

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

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ
РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ**

Науково-технічний журнал

№ 1 (25)

**Івано-Франківськ
2022**

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, № 1 (25). – 2022. – 101 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 1 (25)

**Ivano-Frankivsk
2022**

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 1 (25). – 2022. – 101 p.

ЗМІСТ

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ	7
<i>В. М. ТРИСНЮК, Д. В. ВАРАВІН, Т. В. ТРИСНЮК</i> Геомоделі екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз на прикладі м. Києва	7
<i>ІЛУНГА ВА ІЛУНГА ОЛЕКСАНДР-МОЛОДШИЙ</i> Право на довкілля корінних народів Демократичної Республіки Конго	14
<i>К. О. ОМОЯДЖОВО, К. А. ОМОЯДЖОВО, Т. І. БАКАРЕ, А. Л. ОГУНЬСБІ, С. УКО</i> Зв'язок між зміною клімату, продовольчою безпекою та насильницькими конфліктами: досвід Нігерії.....	22
ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ	31
<i>О. М. МАНДРИК, Я. О. АДАМЕНКО, М. І. МОСЮК, Б. В. КАРПІНСЬКИЙ, Я. М. БАЖАЛУК, С. В. ШУМЕГА</i> Розроблення концепції очищення від забруднень, об'єктами нафтогазового комплексу Карпатського регіону України	31
<i>В. М. ШИМАНДИЙ, А. О. ТІТОВА, О. В. ХАРЛАМОВА, Т. Є. РИГАС</i> Забезпечення екологічної безпеки шляхом утилізації відходів буріння	42
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ.....	49
<i>Н. М. МОСКАЛЬЧУК, Ю. Р. ВОВК, Т. Б. КАЧАЛА</i> Екологічна оцінка шумового забруднення в межах населених пунктів приміської зони м. Івано-Франківська.....	49
<i>Х. М. МАТІЙ, М. В. КОРЧЕМЛЮК, Л. М. АРХИПОВА</i> Сезонні коливання фізико-хімічного складу поверхневих вод у межах Яремчанської туристичної дестинації.....	59
ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ	77
<i>В. А. КРАВЕЦЬ</i> Коагуляція і диспергування в полідисперсних рідких аерозолях в результаті зовнішньої аеродинамічної дії.....	77
<i>Л. Д. ПЛЯЦУК, І. С. КОЗІЙ</i> Дослідження гідродинаміки високоефективного пілогазоочисного обладнання з регулярною пульсаційною насадкою	81
ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ	90
<i>О. М. КАРПАШ, В. А. БЛОЩИНСЬКА, М. О. КАРПАШ</i> Окремі аспекти етико-екологічної світоглядності в ретроспективі загальної філософії	90
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ.....	100

CONTENTS

GLOBAL AND REGIONAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS	7
<i>V. Trysnyuk, D. Varavin, T. Trysnyuk</i> Geomodels of Ecological Safety of the Urbanized Environment in Conditions of Pandemic Threats on the Example of Kyiv	12
<i>Ilunga wa Ilunga Alexandre-junior</i> Right to the Environment of the Indigenous Peoples in the Democratic Republic of Congo	14
<i>K. O. Omoyajowo, K. A. Omoyajowo, T. I. Bakare, A. L. Ogunyebi, S. Ukoh</i> Reflections on the Nexus Between Climate Change, Food Security and Violent Conflicts: a Tour Through the Nigeria Experience	22
ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE OIL AND GAS INDUSTRY.....	31
<i>O. Mandryk, Ya. Adamenko, M. Mosyuk, B. Karpinskyi, YA. Bazhaluk, S. Shumega</i> Developing the Concept of Pollution Cleaning for the Objects of Oil and Gas Complex in the Carpathian Region of Ukraine	40
<i>V. Shmandii, A. Titova, O. Kharlamova, T. Ryhas</i> Ensuring Environmental Safety Through Utilization of Drilling Waste	47
ECOLOGICAL MONITORING, FORECASTING AND ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENT STATE	49
<i>N. Moskalchuk, Yu. Vovk, T. Kachala</i> Environmental Assessment of the Noise Pollution within the Settlements of Ivano-Frankivsk Suburban Area.....	57
<i>Kh. Matiiv, M. Korchemliuk, L. Arkhypova</i> Seasonal Fluctuations of the Physical and Chemical Composition of Surface Waters within the Framework of Yaremche Tourist Destination	65
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGIES.....	77
<i>V. Kravets</i> Coagulation and Dispersion in Polydisperse Liquid Aerosols as a Result of External Aerodynamic Action	80
<i>L. Plyatsuk, I. Kozii</i> Study of Hydrodynamics Highly Efficient Dust and Gas Cleaning Equipment with a Regular Pulsation Nozzle	88
ECOLOGICAL EDUCATION AND RAISING ENVIRONMENTAL AWARENESS	90
<i>O. Karpash, V. Bloshchynska, M. Karpash</i> Certain Aspects of Ethical and Ecological Worldview in Retrospective of General Philosophy	988
INFORMATION ABOUT AUTHORS	100

ГЛОБАЛЬНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 502/504:168:364.1

DOI: 10.31471/2415-3184-2022-1(25)-7-13

В. М. Триснюк, Д. В. Варавін,**Т. В. Триснюк***Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України, м. Київ*

ГЕОМОДЕЛІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ПАНДЕМІЧНИХ ЗАГРОЗ НА ПРИКЛАДІ М. КИЄВА

Роботу присвячено вирішенню наукової проблеми удосконалення комплексного підходу управління урбанізованими територіями для покращення стану екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз. Тенденції будівництва завжди відображали здатність еволюціонувати після кризи, а в умовах пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси. Підвищення рівня екологічної безпеки урбанізованого середовища потребує нові стратегії міського простору, підвищення просторової функціональності, децентралізації мегаполісів із збільшенням потенціалу мікромобільності. Формалізовано метод розрахунку показників екологічної безпеки районів м. Києва: Дарницький (20,984), Голосіївський (20,646), Дніпровський (19,417), Шевченківський (16,649), Деснянський (16,275), Солом'янський (14,743), Оболонський (12,560), Святошинський (11,916), Подільський (5,420), Печерський (1,758), що створює основу для наукових методів комплексної оцінки та оптимальних форм управління екологічною безпекою урбанізованих територій на прикладі м. Києва. Встановлено первинні закономірності поширення загроз пандемії в районах Києва, де інтенсивність зараження COVID-19 має виражений територіальний характер. Встановлено відповідність між кількістю інфікованих і загальною кількістю дитячих садків, шкіл, коледжів, вищих навчальних закладів у районах, що дає змогу внести відповідні корективи у розробку стабілізаційних заходів та створити умови для надійної безпеки життя людини з урахуванням критичних ситуацій. Пропонується вдосконалити Стратегію розвитку Києва з використанням передових інноваційних технологій зеленого будівництва для таких галузей міського розвитку, як містобудування, земельні відносини, житлово-комунальне господарство, транспорт і міська мобільність, громадський простір, енергозбереження, управління ресурсами, управління відходами, середовище безпеки та екополітика, децентралізація територій, збільшення просторової функціональності, збільшення зелених насаджень, збільшення потенціалу мікромобільності, поширення енергоефективних технологій та ефективного використання ресурсів, розрахунок всього життєвого циклу матеріалів, переробка відходів та належне утилізація їх небезпечного компонента, підвищення рівня екологічної безпеки для збереження здоров'я населення в умовах загроз пандемії.

Ключові слова: екологічна безпека, зелене будівництва, пандемія, урбанізоване середовище, екологічне управління.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Пандемія вплинула на всі сфери людського життя, що потребує докорінних змін у способах взаємодії та середовища існування людей. Особливо це стосується урбанізованих територій з великою концентрацією населення, що збільшує небезпеку зараження та ризики поширення вірусу. Зараз вже очевидно, що світ змінився назавжди і всі подальші плани мають бути узгоджені з особливими вимогами та заходами запобігання поширенню пандемії. Це стосується планування, забудови та облаштування урбанізованих територій, а також способів взаємодії людей та нових шляхів функціонування людини у побудованому середовищі. Створення екобезпечного середовища для протистояти епідеміям та іншим можливим надзвичайним ситуаціям потребує докорінного перегляду теорій планування та розробки нових моделей міського простору. Найбільш актуальні зараз мультидисциплінарні дослідження спрямовані на заохоченні до пошуку нових ідей, формування сучасних тенденцій та теорій планування урбанізованих територій, щоб забезпечити необхідний

захист від інфекційних захворювань. Професіонали в галузі архітектури та містобудування, дизайну побудованих середовищ та екобезпеки вже переключили свою увагу на пошук нових ідей для захисту населення у постпандемічну еру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми управління екологічною безпекою міст розглянуто в роботах М. Абрамчук, Л. Гришиної, Д. Гулевець, С. Доценко, Л. Дромашко, І. Кобушко, Я. Мовчан, О. Рибалової, С. Бобилева, Д. Гіббса, О. Земскової, І. Кустишевої, С. Никонорова, К. Папенова, Б. Порфир'єва, Й. Сонга. Функціональний взаємозв'язок стану здоров'я населення й показників забруднення навколишнього середовища доведено дослідженнями Ю. Вороненка, Є. Гончарука. Рівновагу урбанізованих систем розглядалися в працях М. Голубця, В. Владимірова, В. Кучерявого, В. Маслова, Б. Посацького, Н. Реймерса, А. Тетиора, М. М. Назарук. Найбільш перспективною сучасною концепцією розвитку міст загальноновизнано будівництво по екологічним стандартам або зелене будівництво, яке покладено в основу інноваційного містобудування і розвитку будівельного комплексу.

Мета та завдання роботи Метою роботи є удосконалення комплексного підходу управління урбанізованими територіями для покращення стану екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз.

Викладення основного матеріалу. Сучасний стан екологічної безпеки урбаністичного простору сформувався під тиском запобіжних заходів, розроблених для забезпечення здоров'я, гігієни та комфорту населення. Тенденції будівництва завжди відображали здатність еволюціонувати після кризи, а в умовах пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси. Для створення екобезпечного середовища для запобігання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій необхідно розробити нові стратегії планування міського простору [1].

Проаналізовано економічні, соціальні та екологічні наслідки пандемії для розвитку міст. Найбільш актуальні зараз мультидисциплінарні дослідження у напрямку удосконалення побудованого середовища для захисту людей в умовах пандемічних загроз. Узагальнено міжнародний досвід заходів, які було реалізовано для боротьби з пандемією COVID-19 та виходу з економічної та соціальної кризи. Наведено приклади заходів, запроваджених в різних країнах світу для подолання кризи COVID-19 у містах. Пандемія COVID-19 стала каталізатором ефективності державного управління, коли довіра громадян до урядів зростає в одних країнах і зменшується в інших.

Потрясіння внаслідок пандемії COVID-19 вимагають посилення акценту на стійкому розвитку міст для забезпечення превентивних та оперативних заходів у разі виникнення кризових ситуацій у майбутньому.

Для трансформації урбанізованих територій в умовах пандемії COVID-19 та у пост-пандемічний період в якості модельного прикладу запропоновано м. Київ. Успішне впровадження розробленої концепції у столиці сприятиме подальшому поширенню рекомендацій для трансформації побудованого середовища по всій території України.

Моделювання надзвичайних ситуацій за допомогою цифрових технологій дозволяє створити оперативну систему реагування і прогнозування різних сценаріїв розвитку екологічно небезпечних ситуацій. Визначено категорії стійкого розвитку урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз на основі стандартів зеленого будівництва, які узгоджується з актуальною міжнародною тенденцією «зеленого відновлення міст»: 1) планування і управління; 2) економічне обґрунтування; 3) архітектура і функціональність; 4) землекористування і екологія; 5) транспорт і інфраструктура; 6) здоров'я і безпека; 7) якість і комфорт; 8) енергоефективність і ресурсозбереження; 9) мінімізація забруднень; 10) утилізація та рециклізація відходів; 11) соціально-культурні аспекти; 12) інновації [2].

Розроблено методологію оцінки стану екологічної безпеки урбанізованого середовища для зниження ризиків поширення інфекційних захворювань (рис. 1).

Внаслідок проведеного у програмі Statistica багатофакторного аналізу значного масиву даних виявлено основні групи факторів, до яких увійшли 48 показників стану екологічної безпеки м. Києва із суттєвими взаємними кореляціями [3].

Перший фактор включає демографічні характеристики населення районів та соціальне забезпечення, включаючи розподіл за статтю та віковими групами, доходи та витрати, дитячі садки та школи, тощо.

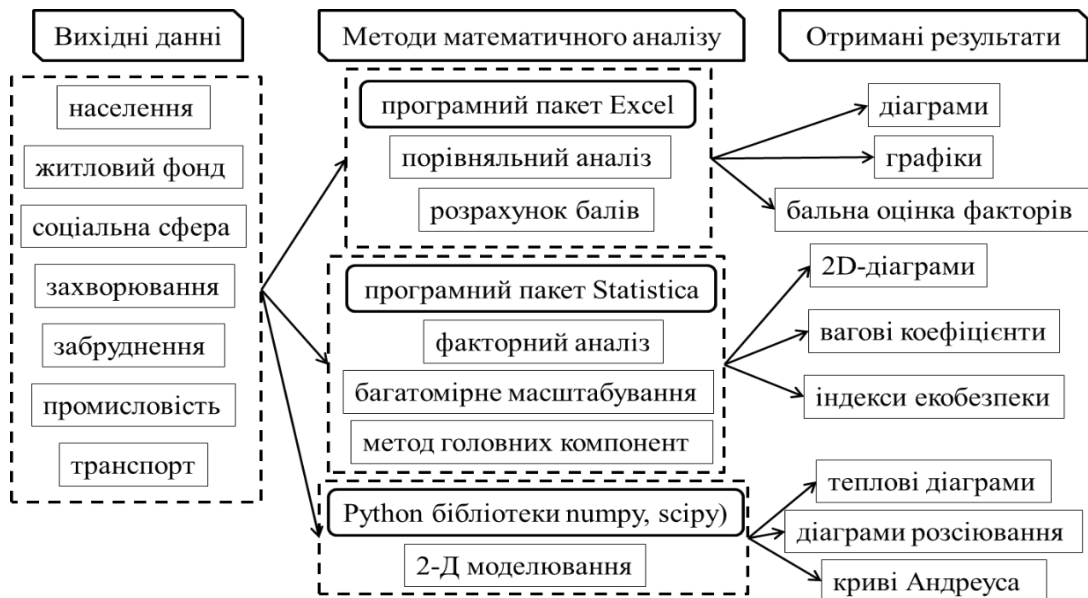


Рис. 1. Схема дослідження

Другий фактор описує загальні характеристики житлового фонду районів м. Києва, зокрема кількість будинків та квартир, загальна площа нових панельних житлових будинків, тощо.

Третій фактор включає параметри якості житлових умов з виділенням некондиційних будівель аварійного та ветхого типу, які в зеленому будівництві називають «poor housing».

У четвертому факторі об'єднались екологічні та територіальні показники районів. У п'ятому факторі виявилась суттєва взаємна кореляція показників забруднення атмосферного повітря від стаціонарних джерел, розташованих у районах м. Києва.

Розроблено новий підхід до встановлення потенціалу реконструкції житлового фонду для певних районів м. Києва з використанням факторного аналізу з візуалізацією у вигляді багатомірного масштабування, застосуванням кривих Андреуса, побудовою проєкцій на ортогональні системи функції показників по районах м. Києва (рис. 2, 3). Метод Андреуса – це один з методів візуалізації багатовимірних даних для аналізу їх структури. Кожній точці даних $x = (x_1, x_2, \dots, x_t)$ відповідає функція, що представляє собою кінцевий ряд Фур'є:

$$F_x(t) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 \sin t + x_3 \cos t + x_4 \sin 2t + x_5 \cos 2t + \dots, \quad (1)$$

де $t \in [-\pi, \pi]$

Якщо дані мають певну структуру, то вона відображається на графіках функцій, при цьому криві Андреуса змінюють форму в залежності від порядку представлення параметрів (рис. 4). Наприклад, на рис. 4(а) параметри представлені у такій послідовності: загальні обсяги викидів, розмір території району, викиди CO_2 , кількість постійного населення, кількість осіб у аварійних житлових будинках, кількість осіб у ветхих житлових будинках, загальна кількість будинків у районах м. Києва [4].

На рис. 4-б порядок представлення параметрів змінено: викиди CO_2 , загальні обсяги викидів, розмір території району, кількість постійного населення, кількість осіб у аварійних житлових будинках, кількість осіб у ветхих житлових будинках, загальна кількість будинків у районі. Представлено приклади різних форм візуалізації даних з застосуванням кривих Андреуса (рис. 4-в) та проєкцій на ортогональні системи (рис. 4-г) функції показників: 1) кількість новобудов, 2) кількість аварійних будинків, 3) кількість будинків ветхого житлового фонду, 4) загальні об'єми забруднень атмосферного повітря за районами м. Києва. В результаті проведених розрахунків показників екологічної безпеки райони м. Києва розподілено на три кластери: 1) Печерський (ПЕБ=1.758) та Подільський райони (5.420); 2) Святошинський (11.915), Оболонський (12.559), Солом'янський (14.742), Деснянський (16.274), Шевченківський (16.648); 3) Дніпровський (19.416), Голосіївський (20.645), Дарницький (20.984) (рис. 5).

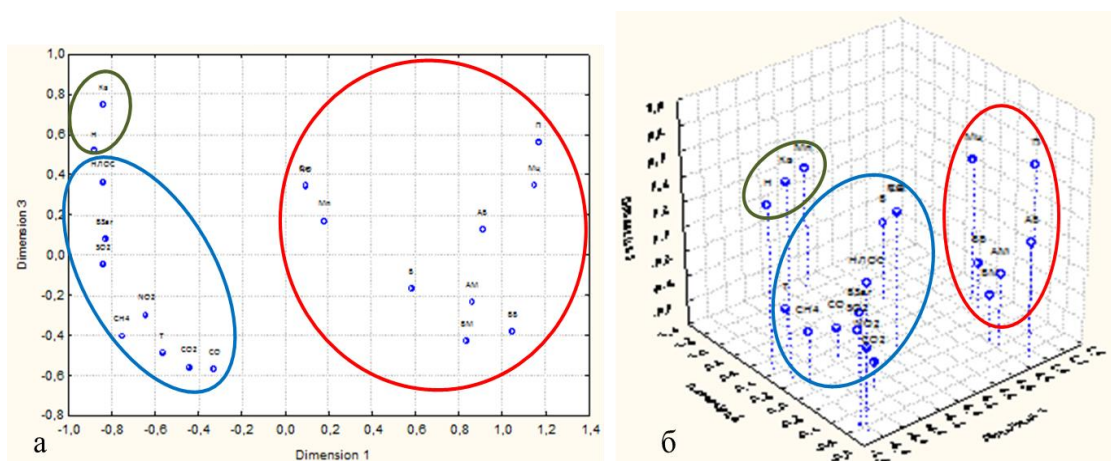


Рис. 2. Багатомірне масштабування параметрів викидів, забудови та населення:
а) 2D проекція; б) 3D проекція (на осях наближена евклідова відстань)

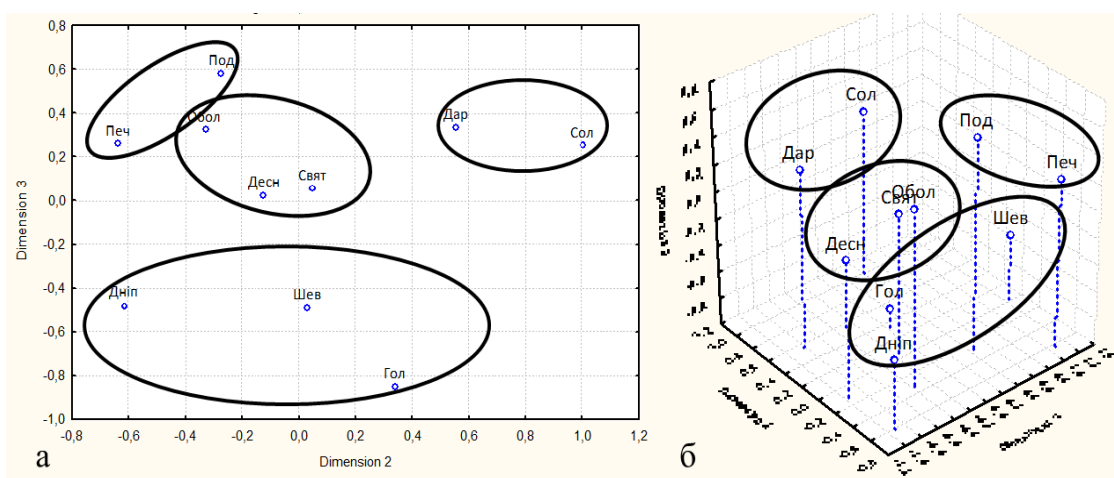


Рис. 3. Багатомірне масштабування районів м. Києва за 48 показниками
(на осях наближена евклідова відстань): а) 2D проекція; б) 3D проекція

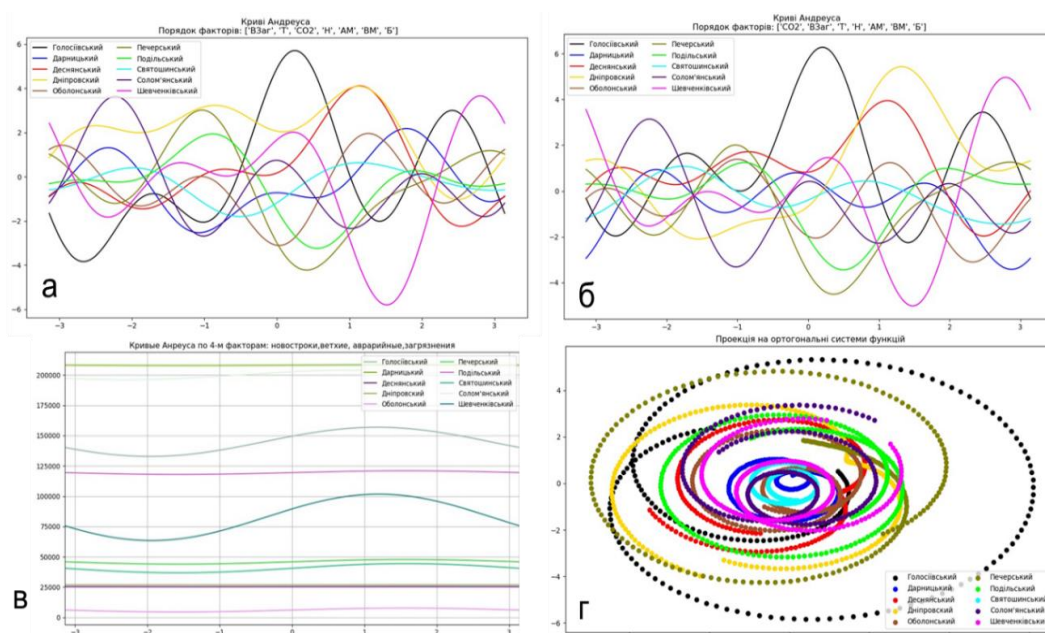


Рис. 4. Порівняння районів м. Києва із застосуванням кривих Андреуса (а, б, в) та проекції на ортогональні системи функції показників (г)

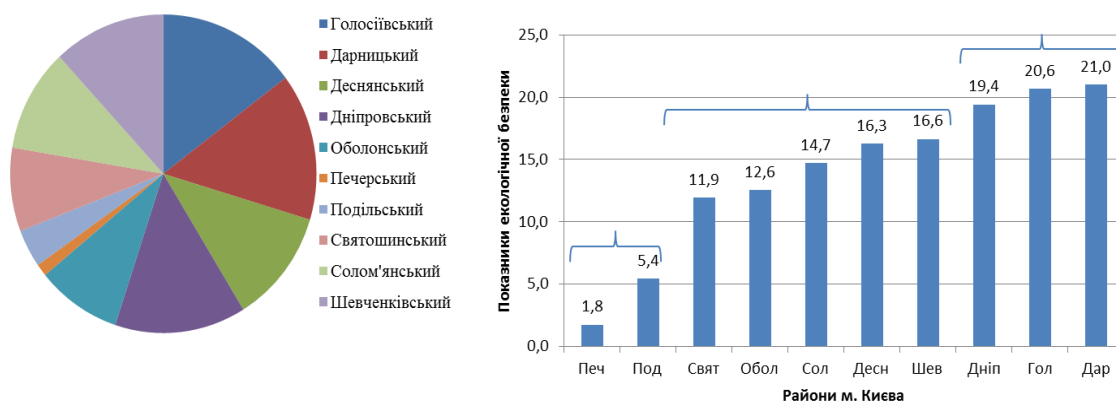


Рис. 5. Показники екологічної безпеки районів м. Києва

Встановлено, що поширення COVID-19 носить виражений територіальний характер і райони Києва за кількістю захворювань розбиваються на три кластери: 1) Деснянський, Дніпровський та Дарницький райони, в яких зареєстровано найбільша кількість випадків коронавірусної інфекції; 2) Оболонський, Подільський, Святошинський – відмічено середню кількість інфікованих; 3) Шевченківський, Голосіївський, Печерський – найменше захворювань на COVID-19 у м. Києві. З загальної тенденції випадає Солом'янський район, який хоча і межує територіально з Святошинським, Шевченківським та Голосіївським районами, але за кількістю захворювань ближче до першого кластеру з високою частотою інфікування. Порівняння кількості захворювань на COVID-19 з чисельністю та щільністю населення у районах м. Києва (у балах) показує, що рівень інфікування не залежить від кількості та щільності населення районів.

Відмічено відповідність кількості захворювань по районах сумарній кількості дитячих садків, шкіл, коледжів та вищих навчальних закладів (рис. 6).

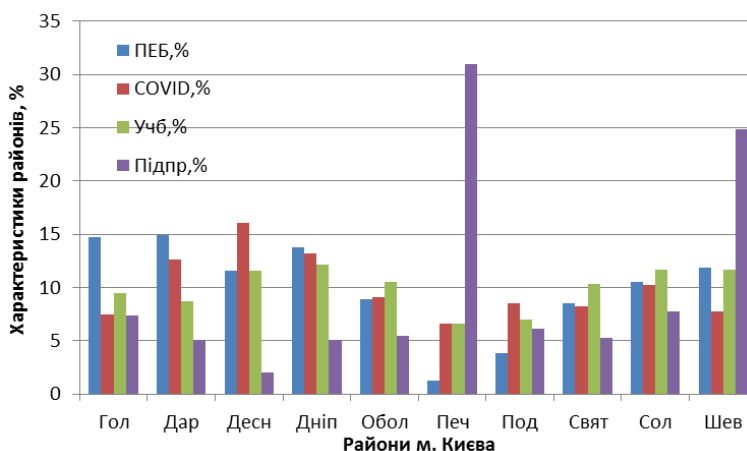


Рис. 6. Порівняння кількості захворювань на COVID-19 з показниками екологічної безпеки, кількістю учбових та дошкільних закладів, кількістю підприємств та працюючих у районах м. Києва

Пандемія COVID-19 та карантин також змусили компанії перебудувати офісну діяльність. Водночас не виявлено прямого взаємозв'язку рівня захворюваності COVID-19 з кількістю підприємств та працюючих у районах м. Києва, що може свідчити про ефективність дистанційної праці у якості запобіжного заходу [5]. Високий рівень забруднення атмосферного повітря у містах обумовлює захворювання респіраторної та серцево-судинної систем, крім того пацієнти з такими захворюваннями потрапляють у групу ризику в умовах пандемічних загроз.

для ефективної роботи в кризових умовах. При цьому зелені стандарти виступають у ролі орієнтира для рекомендацій по реорганізації офісної роботи. Рекомендації включають розширення можливостей дистанційної праці, проведення безконтактних нарад та зустрічей з використанням сучасних технологій зв'язку, переобладнання офісного простору з урахуванням вимог соціальної дистанції, нові правила взаємодії у місцях загального користування. Критерії зеленого будівництва передбачають інноваційні заходи по покращенню умов праці і робочого

мікроклімату, разом з посиленням норм гігієни та дезінфекції приміщень. Передача інфекційного аерозолі на великі відстані відбувається у людних приміщеннях з поганою вентиляцією. При цьому системи кондиціонування і вентиляції при неправильній експлуатації можуть стати транспортними шляхами поширення інфекції. Головним фактором інфекційної небезпеки є напрямок повітряного потоку, тому належні мікрокліматичні умови в будівлях мають ключове значення для здоров'я населення. В умовах пандемічних загроз пропонується запровадити природну та персоналізовану вентиляцію у вигляді локальних витяжних систем.

Висновки. Запропоновано удосконалення Стратегії розвитку м. Києва із застосуванням передового міжнародного досвіду та інноваційних технологій зеленого будівництва. Застосування конструктивних рішень зеленого будівництва особливо актуально для таких секторів міського розвитку, як розбудова міста і земельні відносини, житлово-комунальне господарство, транспорт та міська мобільність, екополітика та охорона довкілля, публічний простір, безпека та цивільний захист, історична та архітектурна спадщина.

Рекомендації підвищення стану екологічної безпеки міського середовища передбачають перепланування урбаністичних просторів з урахуванням пандемічних загроз, розробку довгострокові екологічної транспортні стратегії та інфраструктури активної мобільності, реконструкції житлово-комунального сектору для зниження ризиків поширення інфекції, стимулювання місцевої економіки та захист соціально вразливих верств населення, створення нових моделей та конфігурацій громадського простору, розширення функціональних можливостей адміністративних та публічних будівель, в особливості закладів лікування та освіти.

Література

- 1 Кривомаз Т. І., Варавін Д. В. Шляхи підвищення екобезпеки урбанізованого середовища у зв'язку з пандемією COVID-19 // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – № 36. – С.41-55.
- 2 Адаменко О. М. Екологічна безпека територій. Монографія / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін. – Івано-Франківськ : Супрун, 2014. – 456 с.
- 3 Саати Т. Л. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосознаваемых факторов // Cloud Of Science". 2016. Т. 3. № 2. С. 171-262
- 4 V. Trysnyuk, T. Trysnyuk, V. Okhariev, V. Shumeiko, A. Nikitin Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding Centrul Universitar Nord Din Bala Mare - UTPRESS ISSN 1582-0548, №1,2018 С.61-67
- 5 Voloshkina O., Sipakov R., Varavin D., Anpilova Y., Kryvomaz T., Bereznitska J. Pollution of atmospheric air above the city highways // USEFUL. – 2018. – Vol. 2(4). – P. 09–25.

V. Trysnyuk, D. Varavin, T. Trysnyuk
*Institute of Telecommunications and
 Global Information Space NASU (Kyiv)*

GEOMODELS OF ECOLOGICAL SAFETY OF THE URBANIZED ENVIRONMENT IN CONDITIONS OF PANDEMIC THREATS ON THE EXAMPLE OF KYIV

The work is devoted to the scientific problem of improving the complex approach to the urbanized territories management in order to increase the ecological safety under pandemic threats. Construction trends have always showed the ability to evolve after the crisis, and in the context of the COVID-19 pandemic, densely populated cities were the most vulnerable to the risk of infection. Improving the ecological safety of the urbanized environment requires new urban space strategies, increasing spatial functionality, decentralization of megacities together with raising the potential of micromobility. The method of calculating the indicators of ecological safety of Kyiv districts has been formalized: Darnytskyi (20,984), Holosiivskyi (20,646), Dniprovskyi (19,417), Shevchenkivskyi (16,649), Desnyanskyi (16,275), Solomyanskyi (14,743), Obolonskyi (12,560), Sviatoshynskyi (11,916), Podilskyi (5,420), Pecherskyi (1,758), which creates the basis for scientific methods of comprehensive assessment and optimal forms of environmental safety management of urbanized areas on the example of Kyiv. The primary patterns of the

spread of pandemic threats have been established in the districts of Kyiv, where the intensity of COVID-19 infection has an expressed territorial nature. The correspondence between the number of infected people and the total number of kindergartens, schools, colleges, and higher educational institutions in the districts has been established, which makes it possible to make appropriate adjustments in the development of stabilization measures and create conditions for reliable safety of human life, taking into account critical situations. It is proposed to improve the Development Strategy of Kyiv using advanced innovative technologies for green construction for such sectors of urban development as city development, land relations, housing, and communal services, transport and urban mobility, public space, energy-saving, resource management, and waste management, security environment and ecopolitics, decentralization of areas, increasing spatial functionality, increasing green areas, increasing the potential for micromobility, spreading energy-efficient technologies and efficient use of resources, calculating the entire life cycle of materials, recycling waste and proper disposal of their hazardous component, increasing the level of environmental safety to preserve public health in the face of pandemic threats

Key words: environmental safety, green construction, pandemic, urbanized environment, ecological management

References

1 Krivomaz T.I., Varavin D.V. Ways to increase the environmental safety of the urban environment in connection with the pandemic COVID-19 // Environmental safety and nature management. - 2020. - № 36. - P.41-55.

2 Adamenko O.M Ecological safety of territories. Monograph / O.M. Adamenko, Ya. O. Adamenko, L.M. Arkhipova and others. - Ivano-Frankivsk: Suprun, 2014. - 456 p.

3 Saati T.L Relative dimension and its generalization in decision making. Why pairwise comparisons are key in mathematics for measuring intangible factors // Cloud Of Science ". 2016. T. 3. № 2. P. 171-262

4 V. Trysnyuk, T. Trysnyuk, V. Okhariev, V. Shumeiko, A. Nikitin Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding Centrul Universitar Nord Din Bala Mare - UTPRESS ISSN 1582-0548, №1, 2018 C.61-67

5 Voloshkina O., Sipakov R., Varavin D., Anpilova Y., Kryvomaz T., Bereznitska J. Pollution of atmospheric air above the city highways // USEFUL. – 2018. – Vol. 2(4). – P. 09–25.

Ilunga wa Ilunga Alexandre-junior
Free University of Kinshasa,
Democratic Republic of Congo

RIGHT TO THE ENVIRONMENT OF THE INDIGENOUS PEOPLES IN THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF CONGO

The implementation of the nature conservation project in the Democratic Republic of Congo has caused upheaval among indigenous communities in the wake of the decision to evict them from their land without compensation or indemnification.

However, in addition to the proposed law on the protection and promotion of the rights of indigenous peoples in the DRC, which is currently being drafted in parliament and which will have to be promulgated by the President of the Republic, the Democratic Republic of Congo has ratified several international legal instruments relating to human rights and, by extension, to the rights of indigenous peoples, in which the Principle of Free, Prior and Informed Consent is expressed in various ways. This principle calls for the participation of indigenous peoples at two levels: at the level of decision-making that may affect their right to the environment, but also at the level of policy-making aimed at protecting the environment, as local knowledge is indispensable. However, despite the existing legal order, the implementation of this environmental justice of indigenous peoples seems to be ineffective. The greatest challenge remains its implementation. Many agree that international human rights law is even better when it comes to environmental protection. Some point out that environmental protection can be a condition for the enjoyment of other human rights.

In addition to the right to the environment, indigenous peoples have the right to enjoy their territories, lands and natural resources; but they also have the right to participate in environmental protection.

The fact remains that legislative and judicial weaknesses remain major obstacles to the effectiveness and efficiency of environmental justice for indigenous peoples, for whom legal and judicial reform remains a panacea. To this end, it would be more appropriate to accelerate the process of promulgating the law on the protection and promotion of the rights of indigenous peoples, in which their status must be well defined. This will give them standing to sue in the future. The interdisciplinary nature of environmental law also requires the creation of chambers specialising in environmental law within the Congolese judicial system.

Key words: Environmental justice, free, prior and informed consent, indigenous peoples.

Introduction. The Democratic Republic of Congo (DRC) is of crucial importance for the conservation of Africa's dense forest heritage. The country is home to 60 percent of the Congo Basin forests and is rich in biodiversity and diversity of peoples and cultures. Local and indigenous communities and these rich ecosystems have lived in interdependence for centuries. But both these peoples and the biodiversity are now in a more precarious situation than ever. Species are disappearing and habitats are being eroded. The human population has also experienced enormous disruption: colonization has disrupted customary systems of recognition and enjoyment of rights to resources and land, leading to large-scale displacement.

Major challenges exist in terms of conservation and land rights. Across the country, there are competing demands for access to and control over land: the customary rights of local and indigenous communities are being challenged by infrastructure projects, commercial and industrial agriculture, nature conservation, and logging, mining and oil exploration. In almost all cases, commercial interests trump the rights of local and indigenous people when it comes to allocating land use. With regard to conservation, the Congolese state aims to formally protect at least 17 percent of the country's land area. About 11 percent of the national territory is currently covered by protected areas. Many of these prohibit access and use of resources by communities. In this situation of pressure for land, community land rights and biodiversity protection are often presented as contradictory, although this is not always the case.

In the wake of the advent of the idea of nature conservation in the DRC, the Congolese government will adopt an integral conservation approach for most of its forests. The aim of the Congolese state is to contribute to the fight against global warming and the safeguarding of its rich biodiversity. In order to implement this conservation project, the DRC is going to expel indigenous Pygmy populations from their land in the name of conservation without any compensation or indemnification. This is the case of the

indigenous BATWA pygmies of the Kahuzi-Biega National Park who were chased by the Congolese government from their ancestral lands in the 1970s in the name of nature conservation. All the vulnerability of the pygmy populations in the DRC is based on one problem, the lack of access to land and all the consequences that this has for their survival, because land provides everything for the indigenous people. From the land they get their food, health care, money, natural resources, education for their children, and can initiate and succeed in business. To survive, some have learned from other non-Batwa communities how to make charcoal and sell it. The Batwa of northern KBNP have settled on land that is officially unoccupied, but which is often allocated to other communities by local authorities. The Batwa have no legal protection when members of other ethnic groups decide to take their land or drive them out of their villages.

It should be noted, however, that indigenous peoples who are very attached to their natural environments and who benefit from the right to free, prior and informed consent as a vehicle for the judicialisation of their rights, are sometimes surprised by large-scale projects with a real impact on their environment which sometimes force them to leave the area without the benefit of equitable environmental justice. This is what many indigenous peoples in Congo Forest Basin are experiencing and what appears to jeopardize their right to self-determination.

This situation leads to the association of the notion of access to justice, initially perceived as a fundamental human right, with environmental protection. In this context, access to environmental justice is closely linked, like fingers on the same hand, to the right to information and the right to participate in decision-making that could damage the environment. These environmental rights, both procedural and substantive, have the potential to significantly influence environmental policies.

