично допустимих концентрацій, встановлених водоканалами (див. табл. 2).

Тільки після ретельної попередньої обробки стічні води олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» надходять на міські комунальні очисні споруди для подальшого біологічного очищення.

Висновки. У роботі вирішена актуальна практична задача, що полягає в модернізації споруд з очистки жировмісних стічних вод на прикладі олійно-екстракційного комбінату ТОВ «Потоки» за рахунок встановлення аерованих жировловлювачів для зниження вмісту жирів до величин

гранично допустимої концентрації, що встановлюється водоканалами з метою подальшої обробки стічних вод в системах централізованого водовідведення населених пунктів.

Запропонована очисна споруда виконує три основні функції: вилучення розчинених у воді жирів і відкладень, що знаходяться в завислому стані; зменшення кількості органічних забруднень і донних відкладень; відсутність появи гнильних запахів. Ці функції є оптимальним набором, що дозволяє отримати максимальний ефект при мінімальному обслуговуванні.

Установки непрямої флотації, до яких відноситься й запропонований аерований жировловлювач, добре зарекомендували себе в якості попереднього ступеня перед біологічним очищенням. Крім вилучення значної частини забруднень, стічні води насичуються розчинним киснем, внаслідок чого посилюються окислювальні процеси в аеротенках і біологічних фільтрах при подальшому біологічному очищенні стоків на станціях міської каналізаційної мережі.

Встановлення на олійно-екстракційному комбінаті ТОВ «Потоки» запропонованої очисної споруди дозволяє значно знизити вміст жирів до 10 мг/дм³, що відповідає нормам скиду промислових стічних вод до систем централізованого водовідведення населених пунктів. Крім того, в стічних водах після очищення в аерованому жировловлювачі знижується вміст завислих речовин та органічних забруднень. В свою чергу, це дозволить запобігти утворенню жирових відкладень на стінках труб, забезпечуючи безперебійну та ефективну роботу каналізаційної мережі та очисних споруд на станціях біологічної очистки комунально-побутових стоків міста.

Література

- 1 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 42-2017. Производство продуктов питания. Москва: Бюро НДТ, 2017. 436 с.
- 2 Очистка сточных вод завода растительных масел от жиров и взвешенных веществ / Б.С. Ксенофонов, Р.А. Таранов, А.С. Козодаев, А.А. Воропаева // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2015. №5. С. 38-43.
- 3 Actual situation of wastewater from food industry and a case study of their treatment / Malollari I. at. et. // Journal of Environmental Protection and Ecology. 2019. №20(1). P. 432-438.
- 4 Design and Application of Wastewater Treatment Plant for "Pempek" Food Industry / I.F. Purwanti, H.S. Titah, B.V. Tangahu, S.B. Kurniawan // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). 2018. №9(13). P. 1751-1765.
- 5 Sequential Treatment of Food Industry Wastewater by ElectroFenton and Electrocoagulation Processes / Dindaş G.B. at. et. // International Journal of Electrochemical Science. 2018. №13(12). P. 12349-12359.
- 6 Zaiets N. The use of electrotechnical equipment for food production wastewater treatment // Przegląd Elektrotechniczny. 2021. №1(9). P. 108-111.
- 7 Electrochemical water treatment plant for food production / V.G. Egorov, O.Yu. Davydov, A.V. Pribytkov, E.D. Chertov // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021. №640(7). P. 072038. DOI:10.1088/1755-1315/640/7/072038.
- 8 Zubareva G.I. Deep Wastewater Treatment with Excessively High Fat Content // Ecology and Industry of Russia. 2019. №23(10). P. 34-38.
- 9 Treatment of Fat-Containing Wastewater Using Binary Flocculant Mixtures Based on Chitosan and Quaternary Salt of Poly(2-dimethylamino)ethyl Methacrylate / Dryabina S.S. at. et. // Journal of Polymers and the Environment. 2019. №27(7). P. 1595-1601.
- 10 Garg S., Chaudhry S. Treatment of Wastewater of Food Industry by Membrane Bioreactor // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 2017. №4(6). P. 153-156.
- 11 Дячок В.В., Мараховська А.О., Мараховська С.Б. Рідинно-екстракційне очищення стічних вод виробництва харчових олій // Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(3). С. 89-91.
- 12 Максимів Н.Л., Олійник Л.П. Застосування ультразвуку для очищення стічної води у харчовій промисловості // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування: збірник наукових праць. 2016. №841. С. 308-315.
- 13 Бондар С.М., Чабанова О.Б., Чабанова А.А. Дослідження мембранного процесу очищення стічних вод олійножирової промисловості // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Ґжицького. 2015. Т. 17. №4(64). С. 23-27.

14 Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2013. 625 с.

15 Справочник наилучших доступных технологий для очистки сточных вод на предприятиях отраслей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства России. Москва: ООО «Деловые Медиа», 2014. Кн. 1. 329 с. Кн. 2. 367 с. Кн. 3. 289 с.

16 Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. Москва: Стройиздат, 1978. 590 с.

17 Правила користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008. №190.

18 Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 01.12.2017. №316.

19 Шестопапов О.В., Гетта О.С., Рикусова Н.І. Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості // Екологічні науки. №2(25). С. 20-27.

D. Kulikova

*National Technical University
«Dnipro Polytechnic»*

JUSTIFYING THE EXPEDIENCY IN MODERNIZING CONSTRUCTIONS FOR FAT-CONTAINING WASTEWATER TREATMENT: A CASE STUDY OF THE VEGETABLE OILS PRODUCING FACTORY LLC “POTOKY”

Modern food production negatively affects the environmental state, primarily the quality of water resources. The absence or imperfection of wastewater treatment methods, and sometimes a violation of the protection rules of water bodies is the cause of their pollution by substances of various origins. In this article the technological processes that are sources of various types of wastewater pollution at the oilseeds processing enterprises are defined. The well-known methods for cleaning fat-containing wastewater are considered; their advantages and disadvantages are established. The qualitative and quantitative composition of wastewater formed on the factory producing vegetable oils LLC "Potoky" is analyzed. It has been established that wastewater after being cleaned with the existing technology contains a large amount of fats, weighted and organic substances, the concentrations of which do not comply with the requirements of the qualitative composition of industrial wastewater discharged into the municipal sewage system. The expediency in modernizing the constructions for cleaning the fat-containing wastewater was substantiated on the example of the vegetable oils producing factory LLC "Potoky" by means of installing an aerated grease trap to reduce the content of pollutants to the standards which meet the requirements for the wastewater discharge from these industrial facilities into the centralized sewage systems of the settlements. The proposed treatment facility makes it possible to significantly reduce the fat content to 10 mg/dm³. In addition, the content of weighted and organic substances (BOC and CODs) in the wastewater after cleaning in the aerated grease trap is decreased (the effectiveness of their purification is approximately 95% and 85%, respectively). This will prevent the formation of fatty deposits on the walls of pipes, ensure the uninterrupted and efficient operation of the sewage networks and treatment facilities at the biological treatment stations of municipal wastewater.

Key words: factories producing vegetable oils, wastewater, fats, suspended solids, organic pollution, aerated grease traps, water quality standards.

References

1 Informatsionno-tekhnicheskii spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam ITS 42-2017. Proizvodstvo produktov pitaniya. Moskva: Byuro NDT. 2017. 436 s.

2 Ochistka stochnykh vod zavoda rastitelnykh masel ot zhirov i vzveshennykh veshchestv / B.S. Ksenofontov. R.A. Taranov. A.S. Kozodayev. A.A. Voropayeva // Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzheniye. 2015. №5. S. 38-43.

3 Actual situation of wastewater from food industry and a case study of their treatment / Malollari I. et. al. // Journal of Environmental Protection and Ecology. 2019. №20(1). P. 432-438.