Access to environmental justice for indigenous people remains a topical issue, as evidenced by the United Nations' sustainable development objectives, which aim to "promote the rule of law in the domestic and international order and ensure equal access to justice for all" [11]. The effectiveness of rights, or even their profound nature, can only really be experienced in the judicial struggle; it is probable that without it the notion of right, even in the subjective sense, would not exist. Thus, access to the law enables every person to obtain recognition and enforcement of their rights. Without this access to justice, the rights enshrined in various legal instruments, whether at national, regional or global level, would be purely theoretical. Effective legal protection therefore depends on access to justice [16]. And the European Court of Human Rights expressly links its enforcement to the democratic functioning of a society [8].

However, access to justice in the name of environmental protection is not easy. First of all, nature cannot defend its own interests in court, any more than its components can [7]. It is obvious that trees or frogs do not speak, do not write, and, more generally, are unable to communicate with legal institutions¹. It should then be added that environmental protection is a collective interest. This collective nature does not sit well with the traditional means of recourse in which the personal nature of the interest is often required [2]. This particularity justifies in a general way the need for a study on access to justice in environmental matters for the indigenous peoples.

I. The Principle of Free, Prior and Informed Consent. It is difficult to determine the legal nature of FPIC in a circumscribed manner, as the lack of conceptual clarity surrounding the notion of indigenous peoples' consent is rightly seen as an obstacle to its institutionalization [18]. FPIC was first mentioned in ILO Convention No. 169, but it is not clear whether it is a general principle of international law, especially as it is difficult to identify it as a principle common to the domestic legal orders from which it would have been transposed into international law.

However, FPIC is a collective right of indigenous peoples and local communities to give or withhold their consent prior to the commencement of any activity that may affect their rights, lands, resources, territories, livelihoods and food security [17].

Without any positive legal value, FPIC would be the concerted or collective expression of political intentions on what seems necessary to ensure an order inspired by certain ideals corresponding to the current requirements of international society. Indeed, as Professor Basue notes, it is in the area of so-called third generation rights that the mainly Western doctrine insists on the absence of binding environmental principles [1].

At least, recognised as a norm of international law, its anchor begins in 2007 with UN General Assembly Resolution 61/295 on the UN Declaration on the Rights of Indigenous Peoples. In the preamble to the declaration, the UNGA expresses concern about the environmental injustices suffered by

¹ Some authors have developed theories attributing to nature or its elements the right to sue, such as Christopher Stone in his famous article "Should trees have standing?" (Should trees have standing?).

indigenous peoples, including the dispossession of their land, which violates their right to development, culture and even self-determination [22].

But long before the UN human rights system enshrined it in the 2007 declaration, the 1980s marked the incubation period of this principle already in the field of not only environmental law in relation to the control of the movement of chemicals and biologicals [20], but also in the field of fundamental rights with the International Labour Organisation's Indigenous and Tribal Peoples Convention No. 169².

Furthermore, in its bipolar evolution, which Professor Yang li describes as a mutation from an entry control tool for hazardous products to an exit control tool for both biological and cultural resources [20], the principle of free, prior and informed consent has also been a feature of cultural heritage law. With the 2003 UNESCO Convention prioritising the collection and inventorying of intangible cultural heritage, scepticism from indigenous communities has grown. They question the ownership of certain data, considered to be illegally disclosed at the time of colonization; or the way in which these collected data are presented to the public, as the image they reflect does not correspond to their cultural identity and what they want to demonstrate to the world.

Due to this particular case of violations of indigenous peoples' human rights [15], such as their right to a healthy environment, their right to self-determination and their cultural rights, FPIC is a result of the struggle to address the damage caused by multinational mining and extractive companies in so-called development projects that jeopardize many of the fundamental rights of indigenous peoples. Environmental pollution has been described as a continuation of the effects of colonialism and social inequalities in terms of access to and occupation of territory, use of fauna, flora, knowledge and terminologies relating to practices and experiences in the territory [9].

However, beyond circumscribed areas such as human rights law or the protection of cultural heritage, the knowledge of indigenous peoples has always aroused scientific curiosity with regard to environmental protection and sustainable development. It is used as a lever to save the planet from famine, pollution and climate change [14].

However, while indigenous knowledge is recognized as an element of environmental protection, environmental inequality and injustice are still a daily reality for indigenous peoples, particularly those in the Democratic Republic of Congo, who have FPIC as a basis for environmental justice. This is despite the fact that the African Charter on Human and Peoples' Rights has been in force for more than two decades and has been almost unanimously ratified by African states³ including the DRC⁴.

II. FPIC in the Congolese legal order. The political scientist and specialist in ethnic and linguistic minorities, Joseph Yacoub, also notes that human rights are highly dependent on cultures and that they are subject to manipulation and political instrumentalisation. Human rights, in fact, vary according to place and time. The values that underlie them - freedom, equality, tolerance, non-discrimination, etc. - are historically relative and evolving. Thus, France has had a succession of declarations since 1789. The United States Constitution, the oldest in force, has been amended twenty-seven times. The 1948 Universal Declaration has been supplemented by a series of subsequent texts. The various nations, conglomerations of nations and international organizations in Africa, Asia and the Americas have adapted human rights to their worldviews, demonstrating that the human person is perceived and protected differently in different civilizations and cultures.

The DRC is in a legal monism. From treaties to internal laws and international agreements, it is a unified normative system in which international law has primacy. However, there is a legislative block in which provisions referring to local communities and therefore by extension to indigenous peoples can be found both in international legal instruments ratified by the DRC and in local laws.

International environmental treaties have not totally ignored the socio-cultural dimension of sustainability. The recognition of the culture-nature relationship in environmental treaties has a long history. And, the special relationship that traditional indigenous communities have with the environment was recognized as early as 1957 in Article VII of the North Pacific Fur Seal Interim Convention. Similarly, the 1973 Agreement on the Conservation of Polar Bears allows in Article III (1) certain exceptions to the prohibition of hunting and capture of polar bears, including harvesting by local

² Article 4(1) requires that appropriate measures be taken to safeguard (...) the environment of indigenous peoples. And these measures shall not be contrary to the freely expressed wishes of the peoples concerned (Convention No. 169, Article 4 para. 2.).

³ Adopted in 1981 in Banjul, the African Charter has now been ratified by 54 of the 55 states on the African continent. Only Morocco has not ratified the Charter.

⁴ The DRC ratified the African Charter in 1987.

populations using traditional methods in the exercise of their traditional rights and in accordance with the laws of that Party. This exception is not only a recognition that this cultural practice is part of the way of life. It demonstrates that this practice also contributes to the sustainable management of the environment and its natural resources. It is a recognition of the principle of local people's participation in *decision-making*.

Some more recent environmental treaties have taken this approach further by explicitly recognizing the role that local and indigenous traditional knowledge and practices play in the sustainable management of a fragile environment and its threatened resources. For example, there is the 1992 UN Convention on Biological Diversity (CBD)⁵. Also, the 1994 Convention to Combat Desertification (CCD), which is also relevant to environmental protection and ensuring the participation of local people in environmental decision-making, calls for the protection of the economic, social and cultural rights of local people in the context of ensuring environmental sustainability and their livelihoods⁶.

Furthermore, the Convention on Biological Diversity was the first international treaty to address these issues by linking the economic aspect of biological diversity with the cultural aspects of its use and the related knowledge of local communities⁷. A more recent FAO international treaty on plant genetic resources also gives a central role to the traditional knowledge of local and indigenous communities for biodiversity conservation and sustainability⁸.

Beyond the fact that the African Charter on Human and Peoples' Rights, the International Covenant on Civil and Political Rights (Article 1)⁹, the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights¹⁰ and other human rights instruments have been duly ratified by the DRC and therefore would apply by virtue of the principle of *pacta sunt servanda*¹¹ and Article 215 of the Constitution¹². Article 51 of the Congolese Constitution provides for the protection of minorities¹³. This protection requires both legal and judicial measures to protect the rights guaranteed to them, in particular the right to a healthy environment conducive to development as set out in Article 53¹⁴.

In this vein, Law No. 15/026 of 31 December 2015 on water makes the participation of local communities a basic principle in water conservation¹⁵. The multiple use of water by indigenous peoples justifies their right to participate in its conservation, as their exclusion would lead to the violation of several of their fundamental rights, notably their right to self-determination. In a legal holism of indigenous peoples' rights, the African Commission on Human and Peoples' Rights noted in the CEMERIDE v. Kenya case that the use of water is exclusively for physiological needs. It can also be a cultural or religious need of an indigenous people or a local community¹⁶.

⁵ The Convention recognizes in Article 8(j) the important contribution of local and indigenous knowledge, innovations and practices to the sustainable management and protection of the environment, and thereby obliges Parties to take measures to safeguard them.

⁶ Article 19 point 1a of the 1994 Convention to Combat Desertification.

⁷ Article 8-point J of the Convention on Biological Diversity.

⁸ Article 9(1), International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. "Each Contracting Party shall, as far as possible and as appropriate:

Subject to its national legislation, respect, preserve and maintain knowledge, innovations and practices of indigenous and local communities embodying traditional lifestyles relevant for the conservation and sustainable use of biological diversity and promote their wider application with the approval and involvement of the holders of such knowledge, innovations and practices and encourage the equitable sharing of the benefits arising from the utilization of such knowledge, innovations and practices:"

⁹ Article 1 of the Covenant recognizes the right of peoples to self-determination, and states in paragraph 2 that: "In no case may a people be deprived of its own means of existence."

¹⁰ Ibid, (n24).

¹¹ Any treaty in force is binding on the parties and must be performed in good faith, Article 26 of the Vienna Convention on the Law of Treaties of 23 May 1969.

¹² According to Article 215 of the Congolese Constitution: "International treaties and agreements duly concluded have, upon their publication, an authority superior to that of laws".

¹³ "The Congolese State (...) also ensures the promotion and protection of vulnerable groups and all minorities...

¹⁴ Everyone has the right to a healthy environment conducive to their full development. They have a duty to defend it. The State shall ensure the protection of the environment and the health of the population.

¹⁵ Article 13-point f. The government, the provincial government as well as the urban, communal, sector and chiefdom executive colleges shall, each within the limits of their competences and attributions, take measures for the inventory of all water resources, their conservation, including wetlands, coastal areas and basins and sub-basins, as well as for their protection, prevention and control of pollution. They shall adopt and implement appropriate policies, master plans and programmes with a view to, inter alia ensure the participation of all relevant stakeholders, including local communities, users, civil society and the private sector.

¹⁶ One of the beliefs of the Endorois is that their ancestors, Dorios, came from the sky to settle in the Mochongoi forest and that every season the waters of the lake turn red, and the hot streams emit a strong smell signalling the time when the community must perform traditional ceremonies to appease the ancestors who drowned at the birth of

This customary and traditional organisation as well as the attachment of local communities to a specific terroir is also reflected in the definition given by both Law No. 11/003 of 11 February 2014 on nature conservation¹⁷ and Law No. 11/2002 of 29 August 2002 on the DRC's forestry code¹⁸, the first of which (law) imposes on the State the responsibility of identifying threatened communities with a view to conserving them because of: (...) social, scientific or cultural importance¹⁹; and the second recognises the right of local communities to obtain part or all of forest concessions under customary law²⁰. In addition, the Forest Law grants local communities the right to use the environment for customary and traditional purposes as long as this use is not *contra legem*.

Furthermore, Law 15/012 of 1st August 2015 on the general regime for hydrocarbons guarantees the right of restitution to the pristine state of the environment of local communities. However, Title II and Title III of the law, which refer to upstream and downstream hydrocarbon activities respectively, make no reference to the principle of FPIC. It goes without saying that this law is iniquitous in that it only targets the interests of hydrocarbon activities, while indigenous people are neither consulted nor involved in the exploration and exploitation process, but are only consulted at the time of reclamation. This undermines the principle of FPIC.

However, it should be noted that the Congolese Mining Code, which is also part of the Congolese environmental legal order, does not contain any provisions devoted to the environmental rights of indigenous peoples in particular. It merely sets out the right to the environment in general terms. Yet the DRC, which is a geological scandal, has deposits, some of which are located in areas inhabited by indigenous peoples.

It should be noted that ILO Convention 169, which is the instrument par excellence for the protection and promotion of the rights of indigenous peoples and which establishes the procedural rules of environmental justice for indigenous peoples, has not been ratified by the Democratic Republic of Congo. Hence it is impossible to oppose the DRC to this convention in its article 4 of ILO Convention 169, which is the basis of the principle of free, informed and prior consent; a key principle that would underpin judicial action with regard to environmental justice for indigenous peoples.

However, in a textual parallelism between ILO Convention 169 and Law No. 11/009 of 9 July 2011 on the fundamental principles relating to the protection of the environment in the DRC, Articles 8 and 9 of the aforementioned law show a similarity to the FPIC principle enshrined in Article 4 of ILO Convention 169.

Article 8 of the Congolese law reflects one of the elements of FPIC, namely information. According to this article, indigenous communities cannot be evicted from their environment without being informed. Information is a procedural obligation incumbent on public authorities who intend to relocate a people so that the people not only do not claim ignorance of the relocation but also ensure that their right to self-determination, i.e. their culture, way of life or even their means of subsistence as indigenous people are not altered. In other words, information allows indigenous peoples to give informed consent or withhold consent to projects affecting their environment if it violates their right to self-determination. This is why other authors speak of *informed* consent [6]. This reflects the spirit of ILO Convention No. 169, which states that such measures should not be contrary to the freely expressed wishes of the peoples concerned²¹.

Furthermore, Article 9 of the Congolese environmental law is in line with Article 2 para. 1 of ILO Convention 169. These two provisions speak of the participation of the people concerned in the environmental policy process. This participation not only reinforces the information criterion but, above all, elucidates what *prior consent* is. According to Article 9 of the Congolese law, indigenous peoples have the right to participate both upstream and downstream in the decision-making process that affects their existence or may have a significant effect on the environment, including the issue of development. It goes without saying that a development project for indigenous peoples in the DRC cannot be carried out without their prior involvement in the decision-making process. This implies that consent can in no way

the lake. Centre for Minority Rights Development and Minority Rights Group International on behalf of Endorois Welfare Council v. Kenya. Communication 276/2003. 27th progress report (2009).

¹⁷ Article 2 point 7 defines a local community as a population traditionally organised on the basis of custom and united by clan or parental solidarity which underpins its internal cohesion. It is also characterised by its attachment to a specific area. law n°11/003 of 11 February 2014 on nature conservation

¹⁸ Article 1 point 17 of law n°11/2002 of 29 August 2002 on the DRC forestry code

¹⁹ Article 9 point 2. Ibid (n32)

²⁰ Article 22 of Law n°11/2002 of 29 August 2002 on the DRC Forestry Code, Ibid, (n33)

²¹ Article 4(2) of ILO Convention No. 169

be subsequent to the decision or the decision-making process. It is in this respect that the Congolese water law mentioned above gives local communities the power to take legal action against any violation of the provisions of the said law or its implementation measures, or any infringement of the provisions of international agreements and conventions ratified by the DRC, which cause direct or indirect harm to the collective interests or aim to defend²².

III. The non-application of FPIC in Congolese law. Although the procedural rules of environmental justice for indigenous peoples seem to be located in the Congolese legal arsenal, the thorny issue remains that of its judicialization. The emptiness of Congolese jurisprudence in this area speaks volumes. International law now distinguishes between the rights of minorities, which are based on human rights, and the rights of indigenous peoples, which are based on collective rights [3]. However, as the Congolese land and property system does not recognise collective property rights and the legal status of indigenous peoples is still ambiguous, the judicialisation of indigenous environmental justice will often be confronted with the question of quality on the one hand and the interest in taking legal action on the other. Although Congolese land law recognizes customary land, it must be stressed that litigation relating to this land before the Congolese courts is essentially a matter of individual property rights, for which the competent judge is the tribunal de paix.

As Sandrine Clavel notes: *"most legislation is limited to recognizing the right of indigenous peoples to claim land rights over their ancestral territories, and in this case things become particularly complicated, as it is then up to the indigenous communities to establish the validity of their claim"* [19]. Similarly, in its opinion on CEMERID v. Kenya, the African Commission on Human and Peoples' Rights highlighted the failure of local legal systems to recognize communal property rights as one of the major problems faced by indigenous peoples²³.

This legal shortcoming also renders obsolete the mechanism for implementing any act that infringes the environmental rights of indigenous peoples by way of an exception of unconstitutionality. Insofar as the right to the environment is constitutionally guaranteed in the DRC, the Constitutional Court, which is the judge of unconstitutionality in matters of ordinary law, can only be seized to enforce FPIC if the indigenous peoples have a legal personality conferring on them the capacity to sue as a people and have a judge *ratione personae* for such a question, which is a question of collective property rights, a right not recognized by Congolese land law.

For a State to be held accountable for the violation of human rights, it is not enough that it itself violates these rights. It is sufficient for it to fail to take the necessary measures to protect the beneficiaries of these rights from third parties in order to respond²⁴. Thus, the failure of the Congolese State to provide effective remedies to ensure the implementation of indigenous environmental rights would in itself constitute a violation of Article 26 of the ACHPR.

Another difficulty in the ineffective implementation of environmental justice for indigenous peoples in the DRC is the lack of knowledge of international law in this area by Congolese judges and also the failure of litigants to refer to the international legal instruments to which the DRC is a party. Several legal instruments guaranteeing the right to a healthy environment, which can in a broader interpretation be applied in favour of indigenous peoples, have been ratified by the DRC and are therefore enforceable against it. Being a monist regime, international law has primacy over domestic laws. Therefore, the application of international law in this area should constitute a basis for internal jurisprudence.

Conclusion and recommendations. This shows that although FPIC is a legal instrument in the Congolese legal system, the greatest challenge remains its implementation. To speak of the implementation of FPIC in Congolese environmental justice is to raise the issue of what Professor Kennedy calls the 'justiciability' of the right to the environment [4], especially as the thorny question of the link between human rights and environmental protection has not yet been fully elucidated. However, many agree that international human rights law is even better when it comes to environmental protection [13]. Some [21] point out that environmental protection can be a condition for the enjoyment of other human rights. It is stated in the preamble of the 1972 Stockholm Declaration of the United Nations

²² Article 108 of law n°15/026 of 31 December 2015 on water

²³ Centre for Minority Rights Development and Minority Rights Group International on behalf of Endorois Welfare Council v. Kenya, Communication 276/2003, 27^{ème} progress report (2009).

²⁴ Communication 74/92, NCHL v. Chad, §97. See also Communication 155/96 §48 in SERAC and others v. Nigeria. In this communication, the Commission decided that when a State freely adheres to the terms of the various human rights instruments, it is responsible for bearing the burden of all the obligations mentioned in these instruments. This has not been observed by the RUM.

Conference on the Human Environment that the environment is essential to the enjoyment of basic human rights, even the right to life itself²⁵.

From the right to the environment to the right to the environment, indigenous peoples have the right to enjoy their territories, lands and natural resources; but they also have the right to participate in environmental protection.

The fact remains that legislative and judicial weaknesses remain major obstacles to the effectiveness and efficiency of environmental justice for indigenous peoples, for which legal and judicial reform remains a panacea. To this end, it would be more appropriate to:

- Accelerate the process of promulgating the law on the protection and promotion of the rights of indigenous peoples, in which their status must be well defined. This will give them standing to sue in the future.

- Revise the so-called land law to recognize the collective ownership of indigenous peoples. This will give them the *right* to go to court

- The interdisciplinary nature of environmental law also requires the creation of chambers specialising in environmental law within the Congolese judicial system.

References

- 1 Basue Babu Kazadi, G., Droit International Public, PUIC, 2013, p.187.
- 2 Betaille, Julien (ed.), Le droit d'accès à la justice en matière d'environnement, New edition Toulouse, Presses de l'Université Toulouse 1 Capitole, 2016.
- 3 Bellier, Irène. "Les droits des peuples autochtones. Entre reconnaissance internationale, visibilité nouvelle et violations ordinaires," L'Homme & la Société, vol. 206, no. 1, 2018, pp. 137-174.
- 4 Bindu, Kennedy Kihangi. "La Justiciabilité Du Droit à L'environnement Consacré Par La Charte Africaine Des Droits De L'Homme Et Des Peuples De 1981 En République Démocratique Du Congo." Revista Catalana De Dret Ambiental IV.1 (2013).
- 5 Blanchon, David, Sophie Moreau, and Yvette Veyret. "Understanding and constructing environmental justice", Annales de géographie, vol. 665-666, no. 1-2, 2009, pp. 35-60.
- 6 Desmarais Frédéric. The Free, Prior and Informed Consent of Indigenous Peoples in International Law in the Light of the Models of Cultural Integrity and Self-Determination: The Need to Redefine its Conceptual Framework. In : Revue Québécoise de droit international, volume 19-1, 2006. pp. 161-209.
- 7 Estelle Brosset and Eve Truilhé-Marengo, 'L'accès au juge dans le domaine de l'environnement : le hiatus du droit de l'Union européenne', RDLF, 2018, chron. no. 07.
- 8 ECtHR, 5th sect. 21 Jan. 2010, No. 10271/02, R.P. v. France, Procédures, March 2010, p. 15, note N. Fricero, the judgment following a precedent of 2005 expressly referring to the "right to a judge".
- 9 Farget, D. (2016). Colonialism and environmental pollution: extension and effects on indigenous peoples' rights. Criminology, 49(2), 95-114.
- 10 Florent Masson. Common property. Law. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2016. French. ffNNT: 2016PA01D013ff. fftel-01522772f
- 11 GA Res. 70/1, UN GA Doc off, 70th session, UN Doc A/Res/70/1 of 2015.
- 12 Iseli, C. (2020). The Operationalization of the Principle of Free, Prior and Informed Consent: A Duty to Obtain Consent or Simply a Duty to Consult? UCLA Journal of Environmental Law and Policy, 38(2).
- 13 John H. KNOX, Framework Principles on Human Rights and the Environment, the core human rights obligations related to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment, United Nations, Human Rights, Special Procedure, 2018.
- 14 Kleiche-Dray, M. (2017). Indigenous knowledge for sustainable development. Autrepart, 81, 3-20.
- 15 Lebuis, V. & King-Ruel, G. (2010). Free, prior and informed consent: an emerging international standard for the protection of local indigenous populations. Recherches amérindiennes au Québec, 40(3), 85-99.
- 16 Marie-Anne Frison-Roche, "Le droit d'accès à la justice et au droit", in Libertés et droits fondamentaux, pp. 521 - 539.
- 17 Operational Guidance on respecting the Rights of Indigenous Peoples and Local communities, Accountability Framework, Jun 2019.

²⁵ 1972 Stockholm Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment

18 Papillon, M., Leclair, J., & Leydet, D. (2020). Free, Prior and Informed Consent: Between Legal Ambiguity and Political Agency, *International Journal on Minority and Group Rights*, 27(2), 223-232.

19 Sandrine Clavel, *Indigenous peoples' land rights*, 2021. Ffhal-03115019.

20 Yang Li, *Principle of Free, Prior and Informed Consent and its application in the collection of intangible cultural heritage data*,

21 Wu Gang, *International Law*, ed. China-Law Press, Beijing, 2006.

22 The United Nations General Assembly resolution 61/295 on the United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples.

Ілунга ва Ілунга Олександр-молодший
Вільний університет Кіншаси,
Демократична Республіка Конго

ПРАВО НА ДОВКІЛЛЯ КОРИННИХ НАРОДІВ ДЕМОКРАТИЧНОЇ РЕСПУБЛІКИ КОНГО

Актуальність дослідження пов'язана з реалізацією природоохоронного проекту в Демократичній Республіці Конго, який викликав потрясіння серед корінних громад після рішення про виселення їх з їхньої землі без компенсації чи відшкодування.

Проте, окрім запропонованого закон про захист і заохочення прав корінних народів у Демократична Республіка Конго, який зараз узгоджується в парламенті і має бути оприлюднений Президентом Республіки, Демократична Республіка Конго ратифікувала декілька міжнародно-правових документів, які стосуються прав людини і, відповідно, прав корінних народів, у яких принцип вільної, попередньої та усвідомленої згоди виражений різними способами. Цей принцип передбачає участь корінних народів у реалізації права на навколишнє середовище на двох рівнях: на рівні прийняття рішень, які можуть вплинути на їхнє право на навколишнє середовище, а також на рівні розробки політики, спрямованої на захист навколишнього середовища, оскільки місцеві знання є незамінними. Проте, незважаючи на існуючий правопорядок, реалізація цієї екологічної справедливості корінних народів виглядає неефективною. Найбільшою проблемою залишається її впровадження. Багато хто погоджується, що міжнародне право краще, коли йдеться про захист навколишнього середовища. Деякі дослідники зазначають, що охорона навколишнього середовища може бути умовою для здійснення інших прав людини.

Окрім права на навколишнє середовище, корінні народи мають право користуватися своїми територіями, землями та природними ресурсами; але вони також мають право брати участь в охороні навколишнього середовища.

Фактом залишається те, що законодавчі та судові недоліки є основними перешкодами для ефективності екологічного правосуддя для корінних народів, для яких правова та судова реформа залишається панацеєю. З цією метою доцільніше було б прискорити процес оприлюднення закону про захист і заохочення прав корінних народів, у якому має бути чітко визначений їхній статус. Це дасть їм право подавати до суду в майбутньому. Міждисциплінарний характер екологічного права також вимагає створення палат, що спеціалізуються на екологічному праві в рамках судової системи Конго.

Ключові слова: право на довкілля, екологічна справедливість, вільна, попередня та усвідомлена згода, корінні народи.

*K. O. Omoyajowo¹, K. A. Omoyajowo²,
T. I. Bakare³, A. L. Ogunyebi¹, S. Ukoh¹*

¹University of Lagos, Akoka, Nigeria,

²Ekiti State University, Ado-Ekiti, Nigeria,

³Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

REFLECTIONS ON THE NEXUS BETWEEN CLIMATE CHANGE, FOOD SECURITY AND VIOLENT CONFLICTS: A TOUR THROUGH THE NIGERIA EXPERIENCE

Climate change has been adjudged as the most treacherous threat to global sustainability, having its deteriorating effects on the ecosystems in the form of increase in temperature, heat waves, haphazard changes in the pattern of rainfall, rising of the sea level etc. We believe that the consequential impacts of climate change on food, biodiversity, health, and the overall economy have been of great concern in Nigeria and to Africa as a whole. Because of this, in this study we will try to demonstrate the intricate relationship between climate change, food security and violent conflicts in Nigeria, especially the root causes of farmers-Fulani herdsman clashes, the goal being a provision of sustainable conflict management strategy to the crisis. A mixed method research design (basically a mix of research papers' syntheses, causal loop diagram, interviews/focused group discussions and the social progress index data) was analysed and adopted to achieve the study's specific objectives. The causal loop diagram demonstrated the interconnectivity of climate change, food security and violent conflicts. Interestingly, most respondents (70%) ranked "resource scarcity due to increased desertification" as the top-rated cause for farmers-Fulani's herdsman clashes while less than one-quarter (21%) emphasised that urbanisation and social vices propelling the conflict. Considering these findings, we reasoned that there is a critical need to increase the capacity of local communities to take on key governance roles around resource management while remediation and appropriate management measures of affected and vulnerable regions must commence without further delay. The Government should strengthen police capacity to curb rustling and banditry, improving livestock tracking.

Key words: Climate Change; Conflict; Water, Food security; Nigeria.

Introduction. Climate change has been adjudged as the most treacherous threat to the sustainability of nature and is considered as one of the most exigent concerns of the 21st century, threatening both anthropic and natural systems with long-term consequences [1]. Its deteriorating effects on the ecosystems in the form of increases in temperature, haphazard changes in the pattern of rainfall, rising of the sea level and indeed, the increasing rate of extreme weather conditions have the adverse potency to exacerbate the debilitating threats to environmental sustainability. Hence, the consequential impacts of climate change on food, biodiversity, health, and the overall economy have been of grave concern in Africa [2]. In the same measure of disruptive tendencies, the average surface temperature in coastal cities of Nigeria such as Lagos, Rivers, Bayelsa etc. is projected to increase from 1.1°C–2.8°C by the year 2099 [3]. This will result in the depletion of water resources leading to a decline in agricultural production by causing a shift in production seasons, the alkalinity and acidity of soil, the festering of pest and disease etc. [4]. Moreover, Nigeria's climate, as reported, is likely to spur growing shifts in temperature, rainfall, storms, and sea levels throughout the twenty-first century and typical of Nigeria, which has poor adaptive responses and adjustment measures to these shifts. This makes the disastrous environmental occurrences in some parts of the country unabated [5]. Poor adaptive responses to climate shifts are however evident in the several reports on the ugly incidence of floods, dreadful thunderstorms, windstorm, desertification etc. in many parts of the country [6–8]. Not only are there cases of environmental degradation, but equally significant is the decline in the production of food crops resulting from reduction in rainfall, relative humidity and increased temperature have dealt a blow on the rising agro-economic prospects of the country [9]. Furthermore, health problems like asthma, cholera, cancer, chronic bronchitis, blood disorders and other diseases [10] and even resource-based conflicts (e.g., clashes between Fulani herdsman and farmers in Benue State) are distasteful social impacts of climate change.

Moreover, rapid global change has not only increased the demand for water, energy, food, and other resources but has also been responsible for fuelling violent conflicts in a country like Nigeria.

Violent conflicts between nomadic herders (mostly Fulani) from northern Nigeria and sedentary agrarian communities in the central and southern zones have escalated in recent years and are spreading southward, threatening the country's security and stability; with an estimated death toll of approximately 2,500 people in 2016. Limited studies on how climate change precipitates conflict between Fulani herders and farmers across Nigeria might have been responsible for a policy that has spurred negative feedback from several stakeholders, hence, the need for this study. Whilst the central objective of this study is to show the relationship between climate change, food security and violent conflicts in Nigeria, the other part is to provide the knowledge, awareness and guidance for sector reforms, academia, and the public on climate change issues and to identify the areas of vulnerability to national security resulting from climate change.

Methodology. The complex cause-and-effect relationship that exists between climate change and the environment is shown in the causal loop diagram below (Fig. 1). Causal loop diagrams represent feedback structures of complex systems, showing interaction between the variables [11]. The arrowheads show a negative or positive sign, indicating the effect of variables on each other. For example, increase in pollution increasingly contributes to climate change while increase in crop productivity reduces migration. A causal loop diagram gives us a better picture of the system.

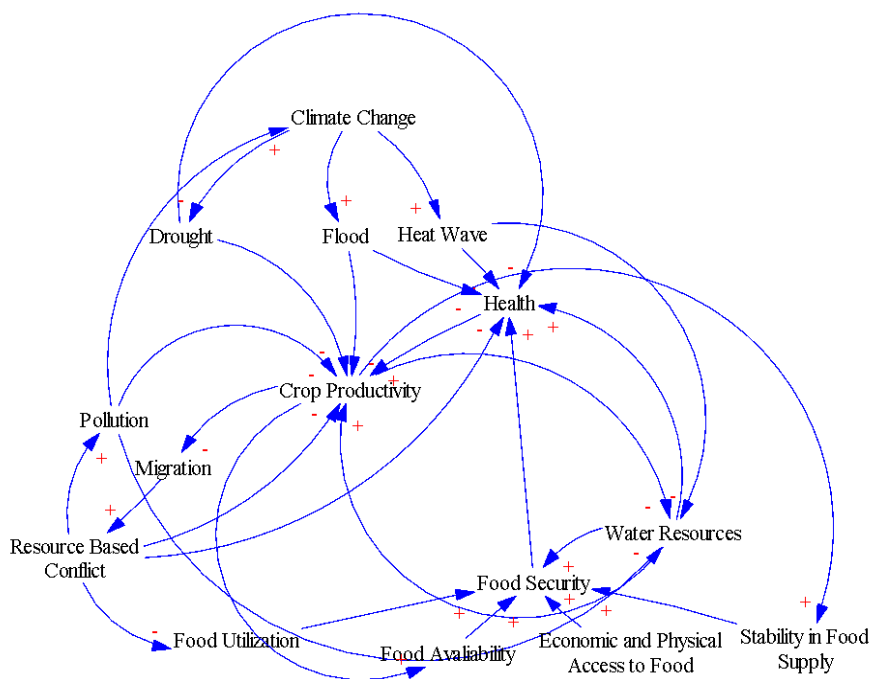


Fig. 1. Causal Loop Diagram showing the interrelationship between climate change, food security and violent conflicts in Nigeria

Data Collection and Analysis. The study adopted a mixed methods research design. The data was systematically collected using primary and secondary sources. The primary source includes focused group discussions, oral interviews via face-to-face interaction as well as personal conversations via phone calls between March-June 2018. Forty (40) key participants in total were recruited for focused group discussions based on their literacy, ethnicity, extensive public sector involvement and experiences to achieve three tasks, (i) Discuss the critical nexus between climate change, human conflict, and food security; (ii) Identify and articulate the causes of Fulani-herdsmen clashes and, (iii) to suggest an efficient mechanism for conflict-dispute resolutions among the two contending parties. The participants include instructors, policy researchers and postgraduate diploma students at National Centre Technology Management, Lagos Study Centre and the six geopolitical zones in Nigeria (South-West, South-East, South-South, North Central, North-West, and North-East) were equally represented. The session lasted for only 45 minutes on the subject matter. Forty (40) people were also interviewed via face-to-face interaction and through phone calls on the same subject matter in Ekiti, Benue, Kaduna, and Adamawa being the states that have experienced attacks from the dreaded herdsmen in the past. These respondents were basically farmers, traders, and residents of the states. In overall, primary data was obtained from a total of eighty (80) participants/respondents. As *par* secondary sources, we make use of peer-reviewed

journal articles, textbooks, newspapers, and other internet materials. Content and discourse analysis was systematically employed as a reference tool to properly understand text linguistics (i.e., the tone, phonology, style, and structure) of research papers that were retrieved from academia search engines such as Google, Google Scholar, Scopus, ResearchGate, PubMed, and Academia.edu (to mention a few). In summary, the mixed methods approach enabled us to make a qualitative analysis which was appropriate in understanding the critical nexus between climate change, human conflict, and food security in Nigeria, within the context of her socio-cultural and the changing political economies

Results and Discussions. The result and analysis of our findings are presented under the following sub-headings.

Relationship between Climate change and food security in Nigeria. To gain an understanding of the intricacies between climate change and food security in Nigeria, it is vital to also examine the scope of food security, viz-a-viz food production system in Nigeria.

How does climate change influence food production and the food security system in Nigeria? Increase in greenhouse gas emissions in the atmosphere is well-known as the primary cause of the worsening global climate change. Studies have observed an increase in greenhouse gases in the atmosphere in the last century [12]. This relationship i.e., the interrelation of climate and food production has been documented in previous studies [13; 14].

However, Lal [15] averred that having knowledge of the interrelations among the essential components of food production (such as soil, water, and crops) will further help in understanding the relationship between climate change and the food production system. With extreme weather events such as long periods of drought, as it is often experienced in Nigeria, crops are likely to be more susceptible to pest infestation and diseases which may wipe out the economic gains of farmers or increased reliance on the use of chemical pesticides. On the other hand, increased flooding and saltwater intrusion into soil, groundwater and freshwater bodies may possibly submerge crops and consequently result in crop failure due to low soil aeration. This relationship has also been adduced by some studies [16] as a serious impact of climate change on the food production system. Nonetheless, the growing desertification of the Northern part of Nigeria, a region noted for ‘major food supply of the nation’ is alarming. When crops fail due to climate-related disasters, farmers are unable to sell their crops to earn money to support their families, which translates to poverty. In Nigeria and many other countries, the ratio of “cost of a minimum daily food basket” to “average daily income” is often used as a measurement of poverty [17]. When this ratio falls below a certain threshold, it signifies that food is affordable and people are not impoverished; when it exceeds the established threshold, food is not affordable, and people are having difficulty obtaining enough to eat. Local food prices in Nigeria and most parts of the world are strongly influenced by global market conditions, but there may be short-term fluctuations linked to variation in national yields, which are influenced by climate, among other factors. When crops fail due to climate-related disasters, farmers are unable to sell their crops to earn money to support their families. This may ultimately lead to food insecurity.

How does the food production system contribute to climate change? Traditional Agricultural practises such as open-space bush-burning being currently in practice in Nigeria and most other developing countries contributes largely to emission of greenhouse gases. Agricultural activities particularly mechanised farming often results in deforestation. Deforestation contributes largely to climate change because trees are natural air purifiers; they help absorb carbon dioxide via photosynthesis, stores carbon within their leaves, stems, roots, and releases oxygen back into the atmosphere of the Earth and the tree’s transpiration and canopy helps shield plants and other living organisms from excess radiation, heat, and wind [18]. Nigeria’s agriculture utilises a large bulk of these synthetic chemicals.

Also, the transport and distribution of food to designated destinations where it will be utilised may even contribute to GHG emissions. The transport of food commodities especially from the Northern part where the bulk of food being produced in Nigeria comes from to other states would equate to greater GHG emissions as more fossil fuels are required to be combusted for transportation purposes. Whilst the reliance on fossil fuel via burning of fossil fuels for energy releases carbon and other toxic substances into the atmosphere directly contributing to climate change, land degradation may also occur as more ores are extracted from the ground.

Livestock rearing especially in the Northern and Middle-belt Nigeria can lead to soil erosion and desertification due to overgrazing, soil erosion would affect the soil health which in turn affects the quality and quantity of produce and hence food security. In addition, soil erosion and desertification affect the soil carbon sequestration and reduces the soil’s ability to remove atmospheric carbon dioxide that

helps mitigate climate change. This is because the soil naturally holds more organic carbon than atmospheric CO₂. Poor soil health would possibly affect the ability of soil to act as a sink to remove atmospheric carbon and thus result in higher levels of carbon dioxide concentration in the atmosphere, exacerbating climate change. Hence, the need for effective and sustainable strategies to ensure the sustainability of the ecosystems becomes more than ever before.