- 4 Design and Application of Wastewater Treatment Plant for "Pempek" Food Industry / I.F. Purwanti, H.S. Titah, B.V. Tangahu, S.B. Kurniawan // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). 2018. №9(13). P. 1751-1765.
- 5 Sequential Treatment of Food Industry Wastewater by ElectroFenton and Electrocoagulation Processes / Dindaş G.B. at. et. // International Journal of Electrochemical Science. 2018. №13(12). P. 12349-12359.
- 6 Zaiets N. The use of electrotechnical equipment for food production wastewater treatment // Przegląd Elektrotechniczny. 2021. №1(9). P. 108-111.
- 7 Electrochemical water treatment plant for food production / V.G. Egorov, O.Yu. Davydov, A.V. Pribytkov, E.D. Chertov // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2021. №640(7). P. 072038. DOI:10.1088/1755-1315/640/7/072038.
- 8 Zubareva G.I. Deep Wastewater Treatment with Excessively High Fat Content // Ecology and Industry of Russia. 2019. №23(10). P. 34-38.
- 9 Treatment of Fat-Containing Wastewater Using Binary Flocculant Mixtures Based on Chitosan and Quaternary Salt of Poly(2-dimethylamino)ethyl Methacrylate / Dryabina S.S. at. et. // Journal of Polymers and the Environment. 2019. №27(7). P. 1595-1601.
- 10 Garg S., Chaudhry S. Treatment of Wastewater of Food Industry by Membrane Bioreactor // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. 2017. №4(6). P. 153-156.
- 11 Diachok V.V., Marakhovska A.O., Marakhovska S.B. Ridynno-ekstraktsiine ochyshchennia stichnykh vod vyrobnytstva kharchovykh olii // Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2017. Vyp. 27(3). S. 89-91.
- 12 Maksymiv N.L., Oliinyk L.P. Zastosuvannia ultrazvuku dlia ochyshchennia stichnoi vody u kharchovii promyslovosti // Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politehnika". Seriya: Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia: zbirnyk naukovykh prats. 2016. № 841. S. 308-315.
- 13 Bondar S.M., Chabanova O.B., Chabanova A.A. Doslidzhennia membrannoho protsesu ochyshchennia stichnykh vod oliinozhyrovoi promyslovosti // Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Gzhytskoho. 2015. T. 17. № 4(64). S. 23-27.
- 14 Hirol M.M., Hirol A.M., Hirol A.M. Tekhnolohii vodovidvedennia promyslovykh pidpriemstv: navchalnyi posibnyk. Rivne: NUVHP, 2013. 625 s.
- 15 Spravochnik nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy dlia ochistki stochnykh vod na predpriyatiakh otrasley promyshlennosti i zhilishchno-kommunalnogo khozyaystva Rossii. Moskva: OOO «Delovyye Media». 2014. Kn. 1. 329 s. Kn. 2. 367 s. Kn. 3. 289 s.
- 16 Ukrupnennyye normy vodopotrebleniya i vodootvedeniya dlia razlichnykh otrasley promyshlennosti. Moskva: Stroyizdat. 1978. 590 s.
- 17 Pravyla korystuvannia systemamy tsentralizovanoho komunalnogo vodopostachannia ta vodovidvedennia v naselenykh punktakh Ukrainy. Nakaz Ministerstva z pytan zhytlovo-komunalnogo hospodarstva Ukrainy vid 27.06.2008. №190.
- 18 Pravyla pryimannia stichnykh vod do system tsentralizovanoho vodovidvedennia. Nakaz Ministerstva rehionalnogo rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnogo hospodarstva Ukrainy vid 01.12.2017. №316.
- 19 Shestopalov O.V., Hetta O.S., Rykusova N.I. Suchasni metody ochyshchennia stichnykh vod kharchovoi promyslovosti // Ekolohichni nauky. №2(25). S. 20-27.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

УДК 504.05

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-112-122

*Т. В. Гузій, Л. М. Архипова,
С. В. Качала*

*Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу*

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ І ДИЗАЙНУ ТУРИСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Принципи сталого розвитку та основи збереження довкілля є пріоритетом розвитку туристичної індустрії, тому готелі повинні пропагувати відповідальне ставлення до довкілля серед відпочиваючих, відновлювати екосистеми та використовувати перероблені матеріали. Мета роботи полягає у створенні проекту та бізнес-плану екологічного 5-зіркового готельно-ресторанного комплексу у Буковелі з урахуванням інноваційних технологій для гарантування безпечного перебування гостей на території комплексу. Екоготель – це заклад тимчасового розміщення, що, з одного боку, надає туристам широкий спектр послуг, а з іншого – зводить до мінімуму негативний вплив на довкілля. Екологізація готельних послуг у сучасних умовах набуває великого значення у зв'язку з необхідністю збереження довкілля, зростанням попиту туристів на екологічно безпечні послуги і товари. Відповідно до поставленої мети визначено такі завдання роботи: обґрунтувати вибір території для комплексу; охарактеризувати функціональну організацію комплексу; створити ландшафтний дизайн обраної території комплексу; розробити планувальну організацію житлового фонду; обґрунтувати планування адміністративних приміщень та зони культурно-побутового обслуговування; розробити бізнес-план проекту. Для досягнення поставленої в роботі мети використано такі методи: аналіз і синтез, метод теоретичного узагальнення, систематизація вітчизняної та зарубіжної літератури, метод експертних оцінок, розрахунковий метод, моделювання, проектування. Вперше розроблено проект готелю екологічного спрямування з урахуванням новітніх технологій, які можуть забезпечити безпеку туристів під час перебування на відпочинку. Результати дослідження можуть бути використані для задоволення зростаючого попиту туристів на розміщення у комфортних та безпечних умовах на курорті Буковель.

Ключові слова: екологічні аспекти, екологізація, проектування, туристичний комплекс, пандемія

Постановка проблеми. За даними Oxford Economics, майже на 50% знизився дохід готельної індустрії у 2020 році, тобто галузь втратила 124 млрд. доларів [1]. Згідно з Smith Travel Research, 8 з 10 готельних номерів є незаселеними. З початком пандемії 70% працівників готельної індустрії були звільнені або відправлені у вимушену відпустку [2]. Майже 1,6 мільйона працівників готельної галузі не працюють і втрачають 2,4 мільярди доларів заробітної плати щотижня через кризу.

Міжнародна готельна індустрія опинилася в безпрецедентній ситуації: велика кількість готелів і курортів у кожній окремій країні були змушені закритися через впроваджені карантинні заходи для боротьби з COVID-19. Таким чином, пандемія COVID-19 кинула виклик керівництву провідних готелів переосмислити спосіб використання доступних для них технологій [15].

Цифрові та технологічні нововведення, такі як використання чат-ботів для бронювання, голосові помічники, роботи-дворецькі, використання QR-кодів мають сформувати новий туристичний досвід проживання у готелях. Хороша новина полягає в тому, що технологічні

інновації матимуть короткий термін виходу на ринок, оскільки все більше і більше лідерів галузі звертаються за допомогою до програмних рішень для управління інноваціями [3].

Деякі готелі вже застосовують голосових помічників та роботів для обслуговування номерів, що в даній ситуації є більш безпечною альтернативою. Голосові помічники забезпечують гостей інформацією, важливою для їхнього перебування, замінюють рекомендації консьєржів та приймають запити на обслуговування, тоді як роботи – це повноцінна частина команди, яка доставляє вино, рушники, продукти та інше для гостей, які віддають перевагу безконтактним доставкам. Сукупність заходів спрямованих на вдосконалення туризму та сервісу, що виконуються на засадах екологізації, здатні забезпечити дотримання стратегії сталого розвитку туризму [4]. Такі заходи в свою чергу здатні позитивно вплинути на рівень екологічної безпеки регіону [5].

Зважаючи на ситуацію, що склалась у світі, щоб вийти з туристичної кризи, спричиненої пандемією COVID-19, з мінімальними втратами готелям необхідно запроваджувати у своїй діяльності цифрові та технологічні нововведення, щоб мінімізувати контакти гостей з персоналом, та дотримуватись нових гігієнічних стандартів, щоб зробити перебування у готелі більш безпечним [15].

Введення безвізового режиму для України підвищило рівень довіри між прикордонними службами України та державами-членами ЄС, що є важливим для розвитку туризму [15]. Зокрема, за даними представників курорту, 10% туристів, що приїжджають в Буковель, складають іноземці. Причому їдуть вони навіть з тих країн, де є власні гірськолижні курорти. У євро-еквіваленті відпочинок в Буковелі для таких туристів більш ніж доступний, причому це один з небагатьох випадків, коли туристи везуть валюту в Україну, а не з неї [16]. Майбутній екологічний 5-зірковий готельно-ресторанний комплекс «Orangerie» буде розташовуватися на території відомого курорту Буковель, в оточенні Карпатських гір.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Курорт є містечком, в якому розгорнуто спектр умов для заняття спортом, бізнесу, відпочинку, оздоровлення [6]. Для літніх розваг тут є найдовший тролей України (1130 м), джип-тури на суперджипах, прокат джипів Wrangler, озеро з екологічною системою підігріву та облаштованою територією пляжу, велопарк, прокат велосипедів, спортивні майданчики, кінні прогулянки, пішохідні маршрути, скалодром, оренда альтанок, екстрім-парк, квадротури, пейнтбол, боулінг, більярд, школа карвінгу, дитячий клуб та розважальний центр. Для зимових видів відпочинку тут є сноубайк, прогулянки на собачих упряжках, сноутьюбінг, сноупарк, прокат квадроциклів, снігоходів, скутерів «Segway» [7].

У Буковелі є сприятливий інвестиційний клімат [10]. З урахуванням збільшення числа туристів, тут потрібні будуть готелі, ресторани, розважальна інфраструктура, транспортні послуги, спортивні, оздоровчі та соціальні установи [11].

У Буковелі є найбільше штучно створене озеро, береги якого облаштовано шезлонгами, пляжними зонами відпочинку і кафе, а на самому озері розгорнули весь спектр водних розваг: водні лижі, вейкбордінг, каякінг, катамарани, гідроцикли, аквабатут, водна гірка, дайвінг-школа. Для безпеки відпочиваючих на всіх атракціонах працюють досвідчені інструктори, на пляжі акредитовані рятувальники, а зони для купання і водних розваг розмежовані [12].

Отже, основні фактори, які вплинули на вибір даної території для проектування майбутнього 5-зіркового готельно-ресторанного комплексу «Orangerie»:

- різноманіття природних умов і ресурсів (гірські території, заліснені ділянки);
- високий рівень фінансових витрат туристів під час перебування в даному курорті;
- високий рівень розвитку туристської інфраструктури [13];
- сприятливий інвестиційний клімат;
- транспортна доступність;
- високий рівень якості сервісу й кваліфікація робочого персоналу;
- основні особливості туризму в цьому районі (переважають такі види туризму: активний, гірськолижний, зелений, рекреаційний, оздоровчий);
- лояльне ставлення влади й місцевих туристських органів до проблем туризму;
- економічна роль туризму для цього району [14].