How does climate change influence human conflicts in Nigeria? Indeed, conflict may be regarded as an enduring aspect of human social existence. This is however premised on the belief that wherever a community of individuals is found, conflict becomes an inevitable incidence of social interaction which forms part of their experience. Based on the “Ecological Law of the Optimum” as explained in Fatile and Adejobi [19] that states that “no species in any given habitat or environment encounters the optimum conditions for all its functions”, humans are perceived to have the responsibility, freedom, and motivation to modify their environment to satisfy their needs and desires. Although the process of doing this implies an encroachment on the constituents of the ecological balance and in most cases, it results to conflict

With credence to Abraham Maslow’s Pyramid of Human Needs, each human being is trying to meet a certain level of needs at every time and the quest of competing for the same needs may often trigger conflicts. Though on the base of the pyramid, he placed food, water, and shelter; a second level, he placed the need for safety and security, followed by belonging or love; the need for self-esteem is found on a fourth level; and finally on a fifth and final level is personal fulfilment [20]. In Nigeria where poverty is on the high side, the competition for food, water and shelter is equally high. The connection between environment and conflict is deeply rooted in the scarcity or abundance of natural resources within and between states as well as the unequal access to these resources [21].

According to Homer-Dixon [22], a decline in the quality and quantity of renewable natural resources, population growth, and unequal access to resources act solely or in various combinations to increase the scarcity, for certain population groups, of cropland, water, forests, and fish. The scarcity of natural resources as a result of climate change or climate-related disasters for instance reduces economic productivity of the local groups experiencing the scarcity but on the other hand, migrating groups often trigger ethnic conflicts when they move to new areas, while decrease in wealth can cause deprivation conflicts [22]. The crux of this philosophy or assumption is that when the conflict becomes violent, it can have dramatic consequences on human wellbeing and the environment as a whole. This is a vivid picture of what happens in Nigeria’s ecosystem. As presented in Figure 2, the major drive for conflict (massacre) is resource scarcity due to increased desertification in the Northern part of Nigeria. Many studies have also corroborated the influence of Climate change on human conflicts [19; 23; 24]. For instance, in the northern and middle parts of Nigeria, the cereal-productive Sudan savannah ecology is transiting to pure Sahel and the influence of the Sahara is increasing southwards due to increasing rate of desertification and other climate-related conditions. In the same vein, the root and tuber productive ecology of the Guinea Savannah is giving way to Sudan Savanna grassland probably due to severe incidences of coastal and soil erosion which is very rampant. Increased competition or the gradual unsuitability of pastoralists for a dwindling ‘stock’ of grazing land and the drying up of important water bodies has pitched Fulani herders against farmers [5].

The studies have observed that climate change is responsible for the clashes between the Fulani herdsmen and agrarian communities since the incidence of climate change has further exacerbated the dry condition of the region of the Fulani herdsmen whose major cultural occupations is dependent on the grasses and hay for livestock rearing, they are forced to move to the south and middle belt of Nigeria for greener pasture where they mostly infiltrate and infringes on the farmlands belonging to the south and middle belt of Nigeria. Hence, the scarcity of natural resources becomes a subject of conflict between the farmers who make use of their farmlands for large scale agriculture and the herdsmen who need the vegetation on those farmlands for feeding their livestock.

These conflicts have led to the massive loss of lives, community crises, damage to properties and indeed, national insecurity as presented in Figure 1. Some aggrieved farmers with the intent to cause the death of those cattle trespassing into their farmlands, they spray their farmlands with chemicals. This seed of conflict did not only cause the death of cattle worth millions of naira but when rain falls, the residue of the chemicals are washed to rivers which affects the lives of organisms in the aquatic ecosystem. This may also lead to decline in crop production because the soil on the farmland loses their nutrients and thus, food availability is affected. Also, the crops on the farmland are affected by the chemicals and the consumption of the same food resources become unhealthy and unsafe for consumers. This results in poor

food utilisation or lack of food safety. However, it is important to note that when conflict becomes violent, it can have dramatic consequences on human wellbeing and the environment.

The fundamental theoretical assumption of the theory is that resource scarcity is the product of an insufficient supply, too much demand or an unequal distribution of a resource because of environmental hazards that forces some sector of a society into conditions of deprivation and violence. Because human conflict may be complex with many dimensions, it could be fuelled by either single or combination of other factors. In the case of Nigeria, climate change may interact with other features of their social, economic, and political landscape, due to religious, ethnic and political differences, poverty, resource scarcity or combination of all. Hsiang et al. [24] reported strong causal evidence linking climatic events to human conflict across a range of spatial and temporal scales and across all major regions of the world. A substantial number of literatures on this relationship however regards climate change as exacerbating resource scarcities and generating new conflicts and security challenges resulting from reduced crop yields; increased competition over scarce water resources; and increased likelihood of drought and disasters related to climate extremes [25; 26] and this explains why Nigeria is not socially progressive. Social Progress is defined as the capacity of a society to meet the basic needs of its citizens. The Social progress index of Nigeria as present in the table measures the extent to which countries provide for the social and environmental needs of their citizens [27].

Studies have revealed that most of the highway robberies were committed by the herdsmen who were forced to migrate to Nigeria because of the effects of climate change in their country [28]. Many of the countries predicted to be affected by climate change face pre-existing challenges of poor governance and social and political instability [29]. Like in the case of Nigeria where there is weak capacity to provide security and basic services, non-state armed groups (e.g., Boko Haram) operate more freely while using the weakness of the state to undermine it further. Climate change can also aggravate problems associated with growing populations, inadequate supplies of freshwater, strained agricultural resources, weak land tenure security, poor health services, economic decline, and weak political institutions [30].

Fig. 2 shows knowledge and perception of respondents about Fulani herdsmen conflicts. This present study found out that about two-thirds (70%) of the respondents agreed that “resource scarcity” was the major reason for the conflicts. Less than one-quarter (21%) emphasised that urbanisation and social vices propelled the conflict. While approximately one-tenth (9%) of them associated Fulani herdsmen conflict to political and ethnic undertone.

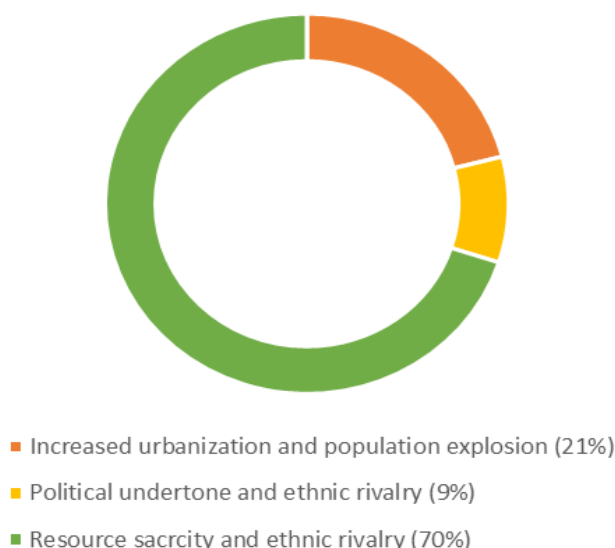


Fig. 2. Causes of the Farmers -Fulani's Herdsmen Clashes in Nigeria

The data presented in Fig. 3 undergirds the conflicts as the biggest security threat to Nigeria. This conflict is posing more threat than the dreaded boko haram sect [31].

Table 1 shows the social progress index (SPI) of Nigeria in 2018. The SPI basically measures country performance on many aspects of social and environmental performance which are critical for countries at all levels of economic development. A previous study opined that the poor level of social and economic development in Nigeria tends to exacerbate social vices including the farmers-Fulani herdsmen's crisis [32]. It was evident that from the social progress index report which surveyed 146 countries, Nigeria ranked 77th, 122nd and 114th in terms of nutrition, access to drinking water and

electricity respectively (Table). More so, deaths from infectious diseases, political killings and torture, outdoor air pollution, property crime rate etc. was prevalently high in Nigeria (Table).

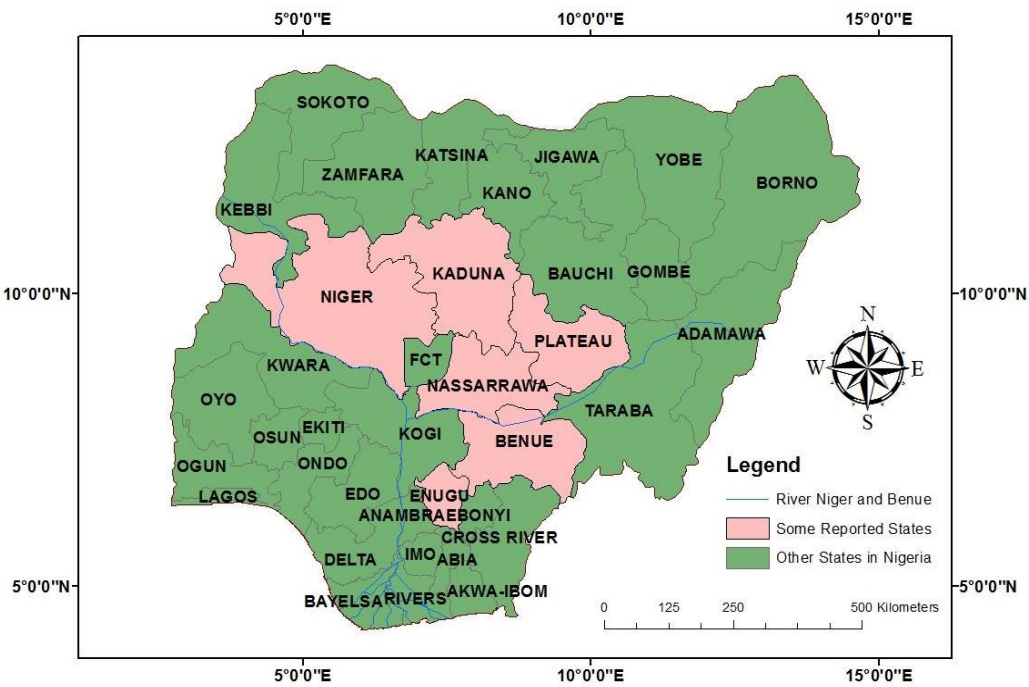


Fig. 3. Map indicating the areas with the prevalence of agro-nomadic violence in Nigeria

Table

2018 Social Progress Index for Nigeria

Dimensions/Indicators	Social progress index Score/Value	Rank (out of 146 Countries)
Undernourishment (% of population; 2.5 equals≤2.5)	7.90	77
Deaths from infectious diseases (deaths/100,000)	484.49	127
Access to at least basic drinking water (% of population)	67.35	122
Access to pipe water (% of population)	10.18	143
Access to electricity	59.30	114
Household air pollution attributable deaths	87.77	103
Property crime rate (per 100,000 populations five years average)	9.79	120
Political Killings and torture	0.61	107
Perceived criminality	5.00	127
Traffic deaths (deaths/100,000)	14.42	58
Outdoor air pollution deaths	93.49	116
Greenhouse gas emission (CO ₂ equivalents per GDP; capped at 1955.52)	303.82	48
Biome protection	13.35	72
Discrimination and violence against minorities	9.30	137
Equality of political power by socioeconomic position	1.36	119

Source: SPI 2018

This report undeniably shows that Nigeria is ranked low in terms of social and environmental performance. In other words, it implies that Nigeria lacks the capacity to meet the basic human needs of its citizens or enhance and sustain the quality of their lives and as such may engender activities that may even contribute to climate change. We believed that efforts stimulated towards meeting the growing needs of the overwhelming population (mainly agriculture and industrialisation) especially in developing countries is often juxtaposed with the consequential effects of deforestation. Deforestation gradually causes the escape of greenhouse gases to the atmosphere, hence, contributing to global climate warming.

Nonetheless, we reasoned that the prevalence of droughts and other unfavourable weather events, puts pressure on available food, water, and other natural resources in the country which has results to competition (e.g., farmers-Fulani herdsmen's clashes) and increased food and energy prices and devaluation of legal tender through the nation. Addressing these climate change impacts, demands that government should provide an inclusive education on the impacts of climate change especially on how local communities can respond to crisis, while also providing basic social infrastructure, strengthening security agencies, and investing more in climate projects.

How violent conflicts in Nigeria contributes to climate change. Nigeria society since its independence in 1960 to 2021 has undergone extremely violent civil war, tensed election-related crisis, deadly religious turbulence, inter-tribal crisis, violent community agitations and the relatively recent terrorist maiming. Conflicts especially when it involves violence have disastrous consequences for the country. For instance, the civil war of 1967, the insurgency of the Niger Delta militants and indeed, the Boko haram terrorism and military engagements in the North-East of Nigeria present vivid illustrations of how violent conflicts have seriously degraded and still posing threats to the respective environments. The civil war which lasted for 3 years, the Niger Delta militancy which shook the nation for about a decade and the insurgency in the North-East which has been on-going for a decade too, have heavily destroyed the ecosystems of those regions. The states in the North-East where this insurgency chiefly occurs are within the Sudan Savannah with little forests and vegetation. The use of bomb by the terrorist to ground villages and use of same by the Nigeria Military to dislocate and kill the terrorists from their hideouts (Sambisa Forest) further fuels deforestation and desertification in those areas. The cost, effects, impact, and consequences of violent conflicts and warfare on human persons, social life, political arena, and economy in Nigeria are not well documented. In order the resources that ought to be expended on building social and economic infrastructures are rather devoted to resolving the conflicts since destruction of human buildings and social infrastructure means that more wood from trees, cement from rock, petroleum from crude oil, and water from the rivers must be harvested to meet more needs that would not have arisen but for the conflicts. On the other hand, massive destruction of human lives and that of livestock for instance during Agrarian and Fulani herdsmen attack especially when people are wounded during conflicts, the blood released could possibly pollute the streams and the land if washed by rain. Another example is the case of Niger Delta, oil pipes are frequently being vandalised by the militants and when the government enforcement agencies attempt to recoup militants, their actions often escalate to a cease fire attack, causing oil and gas flaring, oil spills etc, posing a serious threat to the aquatic ecosystems in the region.

It is therefore submitted that the interrelation between conflicts and climate change is intertwined such that the effect of one on another continues to pose unending threats to environmental sustainability. In the same breath, the relationship between food security and climate change continues to raise the acute concerns of environmentalists, food nutritionists and indeed, the health practitioners.

Conclusions and Policy Recommendations. Climate change, human conflict, water, and food security are all interlinked, intertwined and this interconnectedness calls for integrated environmental sustainability measure. A shift or change in one factor might have negative consequences on the other factors. Climate change should be factored into Nigeria's economic recovery growth plan, the coal-to-green power initiative reducing GHGs emissions through improved efficiency of energy use, reduced deforestation, a switch to non-fossil fuels, and/or capture of GHGs emissions underground and in oceans, vegetation and soils will help to reduce the effects of climate change. To this end, the government must creatively align its industrialisation plan with environmental considerations by ensuring those industries which are majorly foreign companies are kept within the bounds of environmental standards. Also, strengthening security arrangements for herders and farmers communities especially in the north-central zone. This can be achieved by strengthening police capacity to curb rustling and banditry, improving livestock tracking.

References

1 Yigitcanlar T and Teriman S. Rethinking sustainable urban development: towards an integrated planning and development process. *International Journal of Environmental Science and Technology* 2015; 12, 341–352.

2 Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth*

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014. Cambridge University Press.

3 Ekanade O, Ayanlade A and Orimoogunje O. Climate change impacts on coastal urban settlements in Nigeria. *Interdisciplinary Environmental* 2011; Review 12(1):48-61

4 Edame, GE, Ekpenyong, AB, Fonta, WM, et al. Climate change, Food Security and Agricultural Productivity in Africa: Issues and Policy Directions. *Int'l Journal of Humanities and Social Science* 2011; 1(21): 205-223.

5 Sayne A. Climate Change Adaptation and Conflict in Nigeria. United States Institute of Peace Special report 274 2011; 16pp

6 Adeaga O. Flood Hazard mapping and risk management in part of Lagos. North-East. Africa Newsletter 2008; 7(4):1-7.

7 Adeyinka SA. A Review of Physical Planning Law in Nigeria. In: 11th annual national Conference on Environmental Sustainability in a Democratic Government (ed Adekunle et al), Federal University of technology Akure, Nigeria; 2012

8 Olaniran. Regulating Flood Plain Development in Lagos State. Government Press; 2003.

9 Agbola T and Ojeleye D. Climate Change and Food Production in Ibadan, Nigeria. *Afr. Crop Sci. Confer. Proc.*, 2007; 8: 1423-1433.

10 Imhonopi, D and Urim, UM. Impact of Global Climate Change on Nigeria's Evolving Democracy. *Journal of Humanities, Social Sciences and Creative Arts* 2011; 6(1):110-123.

11 Sterman JD. Fine-Tuning Your Causal Loop Diagrams- Part II. Causal Loop Diagram, CLD, Delays, Loops 2018; Volume 12

12 Adesina FA, Aina IO and Adejuwon JO. Existent coping strategies in adverse environmental conditions as an analogue for adapting to climate change in Rural Southwestern Nigeria'. *AIACC Report of Workshop for Africa and Indian Ocean Island*, pp.23–24, Dakar, Senegal, 2004.

13 Gould KA and Lewis TL. An Introduction to Environmental sociology. In *Twenty Lessons in Environmental Sociology*, 1st ed: Oxford University Press: New York, NY, USA, 2009 pp. 1–8.

14 Ibrahim, YE (2014). Climate change and food security in Nigeria. In: International Conference on Possible impacts of climate change on Africa, Institute of African Research and Studies, Cairo Univeristy, Cairo, Egypt, 2014.

15 Lal, R (2015). Climate Change and Agriculture. *Obs. Impacts Planet Earth* 2016; 2, 465–489.

16 Kang Y, Khan S and Ma X. Climate Change Impacts on crop Yield, Crop Water Productivity and Food Security—A Review. *Prog. Nat. Sci.* 2009; 19, 1665–1674.

17 Ivanic M and Martin W. Implications of higher global food prices for poverty in low-income countries. 2008 The World Bank.

18 Nowak, DJ. The Effects of Urban Trees on Air Quality. Online Referencing, <http://www.nrs.fs.fed.us/units> (2015 accessed 12 October 2019).

19 Fatile JO and Adejobi OS. Climate Change, Environment and Conflicts in Nigeria. *British Journal of Arts and Social Sciences* 2012; 6(1) 11-20.

20 Marker, S. What Human Needs Are. In: *Beyond Intractability*, Retrieved from http://www.beyondintractability.org/m/human_needs.jsp (2003, accessed 10 October 2019)

21 Eckstein G. Water Scarcity, Conflict, and Security in a Climate Change World: Challenges and Opportunities for International Law and Policy. *Wisconsin International Law Journal* 2010; 27 (3): 409-461.

22 Homer-Dixon TF and Blitt J. *Ecoviolence: Links among Environment, Population and Security* 1998. Lanham: Rowman and Littlefield.

23 Intergovernmental Panel on Climate Change (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)], 2012. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp., at <http://ipcc-wg2.gov/SREX/report/>

24 Hsiang SM, Burke M and Miguel E. Quantifying the Influence of Climate on Human Conflict. *Science* 2013; 1:1-21.

25 CNA 2007. National Security and the Threat of Climate Change.

26 Evans A. Resource Scarcity, Climate Change, and the Risk of Violent Conflict. World Development Report 2011 – Background Paper. New York: New York University/Center on International Cooperation.

27 The Social Progress Imperative (SPI). 2018. 2018 Social progress Index for Nigeria. <https://www.socialprogress.org> (2018, accessed 10 October 2019)

28 Folami OM and Folami AO. Climate change and inter-ethnic conflict in Nigeria. Peace Review. 2013 Jan 1;25(1):104-10.

29 Smith D and Vivekananda J. Climate Change, Conflict and Fragility, 2009. London: International Alert.

30 Saha S. Security implications of climate refugees in urban slums: a case study from Dhaka, Bangladesh. In Climate Change, Human Security and Violent Conflict 2012 (pp. 595-611). Springer, Berlin, Heidelberg.

31 Orji S. The Daily Dose: The Nigerian Conflicts is Proving Deadlier than Boko Haram, <https://www.ozy.com> (2019, accessed 10 October 2019)

32 Ajibefun MB. Social and Economic Effects of the Menace of Fulani Herdsmen Crisis in Nigeria. Journal of Educational and Social Research 2017; 8(2)

К. О. Омояджово¹, К. А. Омояджово²,

Т. І. Бакаре³, А. Л. Огуньєбі¹, С. Уко¹

¹Університет Лагосу, Акока, Нігерія,

²Державний університет Екіті, Адо-Екіті, Нігерія,

³Університет Обафемі Аволово, Іле-Іфе, Нігерія

ЗВ'ЯЗОК МІЖ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ, ПРОДОВОЛЬЧОЮ БЕЗПЕКОЮ ТА НАСИЛЬНИЦЬКИМИ КОНФЛІКТАМИ: ДОСВІД НІГЕРІЇ

Зміна клімату була визнана найбільш підступною загрозою глобальному сталому розвитку, що має негативний вплив на екосистеми у вигляді підвищення температури, теплових хвиль, випадкових змін у структурі опадів, підвищення рівня моря тощо. Ми вважаємо, що наслідки впливу зміни клімату на продукти харчування, біорізноманіття, здоров'я та загальну економіку викликають велике занепокоєння в Нігерії та в Африці в цілому. Через це в цьому дослідженні продемонстровано складний зв'язок між зміною клімату, продовольчою безпекою та насильницькими конфліктами в Нігерії. Проаналізовано першопричини зіткнень між фермерами та пастухами фулані з метою забезпечення стійкої стратегії управління конфліктами під час кризових періодів. Для досягнення конкретних цілей дослідження було проаналізовано методи досліджень та обґрунтовано застосування у дослідженні змішаного методу (поєднання синтезу наукових робіт, діаграм причинно-наслідкового зв'язку, інтерв'ю/обговорення фокусних груп та даних індексу соціального прогресу). Діаграма причинно-наслідкової петлі продемонструвала взаємозв'язок зміни клімату, продовольчої безпеки та насильницьких конфліктів. Цікаво, що більшість респондентів (70%) назвали «дефіцит ресурсів через посилення опустелювання» найпопулярнішою причиною зіткнень фермерів і пастухів, тоді як менше однієї чверті (21%) підкреслили, що урбанізація та соціальні вади провокують конфлікт. Беручи до уваги отримані результати, ми прийшли до висновку, що існує критична потреба у підвищенні спроможності місцевих громад взяти на себе ключові керівні ролі в управлінні ресурсами. Відновлення та відповідні управлінські заходи в постраждалих та вразливих регіонах мають розпочатися без подальших затримок. Уряд повинен зміцнити потенціал поліції, щоб приборкати бандитизм.

Ключові слова: зміна клімату; насильницькі конфлікти; вода, продовольча безпека; Нігерія.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 504.06; 621.373; 772.99

DOI: 10.31471/2415-3184-2022-1(25)-31-41

**О. М. Мандрик¹, Я. О. Адаменко¹, М. І. Мосюк¹,
Б. В. Карпінський¹, Я. М. Бажалук², С. В. Шумегз²**

¹Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу,

²Науково-виробнича фірма «Інтекс»

РОЗРОБЛЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ, ОБ'ЄКТАМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

В роботі запропоновано та обґрунтовано застосування лазерних детекторів вуглеводнів для оперативного визначення зон їх найбільшої концентрації на територіях з деградованими нафтогазовими свердловинами та гірничими виробками, пробуреними у Карпатському регіоні України, Польщі та Румунії в XIX-XX ст. Для отримання достовірної інформації про рівень забруднень території регіону запропоновано застосовувати вимірювальний комплекс на базі квадрокоптера, обладнаного детекторами вимірювання вуглеводнів для оперативного визначення зон найбільшого забруднення у складі лазерного детектора метану, обладнання Lidar та GPS навігатора.

Використовується також наземний вимірювальний комплекс для оцінки рівня забруднень нафтою та природнім газом приповерхневих шарів атмосфери, ґрунтів та гірських порід четвертинних відкладів у складі:

- спеціального пробовідбірника для оцінки рівня забруднень нафтопродуктами ґрунтів та четвертинних відкладів;
- установки для дослідження на насипних моделях процесів фільтрації нафтоводяних сумішей у ґрунтах та четвертинних відкладів;
- спеціального георадара з можливістю сканування ґрунтів та гірських порід на глибину до 40 м.

У статті обґрунтовано використання отриманої від вимірювальних комплексів інформації для побудови інтерактивної карти загазованості та забруднень нафтою територій регіону. Для розроблення комплексу технологій і обладнання очищення територій від вуглеводнів запропонована методика використання інформації про рівні загазованості та забруднень вуглеводнями регіону. Запропоновано розроблення наступних технологій та обладнання очищення територій:

- технології екологічно безпечної повторної ліквідації деградованих нафтогазових свердловин, в яких пластові тиски у продуктивних пластах складають не більше 0,1 гідростатичного тиску у свердловині.
- технології екологічно безпечного вилучення вуглеводнів із деградованих нафтогазових свердловин, в яких пластові тиски у продуктивних пластах складають більше 0,5 гідростатичного тиску у свердловині;
- технології рекультивації забруднених нафтою ґрунтів з допомогою мобільних установок для очищення та утилізації ґрунтів в складних гірсько-геологічних умовах;
- технології використання природного газу із деградованих свердловин та гірничих виробок для отримання електричної енергії з використанням когенераційних установок. З цієї ж метою можливе застосування паливних елементів, що використовують метан для прямого перетворення хімічної енергії на електричну;
- технічного завдання на виготовлення та випробування експериментального зразка мобільної установки для очищення забруднених нафтою ґрунтів.

Ключові слова: лазерний детектор метану, нафтогазові родовища, карта забруднень довкілля вуглеводнями.

Постановка проблеми. Актуальність напрямку досліджень полягає в потребі отримання достовірної інформації про розміри площ забруднень та впливів на довкілля великої кількості вуглеводнів, які вже відбулися та в подальшому створюють значне негативне техногенне навантаження на атмосферне повітря, родючі землі, ґрунтовий покрив, а також на пластові прісні води, які залягають на глибинах до 1000 м.

На даний час не існує єдиної державної методики визначення зон забруднень вуглеводнями (нафтою та природним газом) усього Карпатського регіону, джерелом яких є гірничі виробки (так звані копанки) та ліквідовані або законсервовані нафтогазові свердловини, які були пробурені у XIX та XX століттях. Також не існує науково обґрунтованої класифікації рівнів сумарного впливу на довкілля нафтових виливів та витоків природного газу, основним складником якого є парниковий газ метан.

За архівними даними Карпатського геологічно-нафтового інституту (м. Краків, Польща) [1], у січні 1939 р. на теренах Івано-Франківської (тодішньої Станіславівської) та Львівської областей в експлуатації знаходилось 3645 нафтових свердловин в бурінні 53. Видобуток нафти із вказаних свердловин фактично припинився після 1950 р. у зв'язку із бурінням нових свердловин на більш продуктивні пласти.

У період 1945-1955 рр. проводилась консервація та ліквідація нафтових свердловин пробурених до 1945 р. У свою чергу сумарна кількість пробурених на нафту та газ свердловин у Карпатському регіоні за період 1945-2000 рр. становить не менше 3500 з них більше 60% законсервовано та ліквідовано [2]. Таким чином, у регіоні на сьогодні знаходиться біля 6000 законсервованих та ліквідованих нафтогазових свердловин які є потенційно небезпечними для довкілля Карпатського регіону.

За нашою оцінкою, біля 1000 свердловин та гірничих виробок візуально не визначаються, у зв'язку із зміною рельєфу території протягом XIX-XX ст. та не обліковуються у зв'язку із вказаним, як законсервовані або ліквідовані. Координати вказаних свердловин можна визначити тільки за наявністю нафтових витоків і загазованістю територій старих нафтопромислів, а також за інформацією від спеціалізованого електромагнітного георадара.

Основними причинами нафтових витоків та загазованості території у місцях локалізації старих нафтогазових свердловин є:

- ендегенні геологічні процеси у сейсмічно активній зоні складчастої Карпатської дуги;
- неякісне цементування обсадних колон свердловин, а у більшості випадків і відсутність цементу у позаколонному просторі свердловин пробурених до 1945 р;
- неякісно проведені роботи з ліквідації (консервації) свердловин у період 1945-1950 рр.

У Карпатському регіоні не проведені детальні дослідження щодо визначення рівня забруднення ґрунтів та підземної прісної води за рахунок фільтрації вуглеводнів у ґрунтовий та четвертинний покриви від старих нафтопромислів із деградованими нафтогазовими свердловинами. Існує потреба у проведенні наступних досліджень:

- відбір та аналіз проб води, ґрунтів та порід четвертинних відкладів з глибин до 50 м;
- дослідження процесів фільтрації прісної води та вуглеводнів у ґрунтах та четвертинних відкладах на насипних моделях пластів;
- оцінювання зон забруднень ґрунтів та прісних вод Карпатського регіону на основі інформації від створеної мережі спостережних свердловин глибиною 20-50 м.

Для прикладу, в Івано-Франківській області на старих нафтопромислах (родовища Космач – Верховинський район, Кубаш, Майдан, Надія – Надвірнянський район та ін.) внаслідок природного відновлення пластових тисків та порушення герметичності старих обсадних колон спостерігаються прояви самовиливу нафти і мінералізованих пластових вод, а також викиди газу (рис. 1).

Від вказаного на рисунку самовиливу нафти до ріки Бистриця Солотвинська – 500 м. Фільтрація нафти у гравійних відкладах заплави ріки Бистриця Солотвинська в сторону русла ріки відбувається з 1943 р. У 2017 р. під час спроб буровою компанією «НАДРА» та НВФ «ІНТЕКС» ліквідувати самовилив нафти із свердловини, дебіт свердловини за нафтою оцінювався до 0,8 тонн/добу. Таким чином, за період 1943-2021 рр. самовиливи нафти орієнтовно складають 25000 тонн.

Для оцінки кількості природного газу, який виділяється із деградованої свердловини Надія-2 старого нафтопромислу Надія (рис. 2), проведені вимірювання концентрацій природного газу з допомогою інфрачервоного лазерного детектора газу у місці виливу нафти із свердловини.

Орієнтовний дебіт газу складає 200-300 м³/добу. За період 1943-2021 рр. ймовірна кількість природного газу, виділена свердловиною в атмосферу, складає 8564400 м³. В основному це парниковий газ метан.



Рис. 1. Нафтові витоки із деградованої свердловини у районі с. Яблунька, Івано-Франківської області



Рис. 2. Свердловина Надія-2 старого нафтопромислу Надія

За нашими підрахунками кількість подібних свердловин у Карпатському регіоні України може бути у межах від 1000 до 2000. Кількість природного газу, виділена свердловинами у атмосферу за вказаний період, буде становити біля 2 млрд. м³.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні існує проблема отримання науково підтвердженої інформації про стан забруднення усього Карпатського регіону України, Польщі та Румунії, на територіях яких нафтогазовидобуток проводиться з XIX століття.

Як показали дослідження Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна [2], розроблення і створення методів і технічних засобів контролю концентрацій шкідливих і небезпечних речовин, що викидаються з організованих і неорганізованих джерел промислових підприємств, які б були позбавлені недоліків пробовідбірних методів періодичного контролю і давали змогу організації оперативного постійного контролю без втручання в потік викидів є невідкладною сучасною проблемою для створення безпечних умов праці та життя населення у промислово навантажених районах.

Також ця потреба викликана відповідними міжнародними зобов'язаннями, які Україна прийняла на себе, а саме виконання положень Кіотського протоколу [4] потребує проведення

постійного безперервного контролю за викидами парникових газів у атмосферу від усіх підприємств країни.

Проведені в Харківському національному університеті ім. В. Н. Каразіна дослідження дозволили створити та випробувати універсальний автоматизований лазерний комплекс контролю забруднення атмосфери, перевагами якого є наступне: висока чутливість, точність і вибірковість методу; значна відстань зондування атмосфери (до 5 км); автоматизоване комплексне дослідження джерел викидів; великий перелік інгредієнтів, що контролюються; малий час виміру концентрацій до 10 секунд на одну речовину; відсутність відбору проб викидів; можливість формування комп'ютерної бази даних по забруднювачах та інгредієнтах; можливість організації стаціонарного пункту спостереження.

Основним недоліком цього методу є те, що він ефективний тільки для використання при оцінюванні рівня забруднень приземного шару атмосфери різного виду шкідливими газами та аерозолями. Метод не дозволяє дистанційно оцінити площі розливів нафти та ареали розповсюдження нафти по латералі у ґрунтах та четвертинних відкладах.

Відомі дослідження [5] з використанням лідарних методів виявлення нафтових забруднень акваторій Світового океану з використанням методів дистанційного оконтурення плям нафти й нафтопродуктів на поверхні акваторій.

Авторами розроблені радіофізичні методи для вирішення зазначеної задачі, засновані на принципі розходження контрастності оптичних, теплових і радіоактивних властивостей гідроповерхні “чистої” води і забрудненою нафтою і нафтопродуктами. Створені методи, крім високої оперативності, дозволяють виявляти й оконтурювати забруднення одразу після розливу нафти, коли ще при малих витратах реально здійснити повне очищення акваторії.

Під час розливу нафти, як встановлено вченими, на поверхні акваторії утворюється нафтовий шар товщиною в декілька сантиметрів (2-6 см), що через декілька годин розпливається на значну площу (літр нафти на 1 га), при цьому товщина плівки досягає 0,1-0,01 мм. Через кілька діб товщина плівки зменшується до молекулярного шару і при цьому частина нафти емульгує й знаходиться в товщі води у вигляді включень. Нафтова плівка приводить до виникнення температурного контрасту між чистою водою й водою, забрудненою нафтопродуктами: 1) зменшенням швидкості випаровування з поверхні води через придушення нафтовою плівкою високочастотних водних хвиль; 2) зміна випромінювальної здатності забрудненої поверхні води через більш високий коефіцієнт відбиття нафтопродуктів; 3) більш низька теплопровідність нафти і нафтопродуктів (у 3-6 разів) і теплоємність (1,5-2,5 рази) у порівнянні з “чистою” водою.

Оптичні властивості чистої води також істотно відрізняються від властивостей води, забрудненої нафтопродуктами. Для чистої води в океані довжина хвилі максимально розсіяного світла в близькій УФ і видимій області спектра дорівнює 470 нм, коефіцієнт заломлення $n=1,3$, кут Брюстера 530. У забрудненій нафтопродуктами воді за рахунок електронних переходів легкі фракції нафти, що є присутніми у нафтових плівках на поверхні води і поглинаючі випромінювання в області 300 нм, можуть давати люмінесценцію в діапазоні 360-460 нм; більш важкі фракції поглинають в області 370 нм і дають люмінесценцію в області 520 нм.

В ІЧ-області коефіцієнт заломлення нафти більший, ніж у води, що обумовлює більш високий коефіцієнт відбивання від нафтових плівок. Істотно відрізняються і поляризаційні характеристики. Однак, істотне обмеження застосуванню цього методу створюють сильні вітри (швидкість більша 5-8 м/с), при яких характер хвилювання не визначається наявністю на поверхні води нафтопродуктів. Не досліджено також використання вказаного методу для виявлення нафторозливів на суші.

В останні роки активно створюються моделі ландшафту на основі лазерного сканування [6]. Моделі ландшафту східних районів Польщі, створені у цифровому картографічному вигляді в Люблінському католицькому університеті імені Іоана Павла II, можуть бути застосовані для досліджень з оцінки площ забруднень нафтою територій нафтопромислів [6]. Такі моделі реально відображають також мікроформи рельєфу у тривимірному (3D) зображенні. Незважаючи на те, що вони тільки в останні роки доступні в Україні, дослідники форм рельєфу (серед яких геоморфологи, археологи та ін.) стараються їх активно застосовувати. Ця нова форма представлення рельєфу у ландшафті вимагає нових методів і підходів, але дає можливість також вирішити ряд науково-дослідницьких проблем і відкриває поле для подальших перспективних досліджень. Основні переваги авіаційного лазерного сканування перед наземними (польовими) дослідженнями – це можливість проведення великомасштабних за площею досліджень за

короткий час і можливості оперативного детального опрацювання та представлення матеріалів спостережень у цифровому картографічному вигляді.

Автором [7] розроблена інформаційна технологія оцінювання параметрів стаціонарних та пересувних джерел викидів речовин за даними оперативного моніторингу забруднення атмосферного повітря. Ця технологія відрізняється від існуючих запропонованими методом оцінювання параметрів понаднормативних викидів стаціонарних джерел за нечіткими експертними оцінками. Воно базується на методі оцінювання параметрів стаціонарних джерел викидів на основі моделі Гаусса за даними оперативного моніторингу зони розсіювання з використанням БПЛА та методом обробки даних моніторингу параметрів пересувних джерел викидів з використанням нечіткої бази знань. Така технологія дозволяє підвищити точність та ефективність визначення параметрів викидів із різних джерел. Також вказана технологія може застосовуватися для оцінювання рівня забруднень атмосферного повітря в районах пересування великих потоків транспортних засобів (шосе, залізничні колії тощо) і не передбачає проведення замірів рівня забруднень з поверхні землі.

Постановка завдання. Виходячи з вище означеного аналізу проблеми та вже накопиченого науково-практичного досвіду перед нами постали наступні завдання:

1. Розробити, виготовити та провести випробування вимірювального комплексу ВК- БПЛА для оперативного визначення на територіях Карпатського регіону з допомогою лазерних детекторів метану зон найбільшої концентрації природного газу та оцінювання площ забруднень територій нафтопродуктами з використанням обладнання лазерного сканування Lidar.

Зважаючи на зміну рельєфу територій за минулі 150 років і відсутності у багатьох випадках фонтанної арматури та залишок обсадних колон старих нафтогазових свердловин, необхідно провести на попередньому етапі роботи з оцінки рівня забруднень територій нафтою та газом з використанням вимірювального комплексу на базі спеціалізованого квадрокоптера із змонтованим на його борту лазерним детектором метану, обладнанням Lidar та GPS навігатором, що значно прискорить проведення робіт з пошуку гірничих виробок та наступних робіт з ліквідації забруднень. Вказаний вимірювальний комплекс дозволить у короткі строки оцінити об'єми витoku природного газу та площ забруднення нафтопродуктами із деградованих гірничих виробок та нафтогазових свердловин, збудованих у XIX-XX ст. на територіях регіону.

2. Розробити, виготовити та провести випробування обладнання для вибіркового наземного вимірювання рівня забрудненості газом та нафтопродуктами територій Карпатського регіону з метою уточнення координат деградованих свердловин на основі інформації отриманої з ВК БПЛА, геомагнітного радару ACULA 9000C, а також оцінки рівня забруднень нафтопродуктами ґрунтів та четвертинних відкладів в межах територій старих нафтопромислів.