Таким чином, можна зробити висновок, що вибір курорту Буковель як місця розташування для проектування готельно-ресторанного комплексу «Orangerie» відповідає його концепції та зірковості, а також має ряд переваг для ведення туристичного бізнесу саме в даному регіоні.

Постановка завдання. Відповідно до поставленої мети визначено такі завдання: обґрунтувати вибір території для комплексу; охарактеризувати функціональну організацію

комплексу, створити ландшафтний дизайн обраної території комплексу, розробити планувальну організацію житлового фонду, обґрунтувати планування адміністративних приміщень та зони культурно-побутового обслуговування, розробити бізнес-план проекту. Для досягнення поставленої в роботі мети використано такі методи: аналіз і синтез, метод теоретичного узагальнення, систематизація вітчизняної та зарубіжної літератури, метод експертних оцінок, розрахунковий метод, моделювання, проектування.

Виклад основного матеріалу.

Функціональне зонування готельно-ресторанного комплексу

Генеральний план проєктованого готельно-ресторанного комплексу передбачає такі функціональні зони:

1. В'їзна зона передбачає окремий в'їзд для гостей, окремий в'їзд для персоналу, а також підземний паркінг для гостей та персоналу.
2. Адміністративна зона (рецепція, кабінет директора, бухгалтерія, кабінет лікаря, приміщення для охорони) буде знаходитися на першому поверсі готелю.
3. Житлова зона (номери для гостей різних категорій) буде розміщена на 2-5 поверхах, одночасно може прийняти 292 гостей.
4. Зона культурно-побутового обслуговування передбачає ресторан, бар, кінотеатр, конференц-зал, зал для йоги.
5. Відпочинкова зона передбачає тенісний корт, поле для міні-гольфу, алеї, басейн зі SPA-зоною.
6. Господарська зона містить такі елементи: складські приміщення для реманенту та чистої білизни на кожному житловому поверсі, кухні, холодильні камери та комори для зберігання продуктів на території виділеній під ресторани, а також побутові приміщення для обслуговуючого персоналу.
7. Зона технічного обслуговування буде знаходитися на цокольному поверсі готелю.

Для проєктування готельно-ресторанного комплексу було обрано такий вид архітектурно-просторового рішення, як централізована композиція, тобто шестиповерхова будівля із розміщенням основних функціональних груп приміщень в єдиному об'ємі на різних рівнях.

Розроблений проєкт готельно-ресторанного підприємства містить такі територіальні приміщення: адміністративне приміщення, житлові номери, ресторани для обслуговування та харчування гостей готелю, службові та технічні приміщення, приміщення для відпочинку (кінотеатр, зал для йоги, конференц-зал, басейн та SPA-зону). План поверхів готелю представлено на рис. 1.



Рис. 1. План поверхів готелю

Як видно з рис. 1 на цокольному поверсі готелю передбачено паркінг для персоналу та гостей, а також технічне приміщення. На першому поверсі готелю будуть розміщені два ресторани

та адміністративні приміщення. З другого до п'ятого поверху будуть знаходитися готельні номери різних категорій. На шостому поверсі передбачено кінотеатр, конференц-зал, а також зал для йоги. На даху готелю знаходитиметься ресторан-оранжерея та плавальний басейн з баром та SPA-зоною.

З метою мінімізації контакту гостей з персоналом, планується впровадити безконтактні рішення з допомогою QR-кодів, які будуть використовуватися для замовлення їжі в номер, зворотного зв'язку та для аналізу того, що подобається та не подобається гостям. Також за допомогою QR-коду гості можуть дізнатися, коли готель востаннє прибирали [12].

Таким чином, можна зробити висновок, що територія майбутнього готельно-ресторанного комплексу передбачає усі необхідні функціональні зони, доповнює основний задум проекту та відповідає новітнім стандартам щодо забезпечення безпечних умов перебування.

Ландшафтне проектування виступає як метод ландшафтної архітектури, що полягає в розробці заходів перетворення і художнього оформлення відкритого простору рекреаційного середовища [8].

При проектуванні готельно-ресторанного комплексу значної уваги було приділено питанню ландшафтного дизайну і архітектурного оздоблення. Проект ландшафтного дизайну передбачає ділянки зелених насаджень, які мають не лише декоративне значення, а також здатні позитивно впливати на психоемоційний стан гостей [9]. Проект ландшафтного дизайну готельно-ресторанного комплексу відображено на рис. 2.



Рис. 2. Проект ландшафтного дизайну

По периметру територія готельно-ресторанного комплексу буде обгороджена живоплом з самшиту. Стежки, що столучають основні об'єкти ландшафтного дизайну виконані з кам'яної плитки.

Позаду готелю відведена територія для святкування урочистих заходів, у тому числі, весілля. На даній території передбачено церемоніальну арку та доріжку яка веде до неї, стільці для гостей, столики для святкування, а також намет для танців. Ця територія буде відгороджена від решти території готелю алеєю з густих та високих дерев.

Крім того, у проекті ландшафтного дизайну передбачено такі елементи: лежачки, парасольки та вуличні меблі для відпочинку, квіткову клумбу з жовтими чорнобривцями, білими, рожевими та жовтими ліліями, кущі гортензії, дерева магнолії, а також ставок в оточенні білих айстр та трьох лавок для відпочинку.

Проектом передбачено фруктовий сад з плодових дерев: груші, сливи, вишні та яблуні. Сад має не лише декоративне призначення, а й практичне, тобто фруктовий сад виступає як об'єкт для споглядання, територія для фотозони, а також плоди будуть використовуватися для приготування десертів у ресторанах комплексу та приготування джемів та мармеладів, які будуть свого роду, сувенірною продукцією для гостей комплексу.

До того ж готельно-ресторанний комплекс позиціонує себе як екологічний заклад, тому для приготування страв у ресторанах буде використовуватися зелень, вирощена тільки на території

комплексу. Для цього передбачено клумби для вирощування різних видів трав та пряностей: петрушка, розмарин, листя салату, зелена цибуля, базилік, кодіандр, орегано, майоран та м'ята.

Особливістю модерну є виконання саду, екстер'єру і внутрішньої обробки в одному стилі. У ландшафті модерну присутнє чітке зонування. Різні частини саду несуть своє призначення, особливу функціональність, але ніколи не домінують один над одним, все знаходиться в гармонії. Охоче застосовується і вода, від чітких і прямих ліній водойм до звивистих струмочків і каскадів [7].

Одним з вагомих факторів при виборі місця розміщення для туристів завжди був зовнішній вигляд готельної будівлі. Будь-яка людина прагне перебувати в комфортних умовах. При проектуванні дизайн готелю повинен стати головним чинником, так як і інтер'єр готелю, і екстер'єр впливають на розвиток бізнесу [10].

Екстер'єр майбутнього готельно-ресторанного комплексу буде виконаний з дотриманням стилю мінімалізм. Фасад готелю буде скляним, з широкими горизонтальними вікнами.

Перебуваючи в приміщенні будівлі зі скляним фасадом, у людини створюється відчуття взаємодії з навколишнім світом. І в той же час, грамотно підібране скління за ступенем прозорості, колірним сполученням і відображенням гармонійно вписує будівлю в існуючий пейзаж.

Скляний фасад – це прекрасне рішення, що поєднає і зв'яже в одне гармонійне ціле внутрішні простори будівлі, його фасад, і його зовнішнє оточення.

Скляний фасад проектного готельно-ресторанного комплексу відповідає обраному стилю, адже скло є характерним матеріалом для стилю мінімалізм, а також чудово вписує будівлю готелю у навколишнє середовище і відповідає концепції елітного екологічного готельного комплексу.

Таким чином, можна зробити висновок, що проект ландшафтного дизайну відповідає концепції готельно-ресторанного комплексу та містить усі необхідні елементи для естетичного задоволення гостей.

План житлового фонду

Житлові приміщення будуть знаходитися на 2-5-му поверхах. Відповідно ці поверхи матимуть аналогічне планування. Планувальну структуру житлових поверхів проектного готельно-ресторанного комплексу представлено на рис. 3.

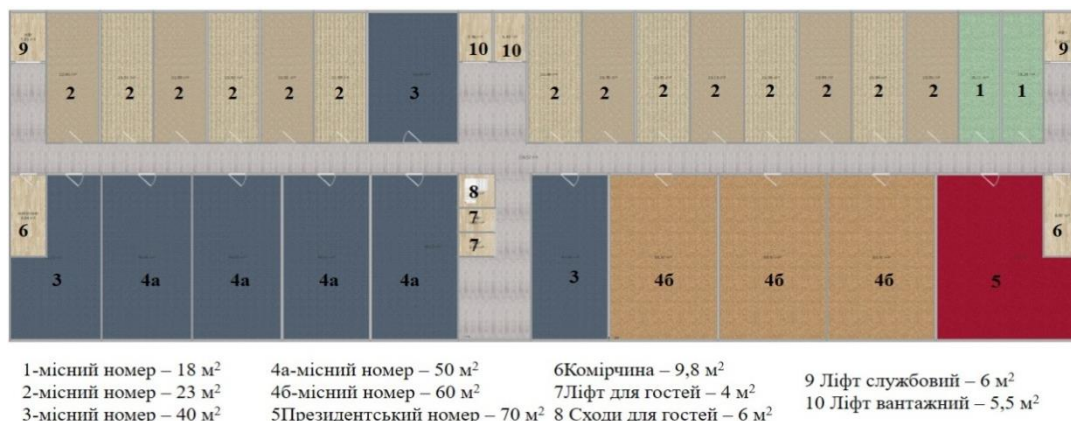


Рис. 3. Планувальна структура житлових поверхів

На кожному житловому поверсі буде розміщено:

- 2 одномісних номери категорії стандарт (площа кожного номеру становить 18 м²);
- 14 двомісних номерів категорії покращений (площа кожного номеру становить 23 м²);
- 3 трьохмісні номери категорії напівлюкс (площа кожного номеру становить 40 м²);
- 4 чотиримісні номери категорії люкс (площа кожного номеру становить 50 м²);
- 3 чотиримісні номери категорії люкс (площа кожного номеру становить 60 м²);
- 1 президентський номер площею 70 м².

Оскільки житлові номери будуть розміщені на 4 поверхах, то загальна кількість номерів (номерний фонд) становить 108 номерів, з них: 8 одномісних стандартів, 56 двомісних покращених номерів, 12 трьохмісних напівлюксів, 28 чотиримісних люксів та 4 президентських номери.

Крім того, на кожному житловому поверсі передбачено: 2 кімнатчини для зберігання речей та чистої білизни (площа кожної кімнатчини становить $9,8 \text{ м}^2$), 2 ліфти для гостей, сходи для гостей, коридор, 2 службові ліфти та 2 вантажні ліфти.

Кнопки ліфтів, ручки дверей, меблі, вимикачі, пульти дистанційного керування та інші предмети, до яких часто торкаються, повинні бути належним чином очищені та дезінфіковані після кожного використання. Крім того, дезінфікуючі засоби для рук завжди повинні бути під рукою або в наявності у гостей [12].

Для проектного готельно-ресторанного комплексу було обрано найбільш поширену спрощену конфігурацію житлових поверхів у вигляді прямокутника, а також було обрано коридорну загальну розпланувальну структуру житлових поверхів з одним загальним довгим коридором.

Основою планувальної структури житлового поверху є ряд розпланувальних елементів (номерів), що повторюються. Номер – це елементарна житлова форма, що забезпечує основну функцію рекреаційного закладу – надання тимчасового житла [8].

Обладнання житлових номерів – це організація внутрішнього простору у номері, що повинна забезпечити комфортні умови проживання гостей і зручне обслуговування персоналом готелю. Загальний комфорт внутрішнього простору номера включає функціональний, екологічний і естетичний комфорт [9].

Функціональний комфорт реалізується зручністю використання будь-якого приміщення у номері і здійснення усіх функціональних процесів життєдіяльності людини – забезпечення сну, харчування, відпочинку, особистої гігієни, ділової зустрічі [4].

Рационально спланований та забезпечений необхідним обладнанням номер відіграє суттєву роль у рентабельності готелю. Дотримання вимог щодо розмірів, структури функціональних приміщень у номері відображається на його обслуговуванні, поточних витратах, амортизації, ремонті, найголовніше у забезпеченні комфортного перебування гостей – вирішальний фактор у презентабельності готелю [5].

Усі номери обладнані оптимальним набором меблів і устаткування, що забезпечує зручність використання самих номерів, планування усіх проектованих номерів виконано відповідно до вимог щодо оснащення та площі номера, а також усі номери виконані в одному єдиному стилі мінімалізм з екоелементами, що відповідає концепції проектного 5-зіркового екологічного готельно-ресторанного комплексу.

Крім того, для гарантії безпечного проживання у номерах, планується використовувати інноваційну антимікробну технологію фірми «Micro-fresh», яка застосовується до подушок та ковдр на місці виробництва. Ця ефективна і довговічна антимікробна технологія захищає постільну білизну від поширення коронавірусу, вбиваючи більше 80% бактерій, ніж необроблений текстиль, і має до 99,99% ефективності проти шкідливих патогенних мікроорганізмів [12].

План адміністративних приміщень

Знайомство гостя з готелем починається з вестибюлю, тому під час проектування готельно-ресторанного комплексу плануванню вестибюля, розміщенню в ньому обладнання й організації служб, художньо-естетичному оформленню надавалася особлива увага.

Головний вхід готелю для гостей розташований по центру будівлі. Одразу з входу гість опиняється біля столика рецепції. Тут планується використовувати електростатичні розпилювачі та ультрафіолетове світло для дезінфекції поверхонь та предметів.

Ліворуч від рецепції знаходяться два ліфти для гостей, а також сходи. Позаду рецепції розміщено кабінет директора, бухгалтерію та кабінет лікаря. З двох сторін від входу у готель передбачено дві гардеробні (майже 4 м^2 площа кожної), оскільки біля них розташовано входи до ресторанів. Загальна площа вестибюлю з усіма приміщеннями становить 95 м^2 .

Гості майбутнього готельно-ресторанного комплексу матимуть змогу харчуватися у двох ресторанах готелю, зокрема, передбачено шведський стіл для сніданків та столики для обідів та вечерів. Крім того, послугами ресторану зможуть скористатися не тільки мешканці готелю, але й туристи, які відпочивають на курорті Буковель.

Оскільки проектований готельно-ресторанний комплекс одночасно може прийняти 292 особи, то площа ресторанів проектована таким чином, щоб могли одночасно прийняти усіх гостей. Отже, площа 1 залу ресторану становить 355 м^2 , на кухню відведено територію площею 111 м^2 .

У залі ресторану передбачено: 8 двомісних столиків; 19 чотирьохмісних столиків; 10 шестимісних столиків; 4 восьмимісних столиків; 2 вбиральні для гостей (площа кожної становить

12 м²); поверхні для шведського столу; комоди для зберігання столових приборів та столової білизни; бар та барні стільці.

Територію кухні поділено на гарячий та холодний цехи, кожен оснащений усім необхідним обладнанням – духові печі, поверхні для приготування страв, умивальники, холодильники та інше.

У готелі передбачено конференц-зал, план якого наведено на рис.2.7.

Площа конференц-залу становить 107,81 м². На території конференц-залу передбачено 8 рядів стільців, загальною місткістю 48 осіб, а також 2 великих екрани для презентації, 2 робочі столи для демонстрації наочного матеріалу, зону для кави-брейку, шафу з книгами та для зберігання документів, копіювальне обладнання.

Бізнес-план проектного готельно-ресторанного комплексу

Резюме бізнес-плану. Метою реалізації проекту виступає створення готель-ресторанного комплексу екологічного спрямування у курорті Буковель. Майбутній заклад буде розрахований на 108 номерів (292 місць) для проживання відвідувачів. Надавати послуги планується у високому ціновому сегменті.

Завдання проекту:

1. Створення готельно-ресторанного підприємства з високим рівнем рентабельності.
2. Отримання прибутку.
3. Задоволення попиту споживачів на розміщення в комфортних умовах курорту.
4. Пошук і укладення договору з інвесторами.

Загальний первинний обсяг фінансування, необхідний для реалізації даного проекту, оцінюється в 76 280 000 грн.

Термін окупності проекту – 5 місяців.

Характеристика цільового ринку. Основні групи споживачів, на які націлений проект:

1. Ділові туристи – особливий сегмент клієнтів готельних підприємств, що значно відрізняється від сегмента туристів, які подорожують з метою відпочинку. Ділові туристи зупиняються у готелях не нижче 3 зірки. Надання приміщення для проведення різноманітних ділових заходів – конференцій, семінарів, навчальних занять, виставок і презентацій може стати істотним джерелом збільшення доходів.

2. VIP-клієнти – це можуть бути політичні діячі або бізнесмени, відомі діячі мистецтва, та інші впливові люди. Крім цього, з часом в цю категорію можуть потрапити постійні клієнти готелю, які приносять йому суттєвий дохід. Загальне в даній категорії клієнтів – це підвищена вимога до якості обслуговування, потреба в додаткових, часто більш дорогих послугах, і висока платоспроможність. Робота з VIP-клієнтами в готелі передбачає фінансову та іміджеву вигоду: вони приносять значно більший дохід зараз, а також автоматично підвищують імідж готелю своїм проживанням в ньому.

3. Іноземні туристи дана категорія гостей, крім мовних особливостей, може мати визначені культурні особливості, уподобання в харчуванні чи вимоги до номерів, інші очікування при спілкуванні з персоналом. Якщо готель починає приймати у себе іноземних клієнтів, йому потрібно розробити окремі додаткові процедури на такі випадки. Всю інформацію: таблички, вивіски, вказівники, меню, всі надані текстові матеріали мають бути перекладені на максимально можливу кількість мов. Якщо це можливо, обслуговування іноземних гостей в готелі повинен здійснювати менеджер зі знанням мови, і відповідно мовою клієнта.

4. Молодь – до даної категорії зараховуватимуться молоді люди віком до 30 років. Для цього сегмента характерна висока туристська активність в силу прагнення молодих людей до спілкування, пізнання і наявності вільного часу.

5. Туристи, які подорожують з дітьми – до даної категорії зараховуватимуться батьки, які відпочивають з дітьми віком до 14 років.

Згідно організаційного плану, для наповнення штату необхідно 58 працівників, визначено критерії найму та розроблено план підготовки фахівців.

Розроблений інвестиційний план (табл. 1), розраховано формування та розподіл прибутку підприємства (табл. 2), проведено SWOT-аналіз готельно-ресторанного комплексу (табл. 3), а також розроблено матрицю взаємозв'язків сильних і слабких сторін, можливостей та загроз (табл. 4).

Також у даному дослідженні розроблено операційний план, бюджет виробництва, який відображає планові обсяги доходу при завантаженості 50% та виручку (валовий дохід).