3. Провести польові та лабораторні дослідження із визначення зон концентрації вуглеводнів на територіях старих нафтових промислів з використанням вимірювального комплексу ВК БПЛА та обладнання для наземного вибіркового вимірювання рівня забрудненості вуглеводневими газами та нафтопродуктами територій регіону. Визначити координат старих свердловин та гірничих виробок на основі отриманої інформації. Розробити інтерактивну карту загазованості та забруднення нафтопродуктами територій Карпатського регіону з фіксацією визначених зон концентрації вуглеводнів та координатами усіх ліквідованих (законсервованих) свердловин.

4. Розробити алгоритми оцінювання загазованості та забруднень нафтою територій нафтопромислів Солотвинської та Надвірнянської ОТГ Івано-Франківської області, на основі даних від ВК БПЛА та даних вибіркового наземного вимірювання рівня забруднень.

5. Розробити технології та обладнання для забезпечення очищення територій Карпатського регіону України від забруднень вуглеводнями.

Методика та методологія досліджень. У дослідженнях використані наступні методи:

- математичне моделювання поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі;
- оцінки впливу на роздільну здатність інформаційно-вимірювальної системи ВК-БПЛА, в умовах різних концентрацій метану, температури і швидкості руху повітря та кількості аерозольних частинок у повітрі;
- оцінки швидкості фільтрації прісної води і нафти по латералі у ґрунтах та незцементованих гірських породах.

Дослідження направлені на:

- а) вивчення процесів розповсюдження нафти та супутнього природного газу у приповерхневих шарах атмосфери, ґрунтах та четвертинних відкладах на територіях старих

нафтопромислів Карпатського регіону. Забруднення території вуглеводнями відбувається в умовах дії ендегенних геологічних процесів у сейсмічно активній зоні Карпатської складчастої дуги та процесів деградації нафтових свердловин і гірничих виробок.

Вказані процеси сприяють створенню каналів (тріщин) в ізолюючих свердловини та гірничі виробки агентах, по яких вуглеводневі флюїди переходять у атмосферу та навколо свердловинне середовище.

У ряді випадків, у продуктивних пластах відбувається підвищення пластового тиску, яке може бути обумовлено тектонічними рухами, температурою, хімічними процесами, підвищенням вмісту газу у нафті за рахунок фільтрації газу у вище залягаючі продуктивні пласти з глибин земної кори по тріщинах і розломах, міжпластовими перетіканнями флюїдів та іншим. Процеси підвищення пластового тиску активізують розповсюдження флюїдів у довкіллі.

Окрім того, надзвичайно важливими для переміщення нафти та природних газів у ґрунтовому покриві та четвертинних відкладах з утворенням забруднених вуглеводнями ділянок є техногенні канали руху вуглеводнів, що в основному з'являються на територіях старих нафтопромислів. До них відносяться старі гірничі виробітки, ліквідовані та діючі свердловини, нафтогазова інфраструктура (пункти збору вуглеводнів, газонафтопроводи, бурові амбари). Усі вони ніколи не були герметичними, велика кількість їх самоліквідувалася через втрату достатнього видобутку рідких вуглеводнів. В результаті, в землі залишилося десятки кілометрів гірничих виробіток, що є провідниками блукаючих приповерхневих вуглеводнів [8].

б) розроблення геоінформаційної системи (ГІС) для проведення детальної газодобітної зйомки територій нафтогазовидобутку та виявлення на територіях розливів нафти із використанням даних квадрокоптера з лазерними детекторами для визначення зон найбільшої концентрації вуглеводнів. Детектори встановлені на квадрокоптер дозволять обстежити райони старих родовищ нафти і газу і знаходити місця витоків метану та нафтових розливів з гранично малих висот, а також фіксувати на Google Maps[®] або Google Earth Pro[®] місця знайдених витоків за допомогою вбудованого GPS-навігатора.

Застосування ГІС-технологій у поєднанні з вибірковими наземними контактними методами контролю є ефективним інструментом виявлення та дослідження рівня небезпек для навколишнього природного середовища та населення [9]. Подальші дослідження будуть спрямовані на математичний опис динаміки конвекційного підйому природного газу в атмосферному повітрі для різних метеорологічних умов, а також визначення рівня екологічної небезпеки в результаті сумарного впливу на довкілля природного газу та розливів нафти.

Витоки метану у місцях знаходження старих свердловин є стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря. Середнє значення вмісту метану у повітрі, протягом тривалого часу в районі знаходження свердловини, незначно змінюється під впливом метеорологічних умов та інших чинників, у тому числі і геологічних. Концентрація метану за час, необхідний для вимірювального комплексу на БПЛА (ВК-БПЛА), для фіксації усіх точок вимірювань, не зазнає істотних змін і тому процес витоку метану, за цих умов, можна буде вважати стаціонарним. У той же час, для виконання такої умови, кількість точок вимірювань повинна бути достатньо малою. А отже, необхідна методика їх вибору для забезпечення максимуму корисної інформації з мінімальної кількості точок, тобто щоб отримати достатньо точну оцінку вмісту метану у гирлі заданого стаціонарного джерела викидів.

Метод, який буде запропонований, полягає у тому, що за допомогою ВК-БПЛА спочатку проводиться аналіз метеорологічних умов та інших параметрів. Умови задачі уточнюються і, з ними уточняється аналітичний вираз рівняння моделі поширення метану в атмосферному повітрі для усіх параметрів моделі, які розраховуються за різними методиками [7]. Однією із найбільш поширених серед цих моделей є модель розсіювання забруднюючих речовин Гаусса. Відповідно до неї приземна концентрація на осі факела стаціонарного джерела забруднення атмосфери визначається за формулою:

$$C(x, y, z) = \frac{Q \times K \times V(x, h_e)}{2\pi \times u_s \times \sigma_y(x) \times \sigma_z} \times \exp \left[-0,5 \times \left(\frac{y^2}{(\sigma_y(x))^2} \right) \right],$$

де $C(x, y, z)$ – концентрація забруднюючої речовини, що викидається, в точці з координатами x, y, z , мкг/м³; Q – об'єм викиду речовини, г/с; K – коефіцієнт перерахунку (1×10^6); V – вертикальні умови розсіювання; h_e – ефективна висота джерела викиду (залежить від метеоумов та відстані від джерела), м; u_s – швидкість вітру на ефективній висоті джерела викидів, м/с; $\sigma_y(x)$ – стандартне

відхилення розсіювання по горизонталі, м; $\sigma_z(x)$ – стандартне відхилення розсіювання по вертикалі, м; y – бокове відхилення від осі факелу, м.

З використанням вказаного математичного апарату будуть розроблені алгоритми для ВК-БПЛА з метою визначення зон концентрації метану у приповерхневому шарі атмосфери. Окрім того, використовуючи карту зон витоку вуглеводнів з максимальною концентрацією метану, буде проводитися наземна газодобітна зйомка, у вказаних зонах, для уточнення концентрації та об'ємів витоку метану з допомогою чутливого лазерного детектора.

З метою оцінки впливу на роздільну здатність інформаційно-вимірювальної системи ВК-БПЛА, в умовах різних концентрацій метану, температури і швидкості руху повітря та кількості аерозольних частинок у повітрі в ІФНТУНГ розроблена лабораторна установка для визначення роздільної здатності різних типів лазерних інфрачервоних детекторів метану під час проведення замірів концентрації метану.

Установка дозволяє:

- змінювати концентрацію метану у повітрі;
- змінювати швидкість повітря його вологість та температуру;
- змінювати кількість різних аерозольних частинок у повітрі.

Проведені дослідження показали, що для метеорологічних умов Карпатського регіону при проведенні замірів концентрації метану з допомогою БПЛА з лазерним детектором, необхідно використовувати детектори з вертикальною кутовою роздільною здатністю не менше $0,05^\circ$, та частотою повторення лазерних імпульсів не менше 1000 кГц. Вказані параметри будуть коректними для швидкостей горизонтального польоту БПЛА до 20 км/год та висоти польоту до 50 м.

За допомогою інфрачервоного лазерного детектора та георадара ACULA 9000с також будуть визначатись місця забруднення природним газом та нафтою ґрунтів на територіях нафтових родовищ, що дасть можливість використовувати отриману інформацію для уточнення координат усіх гірничих виробок на територіях старих нафтопромислів та визначати рівні забруднень територій нафтою і природним газом.

Виклад основного матеріалу. Для попередньої оцінки кількості природного газу, який виділяється із деградованих нафтових свердловин, проведені вимірювання концентрацій природного газу в районі виливів нафти із свердловини Надія-2 старого нафтопромислу Надія в Богородчанському районі Івано-Франківської області (рис. 3) з допомогою інфрачервоного лазерного детектора газу ELLI Esilers. Вимірювання проводились на лінії вісі факелу газу та по радіусу у 2 м від вісі, на висоті 3 м від гирла свердловини. Швидкість вітру на ефективній висоті джерела витоку газу становила 0,5 м/с.



Рис. 3. Вимірювання концентрацій природного газу в районі витоків нафти із свердловини Надія-2

В подальшому, наша наукова робота буде виконуватися за наступним алгоритмом:

1. Розроблення, виготовлення та випробування комплексу ВК-БПЛА для визначення зон найбільшої концентрації природного газу та розливів нафтопродуктів на території Карпатського регіону з використанням лазерних інфрачервоних детекторів вуглеводнів. Цей етап містить такі різновиди науково-дослідних робіт:

- розроблення та випробування лабораторної установки для проведення досліджень роздільної здатності лазерних детекторів метану в різних кліматичних умовах Карпатського регіону;

- проведення лабораторних досліджень різних типів лазерного інфрачервоного детектора метану в умовах зміни концентрацій метану, значень температури повітря, швидкості руху повітря, та кількості аерозольних частинок у повітрі;

- проведення лабораторних досліджень з визначення можливості заміру площ забруднень нафтопродуктами територій регіону з допомогою лазерних детекторів вуглеводнів;

- розроблення комп'ютерної програми для забезпечення передачі, оброблення та збереження даних на польотному контролері і наземному комп'ютері з пультом управління польотом;

- монтаж, дослідження та лабораторні випробування вимірювального комплексу у складі лазерних інфрачервоних детекторів вуглеводнів, польотного контролера з GPS-навігатором і курсової відеокамери. Проведення випробувань вимірювального комплексу у промислових умовах.

2. Розроблення, виготовлення та випробування обладнання для наземних вимірювань рівня забрудненості нафтопродуктами ґрунтів та четвертинних відкладів, в зонах впливу старих нафтопромислів:

- спеціального пробовідбірника для оцінки рівня забруднень нафтопродуктами ґрунтів та четвертинних відкладів;

- установки для дослідження на насипних моделях процесів фільтрації нафтоводяних сумішей у ґрунтах та четвертинних відкладах;

- спеціального георадара ACULA 9000с з можливістю сканування ґрунтів та гірських порід на глибину до 40 м.

3. Проведення фізико-хімічних лабораторних та польових досліджень:

- відбір проб ґрунтів та взірців четвертинних відкладів з допомогою пробовідбірника

- фізико-хімічний аналіз відібраних проб на наявність вуглеводнів;

- дослідження процесів фільтрації прісної води та нафти у ґрунтах та четвертинних відкладах на спостережних свердловинах та насипних моделях пластів.

4. Проведення замірів концентрації газів метанового ряду та площ забруднення нафтопродуктами на територіях нафтопромислів Солотвинської та Надвірнянської ОТГ Івано-Франківської області з допомогою ВК-БПЛА та обладнанням для наземних вимірювань рівня забруднень.

5. Розроблення алгоритмів оцінки рівня забруднень нафтою та природним газом територій нафтопромислів Солотвинської та Надвірнянської ОТГ Івано-Франківської області, на основі даних від ВК-БПЛА та даних вибірових наземних вимірювань рівня забруднень. Побудова інтерактивної карти загазованості та забруднень вуглеводнями територій.

6. Розроблення технологій та обладнання для забезпечення очищення територій Карпатського регіону України від забруднень вуглеводнями у складі:

- технології екологічно безпечної повторної ліквідації деградованих нафтогазових свердловин, в яких пластові тиски у продуктивних пластах складають не більше 0,1 гідростатичного тиску у свердловині.

- технології екологічно безпечної вилучення вуглеводнів із деградованих нафтогазових свердловин, в яких пластові тиски у продуктивних пластах складають більше 0,5 гідростатичного тиску у свердловині;

- технології рекультивції забруднених нафтою ґрунтів з допомогою мобільних установок для очищення та утилізації ґрунтів в складних гірсько-геологічних умовах;

- технології використання природного газу із деградованих свердловин та гірничих виробок для отримання електричної енергії з використанням когенераційних установок. З цією ж метою можливе застосування паливних елементів, що використовують метан для прямого перетворення хімічної енергії на електричну;

- технічного завдання на виготовлення та випробування експериментального зразка мобільної установки для очищення забруднених нафтою ґрунтів.

Результатами запропонованих науково-дослідних робіт будуть наступні технології та обладнання:

а) інформаційно-вимірювальний комплекс на базі квадрокоптера ВК-БПЛА для визначення зон найбільшої концентрації вуглеводнів на територіях Карпатського регіону України;

б) інтерактивна карта загазованості і забруднень нафтопродуктами територій Карпатського регіону з координатами усіх ліквідованих (законсервованих) свердловин;

в) алгоритм оцінювання рівня забруднень нафтою та природнім газом територій нафтопромислів в межах Солотвинської та Надвірнянської ОТГ Івано-Франківської області;

г) технологічна документація на технології екологічно безпечної ліквідації деградованих нафтогазових свердловин та вилучення вуглеводнів із деградованих нафтогазових свердловин, а також технології рекультивації забруднених нафтою ґрунтів та використання природного газу із деградованих свердловин та гірничих виробок для отримання електричної енергії.

д) технічне завдання на виготовлення та випробування експериментального зразка мобільної установки для очищення забруднених нафтою ґрунтів.

Висновки. Запропонована та обґрунтована концепція проведення детальних науково-дослідних робіт у Карпатському регіоні України із застосуванням лазерних детекторів вуглеводнів для оперативного визначення зон найбільшої концентрації вуглеводнів із деградованих нафтогазових свердловин та гірничих виробок, пробурених у Карпатському регіоні у XIX-XX ст. Для отримання достовірної інформації про рівень забруднень вказаної території запропоновано застосовувати вимірювальний комплекс на базі квадрокоптера, обладнаного детекторами вуглеводнів для оперативного визначення зон найбільшого забруднення, а також наземний вимірювальний комплекс для оцінки рівня забруднень вуглеводнями приповерхневих шарів атмосфери, ґрунтів та гірських порід четвертинних відкладів. Отримана від вимірювальних комплексів інформація буде використовуватися для побудови інтерактивної карти загазованості та забруднення нафтопродуктами територій регіону та подальшого розроблення комплексу технологій і обладнання для очищення територій від вуглеводнів із ліквідованих нафтогазових свердловин та гірничих виробок. Реалізація запропонованої концепції дасть можливість значно покращити екологічну ситуацію у Карпатському регіоні нашої держави.

Література

- 1 Kopalnictwo Naftowe w Polsce // Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowe, 1939 r. , Nr. 1
- 2 Geoinf.kiev.ua [інтернет-портал]. ДНВП "Геоінформ України" 2016-2022
URL:<https://geoinf.kiev.ua/>
- 3 Черногор, Л. Ф., Рашкевич, О. С. Автоматизованный лазерный комплекс оперативного контроля концентрации загрязняющих веществ в атмосфере // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – том 2 №10(62), – 2013. – с. 39-42. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.12752>.
- 4 Постанова Кабінету Міністрів України від 22 лютого 2008 р. №221 «Порядок розгляду, схвалення та реалізації проектів цільових екологічних (зелених) інвестицій у період дії зобов'язань сторонами Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату Кіотський протокол // режим доступу URL :<https://www.kmu.gov.ua/npas/120279643>
- 5 Сушинська М. М., Турчик П. М. Методи визначення ступеня екологічної небезпеки від забруднення акваторій нафтою та нафтопродуктами // Зб.наук.доп. II-й Всеукр. з'їзд екологів з міжнародною участю – Вінницький національний технічний університет – 2009. – с.76-76.
- 6 Козак І., Козак Г. Перспективи застосування авіаційного лазерного сканування (ALS) у моделюванні рельєфу [Текст] // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій : збірник наукових праць / Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, том 7, № 1 – 2017. – с.123-135. DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2017.07.1967>.
- 7 Дзюняк Д. Ю. Інформаційна технологія оцінювання параметрів викидів речовин за даними оперативного моніторингу забруднення атмосферного повітря // Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2017. – 25 с.
- 8 Романюк О. І. Комплексний екологічний моніторинг нафтозабруднених територій на прикладі м. Борислава / О. І. Романюк, Л. З. Шевчик // Вісн. Вінниц. політехн. ін-ту. – 2013. – № 5. – с.19-22.

9 Рашкевич Н.В., Цитлішвілі К.О. Дослідження небезпеки продуктів розкладання в місцях депонування твердих побутових відходів // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Вип. 3/2018(110). С. 97-102.

**O. Mandryk¹, Ya. Adamenko¹, M. Mosyuk¹,
B. Karpinskyi¹, Ya. Bazhaluk², S. Shumega²**

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

²*Research and Production Company "Intex"*

DEVELOPING THE CONCEPT OF POLLUTION CLEANING FOR THE OBJECTS OF OIL AND GAS COMPLEX IN THE CARPATHIAN REGION OF UKRAINE

This paper proposes and substantiates the use of laser detectors of hydrocarbons to quickly determine the zone of their highest concentration in the areas with degraded oil and gas wells and mines drilled in the Carpathian region of Ukraine, Poland, and Romania in the XIX-XX centuries. To obtain reliable information on the level of pollution in the region, it is proposed to use a measuring complex consisting of the laser methane detector, Lidar equipment, and GPS navigator installed on a quadcopter equipped with hydrocarbon measuring detectors to rapidly determine the areas of greatest pollution.

A terrestrial measuring complex is also used to assess the level of oil and natural gas pollution of the near-surface layers of the atmosphere, soils, and rocks of Quaternary sediments consisting of:

- a special sampler to assess the level of contamination of soils and Quaternary sediments by oil products;

- installations for research on bulk models of filtration processes of oil-water mixtures in soils and Quaternary deposits;

- special georadar ACULA 9000c with the ability to scan soils and rocks to a depth of 40 m.

The article substantiates the use of information obtained from measuring systems to build an interactive map of gas and oil pollution in the region. To develop a set of technologies and equipment for cleaning areas from hydrocarbons, a method of using information on the levels of gas pollution and hydrocarbon pollution in the region is proposed.

The development of the following technologies and equipment for cleaning areas is proposed:

- technologies of ecologically safe reliquidation of degraded oil and gas wells, in which formation pressures in productive formations do not exceed 0.1 hydrostatic pressure in the well;

- technologies of ecologically safe extraction of hydrocarbons from degraded oil and gas wells, in which formation pressures in productive formations are more than 0.5 hydrostatic pressure in a well;

- technologies of reclamation of oil-contaminated soils with the help of mobile installations for cleaning and utilization of soils in difficult geological and mining conditions;

- technologies for the use of natural gas from degraded wells and mines to generate electricity using cogeneration units. For the same purpose, it is possible to use fuel cells that use methane to directly convert chemical energy into electricity;

- terms of reference for the manufacturing and testing of an experimental sample of the mobile installation for cleaning oil-contaminated soils.

Key words: laser methane detector, oil and gas fields, hydrocarbon pollution map.

References

- 1 Kopalnictwo Naftowe w Polsce // Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowe, 1939 r. , Nr. 1
- 2 Geoinf.kiev.ua [internet-portal]. DNVP "Heoinform Ukrainy" 2016-2022
URL:<https://geoinf.kiev.ua/>
- 3 Chornohor, L. F., Rashkevych, O. S. Avtomatyzovanyi lazernyi kompleks operativnoho kontroliu kontsentratsii zabrudnuiuchykh rehovyn v atmosferi // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – tom 2 №10(62), – 2013. – s. 39-42. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.12752>.
- 4 Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 22 liutoho 2008 r. №221 «Poriadok rozghliadu, skhvalennia ta realizatsii proektiv tsilovykh ekolohichnykh (zelenykh) investytsii u period dii zoboviazan storonamy Kiotskoho protokolu do Ramkovoї konventsii OON pro zminu klimatu Kiotskyi protokol // rezhym dostupu: <https://www.kmu.gov.ua/npas/120279643>
- 5 Sushynska M. M., Turchyk P. M. Metody vyznachennia stupenia ekolohichnoi nebezpeky vid

zabrudnennia akvatorii naftoiu ta naftoproduktamy // Zb.nauk.dop. II-y Vseukr. zizd ekologiv z mizhnarodnoiu uchastiu – Vinnytskyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet – 2009. – s.76-76.

6 Kozak I., Kozak H. Perspektyvy zastosuvannia aviatsiinoho lazernoho skanuvannia (ALS) u modeliuvanni reliefu [Tekst] // Problemy heomorfologii i paleoheohrafii Ukrainykh Karpat i prylehlykh terytorii : zbirnyk naukovykh prats / Lviv. nats. un-t im. Ivana Franka – Lviv : LNU im. Ivana Franka, tom 7, № 1 – 2017. – s.123-135. DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2017.07.1967>

7 Dziuniak D. Yu. Informatsiina tekhnolohiia otsiniuvannia parametriv vykydiv rehovyn za danymy operatyvnoho monitorynha zabrudnennia atmosferного povitria // Avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.13.06. – Vinnytskyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet, Vinnytsia, 2017. – 25 s.

8 Romaniuk O. I. Kompleksnyi ekologichnyi monitorynh naftozabrudnennykh terytorii na prykladi m. Boryslava / O. I. Romaniuk, L. Z. Shevchyk // Visn. Vinnyts. politekhn. in-tu. – 2013. – № 5. – s.19-22.

9 Rashkevych N.V., Tsylishvili K.O. Doslidzhennia nebezpeky produktiv rozkladannia v mistsiakh deponuvannia tverdykh pobutovykh vidkhodiv // Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho. Vyp. 3/2018(110). S. 97-102.

*В. М. Шмандій, А. О. Тітова,
О. В. Харламова, Т. Є. Ригас*

*Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ШЛЯХОМ УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ БУРІННЯ

У процесі видобування нафти та газу утворюються відходи буріння. В нашій державі для їх утилізації найчастіше використовуються земляні шламові амбари, які знаходяться безпосередньо на територіях бурових станцій, що вимагає наявності значних вільних площ. Чим менше територій буде відводитись під сховище відходів, тим більше можливостей для раціонального використання земельних ресурсів. Особливо в воєнний та післявоєнний час наявність вільних територій має велике значення. З метою зниження рівня небезпеки, яку становлять шламові амбари, а також зменшення площ територій для їх розміщення досліджено проблему утилізації відходів буріння, а саме бурового шламу. Встановлено властивості відходів та проаналізовані результати моніторингу за станом довкілля в районі розміщення відходів. Проведено порівняльний аналіз ситуації у відсутності відходів на певній території та в той період, коли відходи почали використовувати в технологічному процесі. Обґрунтовано доцільність застосування методу утилізації відходів, який полягає у використанні сухого залишку бурових шламів при рекультивації сміттєзвалищ. Застосування даного методу дає екологічний ефект щодо повторного використання відходів буріння, а також вирішуються проблеми рекультивації сміттєзвалищ побутових відходів. Таким чином реалізується низка заходів, направлених на запобігання несприятливому впливу відходів буріння та полігону твердих побутових відходів на навколишнє середовище. При розміщенні на полігоні твердих побутових відходів сухого залишку бурового шламу в якості ізолюючого матеріалу та технічного ґрунту для укріплення укосів не відбулось негативного впливу на довкілля. Прослідковувалась тенденція покращення якості води. Негативного впливу на ґрунти та підземні води теж не зафіксовано. Ущільнення побутових відходів відходами сухого залишку бурового шламу не погіршило процес дегазації полігону. Вилучення та утилізація біогазу проходили в оптимальному режимі.

За результатами проведених досліджень ми прийшли до висновку, що сухий залишок бурових шламів отриманий за технологією «Фільтрувальний басейн» доцільно використовувати не тільки для шарування та укріплення укосів полігону побутових відходів (сміттєзвалищ), але і у технологічному процесі їх рекультивації. Це дає як економічний, так екологічний ефект. При цьому зменшується кількість амбарів бурових шламів, вирішуються питання утилізації відходів, зменшується кошторисна вартість виконання робіт з рекультивації полігонів і сміттєзвалищ, а також знижуються витрати на утилізацію бурових відходів.

Ключові слова: екологічна безпека, відходи буріння, управління відходами, рекультивація, утилізація

Постановка проблеми. Полтавщина належить до регіонів України з розвиненою нафтогазовидобуваючою промисловістю, на території якої знаходяться декілька родовищ. Відходи, що утворюються у процесі видобування нафти й газу, є особливою групою промислових відходів, зокрема це буровий шлам та нафтошлами. Більшу частину відходів буріння розміщують в земляних амбарах, які заповнюються буровими стічними водами, рідинами для приготування бурових розчинів, буровими шламами. Стрімкий розвиток галузі видобування корисних копалин призводить до зростання об'ємів відходів і, як наслідок, виникає проблема поводження з ними. Часто відходи не мають подальшого застосування та залишаються у амбарах на багато років.

У разі, коли не можливо застосовувати безвідходні технології, доцільно шукати способи використання відходів в якості вторинної сировини чи енергетичних ресурсів. Не можна ігнорувати здатність відходів замінювати високовартісні матеріали при будівельних роботах.

Відходів буріння часто розміщують на полігонах твердих побутових відходів. В Україні налічується близько 6 тис. сміттєзвалищ. Майже всі вони обладнані захисними спорудами та не відповідають санітарним вимогам. Багато сміттєзвалищ переповнені та потребують рекультивації. Видалення відходів на необладнаних сміттєзвалищах призводить до забруднення навколишнього природного середовища [1]. Утворений в процесі випадання опадів та розкладу відходів фільтрат, протікаючи через товщу відходів, здатний забруднювати ґрунти та підземні води небезпечними

рідинами багатокомпонентного хімічного складу. Враховуючи те, що значна частина полігонів функціонує без належного оснащення протифільтраційних екранів, у гідросфері формується екологічна небезпека [2]. Також, існує проблема забруднення ґрунтового покриву важкими металами, вміст яких часто перевищує гранично допустимі концентрації. Токсичність ґрунтів спричиняють сполуки таких важких металів як свинець, кадмій, цинк та мідь. Надлишкова кількість важких металів у ґрунтах – це небезпечний екологічний чинник, дія якого посилюється через проникнення сполук важких металів у ґрунтові води [3].

При перегниванні органічної складової відходів в повітря виділяється вуглекислий газ та метан. Емісії біогазу в атмосферне повітря несприятливо впливають на навколишнє природне середовище, адже складники біогазу являють собою парникові гази, які мають отруйні та вибухонебезпечні властивості. За таких обставин, сміттєзвалища стають джерелом забруднення і атмосферного повітря. Неконтрольовані викиди в атмосферне повітря метану призводять до пошкодження озонного шару у верхній частині атмосфери. За таких обставин очевидно, що сміттєзвалища є джерелом забруднення навколишнього природного середовища [4,5].

Проблемою, що потребує особливої уваги у сфері поводження з побутовими та промисловими відходами, є відсутність комплексної інфраструктури із збирання, сортування та перероблення даних відходів. Як наслідок – втрата значного обсягу ресурсноцінних матеріалів, які потенційно можуть бути введені у господарський обіг. В результаті цього виникають загрози санітарно-екологічного характеру, пов'язані із збільшенням кількості місць видалення відходів й відчуження значних обсягів земель та їх засмічення, погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації в районах розташування цих об'єктів [6,7]. Не менш важливими є загрози і соціально-економічного характеру, пов'язані з втратою значного обсягу ресурсноцінних матеріалів для їх подальшої переробки чи використанні у виробничих або технологічних процесах [8].

З огляду на те, що в Україні значна кількість сміттєзвалищ потребує рекультивації, а в сучасних умовах господарювання при недостатньому фінансуванні такі роботи майже не виконуються, досліджено можливість заміщення необхідних матеріалів для рекультивації відходами бурових шламів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з тим, що відходи буріння містять в собі низку забруднюючих речовин, їх відносять до відходів 3 та 4 класів небезпеки. Внаслідок рухливості та високої проникної спроможності речовини мігрують у ґрунтові води і забруднюють навколишнє середовище [9,10]. На практиці зазвичай для утилізації використовують шламові амбари з ґрунтовою основою котловану або з ізоляцією стінок і днища плівкою з поліетилену чи полівінілхлориду та бентонітом. Для мінімізації негативного впливу на довкілля, на практиці застосовується метод відкачування рідкої фази та обвалування. Але, навіть за умови наявності надійного ізоляційного екрану, не можна вважати такий спосіб видалення відходів безпечним для довкілля. Найчастіше гідроізоляція амбарів відбувається лише шаром глини, а при ліквідації амбари засипають лише мінеральним ґрунтом. В результаті чого можливе забруднення прилеглих до шламових амбарів територій і, безпосередньо, підземних водних горизонтів [11].

Методи та матеріали. У 2019 році в Полтавській області було вперше запроваджено сучасний технологічний цикл із приймання, оброблення та утилізації відходів буріння, до яких увійшли відходи бурового шламу. Завдяки використанню технології очищення, нейтралізації та зневоднення бурових шламів «Фільтруючий басейн», доцільним стало повторне використання рідкої фази (технічної води) та видобутої породи. Оброблення відходів буріння проводилось на флокуляційній станції з використанням флокулянтів та коагулянтів, які пройшли сертифікацію в Україні.

Для визначання фізико-хімічних властивостей бурового шламу проводили лабораторні дослідження відходів бурових розчинів до очищення і сухого залишку після фільтрувального процесу. Встановлено, що сухий залишок складається з мінеральних складових (силікати та алюмосилікати материнських порід) і належать до відходів 4 класу небезпеки. Зауважимо, що відповідно до таблиці 1 додатку Ж ДБН В.2.4-2-2005 алюмосилікатний шлам включено до переліку промислових відходів, які приймаються на полігон ТПВ без обмеження і використовуються як ізолювальний матеріал.

Сухий залишок знайшов своє застосування на полігоні побутових відходів м. Кременчука - для шарування та ізоляції побутового сміття. З метою фіксації змін впливу на довкілля, проводився моніторинг стану атмосферного повітря, ґрунту та підземних вод в зоні впливу полігону ТПВ.

Результати та обговорення. Для встановлення можливості використання відходів буріння при рекультивації полігонів ТПВ, а саме при технічному етапі рекультивації (вирівнювання полігону, ущільнення проміжного шару, укріплення укосів) проведено моніторингові дослідження впливу відходів на довкілля за період використання їх на полігоні ТПВ в якості ізолюючого матеріалу.

Визначено характеристики відходів, проаналізовано вплив на навколишнє природне середовище під час складування їх на діючому полігоні. Розглянуто можливість перспективного їх використання в процесі технічної рекультивації, а саме в якості вирівнювального шару полігону, а також бічного зовнішнього ізоляційного шару, проміжного ізолювального шару.

Сухий залишок бурових шламів рекомендовано використовувати на полігоні ТПВ в якості ізолюючого шару, як альтернатива подрібненого будівельного сміття та промислових відходів. Однією з переваг такого заміщення є більш оптимальні фізичні властивості, якими характеризуються відходи, адже буровий шлам має глинисту консистенцію, яка менш сипуча, ніж промислові відходи та більш пластична і щільна. Завдяки цьому відходи використовувались не тільки для ізоляції шарів побутового сміття, але і для укріплення укосів.

Проводився моніторинг стану довкілля. Для оцінювання вивільнення біогазу з тіла полігону проводились дослідження наявності метану у атмосферному повітрі на полігоні ТПВ та у межах його санітарно-захисної зони.

Фонові показники для порівняльного аналізу приймаємо за результатами моніторингу стану довкілля у період, коли відходи бурового шламу не завозились на полігон ТПВ – 2014-2018 роки (табл. 1, 2). Для цього використовували 2 колодязя (№1 та №2).

Таблиця 1

Експериментально визначені концентрації з колодязю № 1

Інгредієнт	Нормативна концентрація, мг/дм ³	Фактичні концентрації, мг/дм ³				
		2019 р. I півріччя	2019 р. II півріччя	2020 р. I півріччя	2020 р. II півріччя	фонова концентрація
pH	6,5-8,5	7,55	7,27	7,55	7,18	7,01
Нітрити	≤3,3	< 0,003	0,005	0,008	0,004	0,21
Нітрати	≤50	11,4	11,1	4,30	156,1	207
Сухий залишок	≤1500	404	442,0	481,0	1512,5	1513
Хлориди	≤350	15,3	14,2	14,8	90,76	116
Сульфати	≤500	172	175,3	128,08	217,6	142
Fe	≤0,2	0,10	0,10	0,16	0,08	0,1
Cu	≤1	0,002	0,003	0,003	0,004	0,001
Pb	≤0,01	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001
Ni	≤0,02	0,007	0,014	0,01	0,009	0,0012
Cd	≤0,001	0,0002	0,0001	0,007	0,001	0,0001

Таблиця 2

Експериментально визначені концентрації з колодязю № 2

Інгредієнт	Нормативна концентрація, мг/дм ³	Фактичні показники, мг/дм ³				фонова концентрація
		2019 р. I півріччя	2019 р. II півріччя	2020 р. I півріччя	2020 р. II півріччя	
pH	6,5-8,5	7,81	7,44	7,36	7,81	7,01
Нітрити	≤3,3	0,006	0,096	0,004	0,003	0,21
Нітрати	≤50	15,4	21,9	35,1	8,6	207
Сухий залишок	≤1500	315,0	310,0	705	391,5	1513
Хлориди	≤350	23,0	21,3	18,44	24,11	116
Сульфати	≤500	44,6	77,3	148,43	63,6	142
Fe	≤0,2	0,10	0,10	0,12	0,1	0,1
Cu	≤1	0,002	0,003	0,003	0,003	0,001
Pb	≤0,01	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001
Ni	≤0,02	0,006	0,014	0,008	0,005	0,0012
Cd	≤0,001	0,0001	0,0001	0,000	0,001	0,0001

Із табл.1 робимо висновок, що якість води у колодязі № 1 на протязі досліджень відповідала санітарним нормам.

Аналізуючи табл. 2 констатуємо, о якість води у колодязі № 2 відповідала санітарним нормам.

Отже, за результатами проведених досліджень констатуємо, що спостерігається зменшення рівня забруднення підземних вод.

Аналіз впливу полігону ТПВ під час використання відходів бурового шламу на ґрунти та атмосферне повітря проводився по 5 точках на території полігону, а також у межах його санітарно-захисної зони (рис. 1, табл. 3). Як і у попередніх дослідженнях, за фонові показники приймаємо результати моніторингу у період коли відходи бурового шламу не завозились на полігон ТПВ.

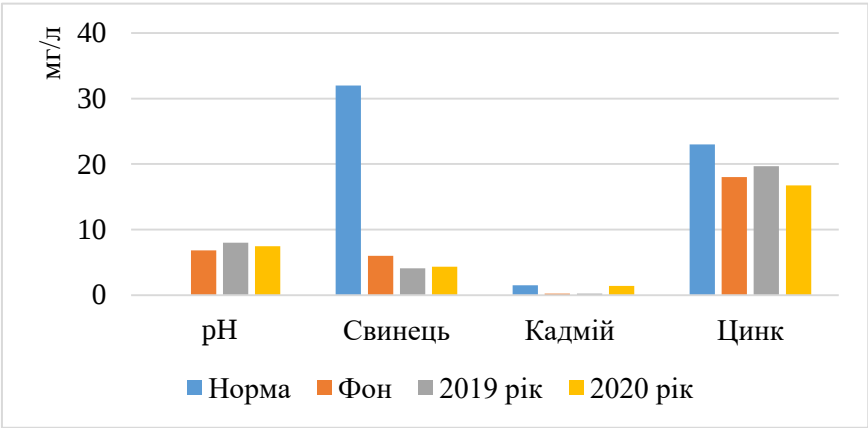


Рис. 1. Результати досліджень ґрунту

Таблиця 3

Результати досліджень атмосферного повітря

Інгредієнт	Нормативна концентрація, мг/м³	Фактичні показники, мг/м³		
		2019 р.	2020 р.	фонова концентрація
Азоту діоксид	0,2	0,14	0,17	0,08
Ангідрид сірчистий	0,5	0,04	0,06	0,3
Вуглецю оксид	5,0	0,48	0,66	2,4
Метан	50,0	0,008	6,55	6,5
Формальдегід	0,035	0,00001	0,00001	0,028
Сірководень	0,008	0,0001	0,0001	0,005

У цілому на всіх точках концентрації забруднюючих речовин не перевищують гранично допустимі норми. Загалом, є тенденція до зменшення ступеня забрудненості ґрунтів з віддаленням від контурів полігону ТПВ. У порівнянні з фоновими пробами, простежується збільшення концентрації кадмію, але концентрація знаходиться у межах допустимих норм.

Аналіз стану атмосферного повітря вказує на неперевищення нормативних концентрацій забруднюючих речовин в зоні впливу полігону ТПВ (табл. 3). Концентрація метану досить незначна, що свідчить про відсутність неконтрольованого вивільнення полігонного газу назовні з полігону.

Концентрація метану, що наближена до гранично-допустимої максимально разової (50,0 мг/м³), зафіксована на відкритій карті відходів, яка експлуатувалась на момент проведення досліджень. Але, при віддаленні показник метану стрімко знижався і вже на відстані 50 метрів від робочої карти складав менше 7 мг/м³. Концентрація метану в межах санітарно-захисної зони полігону ТПВ близько 7,0 мг/м³.

Отримані результати вказують на те, що на відкритій робочій карті полігону біогаз вільно виходить назовні. При якісному ущільненні шару побутового сміття інертними стабілізуючими відходами біогаз залишається у тілі полігону, що є безпечним, адже полігон обладнано системою збирання, відведення та утилізації біогазу.