Таблиця 1

Інвестиційний план

1.Необоротні активи	Станом на 01.01.2023	1.Власний капітал	Станом на 01.01.2023
1.1 Земельна ділянка	13 300 000	1.1 Статутний капітал	76 280 000
1.2 Будівельні матеріали	54 000 000		
1.3 Меблі та предмети декору	1 500 000		
1.4 Комп'ютерна техніка та програмне забезпечення	150 000		
1.5 Побутова техніка	1 500 000		
1.6 Кухонне обладнання	4 000 000		
1.7 Басейн	450 00		
1.8 Екран для кінотеатру	200 000		
1.9 Тенісний корт	180 000		
Разом необоротних активів	75 280 000	Разом власного капіталу	
2.Оборотні активи		2.Зобов'язання	
2.1. Грошові кошти	1 000 000	2.1	-
Разом оборотних активів	1 000 000	Разом зобов'язань	-
3.Загальна потреба в активах	76 280 000	3.Загальна потреба в капіталі	76 280 000

Таблиця 2

Розрахунок формування та розподілу прибутку підприємства

Показники	Місяць (грн)	Рік (грн)
Виручка (дохід)	19 639 380	235 672 560
ПДВ та збри	1 401 412	16 816 944
Чистий дохід	18 237 968	218 855 616
Собівартість	1 379 061	14 320 132
Валовий прибуток	16 858 907	204 535 484

Таблиця 3

SWOT-аналіз готельно-ресторанного комплексу

Сильні сторони	Слабкі сторони
Вигідне розташування Унікальна концепція готелю Широкий спектр послуг, що пропонуються Висока кваліфікація персоналу Розумна цінова політика Висока якість обслуговування Зменшення податкового навантаження на плановий рік відкриття у (2023 рік)	Значні початкові вкладення
Можливості	Загрози
Купівельна спроможність потенційних клієнтів Створення робочих місць Сприятливий інвестиційний клімат	Складність входу на ринок Наявність великої кількості конкурентів

Висновки. Екологізація готельних послуг у сучасних умовах набуває великого значення у зв'язку з необхідністю збереження довкілля, зростанням попиту туристів на екологічно безпечні послуги і товари. Відповідно до поставленої мети вперше розроблено проект готелю екологічного спрямування з урахуванням новітніх технологій, які можуть забезпечити безпеку туристів під час перебування на відпочинку. Результати дослідження можуть бути використані для задоволення зростаючого попиту туристів на розміщення у комфортних та безпечних умовах на курорті Буковель.

Сукупність заходів наведених у даній роботі здатні забезпечити дотримання стратегії сталого розвитку туризму та в свою чергу здатні позитивно вплинути на рівень екологічної безпеки регіону.

Матриця взаємозв'язків сильних і слабких сторін, можливостей та загроз

	Можливості:	Загрози:
	1. Купівельна спроможність потенційних клієнтів 2. Створення робочих місць 3. Сприятливий інвестиційний клімат	1. Складність входу на ринок 2. Наявність великої кількості конкурентів
Сильні сторони 1. Вигідне розташування 2. Унікальна концепція готелю 3. Широкий спектр послуг, що пропонуються 4. Висока кваліфікація персоналу 5. Розумна цінова політика 6. Висока якість обслуговування 7. Зменшення податкового навантаження на плановий рік відкриття у (2023 рік)	5-1: Розумна цінова політика відповідає купівельній спроможності потенційних клієнтів 4-2: Необхідність висококваліфікованих працівників сприятиме створенню нових робочих місць 1-3: Вигідне розташування зумовлює сприятливий інвестиційний клімат	7-1: Зменшення податкового навантаження у 2023 році сприятиме виходу на ринок 2-2: Унікальна концепція готелю дозволить виділитись серед великої кількості конкурентів
Слабкі сторони 1. Значні початкові вкладення	1-4: Значні початкові вкладення можуть ускладнити пошук інвесторів	1-1: Значні капіталовкладення є перешкодою виходу на ринок

В результаті написання даної праці відповідно до поставленої мети було вирішено такі завдання:

- обґрунтовано вибір території для проектування готельно-ресторанного комплексу «Orangerie»;
- розроблено функціональне зонування готельно-ресторанного комплексу «Orangerie»;
- створено ландшафтний дизайн готельно-ресторанного комплексу «Orangerie»;
- створено планувальну структуру житлового фонду та різних категорій номерів готельно-ресторанного комплексу «Orangerie»;
- створено планувальну структуру адміністративних приміщень;
- розроблено бізнес-план проекту.

Отже, можна підсумувати, що реалізація проекту екологічного туристичного комплексу «Orangerie» має як економічний, так і соціальний ефекти, а створені туристичні продукти на його базі повинні популяризувати Українські Карпати як екотуристичний напрямок на міжнародному ринку туристичних послуг.

Література

- 1 Oxford Economics [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.oxfordeconomics.com/>
- 2 Smith Travel Research [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://str.com/>
- 3 Агафонова Л. Г., Агафонова О. Є. Туризм, готельний та ресторанний бізнес: ціноутворення, конкуренція, державне регулювання: Навч. посібник для студ. вищ. навч. закл./Київський ун-т туризму, економіки і права. – К.: Знання України, 2002. – 360 с.
- 4 Архипова Л.М.< Приходько М.М. 2019. Екосистемні послуги - аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду концепції. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. №2(20)- Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, - С. 24-32 DOI: 10.31471/2415-3184-2019-2(20)-24-32
- 5 Архипова Л. М. Гранична місткість та сталий розвиток рекреаційної зони «Буковель».Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал. 2014. №2 (10). С. 93–100.
- 6 Бойко М. Г., Гопкало Л. М. Організація готельного господарства: Підручник. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т., 2006. – 448 с.

- 7 Бойцова М., Піроженко О. Усе про облік та організацію готельного бізнесу. – Харків: Фактор, 2005. – 232 с.
- 8 Брукс Джон, Дизайн саду. Майстер клас / John Brookes, Garden Masterclass; пер. з англ. А. В. Дубровський. – М.: БММ АО, 2004. – 352 с.
- 9 Вілсон Ендрю, 200 дизайнів для вашого саду / Andrew Wilson. The book of garden plans: пров. з англ. І.Ю. Крупічева, – М.: БММ АТ, 2005. – 256 с.
- 10 Мазаракі А. А. Проектування готелів: навч. посіб. / А. А. Мазаракі, М. І. Пересічний, С. Л. Шаповал; за ред. А. А. Мазаракі. – Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2012. – 340 с.
- 11 Мальська М. П. Організація та планування діяльності туристичних підприємств: теорія та практика: Навч. посіб. / М. П. Мальська, О. Ю. Бордун. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 248с.
- 12 Mandryk O, Moskalchuk N, Arkhypova L, Prykhodko M and Pobigun O 2020 Prospects of environmentally safe use of renewable energy sources in the sustainable tourism development of the Carpathian region of Ukraine, E3S Web Conf. 166 04005 (Scopus) https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/26/e3sconf_icsf2020_04005/e3sconf_icsf2020_04005.html
- 13 Prykhodko, M., >Arkhypova, L.<, Horal, L. and Kozhushko, S. (2020). Concept of ecosystem services and its implementation in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 29 (2): 68-80. DOI: <https://doi.org/10.15421/112034> (WoS) <https://geology-dnu.dp.ua/index.php/GG/issue/view/32>
- 14 Роглев Х. Й. Основи готельного менеджменту. Сучасні принципи оформлення інтер'єру та екстер'єру готелів. Будівництво та архітектура сучасних готелів [Електронний ресурс] / Х. Й. Роглев. – Режим доступу: <http://tourlib.net>.
- 15 Гузій Т. В., Качала С. В. Аналіз інноваційних методів у готельній індустрії для подолання наслідків туристичної кризи, спричиненої пандемією COVID-19 // Управління проектами: проектний підхід в сучасному менеджменті: Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції фахівців, магістрантів, аспірантів та науковців. – Одеса: ОДАБА. 2020. – 69-71 с.
- 16 Гузій Т. В. Дослідження впливу безвізового режиму на туризм в Україні // Практичні та теоретичні питання розвитку науки та освіти (частина II): матеріали Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 25-26 травня 2020 року. – Львів: Львівський науковий форум, 2020. – 14-16 с.

**T. Guzii, L. Arkhypova,
S. Kachala**

*Ivano-Frankivsk National Technical
University of Oil and Gas*

ECOLOGICAL ASPECTS OF PLANNING AND DESIGNING TOURIST COMPLEXES USING INFORMATION TECHNOLOGIES

The principles of sustainable development and the foundations of environmental protection are a priority for the development of the tourism industry, so hotels should promote a responsible attitude to the environment among vacationers, restore ecosystems and use recycled materials. The purpose of the work is to create a project and business plan of an ecological 5-star hotel and restaurant complex in Bukovel, taking into account innovative technologies to ensure the safe stay of guests in the complex. Ecohotel is a temporary accommodation facility, which, on the one hand, provides tourists with a wide range of services, and on the other – minimizes the negative impact on the environment. Greening of hotel services in modern conditions is of great importance due to the need to preserve the environment, growing demand for environmentally friendly services and goods. According to the set goal the following tasks of work are defined: to substantiate a choice of the territory for a complex; to characterize the functional organization of the complex; create a landscape design of the selected area of the complex; develop the planning organization of housing stock; substantiate the planning of administrative premises and areas of cultural and household services; develop a business plan for the project. To achieve this goal the following methods were used: analysis and synthesis, method of theoretical generalization, systematization of domestic and foreign literature, method of expert evaluations, calculation method, modeling, design. For

the first time, an eco-friendly hotel project has been developed, taking into account the latest technologies that can ensure the safety of tourists while on vacation. The research findings can be used to meet the growing tourists' demand for accommodation in comfortable and safe conditions in the resort of Bukovel.

Keywords: ecological aspects, greening, design, tourist complex, pandemic.

References

1. Oxford Economics [Elektronnyi resurs] – Rezhy m dostupu: <https://www.oxfordeconomics.com/>
2. Smith Travel Research [Elektronnyi resurs] – Rezhy m dostupu: <https://str.com/>
3. Ahafonova L. H., Ahafonova O. Ye. Turyzm, hotelnyi ta restoranni y biznes: tsinoutvorennia, konkurentsia, derzhavne rehuliu vanna: Navch. posibnyk dlia stud. vyshch. navch. zakl./Kyivskyi un-turyzmu, ekonomiky i prava. – K.: Znannia Ukrainy, 2002. – 360 s.
4. Arkhypova L.M. Prykhodko M.M. 2019. Ekosystemni posluhy- analiz mizhnarodnoho ta vitchyznyanoho dosvidu kontseptsii. Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia. №2(20)- Ivano-Frankivsk: IFNTUNH, - S. 24-32
5. Arkhypova L. M. Hranychna mistkist ta stal yi rozvytok rekreatsinyoi zony «Bukovel».Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia. Naukovo-tekhnichnyi zhurnal. 2014. №2 (10). S. 93–100.
6. Boiko M. H., Hopkalo L. M. Orhanizatsiia hotelnoho hospodarstva: Pidruchnyk. – K.: Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t., 2006. – 448 s.
7. Boitsova M., Pirozhenko O. Use pro oblik ta orhanizatsiiu hotelnoho biznesu. – Kharkiv: Faktor, 2005. – 232 s.
8. Bruks Dzhon, Dyzain sadu. Maister klas / John Brookes, Garden Masterclass; per. z anhl. A. V. Dubrovskyi. – M.: BMM AO, 2004. – 352 s.
9. Vilson Endriu, 200 dyzainiv dlya vashoho sadu / Andrew Wilson. The book of garden plans: prov. z anhl. I.Yu. Krupicheva, – M.: BMM AT, 2005. – 256 s.
10. Mazaraki A. A. Proektuvannia hoteliv: navch. posib. / A. A. Mazaraki, M. I. Peresichnyi, S. L. Shapoval; za red. A. A. Mazaraki. – Kyiv: Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t, 2012. – 340 s.
11. Malska M. P. Orhanizatsiia ta planuvannia diialnosti turystychnykh pidpriemstv: teoriia ta praktyka: Navch. posib. / M. P. Malska, O. Yu. Bordun. – K.: Tsentr uchbovoi literatury, 2012. – 248 s.
12. Mandryk O., Moskalchuk N., Arkhypova L., Prykhodko M. and Pobigun O. 2020 Prospects of environmentally safe use of renewable energy sources in the sustainable tourism development of the Carpathian region of Ukraine, E3S Web Conf. 166 04005 (Scopus) https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/26/e3sconf_icsf2020_04005/e3sconf_icsf2020_04005.html
13. Prykhodko, M., Arkhypova, L., Horal, L. and Kozhushko, S. (2020). Concept of ecosystem services and its implementation in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 29 (2): 68-80. DOI: <https://doi.org/10.15421/112034> (WoS) <https://geology-dnu.dp.ua/index.php/GG/issue/view/32>
14. Rohlyev Kh. Y. Osnovy hotelnoho menedzhmentu. Suchasni pryntsypy oformlennia interieru ta eksterieru hoteliv. Budivnytstvo ta arkhitektura suchasnykh hoteliv [Elektronnyi resurs] / Kh. Y. Rohlyev. – Rezhy m dostupu: <http://tourlib.net>.
15. Huzii T. V., Kachala S. V. Analiz innovatsiynykh metodiv u hotelnii industrii dlia podolannia naslidkiv turystychnoi kryzy, sprychynenoi pandemiieiu COVID-19 // Upravlinnia proektamy: proektnyi pidkhid v suchasnomu menedzhmenti: Materialy KHI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii fakhivtsiv, mahistrantiv, aspirantiv ta naukovtsiv. – Odesa: ODABA. 2020. – 69-71 s.
16. Huzii T. V. Doslidzhennia vplyvu bezvizovoho rezhymu na turyzm v Ukraini // Praktychni ta teoretychni pytannia rozvytku nauky ta osvity (chastyna II): materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii m. Lviv, 25-26 travnia 2020 roku. – Lviv: Lvivskyi naukovy forum, 2020. – 14-16 s.

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ

УДК 504

DOI: 10.31471/2415-3184-2021-2(24)-123-130

*О. М. Карпаш, В. А. Блощинська,
М. О. Карпаш*

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ФІЛОСОФІЯ, ЕКОЛОГІЧНА ЕТИКА ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК

В даній статті розглянуто роль, місце та значення на сучасному етапі розвитку людства одного з основних розділів філософії – екологічної етики, науки яка вивчає моральний аспект ставлення людини (суспільства, людства) до природи. Показано, що на початку 70 років минулого століття у зв'язку з наростанням соціальної несправедливості (нерівномірним розподілом прибутків та ростом бідності в країнах, які розвиваються), а також деградацією довкілля, що негативно вплинуло на здоров'я людей, в передових умах людства виникла потреба розробити принципово нову стратегію розвитку людства – розвиток суспільства має відбуватися за умови збереження природи. Для означення цієї стратегії було введено поняття «сталий розвиток». Метою статті є показати, що реалізація стратегії сталого розвитку- основної парадигми розвитку суспільства в 21 столітті неможливе без формування у людей нової філософії мислення та дій, що є одним із завдань екологічної етики. В статті викладено п'ять головних принципів концепції сталого розвитку. Також розглянуто реалізація концепції сталого розвитку в Україні на прикладі аналізу програми Стратегія сталого розвитку «Україна -2020». Стратегія передбачає чотири основні вектори руху: вектор розвитку; вектор безпеки; вектор відповідальності; вектор гордості. Для реалізації Стратегії прийнято рішення розробити, закріпити на законодавчому рівні та реалізувати 62 реформи та програми, них 10 першочергових, а також визначено ключові показники по кожному вектору руху. Реалізація стратегії сталого розвитку має етичний зміст і неможлива без зсуву ціннісних орієнтацій людей і це одне з завдань екологічної етики.

Ключові слова: сталий розвиток, філософія, екологічна етика, стратегія, деградація довкілля, вектори руху.

Постановка проблеми. Глобалізація соціальних, культурних, економічних і політичних процесів в сучасному світі поряд з позитивними векторами розвитку суспільства привела до виникнення ряду серйозних проблем які дістали назву глобальних проблем сучасності – екологічних, демографічних, військово-політичних, етичних та інших. Усі ці проблеми дуже важливі для сьогодення й майбутнього. Тому для глибшого розуміння цих проблем, в першу чергу екологічної та етичної було би доцільним розглянути їх з точки зору філософії, яка дозволяє раціональними засобами створити гранично узагальнену картину світу і місце людини в ньому[1].

Метою статті є показати, що реалізація стратегії сталого розвитку- основної парадигми розвитку суспільства в 21 столітті неможливе без формування у людей нової філософії мислення та дій, що є одним із завдань екологічної етики.

Викладення основного матеріалу. Загальні поняття предмету «філософія». Філософія (дав.-гр. – любов до мудрості) це – дисципліна, що вивчає найбільш загальні суттєві характеристики та фундаментальні принципи реальності й пізнання, буття людини, відносини людини і світу, про найзагальніші суттєві характеристики людського ставлення до природи, суспільства та духовного життя у всіх його основних проявах. Також під філософією розуміють форму людського мислення, теоретичну форму світогляду [2]. Введення поняття «філософія» приписується грецькому мислителю Піфагору, а специфічний тип знання – поняття «філософія» увів Платон.

Філософія, як особлива сфера людського знання і пізнання виникла на основі світоглядних пошуків та орієнтацій людини, що постають з погляду людського життєвого вибору та

самоствердження. Основними розділами філософії є; метафізика; епістемологія; етика; політична філософія, естетика; логіка; філософія свідомості; філософія релігії; філософія мови. Більшість академічних напрямків науки, перетинаючись з філософією, формують окремі наукові напрямки: філософія науки, філософія права, філософія історії та інші.

Етика – або «моральна філософія», пов'язана з питанням про те, як людина має чинити в різних обставинах і чи можна взагалі це визначити. Розрізняють класичні основні галузі етики – метаєтика, нормативна етика та прикладна етика. Про те, в останній час виникла та успішно розвивається окрема галузь етики – це екологічна етика.

Поняття «екологічна етика» особливої актуальності набрало в останній час і це пов'язано, в першу чергу, з глобальними проблемами людства, що виникли в кінці XX сторіччя. Взагалі то, за визначенням, глобальні проблемами людства – це проблеми, що стосуються всього людства, взаємин між країнами світового співтовариства, відносин між суспільством і природою, питань спільного розв'язання проблеми ресурсозабезпеченості.

Одним з найефективніших шляхів (способів) вирішення глобальних проблем людства є розроблення та реалізація Стратегії сталого розвитку.

Сталий розвиток – основна парадигма розвитку суспільства в XXI столітті (Парадигма – це набір концепцій або шаблонів мислення, включаючи теорії, методи дослідження, стандарти та інше).