Висновки. При розміщенні на полігоні ТПВ сухого залишку бурового шламу в якості ізолюючого матеріалу та технічного ґрунту для укріплення укосів не відбулось негативного впливу на довкілля. Прослідковувалась тенденція покращення якості води. Негативного впливу на ґрунти та підземні води теж не зафіксовано.

Ущільнення побутових відходів відходами сухого залишку бурового шламу не погіршило процес дегазації полігону. Вилучення та утилізація біогазу проходили в оптимальному режимі.

За результатами проведених досліджень ми прийшли до висновку, що сухий залишок бурових шламів отриманий за технологією «Фільтрувальний басейн» доцільно використовувати не тільки для шарування та укріплення укосів полігону побутових відходів (сміттєзвалищ), але і у технологічному процесі їх рекультивації. Це дає як економічний, так екологічний ефект. При цьому зменшується кількість амбарів бурових шламів, вирішуються питання утилізації відходів, зменшується кошторисна вартість виконання робіт з рекультивації полігонів і сміттєзвалищ, а також знижуються витрати на утилізацію бурових відходів.

У подальшому вбачаємо перспективним дослідження методів поводження з відходами буріння та пошук шляхів їх використання як вторинної сировини.

Література

- 1 Шмандій В.М.Солошич І.О., Колеснік Д.В. Управління екологічною небезпекою твердих побутових відходів регіону. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2021. Вип. 2/2021. С. 51–56.
- 2 В. В. Попович, В. А. Кучерявий. Екологічна безпека фільтраційних водойм сміттєзвалищ. Збірник наукових праць. Вісник ЛДУ БЖД №12, 2015. С. 77-84.
- 3 Позняк С.П., Телегуз О.Г. Антропогенні ґрунти/Навчальний посібник/ - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 200 с.
- 4 Годовська Т.Б., Гуреля В.В. Екологічний аналіз та моделювання розсіювання забруднюючих речовин з полігону твердих побутових відходів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2012. Вип. 5/2012 (76). С. 115–118.
- 5 Корнієнко І. В., Кошма А. І. Стан і напрями розв'язування проблеми утилізації екологічно небезпечних побутових відходів. Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа : електронний збірник наукових праць. Чернігів : ЧДІЕУ, 2012. № 1(3). С. 122–127.
- 6 Шмандій В. М., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищепка А.М., Бахарев В.С., Харламова О.В. Екологічна безпека. Підручник. Херсон, 2017. 337 с.
- 7 Мальований М. С., Голодовська О. Я., Пастернак М. І. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2011. № 700 : Хімія, технологія речовин та їх застосування. С. 250–252.
- 8 Тітова А. О., Харламова О. В., Безденежних Л. А., Бігдан С. А. Оптимізація системи управління твердими побутовими відходами у Кременчуцькій територіальній громаді. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2021. Вип. 3/2021 (128). С. 51–56.
- 9 Пукіш А.В. Оцінка токсичності відходів буріння / А.В. Пукіш // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2008. – № 1. – С. 52 – 55.
- 10 Volodymyr Shmandiy, Lilija Bezdeneznych, Olena Kharlamova, Tetiana Rigas. Research of adsorption properties of glauconite-based composite adsorbents. Journal of Ecological Engineering. 2020, Vol. 21, No. 6, 2020, pp. 147-154.
- 11 К.А. Тимофєєва Лабораторні дослідження впливу агресивних складових бурового шламу на фізико-механічні характеристики ґрунтоцементу. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Вип. 1(40) – 2014.– ПолтНТУ. – С. 259 – 267.

**V. Shmandii, A. Titova,
O. Kharlamova, T. Ryhas**
*Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi
National University*

ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY THROUGH UTILIZATION OF DRILLING WASTE

Drilling waste is generated in the process of oil and gas production. In our country, sludge pits are most often used for their utilization, which are located directly on the territories of drilling stations, which requires significant free space. The fewer areas are allocated for waste storage, the more opportunities will be for rational use of land resources. Especially in the war and post-war period, the availability of vacant areas is of great importance. In order to reduce the level of danger posed by sludge pits, as well as to reduce the area for their placement, the problem of utilization of drilling waste, namely drilling mud is studied. The properties of waste are established and the results of monitoring the state of the environment in the area of waste disposal are analyzed. The situations in the absence of waste in a certain area and in the period when the waste began to be used in the technological process are comparatively analyzed. The expediency of using the method of waste disposal, which consists in using the dry residue of drilling mud in the reclamation of landfills, is substantiated. The application of this method gives an environmental effect on the reuse of drilling waste, as well as solves the problem of reclamation of landfills. Thus, a number of measures are implemented to prevent the adverse effects of drilling waste and solid waste landfill on the environment. No negative impact on the environment was observed when the solid residue of drilling mud was used as an insulating material and technical soil was applied for strengthening the slopes at the landfill. There was a tendency of improved water quality. No negative impact on soils and groundwater was recorded. Compaction of household waste with dry drilling mud residue did not worsen the landfill degassing process. Extraction and utilization of biogas took place in the optimal mode.

Based on our research findings, we have come to the conclusion that the dry residue of drilling mud obtained by the technology "Filter Pool" should be used not only for layering and strengthening the slopes of the landfill, but also in the process of reclamation. This gives both economic and environmental effects. At the same time, the number of drilling mud pits is reduced, waste disposal issues are resolved, the estimated cost of landfill and landfill reclamation works is reduced, and the costs of drilling waste disposal are reduced.

Key words: ecological safety, drilling waste, waste management, reclamation, utilization

References

- 1 Shmandii V.M., Soloshych I.O., Koliesnik D.V. Upravlinnia ekolohichnoiu nebezpekoiu tverdykh pobutovykh vidkhodiv rehionu. Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. 2021. Vyp. 2/2021. S. 51–56.
- 2 V. V. Popovych, V. A. Kucheriavyi. Ekolohichna nebezpeka filtratsiinykh vodoim smittiezvalyshch. Zbirnyk naukovykh prats. Visnyk LDU BZhD №12, 2015. S. 77–84.
- 3 Pozniak S.P., Telehuz O.H. Antropohenni grunty/Navchalnyi posibnyk/ - Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 2021. – 200 s.
- 4 Hodovska T.B., Hurelia V.V. Ekolohichniy analiz ta modeliuvannia rozsiuvannia zabrudniuiuchykh rehovyn z polihonu tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. 2012. Vyp. 5/2012 (76). S. 115–118.
- 5 Korniienko I. V., Koshma A. I. Stan i napriamy rozviazuvannia problemy utylizatsii ekolohichno nebezpechnykh pobutovykh vidkhodiv. Chernihivskiy naukovyi chasopys. Seriya 2, Tekhnika i pryroda : elektronnyi zbirnyk naukovykh prats. Chernihiv : ChDIEU, 2012. № 1(3). S. 122–127.
- 6 Shmandii V. M., Klymenko M.O., Holik Yu.S., Pryshchepa A.M., Bakhariev V.S., Kharlamova O.V. Ekolohichna bezpeka. Pidruchnyk. Kherson, 2017. 337 s.
- 7 Malovanyi M. S., Holodovska O. Ya., Pasternak M. I. Tverdi pobutovi vidkhody m. Lvova ta yikh vplyv na dovykillia. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». 2011. № 700 : Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannia. S. 250–252.
- 8 Titova A. O., Kharlamova O. V., Bezdieniezhnykh L. A., Bihdan S. A. Optyimizatsiia systemy upravlinnia tverdymy pobutovymy vidkhodamy u Kremenchutskii terytorialnii hromadi. Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. 2021. Vyp. 3/2021 (128). S. 51–56.

9 Pukish A.V. Otsinka toksychnosti vidkhodiv burinnia / A.V. Pukish // *Ekotekhnolohyy y resursoberezhenye*. – 2008. – № 1. – S. 52 – 55.

10 Volodymyr Shmandiy, Lilija Bezdeneznych, Olena Kharlamova, Tetiana Rigas. Research of adsorption properties of glauconite-based composite adsorbents. *Journal of Ecological Engineering*. 2020, Vol. 21, No. 6, 2020, pp. 147-154.

11 K.A. Tymofieieva Laboratorni doslidzhennia vplyvu ahresyvnykh skladovykh burvoho shlamu na fizyko-mekhanichni kharakterystyky gruntotsementu. *Zbirnyk naukovykh prats (haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo)*. Vyp. 1(40) – 2014.– PoltNTU. – S. 259 – 267.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 502.175: 534.6 (477.86-25)

DOI: 10.31471/2415-3184-2022-1(25)-49-58

*Н. М. Москальчук, Ю. Р. Вовк,
Т. Б. Качала*

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ В МЕЖАХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

Метою роботи є дослідження шумового забруднення приміської зони м. Івано-Франківська на основі експериментальних вимірювань рівнів шуму в межах приміських населених пунктів, аналізу їх відповідності нормативним показникам та побудови карт шуму.

Для оцінки шумового забруднення в приміських населених пунктах було побудовано мережу з 45 точок спостереження на ділянках різного призначення (в зоні транспортної інфраструктури, виробничій зоні, зоні житлової (садибної) та громадської забудови,) в с. Ямниця, с. Угринів, с. Клузів. В просторовому масштабі територія досліджень сягала 12 км².

Для вимірювання рівнів шуму використовувався портативний професійний шумомір – РСЕ-322А-ІСА, який належить до 2 класу та відповідає вимогам держстандарту України ДСТУ EN 61672-1:2017. Вимірювався рівень звуку в дБА.

Оцінка результатів вимірювання проводиться шляхом порівняння фактичних показників з нормативними, що затверджені діючими санітарними нормами для сельбищних та виробничих територій.

Для наочного графічного зображення розподілу рівнів шуму на досліджуваній території було складено карти шуму, з нанесеними ізолініями рівнів звуку на місцевості в дБА, з інтервалом 5 дБА.

Рівні звуку LA в точках, які належали до зони транспортних потоків, становили 63-75 дБА, максимальні рівні звуку LA_{max} – 65-77 дБА. З врахуванням допустимих рівнів звуку для найближчих захищених об'єктів та відстані до них, можна стверджувати, що рівень шуму в них буде відповідати нормативному.

У точках спостереження, які розташовувались по периметру виробничої території ПрАТ «Івано-Франківськцемент», рівні звуку LA становили 41-59 дБА, максимальні рівні звуку LA_{max} – 43-60 дБА. Оскільки всі точки розташовані в межах СЗЗ ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та дотримується достатня відстань до житлової забудови, то впливу промислового шуму від даного підприємства на прилеглі населені пункти не спостерігатиметься.

У точках спостереження в зоні житлової (садибної) та громадської забудови, спостерігались найбільші відмінності в коливанні рівнів звуку. Рівні звуку LA та максимальні рівні звуку LA_{max} становили: в точках з коливанням до 6 дБА $LA = 52-56$ дБА, $LA_{max} = 55-58$ дБА, в точках з коливанням у 16 -18 дБА $LA=63-69$ дБА, $LA_{max} = 71-78$ дБА, в точках з коливанням у 32-35 дБА $LA=69-73$ дБА, а $LA_{max} = 86-89$ дБА. Оцінюючі дані результати можна твердити про дотримання норм ($LA_{доп} = 55$ дБА, $LA_{макдоп} = 70$ дБА для денного часу доби), які ставляться до територій житлової та громадської забудови у точках, де не було значних коливань рівнів шуму. В інших точках перевищення спостерігалися в основному через високі показники максимальних рівнів звуку, викликані локальними джерелами шуму від час вимірювань.

Ключові слова: екологічна оцінка, шум, населений пункт, приміська зона, Івано-Франківськ

Постановка проблеми. З 50-х рр. XX століття почалася стрімка глобальна урбанізація, для якої притаманні як збільшення кількості міст, частки міського населення, збільшення площі міста, так і ролі міста в цілому. У 2008 році було вперше зафіксовано, що більша частина населення

земної кулі живе в містах, за даними ООН у 2018 р. міського населення вже було понад 55%, прогнозується що до 2050 р. воно сягне 68% [1].

Міста, як правило, не функціонують самі по собі, їх оточують менші населені пункти, які формують його приміську зону. Так, згідно з Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності» [2] «Приміська зона - територія, що забезпечує просторовий та соціально-економічний розвиток міста». Якщо мова йде про звичайне місто районного чи обласного значення, то часто його приміською зоною є приміські населені пункти, тобто оточуючі села [3].

Негативними наслідками урбанізації є соціальні, економічні та екологічні проблеми, пов'язані з високою щільністю населення, зокрема забруднення міст, в тому числі фізичне: шумове, електромагнітне, теплове, яке поширюється як самим містом, так і прилеглими територіями.

Шум навколишнього середовища, який згідно з Директивою 2002/49/ЄС [4] визначається як «небажаний або шкідливий зовнішній звук, що створюється людською діяльністю, включаючи шум, що випромінюється транспортними засобами, потоками автомобільного, залізничного, повітряного транспорту та промисловими об'єктами», є одним з найбільших екологічних ризиків та значно пов'язаний з тягарем захворювань (DALY) у Європі [5]. Після забруднення повітря дрібними твердими частками шум від транспорту є другою за значимістю екологічною причиною поганого здоров'я в Західній Європі. Вплив шуму навколишнього середовища може призвести до роздратування, стресових реакцій, порушення сну, поганого психічного здоров'я та самопочуття, порушення когнітивних функцій у дітей, негативного впливу на серцево-судинну систему та обмін речовин. Він є причиною приблизно 16600 випадків передчасної смерті в Європі щороку [6], близько 32 млн дорослих страждають від роздратування і понад 13 млн дорослих від розладу сну [7].

Аналіз досліджень і публікацій. На основі все більшого розуміння впливу шуму навколишнього середовища на здоров'я людей, які було зокрема озвучено на 5 конференції міністрів з навколишнього середовища та охорони здоров'я країн ЄС у 2010 році, Європейське регіональне бюро ВООЗ розробило оновлені «Рекомендації щодо шуму навколишнього середовища для Європейського регіону» [8], які містять настанови щодо захисту здоров'я людей від впливу шуму, що виникає від різних джерел: шуму транспорту (автомобільного, залізничного та авіа), шуму вітрових турбін та шуму відпочинку. Окрім того, Директива Європейського Союзу 2002/49/ЄС щодо оцінки та управління шумом навколишнього середовища [4] та відповідні їй технічні рекомендації Європейського агентства з навколишнього середовища детально опрацьовують питання щодо шуму та важливості сучасних настанов щодо шуму.

В Україні екологічна оцінка шумового забруднення населених пунктів на законодавчому рівні регулюється:

- Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» [9];
- Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів [10];
- Державними санітарними нормами допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови [11];
- Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [12];
- Державними будівельними нормами «ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій» [13], «ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму» [14];
- Національними стандартами України «ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій» [15], «ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013 Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях» [16], «ДСТУ EN 61672-1:2017 Електроакустика. Вимірювачі рівня звуку. Частина 1. Загальні технічні вимоги» [17], «ГОСТ 23337-78 Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» [18] та ін.

У «ДСП 173-96» [10] в розділі «Захист від шуму та вібрації» зазначається, що джерела зовнішнього акустичного забруднення в населених пунктах можуть бути як техногенного (транспорт, промислові підприємства, комунальні об'єкти), так і біогенного характеру (стадіони, базари, майдани для мітингів, танц-, спорт- та інші майданчики культурно-масового відпочинку, дискотеки, зоопарки тощо). Характеристикою джерел з непостійними акустичними характеристиками (транспорту і т.ін.) є еквівалентні та максимальні рівні звуку ($L_{A\text{ екв}}$, $L_{A\text{ макс}}$);

промислових та комунальних джерел з постійними акустичними характеристиками - рівні звуку (L_A) і рівні звукового тиску в октавних смугах частот.

Застосування конкретної методики та методів оцінки шумового забруднення в межах населених пунктів залежать від багатьох факторів, зокрема природи джерел шуму, їх шумових характеристик, призначення захищеного об'єкта та місця його розташування, проведення досліджень на етапі планування і забудови чи визначення існуючих рівнів шуму.

Дослідження шумового забруднення міських територій викладено у працях як вітчизняних, так і іноземних фахівців. Так, аналізуючи міжнародний науковий досвід варто виокремити роботу щодо оцінки просторово-часових змін шумового забруднення дорожнього руху в екорегіональному масштабі [19], в якій дослідники використовуючи вибіркові ділянки Іспанської системи моніторингу ландшафту (SISPARES), 16 км² кожна, змоделювали зміни шумового забруднення дорожнього руху в Екорегіоні 1 Іспанії в періоді між 1995 і 2014 роками. Результати їх роботи засвідчили неоднорідність зростання рівня шумового забруднення від дорожнього руху у великих географічних районах, що ймовірно зумовлено концентрацію великих швидкісних транспортних потоків на сучасних автомагістралях, що з'єднують міста.

Для кращої характеристики міського шумового режиму та ролі вуличного рівня шуму у загальному впливу шуму на людину в міських умовах було проведено дослідження McAlexander, T.P та ін [20]. В результаті оцінки вуличного шуму на 99 вуличних ділянках, розташованих по всьому Нью-Йорку, автори дійшли висновку, що оскільки уникнути впливу шуму на вулицях міста є важко, то розумно було б враховувати рівень шуму при проектуванні міських парків і житлових споруд для створення місця відпочинку від впливу шуму. А оскільки надмірний шум здається неминучим у деяких міських середовищах, таких як Нью-Йорк, і може бути пов'язаний з низкою несприятливих наслідків для здоров'я, рекомендується додати оцінку впливу шуму як вимогу до звітів про оцінку впливу на довкілля та оцінки впливу на здоров'я.

Особливості сприйняття шумового забруднення жителями як великого міста, та і його приміської зони, у праці південноамериканських авторів [21] на основі порівняння сприйняття щоденного шуму жителями акустично контрольованої зони (приміської житлової зони) з жителями неконтрольованої зони (центр міста), засвідчили, що мешканці центральної зони сильніше сприймають шум, ніж мешканці приміської зони.

Картографування рівнів шумового забруднення є основою для гігієнічної оцінки шумового режиму територій, про що вказується як і в національних нормативних документах [10], так і в Директиві ЄС щодо шуму довкілля [4]. Як зазначають Решетченко, А. І та ін. «Впровадження картографування рівнів шумового забруднення на територіях міст є важливим кроком для України в плані розвитку та покращення екологічного стану урбанізованих територій» [22].

В межах міста Івано-Франківська дослідження шумового забруднення були проведені у 90-х роках ХХ ст та викладені у монографії під ред. проф. О. М. Адаменка «Екологія міста Івано-Франківська» [23]. Подальшою екологічною оцінкою шуму урбосистеми м. Івано-Франківська шляхом експериментальних вимірювань, особливо в зоні магістральних автодоріг поблизу житлової забудови, займалися Адаменко Я. О., Кундельська Т. В. та ін [24]. За результатами дослідження авторами було виділено зони з найбільшим шумовим навантаженням та побудовано профілі розподілу шумового навантаження. Також була побудована карта шуму для території Івано-Франківська за допомогою програмного забезпечення Surfer.

Постановка завдання. Виходячи з вище зазначеного метою роботи є дослідження шумового забруднення приміської зони м. Івано-Франківська на основі експериментальних вимірювань рівнів шуму в межах приміських населених пунктів, аналізу їх відповідності нормативним показникам та побудови карт шуму.

Виклад основного матеріалу. Дослідження виконувались в рамках міжнародного проекту HUSKROUA/1702/6.1/0022 “Regional Center for Training and Monitoring of the Environmental impact of Electrical installations CRIMIGE” [25]. Результати реалізовано у кваліфікаційних комплексних магістерських роботах зі спеціальності 101 Екологія.

Відповідно до діючих державних санітарних правил [10] та будівельних норм [13] територія населеного пункту з урахуванням переважного функціонального використання поділяється на:

– сільбищну територію - для розміщення житлового фонду, громадських будівель та споруд, установ соціального, культурного та побутового призначення, внутрішньосільбищної вулично-дорожньої та транспортної мереж, зелених насаджень та місць громадського користування, дозволених до будівництва комунальних та промислових об'єктів;

– виробничу територію - для розміщення промислових підприємств і пов'язаних з ними об'єктів, комплексів наукових установ з дослідними виробництвами, комунально-складських об'єктів, підприємств по виробництву та переробці сільськогосподарських продуктів, створення санітарно-захисних зон промислових підприємств, об'єктів зовнішнього транспорту, шляхів позаміського та приміського сполучення;

– ландшафтно-рекреаційну територію, що охоплює приміські ліси, лісопарки, лісозахисні смуги, водоймища, зони відпочинку та курортні зони, землі сільськогосподарського використання та інші, які разом з парками, садами, скверами, бульварами сельбищної території формують систему озеленення та оздоровчих зон.

У межах зазначених територій виділяють зони різного функціонального призначення - житлової забудови, громадських центрів, промислові, наукові, науково-виробничі, комунально-складські, зовнішнього транспорту, масового відпочинку, курортні.

У різних функціональних зонах відрізняються санітарно-гігієнічні нормативи, зокрема допустимі рівні шуму. Тому задля об'єктивної оцінки шумового режиму в приміських населених пунктах було побудовано мережу з 45 точок спостереження на ділянках різного призначення в с. Ямниця, с. Угринів, с. Клузів. В просторовому масштабі територія досліджень сягала 12 км² (рис. 1).

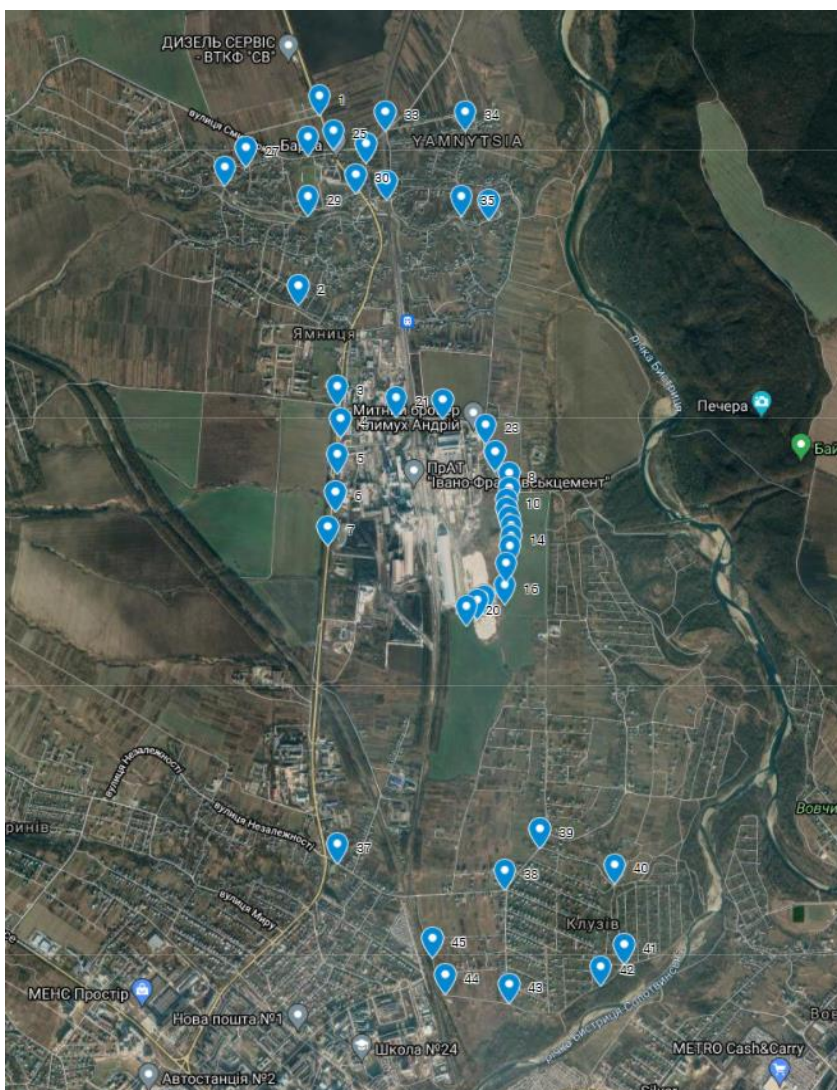


Рис. 1. Мережа точок спостереження на досліджуваній території

Зону транспортної інфраструктури: зону магістральної дороги Н-09 Мукачево-Івано-Франківськ-Львів представляли точки спостереження 1-7, які відображали вплив шумового забруднення від потоків автомобільного транспорту та на сельбищу, виробничу територію; а зону відведення залізниці – точки спостереження 44-45 для оцінки шумового забруднення від даного джерела на сельбищу та ландшафтно-рекреаційну та територію.

Виробнича зона ПрАТ «Івано-Франківськцемент» була представлена точками спостереження 8-24, розташованими по периметру території підприємства зі східної, південно-східної та північної сторін для оцінки дотримання норм від промислового шуму.

Зона житлової (садибної) та громадської забудови включала точки в межах с. Ямниця (25-36), с. Угринова – 37 та с. Клузів (38-45) для оцінки дотримання нормативного шумового режиму в приміщеннях і на територіях житлової забудови.

При комплексній оцінці шумового режиму на території житлової забудови, а також при розробленні шумової карти сельбищної території з урахуванням усіх джерел (стаціонарних з постійним і непостійним шумом, транспортних потоків), що впливають на дану територію, акустичний розрахунок слід виконувати у рівнях звуку, еквівалентних і максимальних рівнях звуку в дБА [14].

Для вимірювання шумового забруднення використовувався портативний професійний шумомір – PCE-322A-ICA (рис. 2), який належить до 2 класу та відповідає вимогам держстандарту України ДСТУ EN 61672-1:2017 [17]. Зважаючи на це з використанням шумоміра PCE-322A-ICA вимірювався рівень звуку в дБА, використовуючи фільтр «А», який знижує чутливість на низьких та високих частотах.



Рис.2. Шумомір PCE-322A-ICA

Шумове забруднення визначалося натурними інструментальними вимірюваннями згідно з «ГОСТ 23337 Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» [18]. Дотримуючись вимог було обрано дні дослідження без випадання атмосферних опадів і швидкості вітру менше 5 м/с. В кожній точці спостереження вимірювання проводилось одноразово (т. 1-7 - 30.10.2021; т. 8-24 – 12.11.2021, т. 25-45 – 25.11.2021), вдень, в однаковий період доби (з 12 до 15 год), впродовж 10 хв на висоті 1,2 - 1,5 м від рівня поверхні території. Перед вимірюванням визначалися координати точки спостережень.

Шумомір PCE-322A-ICA давав змогу фіксувати кожній точці спостереження мінімальні рівні звуку L_{Amin} та максимальні рівні звуку L_{Amax} за час вимірювання з точністю до 0,1 дБА (табл.1). Середні рівні звуку L_{Asep} в кожній точці були розраховані як середнє арифметичне.

Оцінка результатів вимірювання шуму проводиться шляхом порівняння фактичних показників з нормативними, що затверджені діючими санітарними нормами для сельбищних [11] та виробничих [12] територій. Допустимі рівні звуку встановлені для «захищених об'єктів», тобто приміщень житлових і громадських будинків та на окремих територіях житлової забудови. Зокрема встановлені нормативні значення для таких територій як території, які безпосередньо прилягають (2 м від огорожувальних конструкцій (фасадів)) до різного типу будівель, а також для майданчиків відпочинку, майданчики закладів освіти.

Варто зазначити, що рівень звуку в певній розрахунковій точці, зокрема на об'єктах, для яких нормується шумове забруднення, може знижуватися порівняно з базовою точкою вимірювання, у зв'язку зі зниженням рівня звуку від джерела шуму через відстань, затухання у повітряному просторі, вплив покриття, наявність екранів, зелених насаджень на шляху поширення звуку [15].

Рівні звуку в точках спостереження, дБА

№ т.	L_{Amax}	L_{Amin}	$L_{Aсер}$	№ т.	L_{Amax}	L_{Amin}	$L_{Aсер}$	№ т.	L_{Amax}	L_{Amin}	$L_{Aсер}$
1	65,7	62,5	64,1	16	42,5	40,3	41,4	31	55,5	51,1	53,3
2	77	73,2	75,1	17	46,2	43,7	45,0	32	71	55,2	63,1
3	76,9	70,5	73,7	18	46	44,2	45,1	33	55	50	52,5
4	63,3	62,4	62,9	19	45,3	42,1	43,7	34	55	49,3	52,2
5	67,8	65,5	66,7	20	46,7	44	45,4	35	78,4	60,4	69,4
6	77,1	72,1	74,6	21	60,1	58,3	59,2	36	58,2	54,2	56,2
7	64,6	62,4	63,5	22	57,7	56,4	57,1	37	78,4	60,4	69,4
8	48,9	48	48,5	23	53,5	52,1	52,8	38	58,2	54,2	56,2
9	47,5	46	46,8	24	50,3	49,6	50,0	39	86	51	68,5
10	48,2	47,8	48,0	25	78,4	60,4	69,4	40	56	51,3	53,7
11	49,1	48,4	48,8	26	58,2	54,2	56,2	41	55	51,8	53,4
12	48,7	46,7	47,7	27	86	51	68,5	42	89	57	73,0
13	47,8	47,2	47,5	28	56	51,3	53,7	43	55,5	51,1	53,3
14	47,6	47	47,3	29	55	51,8	53,4	44	71	55,2	63,1
15	47,7	45,8	46,8	30	89	57	73,0	45	55	50	52,5

Для наочного графічного зображення розподілу рівнів шуму на досліджуваній території за допомогою GoogleEarth та Surfer було складено карти шуму. При побудові карт в програмі Surfer в якості методу інтерполяції використовувався, з нанесеними ізолініями рівнів звуку на місцевості в дБА, з інтервалом 5 дБА (рис. 3).

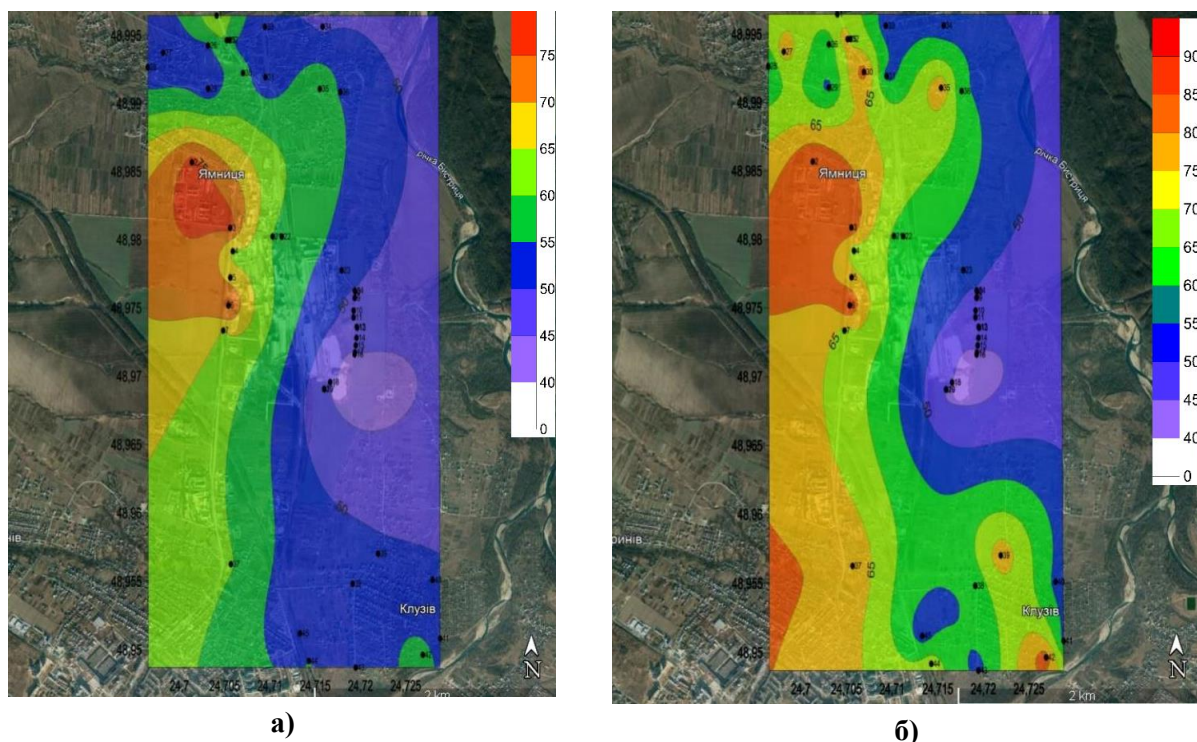


Рис 3. Карти шуму території дослідження, дБА

(а – розподіл мінімальних рівнів шуму, б – розподіл максимальних рівнів шуму)

Аналізуючи отримані результати, їх картографічне представлення та допустимі рівні звуку можна виявити певні закономірності.

1. Шум від транспортних потоків класифікують як непостійний, тобто такий, рівень звуку якого в часі змінюється більш як на 5 дБА. Однак тільки в т.3 вздовж магістральної дороги Н-09 коливання рівня звуку впродовж вимірювання становило більше 5 дБА – 6,4 дБА, в інших точках (1,2, 4-7) різниця між виміряними максимальними та мінімальними рівнями звуку становила 1-5 дБА. Рівні звуку L_A (середні) становили 63-75 дБА, максимальні рівні звуку L_{Amax} – 65-77 дБА.

Слід враховувати, що при встановленні L_A та рівнів звуку та L_{Amax} на прилеглих до житлових і громадських будинків територіях (на фасадах першої лінії забудови, які обернені у бік магістральних вулиць загальноміського і районного значення) допускається приймати допустимі рівні на 10 дБА більшими (за умови застосування вікон у таких будинках з відповідною до ситуації звукоізоляційною спроможністю та забезпечення в приміщеннях, які захищаються від шуму, допустимих рівнів) [10]. Так, наприклад, для території, які безпосередньо прилягають до житлових будинків, поліклінік, амбулаторій, диспансерів, будинків відпочинку, пансіонатів, будинків-інтернатів для людей похилого віку та інвалідів, дитячих дошкільних закладів, шкіл та інших навчальних закладів, бібліотек, храмів, музеїв в денний час допустимий рівень звуку буде $L_{Aдон} = 65$ дБА, а максимальний $L_{Amaxдон} = 80$ дБА. Враховуючи, що території вищезазначених категорій розташовані на більшій відстані від автодороги, ніж точки спостереження, то рівень шуму в них буде ще нижчим.

2. У точках спостереження (8-24), які розташовувались по **периметру виробничої території ПрАТ «Івано-Франківськцемент»**, рівень звуку у часі змінювався не більше ніж на 3 дБА, середнє коливання становило 1,5 дБА. Тобто даний шум можна класифікувати як постійний. Середні рівні звуку L_A становили 41-59 дБА, максимальні рівні звуку L_{Amax} – 43-60 дБА. Враховуючи, що всі точки розташовані в межах СЗЗ ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та дотримується достатня відстань до житлової забудови, то впливу промислового шуму від даного підприємства на прилеглі населені пункти не спостерігатиметься.

3. У точках спостереження, які розташовувались **в зоні житлової (садибної) та громадської забудови**, спостерігались найбільші відмінності в коливанні рівнів звуку. В точках 26,28,29,31,33,34,36,38,40,41,43,45 різниця була незначною і становила 3-5 дБА (34-6 дБА), тоді як в інших точках вона сягала від 16 -18 дБА (25,32,35,37,44) і навіть до 32-35 дБА (27,30, 39,42). Максимальні значення рівня звуку в таких точках були спричиненні проїздом автотранспорту вулицями та іншими локальними джерелами шуму в момент спостереження. Рівні звуку L_A (середні) та максимальні рівні звуку L_{Amax} становили:

- в точках з коливанням до 6 дБА $L_A = 52-56$ дБА, $L_{Amax} = 55-58$ дБА,
- в точках з коливанням у 16 -18 дБА $L_A = 63-69$ дБА, $L_{Amax} = 71-78$ дБА,
- в точках з коливанням у 32-35 дБА $L_A = 69-73$ дБА, а $L_{Amax} = 86-89$ дБА.

Оцінюючі дані результати можна твердити про дотримання норм ($L_{Aдон} = 55$ дБА, $L_{Amaxдон} = 70$ дБА для денного часу доби), які ставляться до територій житлової та громадської забудови у точках, де не було значних коливань рівнів шуму, тобто впродовж вимірювань на них дотримувалася нормативний шумовий режим. Що ж до інших точок, то в них спостерігається перевищення в основному через високі показники максимальних рівнів звуку.

Висновки. В рамках міжнародного проекту HUSKROUA/1702/6.1/0022 “Regional Center for Training and Monitoring of the Environmental impact of Electrical installations CRIMIGE” здійснено оцінку шумового забруднення в приміських населених пунктах, для чого було побудовано мережу з 45 точок спостереження на ділянках різного призначення (в зоні транспортної інфраструктури, виробничій зоні, зоні житлової (садибної) та громадської забудови,) в с. Ямниця, с. Угринів, с. Клужів. Вимірювання рівнів звуку проводилось з використанням портативного професійного шумомір – PCE-322A-ICA, картографічний матеріал побудовано за допомогою GoogleEarth та Surfer. Усі виміряні показники рівнів звуку та максимальних рівнів звуку порівняно з допустимими рівнями, встановленими державними санітарними нормами.