Історія появи поняття «сталий розвиток». У 50–60-х рр. XX ст. розвиток людства пов'язували лише з економічним прогресом та зростанням економічної ефективності. На початку 70-х рр. у зв'язку з несправедливим розподілом прибутків та зі зростанням кількості бідних у країнах, що розвиваються, питання соціальної справедливості були визнані такими ж важливими, як і питання зростання економічної ефективності. Проте зростаюче споживання природних ресурсів призвело до деградації довкілля й негативно вплинуло на здоров'я людей. Реальною загрозою стала проблема «меж зростання», на яку у 1972 році звернув увагу світової громадськості Римський клуб [1].

Щоб уникнути екологічної кризи, до концепції розвитку необхідно було включити третю мету – збереження довкілля. Вперше це питання було порушено на Конференції ООН з довкілля людини (1972, м. Стокгольм), яка визнала актуальність екологічних проблематики та необхідність створення дієвих міжнародних механізмів для її розв'язання. Термін «сталий розвиток» з'явився у 1980 році, коли вийшла «Всесвітня стратегія охорони природи» (ВСОП), підготовлена Міжнародною спілкою охорони природи (МСОП). Ця стратегія висунула принципово нове положення: збереження природи нерозривно пов'язане з питаннями розвитку. Розвиток суспільства має відбуватися за умови збереження природи. Поняття «сталий розвиток» почали широко застосовувати після публікації у 1987 році звіту Міжнародної комісії з довкілля та розвитку «Наше спільне майбутнє», підготовленого під керівництвом Г. Х. Брундтланд. Концепція сталого розвитку набула провідного статусу після «Конференції ООН з довкілля та розвитку» (1992, м. Ріо-де-Жанейро) і була відображена в прийнятому на конференції документу «Порядок денний на 21 століття» [2].

Світове співтовариство визнало, що збалансований розвиток суспільства «повинен стати пріоритетним питанням порядку денного міжнародного співробітництва». Загальновизнаним є розуміння збалансованого розвитку як гармонійного поєднання економічних, соціальних та екологічних складових розвитку. Лише досягнення збалансованості між ними забезпечить можливість перейти до такого суспільного розвитку, який не виснажуватиме природні та людські ресурси, а тому матиме можливість тривати досить довго. Було сформульоване наступне формулювання поняття «сталий розвиток».

Сталий розвиток (англ. Sustainable development) – загальна концепція стосовно необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі.

Згідно Германа Дейлі- автора інноваційної теорії сталого розвитку, «сталий розвиток» - це означення гармонійного, збалансованого, безконфліктного прогресу всієї земної цивілізації, груп країн, окремо взятих країн нашої планети за науково обґрунтованими планами, коли одночасно вирішується комплекс питань щодо збереження довкілля, ліквідації експлуатації, бідності та дискримінації як кожної окремо взятої людини, так і цілих народів чи груп населення [3].

Концепція збалансованого розвитку стала відповіддю на виклик часу. Вона є альтернативою панівній моделі сучасного розвитку, що ґрунтується на п'яти головних принципах:

1. Людство дійсно може надати розвитку сталого і довготривалого характеру, для того, щоб він відповідав потребам теперішніх поколінь, не втрачаючи при цьому можливості майбутнім поколінням задовольняти свої потреби.

2. Обмеження, які існують в галузі експлуатації природних ресурсів, відносні. Вони пов'язані з сучасним рівнем техніки, соціальної організації та з здатністю біосфери до самовідновлення.

3. Необхідно задовольнити елементарні потреби всіх людей і всім надати можливість реалізувати свої надії на благополучне життя. Без цього сталий і довготривалий розвиток просто неможливий. Одна з головних причин виникнення екологічних та інших катастроф – бідність.

4. Необхідно налагодити стан життя тих, хто користується надмірними засобами, з екологічними можливостями планети.

5. Розміри і темпи росту населення повинні бути погоджені з виробничим потенціалом глобальної екосистеми планети Земля, що змінюється.

Забезпечення збалансованого розвитку – це не технічна проблема, для розв'язання якої необхідні нові технічні засоби чи технології. Це проблема *зміни суспільних відносин і формування такого суспільства*, яке не руйнуватиме середовище свого існування. Збалансований розвиток – це також не суто наукова проблема. Перехід до такої моделі розвитку має й етичний зміст, це зсув у ціннісних орієнтаціях багатьох людей. Як будь-який суспільний ідеал, концепція збалансованого розвитку є дороговказом для створення суспільства, яке буде розвиватись у гармонії з природою. Головними принципами збалансованого розвитку є: поєднання збереження природи і розвитку суспільства; задоволення основних потреб людини; досягнення рівності та соціальної справедливості; забезпечення соціального самовизначення та культурного різноманіття; підтримання цілісності екосистем. Концепція збалансованого розвитку передбачає реалізацію цілісної системи принципів діяльності. При цьому системоутворюючим є принцип цілісності.

Для досягнення збалансованості слід гармонійно поєднувати принцип збереження культурної і природної спадщини з принципом інноваційності, творчості. Творчий підхід до природоперетворювальної діяльності передбачає врахування складності природних екосистем і творчу адаптацію суспільної діяльності до можливостей екосистем підтримувати життя на Землі. Важливим є принцип екоефективності, який полягає в тому, щоб створювати більше товарів і надавати більше послуг, використовуючи менше ресурсів і менше забруднюючи довкілля. Не менш важливим є й принцип достатності, який визначає межі

Для досягнення збалансованості слід гармонійно поєднувати також принцип збереження культурної і природної спадщини з *принципом інноваційності*, творчості. Творчий підхід до природоперетворювальної діяльності передбачає врахування складності природних екосистем і творчу адаптацію суспільної діяльності до можливостей екосистем підтримувати життя на Землі.

Важливим є *принцип екоефективності*, який полягає в тому, щоб створювати більше товарів і надавати більше послуг, використовуючи менше ресурсів і менше забруднюючи довкілля. Не менш важливим є й *принцип достатності*, який визначає межі споживання.

Принципи збалансованого розвитку обов'язково мають бути поєднані з такими загальнолюдськими моральними принципами, як *справедливість, відповідальність перед теперішніми і майбутніми поколіннями, солідарність, ліквідація бідності, гендерна рівність, визнання традиційних прав корінних народів тощо*.

Південні країни світу наголошують на переході до збалансованого розвитку в контексті проблем бідності, нерівності та несправедливості. Ключовою ідеєю збалансованого розвитку є розгляд усіх екологічних проблем як важливих соціальних. Відповідно, шляхи вирішення цих проблем також будуть мати не технологічний, а соціальних характер, тобто екологічні проблеми можна буде вирішити лише спільно з іншими соціальними проблемами і тільки шляхом соціальних змін – зміни суспільних відносин у соціумах, а якщо це неможливо, то зміни існуючих соціально-політ. систем. Важливо знайти такий тип соціальної організації суспільства, який забезпечить можливість гармонізувати ставлення цього суспільства до природи.

Проблеми збалансованого розвитку – це, насамперед, проблеми влади і політичної волі. Для його реалізації необхідна відповідна міжнародна і національна політика. Досягнення збалансованого розвитку потребує глибоких структурних змін в управлінні та нових шляхів роботи в різних галузях економічного, соціального та політичного життя. На національних і місцевих рівнях потрібні як міжгалузеві інституції, так і такі, що ґрунтуються на принципі участі громадськості, а також інтегруючі механізми, які можуть залучати уряди, громадянське

суспільство та приватний сектор до розроблення спільного бачення майбутнього розвитку, його планування та спільного прийняття рішень.

З огляду на євроінтеграційні прагнення України, варто зазначити, що принцип збалансованого розвитку закріплено в установчому Амстердамському договорі ЄС (Договір про ЄС, 1997). Збалансований розвиток визначено ключовим принципом усіх політик ЄС. Згідно з ним будь-яку політику ЄС слід розробляти так, щоб вона враховувала економічні, соціальні та екологічні аспекти, а досягнення цілей в одній зі сфер політики не стримувало б прогресу в іншій [4].

Стратегічне бачення сталого розвитку України. Проект Стратегії сталого розвитку України до 2030 року та Національний план дій до 2020 року по впровадженню Стратегії є результатом аналітичної роботи, яка здійснена українськими експертами за підтримки Програми розвитку ООН в Україні та Глобального екологічного фонду в рамках проекту "Інтеграція положень Конвенцій Ріо в національну політику України" [5]. Стратегія спрямована на виконання Україною міжнародних зобов'язань та створення реальних передумов для набуття Україною повноправного членства в Європейському Союзі, зокрема виконання «Угоди про асоціацію між Україною та ЄС».

Метою Стратегії є забезпечення високого рівня та якості життя населення України, створення сприятливих умов для діяльності нинішнього та майбутніх поколінь та припинення деградації природних екосистем шляхом впровадження нової моделі економічного зростання, що базується на засадах сталого розвитку. Досягнення цієї мети відповідає світоглядним цінностям і культурним традиціям українського народу та міжнародним зобов'язанням України.

Девіз Стратегії: *«Європейські стандарти життя та гідне місце України в світі».*

Стратегія передбачає *чотири основні вектори руху* для досягнення поставленої мети:

– вектор розвитку – забезпечення сталого розвитку країни, проведення структурних реформ, забезпечення економічного зростання екологічно невиснажливим способом, створення сприятливих умов для ведення господарської діяльності;

– *вектор безпеки* – забезпечення безпеки держави, бізнесу та громадян, захищеності інвестицій та приватної власності, забезпечення миру і захисту кордонів, чесного та неупередженого правосуддя, невідкладне проведення очищення влади на всіх рівнях та забезпечення впровадження ефективних механізмів протидії корупції. Пріоритетом є безпека життя та здоров'я людини, що неможливо без ефективної системи охорони громадського здоров'я, надання належних медичних послуг, захищеності соціально вразливих верств населення, безпечного стану довкілля і доступу до якісної питної води й санітарії, безпечних і якісних харчових продуктів та промислових товарів;

– *вектор відповідальності* – забезпечення гарантій кожному громадянину, незалежно від раси, кольору шкіри, політичних, релігійних та інших переконань, статі, етнічного та соціального походження, майнового стану, місця проживання, мовних або інших ознак, мати доступ до високоякісної освіти, системи охорони здоров'я та інших послуг в державному та приватному секторах;

– *вектор гордості* – забезпечення взаємної поваги та толерантності в суспільстві, гордості за власну державу, її історію, культуру, науку, спорт.

Для реалізації Стратегії було прийнято рішення розробити, закріпити на законодавчому рівні та реалізувати *62 реформи та програми*.

Нижче наведено перелік основних 62 реформ та програм по кожному вектору розвитку.

Також було визначено конкретні ключові показники по кожному вектору руху.

У вересні 2015 року всі 193 члени Організації Об'єднаних Націй ухвалили план досягнення спільного кращого майбутнього. Наступні 15 років спільні зусилля спрямовано на подолання крайньої бідності, боротьбу з нерівністю і несправедливістю та на захист нашої планети.

У центрі «Порядку денного 2030» є **17 Цілей сталого розвитку (ЦСР)**, що чітко означають світ, якого ми прагнемо для всіх націй без винятків. Нові Глобальні цілі є результатом процесу, що був інклюзивнішим, ніж будь-коли: уряди залучили бізнеси, громадянське суспільство та містян. Усі ми маємо спільне бачення того, куди має рухатись світ. Реалізація цих амбіцій потребує безпрецедентних зусиль усіх секторів суспільства – і бізнес має відіграти надзвичайно важливу роль у цьому процесі.



Рис. 1. Основні вектори руху для досягнення поставленої мети



Рис. 2. Першочергові реформи та програми



Рис. 3. Ключові показники по кожному вектору руху



Рис. 4. Цілі сталого розвитку

В 2019 році на реалізацію цього плану в Україні був виданий Указ Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [6].

Реалізація ідей збалансованого розвитку потребує стратегічного підходу, який би базувався на зміні всієї філософії мислення та політичної діяльності, а це неможливо без формування у свідомості людей такої філософської категорії як «екологічна етика».

Висновки. Показано, що:

– питання соціальної справедливості (нерівномірний розподіл прибутків та зростання кількості бідних в країнах, які розвиваються) і деградація довкілля стали поштовхом до розроблення нової стратегії розвитку людської цивілізації, якщо остання хоче зберегти себе. У наш час єдино правильним шляхом розвитку людства є сталий розвиток. Було сформовано основні принципи сталого розвитку. Україна також долучилася до участі в реалізації цього проекту, прикладом чого є «Стратегії сталого розвитку Україна – 2020»;

– реалізація стратегії сталого розвитку неможлива без зміни ціннісних орієнтацій людини, філософії її мислення і тут важливе місце належить до окремої галузі науки «філософія» - екологічна етика.

Література

- 1 Глобальні проблеми. Політологічний енциклопедичний словник / уклад. Л. М. Герасіна, В. Л. Погрібна, І. О. Поліщук. Харків : Право, 2015. 416 с.
- 2 The Club of Rome: офіційний сайт. URL: www.clubofrome.org.
- 3 Agenda – United Nations Conference (EarthSummit).RiodeJaneiro. 1992
- 4 Steady State Economy. Paper presented to the UK Sustainable Development Commission. April24, 2008.
- 5 Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020» : Указ Президента України від 12.01.2015р. №5/2015.
- 6 Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30.09.2019р. №722/2019.

O. Karpash, V. Bloschchynska,

M. Karpash

Ivano-Frankivsk National

Technical University of Oil and Gas

PHILOSOPHY AND ECOLOGICAL ETHICS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The article elaborates the issues of the role, place and significance at the present stage of human development considering one of the main sections of philosophy - environmental ethics, a science that studies the moral aspect of the relationship of a person (society, humanity) to nature. It is shown that in the early 1970s due to the growth of social injustice (unequal distribution of income and the growth of poverty in developing countries), as well as environmental degradation, which negatively affected human health, in the advanced minds of humanity there arose the need to develop a fundamentally new strategy of humanity development – the development of society should take place inevitably with nature preservation. To define this strategy, the concept of "sustainable development" was introduced. The article outlines five main principles of the sustainable development concept. Also, the introduction of this concept in Ukraine is considered on the example of the analysis of the Sustainable Development Strategy program "Ukraine-2020". The strategy provides for four main movement vectors: vector of development; safety vector; vector of responsibility; vector of pride. To implement the Strategy, it was decided to develop, adopt and implement 62 reforms and programs, of which 10 are priority ones, and key indicators were identified for each movement vector. The implementation of the sustainable development strategy has a moral content and is impossible without a shift in the value orientations of people and this is one of the tasks of environmental ethics.

Key words: sustainable development, philosophy, ecological ethics, strategy, environmental degradation, movement vectors.

References

- 1 Hlobalni problemy. Politolohichni entsyklopedychnyi slovnyk / uklad. L. M. Herasina, V. L. Pohribna, I. O. Polishchuk. Kharkiv : Pravo, 2015. 416 s.
- 2 The Club of Rome: official site. URL: www.clubofrome.org.
- 3 Agenda - United Nations Conference (EarthSummit) .RiodeJaneiro. 1992
- 4 Steady State Economy. Paper presented to the UK Sustainable Development Commission. April24, 2008
- 5 Stratehiia staloho rozvytku «Ukraina – 2020» : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 12.01.2015r. №5/2015.
- 6 Pro tsili staloho rozvytku Ukrainy na period do 2030 roku : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 30.09.2019r. №722/2019.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Адаменко Олег Максимович – доктор геолого-мінералогічних наук, професор, професор кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Аміолемен Сандей – Департамент наукової політики і інноваційних досліджень національного центр технологічного менеджменту, Нігерія

Архипова Людмила Миколаївна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри туризму Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Блощинська Віолетта Антонівна – асистент кафедри Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Валеола Темітоп – магістр екологічного менеджменту, кафедра хімії (менеджмент довкілля) університету Лагосу, Нігерія;

Гузій Тетяна Віталіївна – випускниця першого освітнього рівня за спеціальністю 242 Туризм Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Давибіда Лідія Іванівна – кандидат геологічних наук, доцент, доцент кафедри геотехногенної безпеки та геоінформатики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Дзудзило Катерина – здобувач другого освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Караванович Христина Богданівна – здобувач третього освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Карпаш Максим Олегович – доктор технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Карпаш Олег Михайлович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри енергетичного менеджменту і технічної діагностики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Качала Софія Віталіївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри туризму Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Качала Тарас Богданович – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Климчук Ігор Ярославович – здобувач третього освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Корчемлюк Марта Василівна – кандидат технічних наук, завідувач лабораторії вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку

Кулікова Дарія Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

Кундельська Тамара Володимирівна – кандидат технічних наук, асистент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Мваді Макенго Бенджамін – здобувач PhD факультету соціальних, політичних та адміністративних наук, Університет Кіншаси, Демократична Республіка Конго;

Михайлюк Роман Йосипович – начальник Дністровського басейнового управління водних ресурсів Державного агентства водних ресурсів України, здобувач третього освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Москальчук Наталія Михайлівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Мосюк Микола Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Огуньєбі Амос – PhD, лектор, кафедра біології клітини та генетики університету Лагосу, Нігерія;

Одіпе Олувасон – PhD, лектор, кафедра екології та гігієни праці, Університет медичних наук, Нігерія;

Омояджово Колеайо – PhD, кафедра біології клітини та генетики університету Лагосу, Нігерія;

Радловська Катерина Олексіївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Рамі Моруфу – PhD екологічних наук, Університет Дельти Нігеру, Нігерія;

Ригас Тетяна Євгенівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екологічної безпеки та біотехнології, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського;

Солошич Ірина Олександрівна – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри екологічної безпеки та біотехнології, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського;

Харламова Олена Володимирівна – доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри екологічної безпеки та біотехнології, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського;

Шмандій Володимир Михайлович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри екологічної безпеки та біотехнології, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського.

Наукове видання

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ**

Науково-технічний журнал

2021 – № 2 (24)

РЕДАКТОРСЬКИЙ ВІДДІЛ:

Редактори: Адаменко Я. О. (друкована версія),
Качала Т. Б. (електронна версія).

Літературний

коректор: Онуфрик Г. Я. (українська мова),
Стахмич Ю. С. (англійська мова).

**Видавництво Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
тел. +380 (342) 54-72-66, факс +380 (342) 54-71-39,
<http://nung.edu.ua>, e-mail: admin@nung.edu.ua
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців
ІФ № 18 від 12.03.2002 р.**

Підписано до друку 19.01.2022 Формат 60×90/8 Папір офсетний

Ум. друк. арк. 15,3 Тираж 300 прим. Замовл. № 11