Література

- 1 Світові перспективи урбанізації у 2018 р. – режим доступу: <https://population.un.org/wup/>
- 2 Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
- 3 Волошина Ю.Я. Теоретичні основи поняття приміська зона та її основні взаємозв'язки з містом. Ефективна економіка. 2015. № 10.
- 4 Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0049>
- 5 Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization. Regional Office for Europe. 2011 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326424>

- 6 EEA Report No 19/2018 Environmental indicator report 2018 In support to the monitoring of the Seventh Environment Action Programme. European Environment Agency, 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-indicator-report-2018>
- 7 Blanes N, Fons J, Houthuijs D, Swart W, de la Maza MS, Ramos MJ, et al., Noise in Europe 2017: updated assessment., European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM), Bilthoven, The Netherlands https://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/ETCACM_TP_2016_13_NoiseInEurope2017.pdf
- 8 Environmental Noise Guidelines for the European Region. World Health Organization. Regional Office for Europe. 2018 <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>
- 9 Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>
- 10 Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
- 11 Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text>
- 12 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>
- 13 Планування та забудова територій ДБН Б.2.2-12:2019 <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/B2212-IB.pdf>
- 14 Захист територій, будинків і споруд від шуму ДБН В.1.1-31:2013 <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/36.1.-DBN-V.1.1-312013.-Zahist-teritoriy-budinkiv-i-sp.pdf>
- 15 ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій
- 16 ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013 Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях
- 17 ДСТУ EN 61672-1:2017 Електроакустика. Вимірювачі рівня звуку. Частина 1. Загальні технічні вимоги
- 18 ГОСТ 23337-78 Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий
- 19 Iglesias-Merchan, C.; Laborda-Somolinos, R.; González-Ávila, S.; Elena-Rosselló, R. Spatio-temporal changes of road traffic noise pollution at ecoregional scale. *Environ. Pollut.* 2021, 286
- 20 McAlexander, T.P., Gershon, R.R. & Neitzel, R.L. Street-level noise in an urban setting: assessment and contribution to personal exposure. *Environ Health* 14, 18. 2015. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0006-y>
- 21 Elaine C. Paz. Paulo Henrique Trombetta T. Zannin. Perception of noise in suburban and urban areas. *The Journal of the Acoustical Society of America* 123, 3821. 2008; <https://doi.org/10.1121/1.2935573>
- 22 Решетченко, А. І., Борсук, А. І. , & Вергелес , Ю. І. Аналіз існуючих нормативів країн ЄС в в порівнянні з вимогами українського законодавства в сфері шумового навантаження в урбосистемі. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*, 2 (20), 16–23. [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2\(20\)-16-23](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2(20)-16-23)
- 23 Екологія міста Івано-Франківська. Наукова монографія за редакцією проф. О. М. Адаменка, Івано-Франківськ, видавництво «СІБЕРСІЯ», 2002. – 120 с.
- 24 Y. Adamenko, M. Coman, T. Kundelska. Ecological safety of Ivano-Frankivsk urban system according to acoustical and electromagnetic load factors. *Scientific Bulletin Series D: Mining, Mineral Processing, Non-Ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering*. 2017. Vol. 31 (2). P. 27–33.
- 25 Проект «Регіональний центр навчання та моніторингу впливу електроустановок на навколишнє середовище» <https://crimige.cunbm.utcluj.ro/uk/%D0%BF%D1%80%D0%BE/>

N. Moskalchuk, Yu. Vovk, T. Kachala
Ivano-Frankivsk National
Technical University of Oil and Gas

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE NOISE POLLUTION WITHIN THE SETTLEMENTS OF IVANO-FRANKIVSK SUBURBAN AREA

The aim of the work is to study the noise pollution of Ivano-Frankivsk suburban area on the basis of experimental measurements of noise levels within suburban settlements, analysis of their compliance with regulations and development of noise maps.

To assess the noise pollution in suburban settlements, a network of 45 observation points was built in areas of different purposes (in the area of transport infrastructure, production area, area of housing (manor) and public buildings,) in the villages of Yamnytsia, Uhryniv, Kluziv. On a spatial scale, the study area reached 12 km².

A portable professional noise meter PCE-322A-ICA, which belongs to class 2 and meets the requirements of the state standard of Ukraine DSTU EN 61672-1:2017, was used to measure noise pollution. Sound level was measured in dBA.

Evaluation of measurement results is carried out by comparing the actual indicators with the normative ones approved by the current sanitary norms for residential and industrial areas.

For a visual graphical representation of the distribution of noise levels in the study area, noise maps were developed with isolines of sound levels in the field in dBA and with an interval of 5 dBA.

The LA sound levels at the points belonging to the traffic flow zone were 63-75 dBA, the maximum LA_{max} sound levels were 65-77 dBA. Given the permissible sound levels for the nearest protected objects and the distance to them, it can be claimed that the noise level in them will meet the norm.

At the observation points located along the perimeter of the production area of Ivano-Frankivskcement PJSC, the LA sound levels were 41-59 dBA, the maximum LA_{max} sound levels were 43-60 dBA. As all points are located within the SPZ of PJSC Ivano-Frankivskcement and maintain a sufficient distance to residential buildings, the impact of industrial noise of this enterprise on the surrounding settlements will not be observed.

At the observation points in the area of residential (manor) and public buildings, the greatest differences in the fluctuations of sound levels were observed. LA sound levels and maximum LA_{max} sound levels were: at points with fluctuations up to 6 dBA LA = 52-56 dBA, LA_{max} = 55-58 dBA, at points with fluctuations of 16-18 dBA LA = 63-69 dBA, LA_{max} = 71-78 dBA, at points with fluctuations of 32-35 dBA LA = 69-73 dBA, and LA_{max} = 86-89 dBA. After evaluating these results it can be concluded that they comply with the norms (allowable LA = 55 dBA, LA_{max} = 70 dBA for daytime), which apply to residential and public buildings at points without significant fluctuations in noise levels. At other points, exceedances were observed mainly due to high values of maximum sound levels caused by local noise sources from the time of measurements.

Key words: environmental assessment, noise, settlement, suburban area, Ivano-Frankivsk.

References

- 1 Svitovi perspektyvy urbanizatsii u 2018 r. <https://population.un.org/wup/>
- 2 Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text>
- 3 Voloshyna Yu.Ia. Teoretychni osnovy poniattia prymiska zona ta yii osnovni vzaiemozviazky z mistom. Efektyvna ekonomika. 2015. № 10.
- 4 Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32002L0049>
- 5 Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization. Regional Office for Europe. 2011 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326424>
- 6 EEA Report No 19/2018 Environmental indicator report 2018 In support to the monitoring of the Seventh Environment Action Programme. European Environment Agency, 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-indicator-report-2018>
- 7 Blanes N, Fons J, Houthuijs D, Swart W, de la Maza MS, Ramos MJ, et al., Noise in Europe 2017: updated assessment., European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation

- (ETC/ACM), Bilthoven, The Netherlands
https://acm.eionet.europa.eu/reports/docs/ETCACM_TP_2016_13_NoiseInEurope2017.pdf
- 8 Environmental Noise Guidelines for the European Region. World Health Organization. Regional Office for Europe. 2018 <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>
- 9 Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>
- 10 Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
- 11 Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях, зhyтлових та громадських будинків і на території зhyтлової забудови <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text>
- 12 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДSN 3.3.6.037-99 <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>
- 13 Планування та забудова території DBN B.2.2-12:2019 <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/B2212-IB.pdf>
- 14 Зakhyst території, будинків і споруд від шуму DBN V.1.1-31:2013 <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/36.1.-DBN-V.1.1-312013.-Zahist-teritoriy-budinkiv-i-sp.pdf>
- 15 DSTU-N B V.1.1-33:2013 Nastanova z rozrakhunku ta proektuvannia zakhystu vid шуму selbyshchynykh teritorii
- 16 DSTU-N B V.1.1-35:2013 Nastanova z rozrakhunku rivniv шуму v primishchenniakh i na teritoriiakh
- 17 DSTU EN 61672-1:2017 Elektroakustyka. Vymiriuvachi rivnia zvuku. Chastyna 1. Zahalni tekhnichni vymohy
- 18 HOST 23337-78 Metody yzmereniy shuma na selytebnoi teritoryi y v pomeshcheniyakh zhylykh y obshchestvennykh zdaniy
- 19 Iglesias-Merchan, C.; Laborda-Somolinos, R.; González-Ávila, S.; Elena-Rosselló, R. Spatio-temporal changes of road traffic noise pollution at ecoregional scale. *Environ. Pollut.* 2021, 286
- 20 McAlexander, T.P., Gershon, R.R. & Neitzel, R.L. Street-level noise in an urban setting: assessment and contribution to personal exposure. *Environ Health* 14, 18. 2015. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0006-y>
- 21 Elaine C. Paz. Paulo Henrique Trombetta T. Zannin. Perception of noise in suburban and urban areas. *The Journal of the Acoustical Society of America* 123, 3821. 2008; <https://doi.org/10.1121/1.2935573>
- 22 Reshetchenko, A. I., Borsuk, A. I. , & Verheles , Yu. I. Analiz isnuichykh normatyviv krain YeS v v porivnianni z vymohamy ukrainskoho zakonodavstva v sferi shumovoho navantazhennia v urbosystemi. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia*, 2 (20), 16–23. [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2\(20\)-16-23](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2(20)-16-23)
- 23 Ekolohiia mista Ivano-Frankivska. Naukova monohrafiia za redaktsiieiu prof. O. M. Adamenka, Ivano-Frankivsk, vydavnytstvo «SIVERSIIa», 2002. – 120 s.
- 24 Y. Adamenko, M. Coman, T. Kundelska. Ecological safety of Ivano-Frankivsk urban system according to acoustical and electromagnetic load factors. *Scientific Bulletin Series D: Mining, Mineral Processing, Non-Ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering*. 2017. Vol. 31 (2). P. 27–33.
- 25 Proekt «Rehionalnyi tsentr navchannia ta monitorynhu vplyvu elektroustanovok na navkolyshnie seredovyshche» <https://crimige.cunbm.utcluj.ro/uk/%D0%BF%D1%80%D0%BE/>

*Х. М. Матіїв¹, М. В. Корчемлюк²,
Л. М. Архипова¹*

*¹Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу,
²Карпатський національний природний парк*

СЕЗОННІ КОЛИВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД У МЕЖАХ ЯРЕМЧАНСЬКОЇ ТУРИСТИЧНОЇ ДЕСТИНАЦІЇ

Яремчанська туристична дестинація є місцем скупчення значної кількості туристичних закладів розміщення, готелів, зелених садиб, тощо, скиди з яких спричиняють як пряме так й дифузійне забруднення поверхневих вод. В роботі досліджено сезонні зміни та коливання фізико-хімічних показників якості поверхневих вод басейну р. Прут в рамках регулярного моніторингу в межах Яремчанської туристичної дестинації на основі проведених авторами польових досліджень.

Програма спостережень включала два гідрологічні сезони: весняний багатоводний період та осінню межень 2021 року. Лабораторно досліджено поверхневі води з р. Прут та її приток на ділянці від с. Дора (передмістя м. Яремче) вгору за течією до с. Ворохта. Проби відбирались на десяти пунктах спостережень. Для виконання лабораторних досліджень використано нормативно затверджені методики та сертифіковане обладнання.

У період весняної повені 2021 р. величина рН мала відносно стабільні значення в усіх пробах з середнім показником $-7,8$. Вміст іонів амонію (NH_4^+) в пробах відібраних в період повені дещо підвищений у порівнянні з періодом межені. Найбільший зафіксований показник амонію складає ($0,5 \text{ мг/дм}^3$) в створі р. Кам'яниця - урочище Магура в інших пробах коливається від $0,15$ до $0,25$. Вміст фосфатів (PO_4^{3-}) досягнув найбільшого зафіксованого показника ($0,15 \text{ мг/дм}^3$), а загальна мінералізація води р. Прут м. Яремче переважно слабка і помірна ($150\text{-}250 \text{ мг/дм}^3$). Найменші показники мінералізації мають місце в період весняної повені, найбільші характерні для зимової межені, що загалом відповідає природним умовам сезонних змін. Значення якісного складу вод в меженний період за показником нітратів в усіх пробах вищі, ніж у період весняної повені. Найвищу концентрацію нітратів ($56,7 \text{ мг/дм}^3$) було зафіксовано в осінній період у створі р. Жонка - м. Яремче нижче за течією сконцентрованого скупчення зелених садиб та готелів.

Як показали отримані лабораторні результати, крім нітратного забруднення, всі решта проаналізовані показники фізико-хімічного складу поверхневих вод на дослідженій території знаходяться в допустимих межах. Обидва періоди дослідження належать до туристичного міжсезоння з найменшою кількістю відвідувачів протягом року. Отримані результати доводять, що за цих умов самоочищуюча властивість поверхневих вод спроможна справлятися із прямим та дифузійним забрудненням як у період високої води, так й у період межені.

Ключові слова: сезонні коливання, забруднення, поверхневі води, туристична дестинація.

Постановка проблеми. Одним із основних напрямків сучасних гідроекологічних досліджень науковців є спостереження, оцінка і прогноз стану поверхневих вод на території туристичних дестинацій [1,2]. Головною поверхневою водною артерією на території Яремчанської туристичної дестинації є ріка Прут - ліва притока Дунаю. Річка є однією із наймальовничіших в регіоні і відіграє надзвичайно важливу роль в рекреаційному, господарському та естетичному значенні [3,4]. Потрібно відмітити, що басейн ріки є одночасно територією найбільшого туристично-рекреаційного навантаження у Івано-Франківській області. Проблемаю на даний час є відвід стоків з малих готелів та сільських садиб які знаходяться у Яремчанській туристичній дестинації, адже у переважній кількості закладів розміщення відсутні централізовані системи водопостачання та водовідведення [5]. Зростання туристичної галузі призводить до високої концентрації туристів та збільшення відповідної інфраструктури, скиди з яких спричиняють як пряме так й дифузійне забруднення поверхневих вод [6]. Проблема забруднення нітратами і фосфатами поверхневих вод є надзвичайно гострою та актуальною [7]. Тому моніторинг фізико-хімічного складу поверхневих вод у межах туристичних дестинацій є дуже важливим для контролю ситуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Щодо оцінки якості води саме верхньої ділянки річки Прут, то до цієї теми звертались багато дослідників. Серед них можна відмітити Корчемлюк М. В., Архипову Л. М., Кравчинського Р. Л., Хільчевського В. К., в працях яких

подано детальний аналіз екологічної ситуації як у самій річці Прут, так і в її басейні в цілому [8, 9]. Окремі дослідження і публікації присвячені проблемам дифузійного забруднення поверхневих вод Карпатського регіону. Питання територіальних нормативів якості гідроекосистем заповідних територій та методи досліджень гідросфери, зокрема Карпатського НПП, включаючи фактор туристичного навантаження, визначили Яцик А. В., Адаменко Я. О., Мокієнко А. В. та ін. [10, 11, 12, 13].

Здійснивши короткий аналіз моніторингових спостережень цього регіону протягом попередніх років, можна констатувати, що на території закладена сітка стаціонарів щодо вивчення різноманітних природних компонентів. Серед них одне з чільних місць посідає контроль за гідрохімічними параметрами як самої річки, так і пов'язаних з нею об'єктів. Проте, попередні дослідження, проведені профільними та спорідненими організаціями щодо річки Прут та окремих екосистем на її берегах, є досить розрізненими і не пов'язувались з туристично-рекреаційним навантаженням, що вказує на необхідність та актуальність подальшого детального вивчення їх стану з метою оцінки та прогнозування.

Мета та завдання роботи. Метою роботи стало дослідження сезонних змін та коливань фізико-хімічних показників якості поверхневих вод басейну Прута в рамках регулярного моніторингу в межах Яремчанської туристичної дестинації.

Об'єкт і методи дослідження. Сезонні зміни та кліматичні умови мали істотний вплив на вибір місць відбору проб води для дослідження. Відібрано 10 проб води у листопаді й квітні 2021 року, у період з низькою (межень) 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 поверхневих 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; Ph-метр – PH818; кольориметричні аналізи нітратів і нітритів, фосфатів і амонію – Ptero; нітратомір – H401; TDSметр – AZ-86031; кольориметричні мембранні тести – Sensafe.

Як основний нормативний документ, що контролює якісні та кількісні показники, використовувався ДСанПіН 2.2.4-171-10 [14], на основі якого визначалась придатність води для питного споживання.

Виклад основного матеріалу. Станом на 2021 рік за даними сайту *karpaty.info* було зареєстровано більше 1200 туристичних закладів розміщення в Яремчанській туристичній дестинації [15].

За даними Карпатського НПП (територія якого входить в Яремчанську туристичну дестинацію) туристичні потоки відвідувачів туристичних стежок парку 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-19 та локальними заходами запобігання її розповсюдження в регіоні.

Потрібно зауважити, що реальна кількість відвідувачів є в декілька разів більша, оскільки не всі туристи, що скористались закладами розміщення в межах Яремчанської туристичної дестинації, стали екскурсантами екологічних стежок Карпатського національного природного парку з оплатою вхідного квитка. Загальновідомо, що заклади розміщення зазначеної дестинації є супутником гірськолижного курорту «Буковель». Отже основна кількість туристів поселяється неподалік курорту з метою щоденного доїзду для катання на лижах або використання інших атракцій курорту, оскільки заклади розміщення і харчування Буковелю достатньо дороговартісні.

Швидкі темпи збільшення туристичної інфраструктури без централізованої системи водопостачання та водовідведення можуть призвести до збільшення потрапляння нітратів та нітритів до води.

Тому проблема вивчення сезонної динаміки зміни показників якості вод є предметом для удосконалення подальших моніторингових досліджень в регіоні. Пропонується сезонний

моніторинг з урахуванням кластерного скупчення туристичних закладів розміщення, аналіз кореляції активізації туристичних потоків, сезонних коливань складових показників у річці Прут.

На рис. 1 зображено карту місць проведеного відбору проб поверхневих вод у Яремчанській туристичній дестинації.

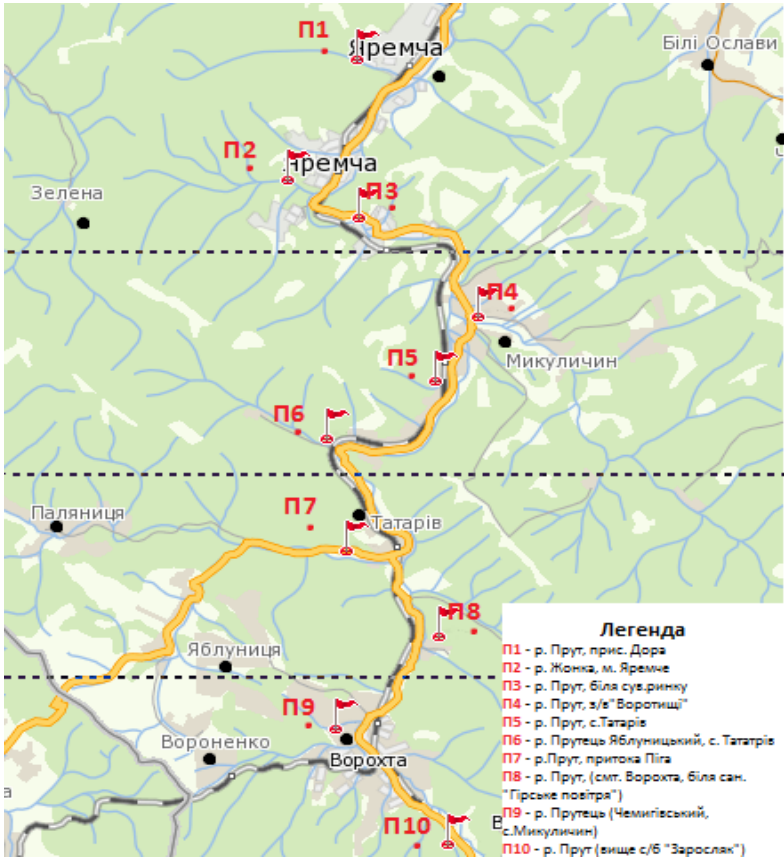


Рис.1. Карта відбору проб поверхневих вод у Яремчанській туристичній дестинації

Як показали отримані лабораторні результати, практично всі санітарно-хімічні показники води р. Прут на дослідженій ділянці знаходяться в допустимих межах. Проте, спостерігаються певні закономірності збільшення або зменшення числових значень окремих показників, зокрема у плані часової та просторової динаміки.

Основну частину експериментальних даних (найбільш інформативних параметрів), отриманих в результаті лабораторного аналізу проб води з р. Прут в осінній та зимовій серіях, подано у зведеній таблиці.

Таблиця

Результати лабораторного вивчення проб р. Прут
в період весняної повені та осінньо-зимової межень

№ з/п	Показник	Сезон	П.1	П.2	П.3	П.4	П.5	П.6	П.7	П.8	П.9	П.10
1.	рН	весняна повінь	8,3	8,5	8,16	7,6	7,26	7,59	7,76	7,44	7,55	7,9
		межень	7,7	7,7	7,6	7,6	7,7	7,8	7,9	7,7	7,8	7,7
2.	Іон амонію, мг/дм ³	весняна повінь	0,15	0,25	0	0,05	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0
		межень	0	0	0,25	0,25	0,25	0,15	0,5	0,1	0,05	0
3.	Нітрит-іон, мг/дм ³	весняна повінь	0,1	0,1	0,15	0,08	0,08	0,15	0,05	0,08	0,08	0
		межень	< 0,05	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0
4.	Нітрат-іон, мг/дм ³	весняна повінь	0,6	15,9	15,9	12,5	12,8	9,4	8,6	0,8	1,9	0,3
		межень	13,2	21,5	56,7	14,4	19,3	26,1	16,3	17,2	13,7	13,1
5.	Фосфати, мг/дм ³	весняна повінь	0	0	0,02	0,15	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,05
		межень	0	0	0,05	0,05	0,05	0	0,07	0,05	0	0
6.	Мінералізація, мг/дм ³	весняна повінь	162	46	108	125	106	147	68	155	97	43
		межень	143	72	132	139	133	197	106	114	123	45

Водневий показник (pH) характеризує активність іонів водню і є одним із найважливіших критеріїв якості води. Згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 [6], pH води має бути в межах 6,5–8,5. У період весняної повені 2021 р. величина pH мала відносно стабільні значення в усіх пробах з середнім показником –7,8. У період межені середній показник pH склав –7,7. Спостерігається стабільне значення рівня pH в обидва періоди спостереження. Найбільший показник зафіксовано у р. Прут (присілок Дора) у пробі П2 в період повені з кількісним значенням 8,5, а в період межені у пробі П7 (урочище Магура) з кількісним значенням 7,9 (рис. 2).

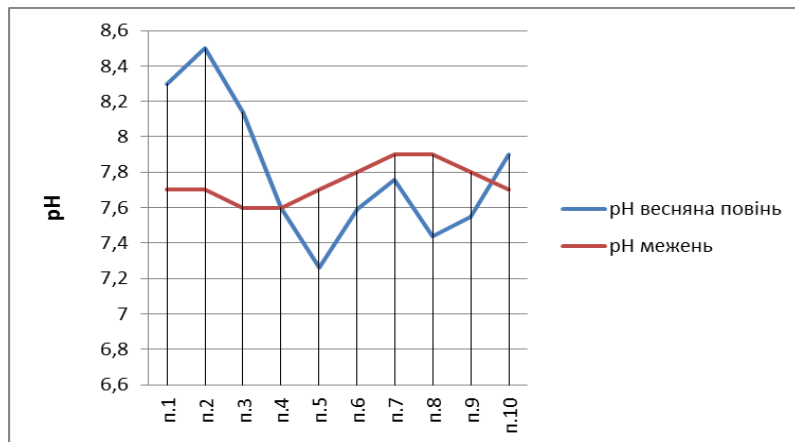


Рис. 2. Порівняльна характеристика показника pH у поверхневих водах в межах Яремчанської туристичної дестинації в період весняної повені та межені

Вміст іонів амонію (NH_4^+) в пробах відібраних в період повені дещо підвищений в порівнянні з періодом межені, найбільший зафіксований показник амонію складає ($0,5 \text{ мг/дм}^3$) в створі р. Кам'яниця – урочище Магура, в інших пробах коливається від $0,15$ до $0,25$ (рис. 3). Гранично допустима концентрація іону амонію у воді є $2,6 \text{ мг/дм}^3$ згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10. Проби відбирались у квітні та жовтні 2021 р. Обидва періоди належать до туристичного міжсезоння з найменшою кількістю відвідувачів протягом року. Отримані результати доводять, що за цих умов самоочищуюча властивість р. Прут спроможна справлятися із амонійним забрудненням як у період високої води, так й у період межені.

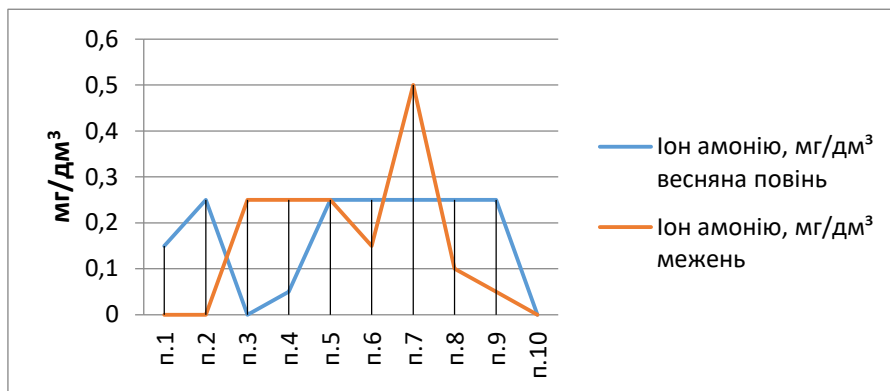


Рис. 3. Порівняльна характеристика концентрації іону амонію у поверхневих водах Яремчанської туристичної дестинації в періоди різної водності

Вміст фосфатів (PO_4^{3-}) досягнув найбільшого зафіксованого показника ($0,15 \text{ мг/дм}^3$) у пробі П4 в період весняної повені. У всіх пробах вміст фосфатів значно вищий під час повені, однак не перевищує дозволених норми, зазначені в ДСанПіН 2.2.4-171-10, а саме $3,5 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 4).

Отримані результати підтверджують, що за умов мінімального рекреаційного навантаження самоочищуюча властивість поверхневих вод Яремчанської туристичної дестинації спроможна справлятися із фосфатним забрудненням як у період високої води, так й у період межені.

Згідно чинного законодавства ДСанПіН 2.2.4-171-10 допустима норма нітратів (NO_3^-) складає 45 мг/дм^3 . Відповідно, порівнявши з цим показником проаналізовані проби, води можна констатувати той факт, що вміст нітратів не в усіх пробах був в межах допустимої норми. Прослідковується збільшення допустимого вмісту нітратів в отриманих пробах в період межені. Загалом значення якісного складу вод в меженний період за показником нітратів в усіх пробах

вищі, ніж у період весняної повені (рис. 5). Найвищу концентрацію нітратів ($56,7 \text{ мг/дм}^3$) в річці було зафіксовано в осінній період у пробі П 3 (місце відбору проби – р. Жонка, м. Яремче) нижче за течією сконцентрованого скупчення зелених садиб та готелів.

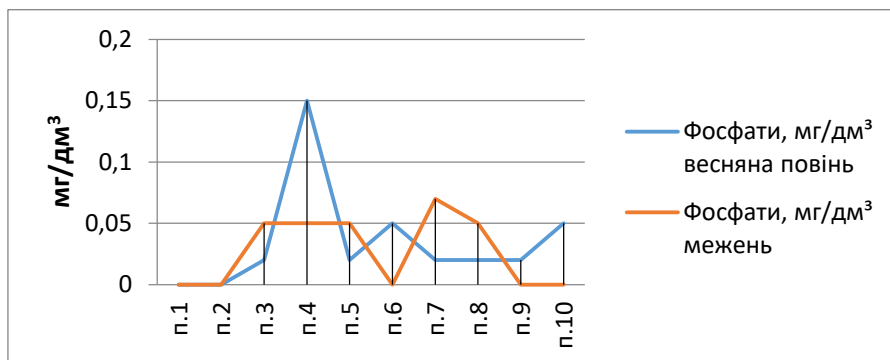


Рис. 4. Порівняльна характеристика вмісту фосфатів у поверхневих водах Яремчанської туристичної дестинації в період весняної повені та межень

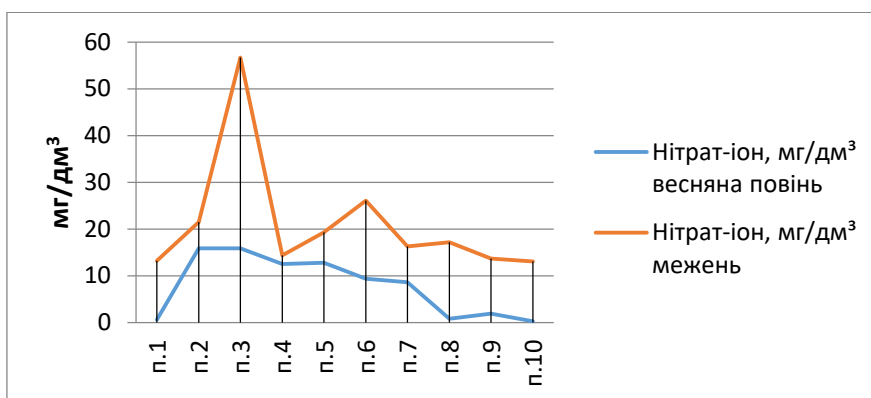


Рис. 5. Порівняльна характеристика концентрації нітратів у поверхневих водах в межах Яремчанської туристичної дестинації в період весняної повені та межень

Отримані результати доводять, що навіть за умов мінімального рекреаційного навантаження самоочищуюча властивість р. Прут знаходиться на межі можливостей справлятися із нітратним забрудненням як у період межень.

Загальна мінералізація у поверхневих водах в межах Яремчанської туристичної дестинації переважно слабка і помірна ($150\text{--}250 \text{ мг/дм}^3$). За класифікацією О. А. Алекіна, ця вода відноситься до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. Нижче м. Яремче за течією річки склад води може бути віднесений до гідрокарбонатно-сульфатного класу кальцієво-натрієвої групи. Найменші показники мінералізації мають місце в період весняної повені, найбільші характерні для зимової межень (рис. 6), що загалом відповідає природним умовам сезонних змін.

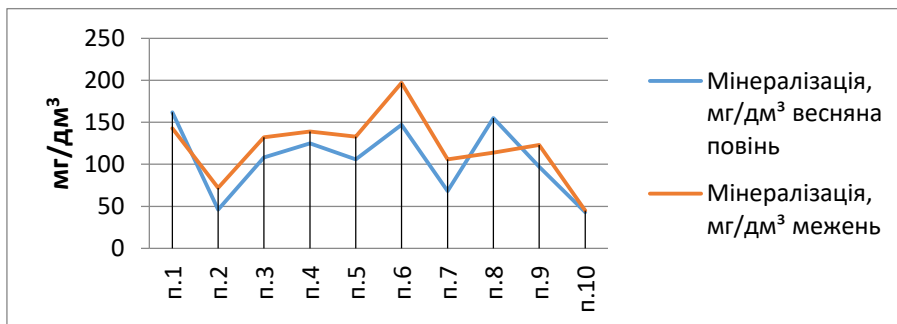


Рис. 6. Порівняльна характеристика мінералізації у поверхневих водах в межах Яремчанської туристичної дестинації в період весняної повені та межень

Висновки. Проблема забруднення річки Прут в Яремчанській туристичній дестинації за отриманими нами даними не є критичною. Прослідковується збільшення допустимого вмісту нітратів в отриманих пробах в період межень. Деякі значення якісного складу вод в меженний період в декілька разів більші за період весняної повені.

У період весняної повені 2021 р. величина рН мала відносно стабільні значення в усіх пробах з середнім показником –7,8. Вміст іонів амонію (NH_4^+) в пробах відібраних в період повені дещо підвищений у порівнянні з періодом межені. Найбільший зафіксований показник амонію складає ($0,5 \text{ мг/дм}^3$) в створі р. Кам'яниця - урочище Магура в інших пробах коливається від $0,15$ до $0,25$. Вміст фосфатів (PO_4^{3-}) досягнув найбільшого зафіксованого показника ($0,15 \text{ мг/дм}^3$), а загальна мінералізація води р. Прут м. Яремче переважно слабка і помірна ($150\text{--}250 \text{ мг/дм}^3$). Найменші показники мінералізації мають місце в період весняної повені, найбільші характерні для зимової межені, що загалом відповідає природним умовам сезонних змін. Значення якісного складу вод в меженний період за показником нітратів в усіх пробах вищі, ніж у період весняної повені. Найвищу концентрацію нітратів ($56,7 \text{ мг/дм}^3$) було зафіксовано в осінній період у створі р. Жонка - м. Яремче нижче за течією сконцентрованого скупчення зелених садиб та готелів.

Як показали отримані лабораторні результати, крім нітратного забруднення, всі решта проаналізовані показники фізико-хімічного складу поверхневих вод на дослідженій території знаходяться в допустимих межах. Обидва періоди дослідження належать до туристичного міжсезоння з найменшою кількістю відвідувачів протягом року. Отримані результати доводять, що за цих умов самоочищуюча властивість поверхневих вод спроможна справлятися із прямим та дифузійним забрудненням як у період високої води, так й у період межені.

Література

- 1 Архипова Л.М. Гранична місткість та сталий розвиток рекреаційної зони «Буковель». Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал. 2014. No2 (10).С.93–100.
- 2 Prykhodko, M., Arkhypova, L., Horal, L. and Kozhushko, S. Concept of ecosystem services and its implementation in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geocology, 29 (2), 2020. 68-80. DOI: [https://doi.org/10.15421/112034\(WoS\)](https://doi.org/10.15421/112034(WoS))
- 3 Приходько М. М. Екологічні ризики та екологічна безпека басейну верхнього Пруту. Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія. 2014. № 2. С. 143-154.
- 4 Яцик А.В., Романенко В.Д. Методика оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями. К.: Світ, 2008. 28 с
- 5 Архипова Л.М. Сталий розвиток території – основа міжнародного туризму в Українських Карпатах. «Економіка. Управління. Інновації. Серія: економічні науки. -No2(10) –2013. Електронне фахове видання. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.
- 6 Khilchevskiy V. K., Kurylo S. M., Sherstyuk N. P. (2018). “Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine”. Journ.Geol.Geograph. Geocolog, no. 27(1), pp. 68-80.
- 7 Khilchevskiy V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P. Hidrografy and hydrochemistry of transboundary river Western Bug on the territory of Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geocology. 2018. No. 27(2). P. 232-243. DOI: 10.15421/111848.
- 8 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.
- 9 Kravchynskiy R., Khilchevskiy V., Korchemliuk M. and Stefurak O. Monitoring of springs of the Carpathian National Nature Park / Ed. by V.K.Khilchevskiy, Ivano-Frankivsk, 2019, p.124.
- 10 Адаменко Я.О. Архипова Л.М. Прогноз екологічних наслідків для водних об'єктів будівництва туристичних комплексів. Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – No1(15). – С.141-146.
- 11 Мокієнко А. В. Мінеральний склад питних та мінеральних вод як фактор впливу на здоров'я населення (огляд літератури) //Вода: гігієна і екологія. –2015. –No. 3, No 1-2. –С. 50-60.
- 12 Кирилук 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.
- 13 Яцик А.В. Водні ресурси України як основа сталого розвитку держави. Вісник Укр. держ. унту водного господарства та природокористування. Ч. 1. Рациональне використання і охорона природних ресурсів. 2002. Вип. 5(18). С. 164-175.
- 14 ДСанПін 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
- 15 Karpaty info: [Web-site]. URL: <https://www.karpaty.info/ua/>

**Kh. Matiiv¹, M. Korchemliuk²,
L. Arkhypova¹**

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

SEASONAL FLUCTUATIONS OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF SURFACE WATERS WITHIN THE FRAMEWORK OF YAREMCHE TOURIST DESTINATION

Yaremche tourist destination aggregates a significant number of tourist accommodation establishments, hotels, green estates, etc., wastes from which cause both direct and diffuse pollution of surface waters. The seasonal changes and fluctuations of physical and chemical indicators of surface water quality of the Prut River basin within the framework of regular monitoring within Yaremche tourist destination on the basis of the field researches carried out by the authors have been investigated.

The observation program included two hydrological seasons: the spring high water period and the autumn low of 2021. The surface waters from the Prut River and its tributaries in the area from the village of Dora (suburbs of Yaremche) upstream to the village of Vorokhta were studied. Samples were taken at ten observation points. Regulatory approved methods and certified equipment were used to perform laboratory tests.

During the spring floods of 2021, the pH value was relatively stable in all samples with an average of -7.8. The content of ammonium ions (NH_4^+) in the samples taken during the flood period is slightly increased compared to the low tide period. The highest recorded value of ammonium (0.5 mg/dm^3) is in the line of the Kamianytsia River, Mahura tract, in other samples it ranges from 0.15 to 0.25. The content of phosphates (PO_4^{3-}) has reached the highest recorded value (0.15 mg/dm^3), and the total mineralization of the water of the Prut River in Yaremche is mostly weak and moderate ($150\text{-}250 \text{ mg/m}^3$). The lowest rates of mineralization occur during the spring floods, the highest are characteristic of the winter low, which generally corresponds to the natural conditions of seasonal changes. The values of the qualitative composition of waters in the low tide period in terms of nitrates in all samples are higher than in the period of spring floods. The highest concentration of nitrates (56.7 mg/dm^3) was recorded in the autumn in the area of the Zhonka River, in the town of Yaremche downstream of the concentrated accumulation of green estates and hotels.

The obtained laboratory results show that except for nitrate pollution, all other analyzed indicators of physicochemical composition of surface waters in the study area are within acceptable limits. Both periods of the study belong to the tourist off-season with the fewest visitors during the year. The obtained results prove that under these conditions the self-cleaning property of surface waters can cope with direct and diffuse pollution both in the period of high water and in the period of low water.

Key words: seasonal fluctuations, pollution, surface waters, tourist destination.

References

- 1 Arkhypova L.M. Hranychna mistkist ta stalyy rozvytok rekreatsinyoi zony «Bukovel». Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannya. Naukovo-tekhnichnyi zhurnal. 2014. Issue 2 (10). S.93–100.
- 2 Prykhodko, M., Arkhypova, L., Horal, L. and Kozhushko, S. Concept of ecosystem services and its implementation in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology, 29 (2), 2020. 68-80. DOI:[https://doi.org/10.15421/112034\(WoS\)](https://doi.org/10.15421/112034(WoS))
- 3 Prikhodko, M. M. Environmental risks and ecological safety of the Upper Prut basin. Scientific notes of V. Hnatyuk TNPU. Series: Geography. 2, 143-154.
- 4 Yatsyk, A.B., Romanenko, V.D. Metodyka otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyy kryteriiamy [Method of estimation of surface water quality according to the relevant criteria].
- 5 Arkhypova L.M. Stalyy rozvytok terytorii – osnova mizhnarodnoho turyzmu v Ukrayinskykh Karpatakh / L.M. Arkhypova// «Ekonomika. Upravlinnia. Innovatsii. Seriya: ekonomichninauky. - No2(10) – 2013. Elektronne fakhove vydannia. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe

6 Khilchevskyi V. K., Kurylo S. M., Sherstyuk N. P. (2018). Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. *Journ.Geol.Geograph. Geoecolog*, no. 27(1), pp. 68-80.

7 Khilchevskyi V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P. Hidrografy and hydrochemistry of transboundary river Western Bug on the territory of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. No. 27(2). P. 232-243. DOI: 10.15421/111848.

8 Korchemliuk M.V. Ekolohichna otsinka yakosti vody verkhnoi techii Prutu za blokom soliovoho skladu ta indeksom zabrudnenosti vody. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia: naukovyi zbirnyk*. 2006. Tom 9. S. 142-148.

9 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.

10 Adamenko Ya.O. Prohnoz ekolohichnykh naslidkiv dlia vodnykh ob'ektiv budivnytstva turystychnykh kompleksiv / Ya. O. Adamenko, L. M. Arkhypova // *Naukovyi visnyk Ivano-Frankivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu nafty i hazu*. –2007. –No1(15). –S.141-146.

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

12 Kirilyuk, O.V. Assessment of the hydrochemical status of the waters of the small rivers of the upper Prut basin (on the example of the rivers Gukik, Dereluy and Vizhenka). *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology: scientific collection*. K.: Horizons. 4(31), 62-67.

13 Jacyk, A.V. Water resources of Ukraine as the basis of sustainable development of the state. *Bulletin of the Ukr. state UN Water and Natural Resources*. Ch. 1. Rational use and protection of natural resources. 5 (18), 164-175

14 DSanPiN 2.2.4-171-10: [Web-site]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

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

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

УДК 53.092

DOI: 10.31471/2415-3184-2022-1(25)-77-80

В. А. Кравець*Донбаська національна академія
будівництва і архітектури
(м. Краматорськ)*

КОАГУЛЯЦІЯ І ДИСПЕРГУВАННЯ В ПОЛІДИСПЕРСНИХ РІДКИХ АЕРОЗОЛЯХ В РЕЗУЛЬТАТІ ЗОВНІШНЬОЇ АЕРОДИНАМІЧНОЇ ДІЇ

У полідисперсних рідких аерозолях (туманах) в результаті зовнішньої аеродинамічної дії можуть відбуватися процеси коагуляції і диспергування крапель. Ці процеси впливають на величину загальної поверхні крапель полідисперсного аерозолю, що, в свою чергу, впливає на тривалість осідання аерозолю, інтенсивність випаровування та розповсюдження. Це має велике практичне значення для оцінки поведінки аерозольних хмар, що утворилися в результаті вибуху, механічного дроблення при падінні рідини з великої висоти, або коли рідина роздувається потоком газу. Такі ситуації характерні для техногенних катастроф, розпилюванні інсектицидів та гербіцидів за допомогою авіації або при використанні хімічних засобів ведення війни. Встановлено, що характер процесів визначається швидкістю газу відносно крапель полідисперсного аерозолю. Існує критична швидкість газу, яка визначає напрям процесів змінення загальної поверхні полідисперсного аерозолю. За швидкістю, менш критичної, відбувається процес зіткнення краплин різного діаметру і йдуть процеси коагуляції, в результаті чого загальна площа поверхні аерозолю зменшується. При швидкостях, що перевищують критичну швидкість, паралельно з коагуляцією починається процес роздрібнення крапель, що приводить до збільшення площі поверхні аерозолю. Теоретичним шляхом, на основі рівнянь енергетичного балансу, отримана математична залежність відносної поверхні аерозолю від відношення швидкості газу до критичної швидкості. Ця залежність має характер квадратичної функції. Величина критичної швидкості залежить від критичного значення критерію Вебера (We). Для аерозолів механічного походження рекомендовано приймати критичне значення критерію Вебера $We_{кр}=1,3$. Отримана залежність була використана при розробці технології подавлення бурого диму газоподібним азотом при переливах чавуну на підприємствах чорної металургії.

Ключові слова: рідкий аерозоль, коагуляція, диспергування, краплі, площа поверхні аерозолю, критична швидкість, критерій Вебера.

Постановка проблеми. Питання коагуляції, диспергування та осідання рідких аерозолів (туманів) мають велике практичне значення для оцінки поведінки аерозольної хмари в техногенних катастрофах, при використанні хімічних засобів війни та утворення диму за механізмом випаровування та конденсації, наприклад, при утворенні бурого металургійного диму при переливах розплавленого чавуну з міксера по ківшах. У класичній роботі [1] закладені фізичні основи процесів формування, коагуляції та осадження аерозолів. В [2] запропонована кінетична модель коагуляції з застосуванням цифрових технологій.

Однак процеси коагуляції і диспергування в полідисперсних рідких аерозолях під зовнішнім аеродинамічним впливом, наприклад, коли вітер або при подачі азоту для придушення викидів бурого диму в металургії [3,4], ще недостатньо вивчені.

Для процесів випаровування і конденсації в аерозолях важливим параметром є загальна поверхня крапель. Розглянемо питання про вплив на цю поверхню аеродинамічної дії газу.

При подрібненні рідини в результаті вибуху або удару по поверхні утворюється велика кількість бризок. Ці бризки в момент утворення набувають приблизно однакову швидкість. Згодом, в результаті спротиву навколишньої середовища, бризки диференціюються за швидкістю, що призводить до їх зіткнень один з одним і коагуляції. Великі, масивні краплі майже не втрачають

швидкість на невеликих відстанях від точки утворення, а маленькі краплини, навпаки, швидко її втрачають.

Результати та обговорення. Рух газу в бік аерозольної хмари повинен прискорити процеси коагуляції, адже гальмівний вплив навколишнього середовища на невеликі бризки збільшується. Припускаючи, що в разі аеродинамічної дії дрібні крапельки швидко втрачають власну швидкість і починають рухатися з газом, отримуємо, що кількість зіткнень бризок за одиницю часу може бути виражена як:

$$n = S_k (w_o + w) C \quad (1)$$

де n – кількість зіткнень в секунду; S_k – площа поперечного перерізу масивної крапельки, m^2 ; w_o – швидкість масивної крапельки, що придбана в момент утворення, m/s ; w – швидкість газу, рівна швидкості руху малих крапель, що рухаються разом з газом, m/s ; C – концентрація крапель в аерозолі, m^{-3} .

З виразу (1) видно, що збільшення швидкості газу повинно привести до збільшення кількості зіткнень і процесу коагуляції бризок.

З іншого боку, збільшення швидкості газу більш ніж на якесь критичне значення $w_{кр}$ призводить до дроблення найбільших крапель, тобто до процесу зворотному коагуляції.

Відповідно до закону збереження енергії, витрата кінетичної енергії газу для зміни поверхні аерозолі може бути виражена

$$V_o \rho (w - w_{кр}) dw = k \sigma dS, \quad (2)$$

де V_o – об'єм аерозолі, на який газ надає динамічну дію, m^3 ; ρ – щільність газу, kg/m^3 ; w – швидкість газу відносно частинки, m/s ; $w_{кр}$ – критична відносна швидкість газу на початку дроблення, m/s ; k – коефіцієнт пропорційності; σ – поверхневий натяг рідини, $Dж/m^2$; S – загальна поверхня аерозолі, m^2 .

Як видно з (2), характер зміни поверхні залежить від співвідношення швидкостей. При $w > w_{кр}$ значення $dS > 0$, тобто поверхня збільшується (диспергування), при $w < w_{кр}$ значення $dS < 0$, тобто поверхня зменшується (коагуляція).

Припустимо, що частка кінетичної енергії, споживаної для змінення поверхні аерозолі, не змінюється в практично використовуваному діапазоні швидкості, тобто $k = const$.

Для критичного значення швидкості газу, з якою починається додаткове диспергування крапель, можна зафіксувати

$$S_0 \frac{\rho w_{кр}^2}{2} = k \sigma l_o, \quad (3)$$

де l_o – периметр краплі, m .

Отже, враховуючи, що:

$$S_0 = \frac{\pi \times d_0^2}{4}, \text{ а } l_o = \pi d_o,$$

де d_o – середній діаметр краплі, ми отримуємо:

$$k = \frac{W_{eкр}}{8}, \quad (4)$$

де $W_{eкр} = \frac{\rho \cdot w_{кр}^2 \cdot d_o}{\sigma}$ є критичним значенням критерію Вебера.

Значення $W_{eкр}$ залежить від механізму утворення аерозолі та розміру крапель. В [3] рекомендується приймати $W_{eкр} = 1,3$ для аерозолів механічного походження (вибух або подрібнення при ударі по поверхні).

Підставляючи значення k до (2), проінтегруємо:

$$v_o \rho \int_0^w (w - w_{кр}) dw = (w_{кр} / 8) \sigma \int_{S_0}^S dS \quad (5)$$

Після інтегрування, замінюючи значення $W_{eкр}$, і враховуючи, що:

$$V_o = C \times \frac{\pi \cdot d_0^3}{6}, \text{ а } S_0 = C \times \frac{\pi \times d_0^2}{4},$$

після перетворень, отримуємо:

$$\frac{S}{S_0} = 0,67 \frac{w^2}{w_{кр}^2} - 1,33 \frac{w}{w_{кр}} + 1. \quad (6)$$

Графік отриманої залежності показаний на рисунку. З графіка видно, що спочатку збільшення швидкості газу призводить до зменшення поверхні випаровування, тобто відбувається процес коагуляції крапель. При $w=w_{кр}$ поверхня мінімальна. Подальше збільшення швидкості газу призводить до додаткового диспергування рідких крапель, що призводить до збільшення поверхні аерозолі.

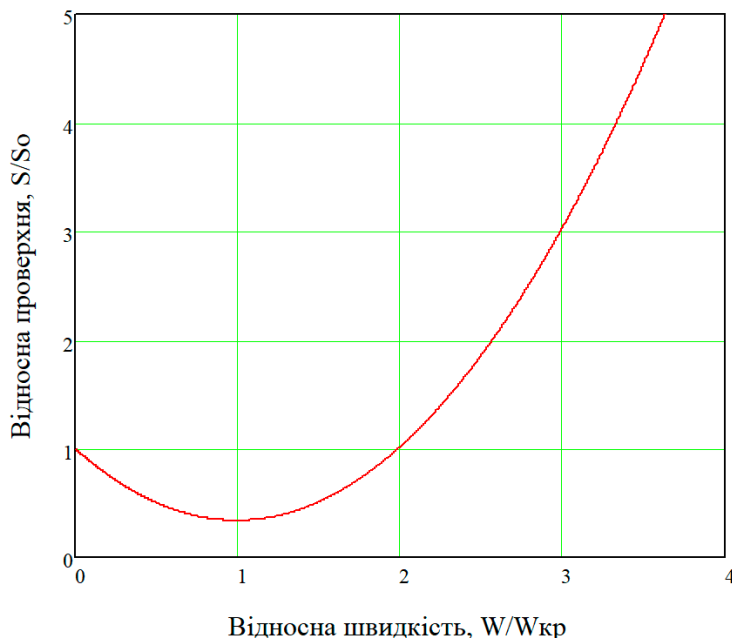


Рис. Залежність поверхні аерозолі від швидкості газу

Висновки:

1. У полідисперсних рідких аерозолях (туманах) із зовнішнім аеродинамічним впливом можуть відбуватися процеси коагуляції та дисперсії крапель.
2. Характер процесу визначається величиною швидкості потоку газу по відношенню до крапельки. Зі швидкістю, менш критичною, переважають процеси коагуляції. При перевищенні критичної швидкості паралельно розвиваються процеси подрібнення крапель.
3. В результаті зовнішнього аеродинамічного впливу загальна поверхня рідкого аерозолі зі збільшенням швидкості газу спочатку зменшується за рахунок процесів коагуляції, а потім починає збільшуватися за рахунок процесів диспергування.

Література

- 1 Fuchs N.A. The mechanics of aerosols. – London. Pergamon Press. 1964. – 408 p.
- 2 Пискунов В.Н. Теоретические модели кинетики формирования аэрозолей. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2000 – 209 с.
- 3 Кравец В.А. Подавление бурого дыма и графитоулавливание при переливах чугуна: научная монография. – Харьков: impress. 2021. – 248 с.
- 4 Кравец В.А. Образование и подавление бурого дыма при переливах чугуна. // Вестник Приазовского технического университета, 1999, №8. – С. 16-24.

V. Kravets

*Donbas National Academy of Civil
Engineering and Architecture (Kramatorsk)*

COAGULATION AND DISPERSION IN POLYDISPERSE LIQUID AEROSOLS AS A RESULT OF EXTERNAL AERODYNAMIC ACTION

The processes of coagulation and dispersion of droplets can occur in polydisperse liquid aerosols (fogs) as a result of external aerodynamic action. This affects the total surface of polydisperse aerosol droplets, which determines the duration of aerosol sedimentation, evaporation intensity and distribution. This is of great practical importance for assessing the behavior of aerosol clouds formed as a result of an explosion, mechanical crushing when a liquid falls from a high altitude, or when it is blown by the gas flow. These situations are characteristic of man-made disasters or chemical means of warfare. It has been established that the nature of the processes is determined by the speed of gas in relation to droplets of polydisperse aerosol. There is a critical gas speed that determines the direction of the processes of changing the surface of the polydisperse aerosol. At a speed less than the critical one, the coagulation processes occur and the surface of the aerosol decreases. At speeds exceeding the critical speed, in parallel with coagulation, the process of droplets crushing begins, which leads to an increase in the aerosol surface. The mathematical dependence of the relative aerosol surface on the ratio of the gas velocity to the critical velocity has been obtained. This dependence has the character of a quadratic function. The magnitude of the critical velocity depends on the critical value of the Weber criterion (We). It is recommended to take the critical value of the Weber criterion $We_{cr} = 1.3$ for the aerosols of mechanical origin.

Key words: liquid aerosol, coagulation, dispersion of droplets, aerosol surface, Weber criterion.

References

- 1 Fuchs N.A. The mechanics of aerosols. – London. Pergamon Press. 1964. – 408 p.
- 2 Piskunov V.N. Teoreticheskie modeli kinetiki formirovaniia aerolei. – Sarov: RFIATS-VNIIEF. 2000. – 209 s.
- 3 Kravets V.A. Podavlenie burogo dyma i grafitoulavlivanie pri perelivakh chuguna: nauchnaia monografiia. – Kharkov: impress, 2021. – 248 s.
- 4 Kravets V.A. Obrazovanie i podavlenie burogo dyma pri perelivakh chuguna. // Vestnik Priazovskogo tekhnicheskogo universiteta. 1999. №8. – S. 16-24.

Л. Д. Пляцук, І. С. Козій
Сумський державний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО ПИЛОГАЗООЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ З РЕГУЛЯРНОЮ ПУЛЬСАЦІЙНОЮ НАСАДКОЮ

Робота присвячена дослідженню гідродинаміки високоефективного обладнання для комплексного очищення пилогазових викидів. Одним із шляхів зниження кількості пилогазових викидів є підвищення ефективності газоочисного устаткування. Розглянуті конструкції апаратів для очищення газів, що відходять, працюють в режимі розвиненої турбулентності. Апарати з регулярною пульсаційною насадкою характеризуються високою ефективністю уловлювання різних по дисперсності твердих частинок, здатністю до самоочищення контактних елементів від пилу, низької матеріаломісткістю і високою надійністю в експлуатації. Основною метою дослідження є фізичний опис конструкцій та дослідження гідродинамічних режимів роботи апаратів для комплексного очищення пилогазових викидів промислових підприємств. Поставлена мета досягається за допомогою опису конструкцій та фізичної картини взаємодії газової та рідкої фаз в об'ємі досліджуваних апаратів, встановлення основних гідродинамічних режимів роботи та оптимальних робочих діапазонів роботи обладнання за швидкістю газу. Регулярне розташування елементів насадки на струні дозволяє організувати вихрові зони із певним встановленим кроком як у повздовжньому так і поперечному перетині, що забезпечує рівномірний розподіл потоків і однорідність газорідного шару. У ежекційному і форсунковому варіанті апаратів з регулярною пульсаційною насадкою можна чітко виділити три гідродинамічні режими: протиточний, перехідний і прямоточний. Робочим режимом є прямоточний. Дослідження апаратів із регулярною пульсаційною насадкою дозволяють говорити про можливість їх використання для комплексного очищення пилогазових викидів підприємств з метою зниження негативного впливу на довкілля.

Ключові слова: пилогазоочисне обладнання, дослідження режимів роботи, гідравлічний опір, зона ежекції, утворення вихорів, дрібнодисперсні зважені речовини.

Постановка проблеми. Важливим питанням сьогодення є екологічні проблеми атмосфери, що забруднюються викидами газу з дрібнодисперсними зваженими речовинами, на різноманітних промислових об'єктах [1]. Осадження забруднюючих речовин з газових викидів промислових підприємств призводить до забруднення ґрунту і міграції важких металів в підземні і поверхневі води.

Це ставить завдання розробки природоохоронних заходів з охорони атмосферного повітря від різноманітних за складом і фізико-хімічними властивостями викидів промислових підприємств. Одним із шляхів зниження кількості пилогазових викидів є підвищення ефективності газоочисного устаткування. Вибір газоочисного устаткування повинен враховувати цілий ряд факторів: фізико-хімічні характеристики газу-носія, характеристики хімічних і твердих забруднюючих речовин [2]. Комплексне очищення газів від газоподібних речовин і твердих частинок вимагає застосування багатоступеневих систем очищення, що, як правило, збільшує капітальні та експлуатаційні витрати і не завжди забезпечує необхідний результат.

Тому задача підбору високоефективного і надійного обладнання, здатного вловлювати дрібнодисперсний пил, є достатньо актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасний розвиток виробництва і технології супроводжується надходженням у навколишнє середовище великої кількості різноманітних аерозольних систем (туман, дим, дрібний пил тощо) [3, 4]. Існуючий викид аерозолів у навколишнє середовище характеризується тривалим терміном експлуатації, демонструє високий ступінь забруднення та поширення на великі відстані, що свідчить про значні регіональні та глобальні аспекти впливу на навколишнє середовище [5].

Звичайне обладнання для видалення твердих часток (електрофільтри, циклони та інші) не дуже ефективне для дрібнодисперсних частинок з розмірами менше мікрону [6-8]. Одним із шляхів інтенсифікації інерційно-дифузійних процесів осадження, що становлять основу технології «мокрого» очищення газів від аерозолів (туману, пилу, диму та інші), є проведення цих процесів в

інтенсивних режимах розвинутої турбулентності [9-12]. Їх реалізація можлива в апаратах з регулярною пульсаційною насадкою (РПН).

Апарати з РПН характеризуються високою ефективністю вловлювання різних по дисперсності аерозолів, здатністю до самоочищення контактних елементів від різних злиплих включень, низькою матеріаломісткістю та високою надійністю в експлуатації [13], що робить їх досить перспективними у широкому промисловому використанні.

Постановка завдання. Можливість керованого впливу на структуру турбулентного потоку найбільш повно реалізовано в апаратах з РПН. Розвинута зона контакту пилогазового потоку з краплями і плівками рідини в апаратах з РПН може бути організована за рахунок введення у робочий об'єм додаткових закріплених або незакріплених насадкових тіл. Регулярне розташування елементів насадки на струні дозволяє організувати вихрові зони із певним встановленим кроком як у повздовжньому так і поперечному перетині, що забезпечує рівномірний розподіл потоків і однорідність газорідного шару.

Метою роботи є дослідження гідродинаміки високоефективного пилогазоочисного обладнання з РПН на базі дослідних конструкцій апаратів з організованими вихровими зонами.

Для досягнення зазначеної мети в роботі були поставлені наступні завдання:

1. Провести опис конструкцій і фізичну картину взаємодії газової і рідкої фаз в об'ємі досліджуваних апаратів.

2. На підставі експериментальних досліджень встановити основні гідродинамічні режими роботи обладнання.

3. Встановити оптимальні робочі діапазони роботи обладнання за швидкістю газу.

Виклад основного матеріалу. Внаслідок лабораторних досліджень було запропоновано конструкції апаратів з РПН, що поєднують у собі можливості створення у робочій зоні організованих вихрових зон і мають широкий діапазон стійкої роботи. Для опису гідродинаміки апаратів з РПН було використано лабораторні стенди (рис. 1), що становлять собою прямооточні апарати колонного типу з регулярним розташуванням турбулізуючих елементів, що відповідає принципам повздовжнього секціонування та призначені для очищення газів від дрібнодисперсних зважених речовин.

Одна із дослідних конструкцій ежекційного апарату з РПН (рис. 1,а) становить собою колонний апарат усередині якого між двома опорними решітками закріплені гнучкі струни на яких зафіксовано елементи насадки (пластини). Під дією газового потоку відбувається коливальний рух струн. Це забезпечує турбулізацію газорідного шару, а повздовжні коливання сприяють збільшенню перемішування потоків. Керований вплив на газовий потік здійснюється за рахунок зміни геометричних форм, розмірів і кроком розташування турбулізуючих елементів на струнах. Кріплення струн до опорних решіток може бути жорстким і консольним.

Відсутність форсунок для зрошення, великий вільний перетин опорних решіток ($S_0 \geq 0,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$), великий вільний об'єм апарату ($\mathcal{E}_0 = 0,9 - 0,98 \text{ м}^3/\text{м}^3$) і коливання насадки дозволяють використовувати апарат для очищення сильно забруднених газових потоків, які містять дрібнодисперсні зважені або смолисті речовини, а також необхідності отримання висококонцентрованих розчинів. Такі конструктивні рішення становлять важливе значення для низки технологічних схем підприємств хімічної галузі (особливо мінеральних добрив) і дозволяють суттєво розширити напрями використання мокрих пиловловлювачів.

Дослідні апарати з РПН обладнані конічним відцентровим вихроутворювачем, який забезпечує високу ефективність відокремлення рідини від газового потоку у широкому діапазоні навантажень за рідиною і газом.

З метою очищення великих об'ємів газу, до 200 тис. $\text{м}^3/\text{год}$, зі значною зміною продуктивності і невисокими концентраціями зважених речовин у зрошувальній рідині також розроблено конструкція форсунокового апарату з РПН (рис. 1, б). Парорідинна суміш подається за схемою висхідного прямооточу через отвори циліндричних труб у нижній частині апарату.

Контактна зона апарату складається із двох послідовно з'єднаних зон обробки газів.

У першій зоні відбувається укрупнення зважених у газовому потоці аерозольних частинок за рахунок конденсаційно-коагуляційного механізму осадження. Зона складається з пакета плоскопаралельних каналів з рівномірно розташованими в них турбулізуючими елементами, виконаними у вигляді порожнистих циліндрів. Циліндри в нижній частині мають перфорацію і одночасно виконують функцію парових каналів (подається парорідинна суміш). Провальна

тарілка, яка розділяє зони апарату, має діаметр отворів $d_0=20$ мм і вільний переріз полотна тарілки 45%, що створює рівномірний пилогазорідинний потік у другій зоні апарату.

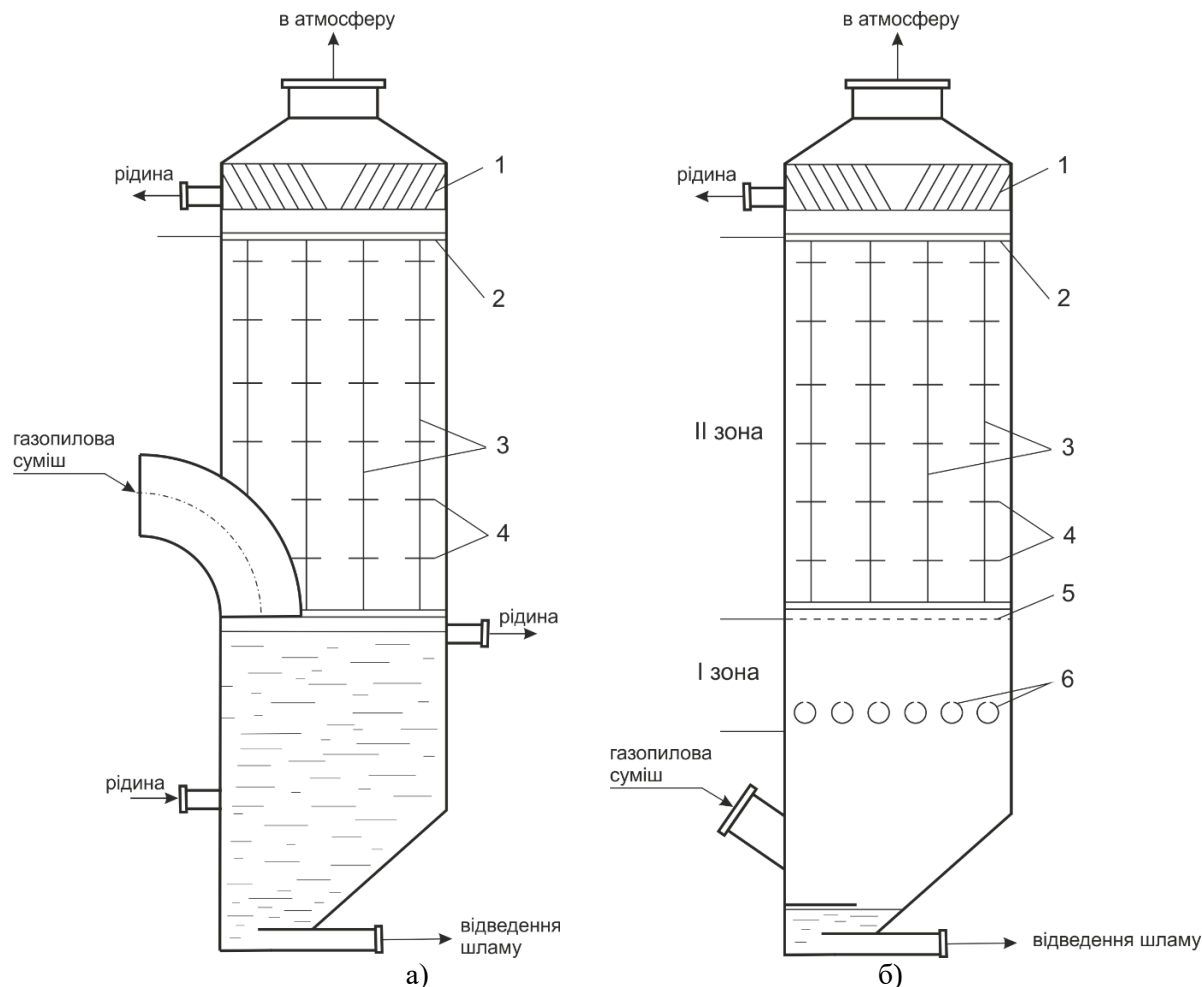


Рис. 1. Схема досліджуваного проточного апарату ежекційного (а) та форсункового (б) типу з регулярним розташуванням турбулізуючих елементів:

1 – відцентровий краплєвловлювач; 2 – фіксуюча решітка; 3 – струни; 4 – пластини; 5 – розподільча решітка (провальна тарілка); 6 – циліндри з форсунками для введення парорідинної суміші

Друга зона, що призначена для уловлювання дрібнодисперсних зважених речовин, є шаром насадки у вигляді регулярно розташованих по перерізу струн з рівномірно закріпленими на них пластинами. У поздовжньому перерізі пластини на струні можуть мати шахове або коридорне розташування (в останньому випадку вони утворюють «гіпотетичну» тарілку).

Для проведення досліджень було створено установки з вищезазначеними типами апаратів з РПН розміром 1500×400×300 мм. У якості насадкових елементів використовувались пластини квадратної форми 30×30, 50×50, 80×80 мм і круглої форми діаметром Ø 30, 50, 80 мм.

Вимірювання товщини плівки і розміру крапель відбувалося з використанням методу лазерного ножа і швидкісної фото-, відеозйомки. Фракційна ефективність апаратів визначалась малогабаритним семиступеневим імпактором із подвоєними ступенями, що був тарований монодисперсним аерозолем.

Ежекційний варіант апарата з РПН. Аналіз зміни гідравлічного опору апарата від швидкості газу за різних початкових рівнів рідини, а також візуальні спостереження і відеозйомка дозволяють виділити три гідродинамічних режими: протиточний, перехідний і проточний (рис. 2).

За режиму протитоку ($W_c < 7$ м/с) в результаті удару газового потоку під патрубком спостерігається (рис. 3) утворення кратера, а відтиснена рідина піднімається у зону ежекції, де у результаті тертя з поверхні «пагорба» відбувається зрив і винесення крапель у контактну зону апарата. Кількість рідини, що намагається відокремитися від поверхні у вигляді струменів,

залежить від швидкості газу в зоні ежекції і значною мірою від початкового рівня рідини. Величина h_o у цьому режимі визначає як характер зміни ΔP , так і структуру газорідного шару. За $h_o < 0$ вплив W_z на ΔP більший, ніж за умови $h_o > 0$, а у розмірах крапель, що відриваються від поверхні рідини, переважають більш тонкодисперсні фракції (0,8–1,2 мм). Останні осаджуються на елементах насадки (пластинах) у контактній зоні апарату, що утворює плівку рідини, яка з часом накопичення стікає з них і руйнується. Краплі, що генеруються елементами насадки, за цього режиму мають більший фракційний розмір (1,4–2,1 мм), швидкість витання яких більша за швидкість газу в перетині апарату. Саме це й призводить до протитечісного руху і випадіння крапель у зону ежекції. Крім того, частина рідини стікає у вигляді плівок стінками апарата і струнах на яких закріплено насадку.

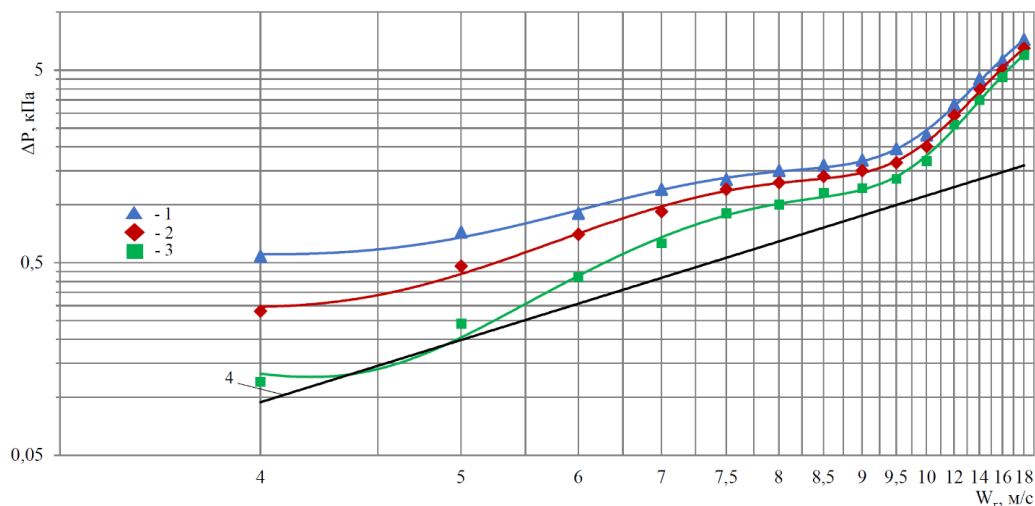


Рис. 2. Залежність гідралічного опору ежекційного апарату з РПН від швидкості газу за умови різного початкового рівня рідини: 1 – $h_o = +0,03$ м; 2 – $h_o = 0$ м; 3 – $h_o = -0,03$ м; 4 – без рідини

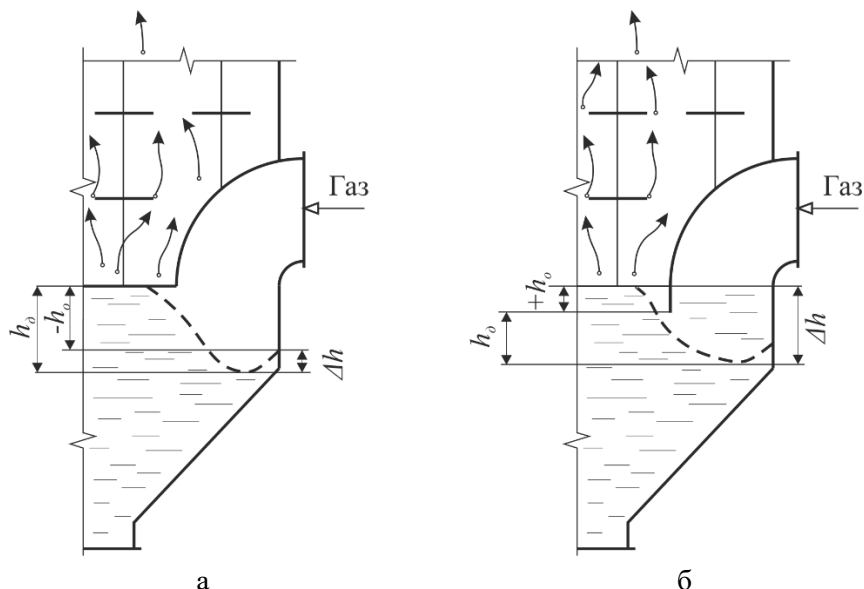


Рис. 3. Взаємодія фаз в ежекційній зоні: а – $h_o < 0$; б – $h_o > 0$

За $h_o > 0$ вплив W_z на ΔP , як вже було зазначено, дещо нижчий, а розмір крапель, що відриваються від поверхні рідини більший ніж 2,5 мм. Очевидно, що загальна кількість рідини, що знаходиться у контактній зоні, за позитивних значень початкового рівня вище ніж за негативних, що і визначає великі значення гідралічного опору апарату.

У зв'язку із значним впливом на характеристики і структуру газорідного шару ежекційної зони розглянемо вплив W_z і h_o на її гідралічний опір (рис. 4).

Коефіцієнт опору сухого апарату у цій зоні визначено як $\zeta_n = 0,91$, що відповідає величині коефіцієнта опору для коліна або відвідного патрубку. Наявність рідини в середині апарату

призводить до підвищення гідравлічного опору на величину, що визначається коефіцієнтом опору зони ежекції і величиною зміни рівня рідини Δh (рис. 3). При цьому, відповідно до рис. 4 величина ΔP_e за умови швидкості газу в апараті $W_e > 7$ м/с (швидкість у зоні ежекції $W_e > 10,5$ м/с) практично мало залежить від значення початкового рівня рідини в апараті, а визначається переважно W_e . За $W_e < 7$ м/с залежність ΔP_e від h_o має складний характер. Для $h_o < 0$ гідравлічний опір витрачається здебільшого на підйом рідини в зону ежекції і її подрібнення, а за умови $h_o > 0$ витрати енергії витрачаються переважно на подрібнення плівок рідини на краплі.

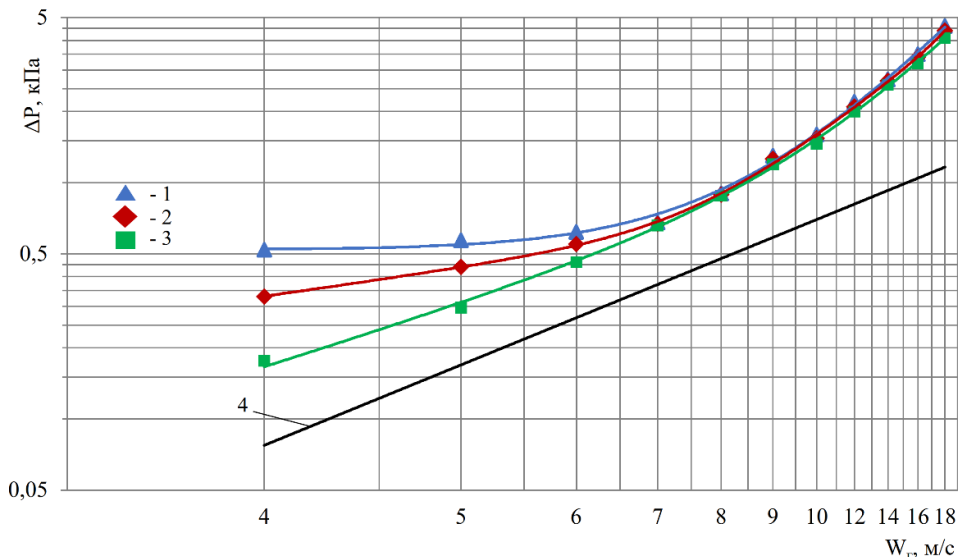


Рис. 4. Залежність гідравлічного опору зони ежекції від швидкості газу за умови різного початкового рівня рідини: 1 – $h_o = +0,03$ м; 2 – $h_o = 0$ м; 3 – $h_o = -0,03$ м; 4 – без рідини

Із зазначеного вище впливає, що величина гідравлічного опору зони ежекції визначається кількістю рідини, що витискується у контактну зону Δh і дорівнює

$$\Delta h = h_o + h_d, \quad (1)$$

де h_d – дійсна відстань рівня рідини (динамічний рівень рідини) від нижнього краю патрубку, м.

Експериментальні дані вказують (рис. 5) на те, що значення h_d не залежать від початкового рівня і визначаються швидкісним напором газового потоку, що витікає із патрубка. За зазначеного протиточного режиму і величиною $h_o > -0,03$ м значення h_d виявляються меншими ніж величина зазору h_o , що призводить до виходу газового потоку через зазор майже без взаємодії з рідиною, на що вказує і характер зміни ΔP_e .

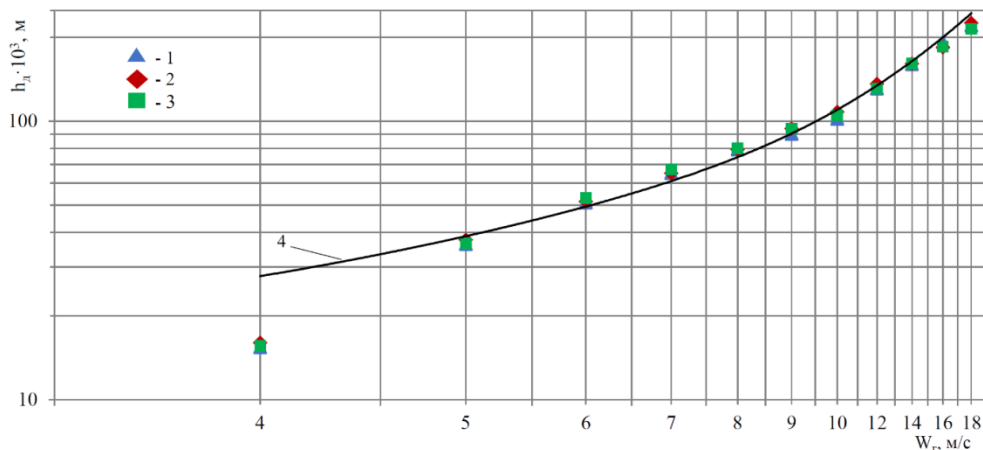


Рис. 5. Залежність динамічного рівня рідини від швидкості газу за різних початкових рівнях рідини: 1 – $h_o = +0,03$ м; 2 – $h_o = 0$ м; 3 – $h_o = -0,03$ м; 4 – розрахунок за рівнянням (2)

Потрібно відмітити, що в режимі протитоку величина h_d більш сильно залежить від W_e на відміну від режиму прямогоку.

Оскільки, як було зазначено вище, значення динамічного рівня рідини визначається напором газового потоку, для h_0 можна записати

$$h_0 = \zeta_e \frac{W_n^2}{2g}, \quad (2)$$

де ζ_e – коефіцієнт опору зони ежекції; W_n – швидкість газового потоку у перерізі патрубку.

У результаті обробки експериментальних даних було отримано значення коефіцієнта опору зони ежекції і яке можна визначити наступною залежністю

$$\zeta_e = \frac{1,215}{Re^{0,55}}, \quad (3)$$

де $Re = \frac{W_n \cdot d_e}{\nu_z}$ – число Рейнольдса; d_e – еквівалентний діаметр вхідного патрубку, м; ν_z – в'язкість газу, м²/с.

Результати розрахунків h_0 наведено на рис. 5. Відносна похибка рівняння (2) у діапазоні $Re = 3,65 \cdot 10^4 - 40 \cdot 10^6$ ($W_z = 4-18$ м/с, $\Gamma = W_n/W_z = 3$) не перевищує $\pm 11,5\%$ і лише за $W_z = 4$ м/с сягає $+34\%$. Для значень числа Рейнольдса більше ніж $40 \cdot 10^6$ значення коефіцієнта ζ_e буде більшим.

Перехідний режим $7 < W_z < 9,5$ м/с буде характеризуватися зниженням залежності перепаду тиску від швидкості газу. Нестійка рівновага між силою опору середовища і силою тяжіння рідини, що утримується, спричинює коливання і пульсації у шарі регулярної рухомої насадки, а також призводить до коливань рівня рідини у обсязі апарату. Важливо зауважити, що для швидкості $W_z = 7-8$ м/с практично дуже складно виміряти значення h_0 через значні коливання шару рідини. Під час перехідного режиму по чергово можна спостерігати або висхідний рух рідини угору вздовж контактної зони або ж після накопичення рідини на поверхні насадки зрив плівок рідини, їх подрібнення і провал рідини у зону ежекції. Межі діапазону цього режиму залежать від конструктивних параметрів контактної зони – величини горизонтального і вертикального кроку між елементами насадки, геометричної форми насадки і її розмірів. Кількість утримуваної рідини, особливо на верхній межі режиму несуттєво залежить від початкового рівня рідини в апараті. Наявність перехідного режиму спричинено з елементами насадки, затримкою рідини на їх поверхні із подальшим накопиченням і зливом плівок рідини. Ежекційна зона (рис. 4) не має характерних змін у цьому діапазоні швидкостей, тобто швидкості в зоні ежекції $W_e > 10,5$ м/с достатньо для транспортування рідини газовим потоком.

Режим прямого, який починається за $W_z > 8,5-9,5$ м/с залежно від початкового рівня рідини, характеризується повним транспортом рідкої фази із об'єму апарату у відцентровий краплевловлювач. Пульсації ΔP завершуються, а величина динамічного рівня рідини стабілізується. Таким чином, у режимі прямого величина швидкісного тиску є достатньою незалежно від величини h_0 для підняття максимально можливої кількості рідини з поверхні «пагорба» рідини, тому гідравлічний опір і визначається переважно витратами на транспортування рідини. Елементи насадки, на яких осаджуються краплини рідини, з часом накопичення рідини, виконують функцію генераторів крапель цілком визначеного розміру. При цьому, на відміну від протиточного режиму, швидкість витання новоутворених крапель рідини нижча за швидкість газу в апараті і вони транспортуються газовим потоком угору, до моменту зіткнення з наступним елементом насадки, де знову повторюється процес накопичення рідини, зриву і наступного дроблення.

Величина гідравлічного опору ежекційного апарату з РПН, а також межі переходу від одного режиму до іншого визначаються також співвідношенням $W_n/W_z = \Gamma$. За умови, коли $\Gamma = 3$ і $h_0 = 0$ м, гідравлічний опір зони ежекції сягає $\Delta P_e = 2640$ Па ($W_z = 10$ м/с), при цьому перехід до прямого режиму спостерігається за $W_z = 6$ м/с. Зменшення співвідношення $\Gamma = 3$ призводить до зниження ΔP_e до 2080 Па ($W_z = 10$ м/с) і підвищенню швидкості переходу до режиму прямого при $W_z = 7,5$ м/с. Подальше зниження співвідношення $\Gamma = 2$ підвищує швидкість переходу до режиму прямого при $W_z = 9-9,5$ м/с, однак за таких швидкостей винесення рідини у зону ежекції відбувається менш інтенсивно, погіршується взаємодія фаз газ – рідина. Тому, оптимальним значенням співвідношення W_n/W_z варто прийняти величину, що дорівнює 3.

Таким чином, аналіз гідродинамічної картини для ежекційного апарату з РПН дозволяє стверджувати щодо можливості високоефективного перебігу процесів пиловловлення і масообміну за розвинутого прямого режиму взаємодії фаз, при цьому верхнє значення

швидкості пилогазового потоку може бути обмежене величиною не більше 12 м/с, оскільки за $W_e > 12$ м/с можна спостерігати значне зростання гідравлічного опору апарата.

Форсунковий апарат з РПН. Гідродинаміка подібної конструкції апарату детально розглянута і узагальнено основні принципи функціонування у роботі [13]. Тому, дослідження проводились, в основному, за оптимальних конструктивних параметрів і низької питомої витрати паро- газорідинної суміші (до 1,5 л/м³), що відповідає процесам пиловловлення, і об'ємі, необхідному для коректного співставлення з ежекційним варіантом апарата з РПН.

У форсунковому варіанті апарату з РПН також можна чітко виділити три гідродинамічні режими: протиточний, перехідний і прямооточний (рис. 6). На відміну від ежекційного варіанту тут більш чітко виражено перехідний режим і в залежності від величини питомого зрошення m його діапазон коливається в межах від 7,5 до 10,5 м/с. Причина цьому – наявність розподільної решітки – тарілки з великими отворами (вільний перетин складає більше 50%) перед контактною зоною апарату. Накопичення рідини на решітці і відповідно кількості утримуваної рідини у контактній зоні апарату призводить до нестійкого руху фаз. Можна спостерігати почергове провалювання рідини і її накопичення.

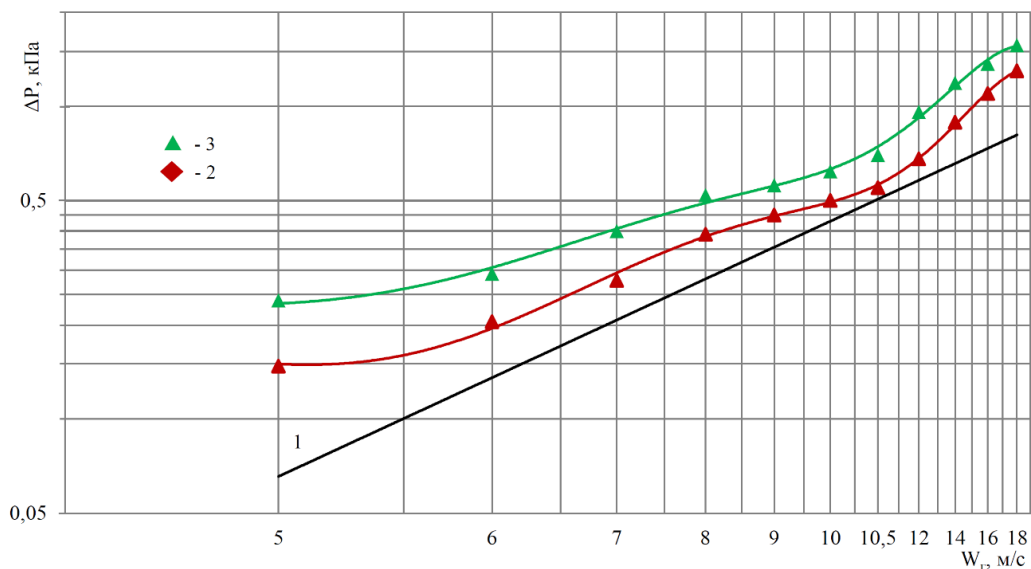


Рис. 6. Залежність гідравлічного опору форсункового апарату з РПН від швидкості газу за різної щільності зрошення: 1 – $m = 0$ м³/м³; 2 – $m = 0,5$ м³/м³; 3 – $m = 1,5$ м³/м³

Лабораторні дослідження порівняння величини швидкості переходу від протиточного до перехідного режиму обох конструкцій апаратів дозволяють стверджувати, що швидкість є приблизно рівною і становить 7 – 8,5 м/с.

Гідравлічний опір в прямооточному режимі як і у ежекційному варіанті апарату з РПН змінюється за квадратичним законом. Однак у цілому опір форсункового варіанту апарата в режимі прямооточу у 3,4–3,7 рази нижчий, ніж в ежекційному варіанті. Це можна пояснити значними витратами енергії в ежекційному варіанті на власне ежекцію рідини, а також великою втратою швидкісного тиску в зоні ежекції, оскільки $W_n = 3 \cdot W_e$, для форсункового варіанту максимальна швидкість газу у вхідному патрубку $W_n = W_e$, а в отворах розподільної решітки – $W_e \approx 2 \cdot W_e$.

Висновки. Робочими режимами обох конструкцій апаратів є прямооточний, що забезпечує інтенсивну взаємодію фаз із дробленням та коагуляцією крапель рідини, тобто постійним оновленням поверхні осадження.

Рух дрібнодисперсних зважених частинок у газовому потоці після обтікання тіла відбувається з коливаннями та пульсаціями, які характерні для відривної течії несучого (газового) потоку. Крім того, під час руху полідисперсних зважених речовин в зоні одиничного вихору характерно перерозподіл фракцій дрібнодисперсних включень в обсязі вихору. Так, грубодисперсна фракція частинок, що має інерцію, прагне під дією відцентрових сил до периферії вихору, а безінерційна дрібнодисперсна фракція обертається в області осової зони вихору.

Таким чином, вихровий перебіг потоку та його відривний (пульсаційний) характер руху значною мірою сприяє інтенсифікації процесів укрупнення та осадження частинок забруднюючих речовин.

Література

- 1 Leonard, R. L. Emission Reductions and Offsets // Air Quality Permitting. 2018. P. 81–91.
- 2 Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status quo, challenges and opportunities / Ahmad T. et al // Journal of Cleaner Production. 2021, Vol. 289, 125834.
- 3 Investigating the contribution of shipping emissions to atmospheric PM_{2.5} using a combined source apportionment approach / Lang J. L. et al // Environmental Pollution. 2017. Vol. 229. P. 557-566.
- 4 Impairment of soil health due to fly ash-fugitive dust deposition from coal-fired thermal power plants / R. Raja, A. K. Nayak, A. K. Shukla, K. S. Rao // Environmental Monitoring and Assessment. 2015. Vol. 187. P. 679.
- 5 Liao M. C., Lan K., Yao Y. Sustainability implications of artificial intelligence in the chemical industry: A conceptual framework // Journal of industrial ecology. 2021. Vol. 26(1). P. 164-182.
- 6 Sutherland K. Choosing equipment: Cleaning air and gas // Filtration & Separation. 2007. Vol. 44, №1, P. 16-19.
- 7 Hurets L. L., Kozii I. S., Miakaieva H. M. Directions of the environmental protection processes optimization at heat power engineering enterprises // Journal of Engineering Sciences. 2017. Vol. 4(2), P. G12-G16.
- 8 Kozii I. S., Plyatsuk L. D., Koval V. V. Algorithm for selection equipment to reduce the technogenic effect on the environment // Problemele Energeticii Regionale. 2022. Vol. 1(53). P. 59-67.
- 9 Xu Y. S., Liu X. W., Cui J. Field measurements on the emission and removal of PM_{2.5} from coal-fired power stations: PM removal performance of wet electrostatic precipitators // Energy Fuel. 2016. Vol. 30(9), P. 7465-7473.
- 10 Huang J. Y., Wang H. M., Shi Y. J. Performance of a pilot-scale wet electrostatic precipitator for the control of sulfuric acid mist // Environ Sci Pollut Res. 2016. Vol. 23(19), P. 19219–19228.
- 11 Samirys Cirqueira S. R., Hiromitsu Tanabe E., Aguiar M. L. Experimental investigation of particle deposition in filter media during filtration cycles with regeneration by pulse jet cleaning // Process Safety and Environmental Protection. 2019. Vol. 127. P. 288-298.
- 12, Songa X., Lia Y., Wangb Y., Fenga Y., Yana L., Dong Y. Synergistic capture of fine particles in wet flue gas through cooling and condensation / Cuia L. et al // Applied Energy. 2018. Vol. 225. P. 656-667.
- 13 Kozii I. S., Plyatsuk L. D., Hurets L. L. Distribution of the dispersed phase in the gas cleaning equipment with pulsating plug // Problemele Energeticii Regionale. 2021. Vol. 1(49), P. 29-38.

L. Plyatsuk, I. Kozii
Sumy State University

STUDY OF HYDRODYNAMICS HIGHLY EFFICIENT DUST AND GAS CLEANING EQUIPMENT WITH A REGULAR PULSATION NOZZLE

The work is devoted to studying the hydrodynamics of highly efficient equipment for the complex treatment of dust and gas emissions. One way to reduce dust and gas emissions is to increase the efficiency of gas cleaning equipment. The considered designs of the devices for clearing exhaust gases work in the mode of the developed turbulence. Devices with a regular pulsating nozzle are characterized by high efficiency in catching solid particles of different dispersion, self-clean the contact elements from dust, low material consumption, and high reliability in operation. The study's primary purpose is the physical description of structures and the analysis of hydrodynamic modes of operation devices for the integrated treatment of dust and gas emissions in industrial enterprises. This goal is achieved by describing the structures and the physical picture of the interaction of gas and liquid phases in the volume of the studied devices, the establishment of the main hydrodynamic modes of operation, and optimal operating ranges of equipment at gas speed. The regular arrangement of the nozzle elements on the string

allows you to organize vortex zones with a specific set step in both longitudinal and transverse cross-sections, ensuring uniform flow distribution and homogeneity of the gas-liquid layer. In the ejection and nozzle versions of devices with a regular pulsation nozzle, we can clearly distinguish three hydrodynamic modes: countercurrent, transient and direct current. The operating mode is direct current. Studies of devices with a regular pulsation nozzle suggest its use for the comprehensive treatment of dust and gas emissions of enterprises to reduce the negative impact on the environment.

Keywords: dust and gas cleaning equipment, a study of operating modes, hydraulic resistance, ejection zone, vortex formation, fine suspended solids.

References

- 1 Leonard, R. L. Emission Reductions and Offsets // Air Quality Permitting. 2018. P. 81–91.
- 2 Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status quo, challenges and opportunities / Ahmad T. et al // Journal of Cleaner Production. 2021, Vol. 289, 125834.
- 3 Investigating the contribution of shipping emissions to atmospheric PM_{2.5} using a combined source apportionment approach / Lang J. L. et al // Environmental Pollution. 2017. Vol. 229. P. 557-566.
- 4 Impairment of soil health due to fly ash-fugitive dust deposition from coal-fired thermal power plants / R. Raja, A. K. Nayak, A. K. Shukla, K. S. Rao // Environmental Monitoring and Assessment. 2015. Vol. 187. P. 679.
- 5 Liao M. C., Lan K., Yao Y. Sustainability implications of artificial intelligence in the chemical industry: A conceptual framework // Journal of industrial ecology. 2021. Vol. 26(1). P. 164-182.
- 6 Sutherland K. Choosing equipment: Cleaning air and gas // Filtration & Separation. 2007. Vol. 44, №1, P. 16-19.
- 7 Hurets L. L., Kozii I. S., Miakaieva H. M. Directions of the environmental protection processes optimization at heat power engineering enterprises // Journal of Engineering Sciences. 2017. Vol. 4(2), P. G12-G16.
- 8 Kozii I. S., Plyatsuk L. D., Koval V. V. Algorithm for selection equipment to reduce the technogenic effect on the environment // Problemele Energeticii Regionale. 2022. Vol. 1(53). P. 59-67.
- 9 Xu Y. S., Liu X. W., Cui J. Field measurements on the emission and removal of PM_{2.5} from coal-fired power stations: PM removal performance of wet electrostatic precipitators // Energy Fuel. 2016. Vol. 30(9), P. 7465-7473.
- 10 Huang J. Y., Wang H. M., Shi Y. J. Performance of a pilot-scale wet electrostatic precipitator for the control of sulfuric acid mist // Environ Sci Pollut Res. 2016. Vol. 23(19), P. 19219–19228.
- 11 Samirys Cirqueira S. R., Hiromitsu Tanabe E., Aguiar M. L. Experimental investigation of particle deposition in filter media during filtration cycles with regeneration by pulse jet cleaning // Process Safety and Environmental Protection. 2019. Vol. 127. P. 288-298.
- 12, Songa X., Lia Y., Wangb Y., Fenga Y., Yana L., Dong Y. Synergistic capture of fine particles in wet flue gas through cooling and condensation / Cuia L. et al // Applied Energy. 2018. Vol. 225. P. 656-667.
- 13 Kozii I. S., Plyatsuk L. D., Hurets L. L. Distribution of the dispersed phase in the gas cleaning equipment with pulsating plug // Problemele Energeticii Regionale. 2021. Vol. 1(49), P. 29-38.

ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ

УДК 504

DOI: 10.31471/2415-3184-2022-1(25)-90-99

*О. М. Карпаш, В. А. Блощинська,
М. О. Карпаш*

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ЕТИКО-ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІТОГЛЯДНОСТІ В РЕТРОСПЕКТИВІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЛОСОФІЇ

В даній статті розглядається процес злиття етики, екології та енергетичного менеджменту тривав тисячі років і є колективним продуктом пізнання світу.

Природа стала розумітися як комплекс живих та неживих організмів. Все і всі поєднано в один живий важливий ланцюг.

К.Ясперс звертає увагу на намагання людей отримати найбільше від природи шляхом посиленої експлуатації, насильства над оточуючим світом [1].

Гуманіст А. Швейцер вимагав розумного відношення до природи [2]. На це ж звертав увагу і еколог Леопольд Олдо [3].

Ідея космізму започаткована Фалесом Мілетським (624-547 рр. до н.е.) [4].

Термін «космос» - ймовірно ввів Піфагор (570-497 рр. до н.е.) [5].

Представник натурфілософії Геракліт Темний з Ефесу (540-480 рр. до н.е.) вважав: «Світ єдиний і цілісний. Він ніколи ніким не створений» [6].

Через тисячоліття, натурфілософія та космізм отримали «друге дихання». Німецький дослідник А. Гумбольдт (1769-1859) в книзі «Космос» сказав: «...дві планетні оболонки, повітря і море, які складають єдине ціле в природі, від них залежить все різноманіття кліматів, впливає розподіл моря і землі», «а на планету в цілому впливає космос...» [7]

В 1915 р. О.Л. Чижевський (1897-1969) в Москві написав доповідь «Періодичний вплив Сонця на біосферу Землі» [8].

Видатний вчений академік В.І Вернадський (1863 – 1945) створив всеосяжне вчення про біосферу [9].

Саме Вернадський спонукав науковий світ інакше поглянути на проблеми людства, пов'язані з природою і космосом.

Натуралістичний здобуток знань та космізм попередників був сублімований в працях американського біолога, еколога Б. Коммонера (1917-2012), професора Гарвардського університету.

1. «Усе пов'язане з усім і одне впливає на інше.»

2. « Ніщо з нічого не виникає і постійно кудись перетікає, дівається»

3. «Природа знає краще, ніж людина»

4. «В природі немає безкоштовного обіду». Експлуатація природи веде до виснаження ресурсів і деформації її образу» [10].

Етико-екологічна світоглядність – це частина духовної культури. Зокрема – педагогічної. А освіта – тривалий процес, обумовлений рівнями взаємності між тими, хто задіяний в ньому. І серед цінностей, яких навчає педагогіка, незмінним залишається гуманізм. Будо б помилкою стверджувати, що гуманізм як людяність, закладений в людській природі. Гуманізм пробуджують в людині вихованими методами, освітою та просвітою. Від просвіти та виховання до розумних дій заради гармонійного життя на планеті. Людський фактор впливу на природу має бути обережним.

Ключові слова: філософія, етика, природа, людина, гуманізм, екологія, натуралізм, космізм, культура, світоглядність.

Постановка проблеми. Однією з глобальних і не менш важливих як насильство, для сучасного суспільства постає екологічна проблема. А вона витікає, в першу чергу, з втрачених

зв'язків людини та природи, як зауважував відомий дослідник Карл Ясперс, в намаганні людей отримати найбільше від природи і робиться це шляхом посиленої експлуатації, того самого насильства над оточуючим світом [1]. Ця проблема породила по суті своїй окрему галузь етики – екологічну етику. Екологічна етика знаходиться на даний момент в стані формування, становлення. Призначення її як науки полягає усвідомленні свого тісного взаємозв'язку з оточуючим світом і відповідно в формуванні різними методами дещо іншого, якщо не “благоговійного”, як вимагав Альберт Швейцер, то, принаймні розумного відношення до природи, частиною якої (всього тільки частиною !) постає людина [2]. Ця галузь поки що ще досить нова, вона тільки формується, хоча теоретична база, а вірніше – підґрунтя для неї закладене практично у всіх позитивістських філософсько-релігійних поглядах і існує тисячі років. Ось тільки позиція стосовно поглядів на природу і реальна апробація їх змінювалася протягом всієї історії людства.

Метою статті є показати, як змінювалася етико-екологічна світоглядність в ретроспективі загальної філософії через призму засад натуралізму і космізму від Піфагора (570-497 рр. до н.е.) до сьогодення.

Виклад основного матеріалу. Починаючи з натурфілософії, Природу стали розуміти не тільки як світ рослин та тварин (флору і фауну). Природа стала вважатися цілісною системою енергій, матерій, організмів тісно між собою поєднаних в життєвому циклі. І кожен компонент – важливий елемент взаємовигідного доповнення буття. Коли випадає чи деформується певна фаза циклу, то порушується вся система. І це призводить до катастрофічних локальних або масштабних наслідків. Людина частина природи, хоча й має на неї неабиякий вплив. Людина впливає на людство, але й залежить від інших людей. Іноді людська практика, що обумовлена хибною теорією, наносить шкоду як соціуму так і природі.

В історії філософії ще на самому її початку, у витоках вже існувало розуміння того, що світ природи цілісний і гармонійний. Він тісно пов'язаний з усіма процесами, які відбуваються у Всесвіті. В космосі.

Ця ідея космізму розпочиналася в давні, до античні часи – серед тих філософів, яких пізніше назвуть «сім мудреців» і серед них один з оригіналів цього світобачення – Фалес Мілетський (624-547 рр. до н.е.) [4].

Цей фінікієць – мореплавець, купець став вченим, успадкувавши давні знання Месопотамії та Вавилону. Доповнював їх власними спостереженнями. Вивчаючи зорі, небесні тіла і їх вплив на землю та природу, він і зрозумів цю первинну залежність і вплив одних сил на інші.

Втім, видатний Платон переповідає майже анекдот про нього: «...коли він спостерігав зорі, то задивившись на них, впав в колодязь...дивився вгору, не бачачи того, що під ногами...» [10].

Ймовірно, що з того часу почала пролягати дистанція у філософії між мудрецами, яка пізніше і привела до появи різних напрямків в науці.

Хоча, варто визнати, що мудрецем його вже називала антична традиція.

Однак, попри анекдотичність опису його поведінки, внесок Фалеса у філософію загалом – видатний. Адже він був одним з перших, який на основі досвіду і знань про природу, єдність між землею як небесним тілом та космосом, передбачив в 585 році до н.е. сонячне затемнення, яке бачили мешканці Мілету та навколишніх земель. Він же почав вивчати землетруси, стихію води, фази місяця. І чітко прийшов до пояснення важливого елементу світобудови – води. «Немає води – немає життя», - стверджував мудрець. З його допомогою вода не просто елемент, матерія, а основа життя. Паралельно, оцінюючи значення знань Фалеса, варто не забувати, що він був відтак не тільки першим давньогрецьким філософом, а й засновником іонійської наукової школи НАТУРФІЛОСОФІЇ. І його твори (йому приписуються, хоч вони втрачені) – «Про рівнодію» та «Сонцеворот» багато що пояснюють в пошуку першооснови життя і збереження тієї першооснови. Тому з повагою про нього розповідають Геродот та Плутарх [12].

Пізніше це розуміння ляже в основу загально культурного поняття – космізму, філософської течії, напрямку, що стали прискіпливо і досить переконливо вивчатися на початку XX століття, а відтак корисне презентують і для екологічної етики як науки.

Стосовно терміну «космос» – то вважається, що його ввів саме Піфагор (570-497 рр. до н.е.) [5].

Ночами Піфагор, створивши власну наукову школу, показує учням зоряне небо. Там владарюють числа, міра, ритм. Там царює музика сфер. Вони носії знань. Світила в небі не рухаються хаотично. Вони сходять і заходять у чітко визначений час. Земля також перебуває в

космічному ритмі і підкоряється тим же законам обертання і змін. Так, завдяки Піфагору в науку і понятійну смислову лексику входять слова: «Гармонія», «Міра», «Хаос» [5]

Ідеї Піфагора продовжив ще один мудрець натурфілософ – Геракліт Темний з Ефесу (540-480 рр. до н.е.). Арістотель вважав його одним з перших філософів природи. Геракліт стверджував, що найкращі вчителі людини – очі і вуха. Вони допомагають розумінню законів природи. Геракліт настоює, що світ – рухомий і динамічний. «Все тече і все змінюється». «Світ єдиний і цілісний. Він ніколи ніким не створений. Його підтримує вічний вогонь (енергія), який то розгорається, то слабне.» В хаосі народжується порядок. І це – природна необхідність. Фактично, Геракліт закладає поняття еволюційного розвитку. Природа творить та експериментує за своїми правилами /законами. Так, завдяки Геракліту наука поповнилася новими термінами і доповнення до вже відомих: «Номос» - закон, «Логос» - слово, знання, «Космос» – світ порядку [6].

В трійку основоположників натурфілософії, та прихильників ідей впливу космосу на світ відносять і Анаксимандра (610-540 рр. до н.е.). Він – автор збереженої до наших днів першої цілісної наукової праці «Про природу» (547 р. до н.е.). Анаксимандр наголошує, що у Всесвіту немає початку і немає кінця. В океані матерії немає берегів. В океані часу немає меж. Книга наповнена і цікавими елементами світобудови: «Апейрон» - сила, яка породжує безкінечність, «Архе» - перший принцип творення як першооснова, «Сфера» як форма світу, його модель.

Вся матерія, на думку Анаксимандра одухотворена і само творча (так вводиться поняття гілозоїзму). Думки та погляди Анаксимандра підтримувалися та продовжувалися у його наступників, учнів, прихильників ідей натуралізму. Зокрема, у Анаксімена [11].

Через тисячоліття, натурфілософія отримала «друге дихання». Ідеї космізму знову почали вносити в науку основну засаду: принцип гармонії і єдності. Взаємовплив. Поступово проблеми світу і його єдність та взаємовпливи стали розглядатися не тільки чисто фізично, метафізично, а й духовно.

Цьому допомогли і природодослідники, практичні натуралісти, які вивчали природу на материках і континентах. Дивлячись на землю, вони звертали погляд і на небо. Знову ж таки, головна роль Сонця і небесних світил, їх вплив на життя планети, рослинний і тваринний, людський світ виявляється як і в давні віки, залежать від сил космосу.

Німецький вчений-енциклопедист Александер фон Гумбольдт (1769-1859), натураліст-мандрівник, дослідник-географ в своїй книзі «Космос» так сказав: «...дві планетні оболонки, повітря і море, які складають єдине ціле в природі, від них залежить все різноманіття кліматів, ..впливає розподіл моря і землі», «а на планету в цілому впливає космос...» Біосфера залежить від тих сил, які випромінює Всесвіт [7].

В 1915 році молодий емігрант з Польщі Олександр Леонідович Чижевський (1897-1969) в Москві (інститут археології) робить сміливу доповідь «Періодичний вплив Сонця на біосферу Землі». Ця дата – це фактично початок нового відліку якісного етапу в натуралізмі – космізації науки ПРО ЖИТТЯ, тобто вчений відважно намагається подолати протилежності між земним і космічним в науковому пізнанні природи. Тобто, уява про те, що життя на планеті пов'язане лише з земними процесами, далека від реальності. «Ми звикали притримуватися грубого та та вузького наукового погляду на життя як на результат випадкової гри тільки земних сил». З-під пера Олександра Леонідовича виходить багато праць. Чижевський аргументує, пояснює, доводить.

«...десь в глибокому підпіллі, в підземних пластах людської думки, мало помалу накопичуються спостереження надзвичайної важливості і визрівають первинні пориви грандіозних узагальнень майбутнього. І, якщо хтось, стоячи на поверхні цього океану відродження сміється над переймами пов'язати світ астрономічних і біологічних явищ, то в глибині людської свідомості вже багато тисяч років визріває віра, що ці два світи, безумовно поєднані один з другим. І ця віра, поступово збагачуючись спостереженнями, переходить в знання. Нас перестають дивувати самі вражаючі факти, самі вражаючі відкриття» [12].

Усвідомлення універсальної ідеї єдності всього живого, зі всією світобудовою, про що здогадувалися ще древні мудреці, входить в науку і «Перед нашим ...поглядом розгортається прекрасної споруди світу, окремі частини якої поєднані один з другим міцними силами родинності, про що тільки здогадувалися великі філософи минулого».

В іншій своїй праці «Людство і космос» (зберігається в приватному архіві у Москві) Чижевський пише: «Зовнішній вигляд Землі в життя, яке його наповнює, є результатом творчого впливу космічних сил».

З жalem, але достатньо критично, Чижевський знав, що цілком можлива вульгаризація його праць – через примітивність бачення і спотворення його ідей метафізиками-опонентами. І, все-таки підкреслював, що «...було б повністю помилково вважати, що періодична діяльність Сонця однозначно впливає на людську поведінку, характер історичних подій...Всяка подія є динамічна реакція людських мас, яка залежить як від сонячної активності, так і від політичних, економічних та інших подразників, які змінюють їх поведінку і обумовлюють собою інтелектуальний та соціальний розвиток людства» [8].

На поєднанні пізнання живої і неживої матерії він обґрунтував кілька наукових дисциплін, але вони слугують головній ідеї – комічності (космізму). Але і Чижевський не був першим проповідником цієї ідеї. Він лише її пояснює і популяризує вже з точки зору XX століття.

«Життя є космічне явище, в чому різко відрізняється від примітивної матерії». Ці слова вже в 17 столітті написані в книзі «Космотеорос» Християном Гюйгенсом (1629-1695) – фізиком, механіком, астрономом. Праця більше відома під назвою «Книга світобачення».

Ця смілива думка голландського вченого вразила свого часу ще одного генія Володимира Івановича Вернадського. Основоположника космічної біохімії, геолога, натураліста, філософа. В своїх рукописах Вернадський зробив помітку: «принцип Гюйгенса».

Дякуючи Володимирі Івановичу біосфера, а потім і ноосфера отримали нове розуміння – Планетарність явищ космічного характеру [9].

Вчений ерудит, практик і теоретик, доктор геології з 1897 р. В. І. Вернадський (1863 – 1945), який під час своїх експедицій збирав матеріал про живу і неживу матерію, в результаті прийшов до вчення про біосферу. В «Записках натураліста» Вернадський відмітив, що велика кількість популяцій всіх видів живих істот у сукупності утворює єдину оболонку життя планети і це свідчить про геологічну силу в біосфері. Тим самим, біосфера динамічна і постійно змінюється, впливаючи на природні об'єкти і суб'єкти. Людину Володимир Іванович вважав природним об'єктом, яка поєднана з Живою Матерією планети.

Вернадський запропонував науковій спільноті звернути увагу на проблеми людства, пов'язані з природою і космосом. Вчений був переконаний, що відношення людини до природи залишається актуальним, а обережне ставлення це - свідчення моральної зрілості її. Відтак, наукові статті та книги Вернадського пояснюють, переконують в тому, природа впливає на людину, але й людина – в свою чергу - впливає на природу. Він пояснює: «Людина, як і все живе, не є самодостатнім, незалежним від оточуючого середовища створінням. Людина і людство тісним чином насамперед пов'язані з живою речовиною, яка населяє нашу планету, від якої вони реально ніяким чином не можуть бути відокремлені. Це можливо тільки в думках» [12]. Вернадський зауважував, що сумнів завжди супроводжує науковий пошук. Тому сумнів і породжує заперечення, або підтримку ідей. Але, якщо сумнів харчується тільки голим скептицизмом, недовірою в можливість досягнути вищу ідею, а відтак сутність речей та явищ, прогнозувати їх розвиток, то він зайвий, а то й шкідливий. Деморалізує нестійкість розумової діяльності, дезорієнтує особистості, вводить в стан апатії перспективи творчого пошуку. Сумнів прийнятний в науці тоді, коли не протирічить, хоч може викликати супротив, достовірності фактів, які формуються під впливом не теоретичного, практичного спостереження, дослідження, вивчення. Аналізу. Висновків. Практичних.

Саме так очам науковця постала біосфера як «природна лабораторія», в якій вільно діють впливи різних форм космічної енергії.

«Ми маємо справу з давно встановленою динамічною рівновагою – матеріально-енергетичним обміном планети з космічним простором».

Вернадському була притаманна наукова прогностичність. Він застерігав від необдуманих та шкідливих впливів на природу. А науковий та технічний прогрес не має наносити шкоди природі і в наслідках – людству. Корисна перспектива прогресу може бути досягнута в гармонійності людської діяльності з силами (законами) природи. І тоді буде можливість переходу біосфери у новий вищий стан – ноосферу, тобто сферу, керовану розумом.

Від геології до колективного духовного прояву. А духовність розумна – можна вважати, що це і є гармонія природи і культури. Такий взаємозв'язок в інтересах людини і природи.

Вчені XX століття дали нове життя ідеям космізму та натуралізму у філософії.

Бельгійець німецького походження, професор хімії з Лейпцигу, лауреат Нобелівської премії Вільгельм Освальд (1853-1932) теж був палким прихильником енергетичної світ оглядності. Не нова назва наукового твору, але акцентна «Філософія природи», де вчений виклав основи

взаємозалежностей енергій планети і космосу. Його можна назвати також захисником енергетичної світ оглядності. Він повторює давніх мудреців: «Матерія – прояв енергії. Енергія – реальна сила» [15].

Майже увесь натуралістичний здобуток знань та космізм попередників був сублімований в працях американського біолога, еколога Баррі Коммонера (1917-2012), професора Гарвардського та Колумбійського університетів і знайшов своє втілення в етико-екологічних законах:

1. «Усе пов'язане з усім і одне впливає на інше».
2. « Ніщо з нічого не виникає і постійно кудись перетікає, дівається».
3. «Природа знає краще, ніж людина».

4. «В природі немає безкоштовного обіду». Експлуатація природи веде до виснаження ресурсів і деформації її образу» [10].

Протягом 20-го і 21-го століть застереження науковців, товариств охорони природного середовища, окремих природо захисників - про екологічні локальні та масштабні кризи стають все частішими. Вони обумовлені споживацьким, байдужим, а деколи агресивним ставленням людини до природи. До її ресурсів і порушенням природної рівноваги. Сент-Екзюпері писав: “всі ми пасажери одного корабля, що називається Земля”. Тому обов’язок кожної людини полягає, перш за все, у постійній турботі про благо нашого спільного дому, про його майбутнє. бо те, що Аджє все, що створюється попередниками стає надбанням наступних поколінь. Наступним поколінням в спадок не потрібно передавати проблеми, пов’язані з екологією. Одна чи кілька помилок, зроблені сучасниками, суден важко виправити. Глобальну ж помилку – взагалі майже неможливо. Помилки були зроблені в минулому. Їх наслідки описані, оцінені. Рішення приймаються. Можна виправити і врятувати – по слідах наслідкових негативних впливів. Робити виправлення варто швидко, а в деяких випадках негайно. Екологічні проблеми локального характеру вирішуються силами регіонів з допомогою державних програм. В деяких випадках екологічні негаразди нейтралізуються. Проблеми глобального характеру вирішуються світовою спільнотою. Кожна країна має долучитися зі своїм внеском.

Наразі вирішення проблем екологічного характеру мають місце, але вони ще недостатні, не настільки активно організовані. Здебільшого мають епізодичний характер.

Аналізуючи історичний розвиток людства, уважний спостерігач зверне увагу, що особливість людини як створіння розумного, має два прояви: абстрактно мислити, здійснювати усвідомлену та творчу діяльність, забезпечувати мовний контакт в соціумі і водночас, час від часу виявляти байдужість, нігілізм інертність, пристосуванство. При всій повазі до культурного прогресу, яке здійснило людство від часів Неолітичної революції до наших днів, людина заходила в особистий, між особистісний конфлікт. Наслідки конфлікту впливали на результати негативної колективної діяльності і тим самим людство порушувало закони природи. Релігійні заповіді, моральні засади, які проголошувалися віками, виявлялися безсильними чи слабкими. Невігластво, забобони, ворожнеча у різних формах нанесли чимало шкоди як людській культурі, яка входила у кризові фази, так і природі. Екологічна культура перебувала не раз в стані розгубленості, слабкості, будучи важливою частиною духовної культури. Причини цього визначені в культурології зокрема, а у філософії загалом.

По-перше, криза духовної культури періодично мала місце в довільному трактуванні деяких релігійних засад стосовно людського призначення на землі, а саме – «незаперечній» можливості володіти і керувати створеним для людини світом так як людині заманеться, на власний розсуд. Формуючи цивілізацію, як вищий щабель культури, людство стало частково вважати і це було помилкою, що все на світі призначене для задоволення саме людини, зневажаючи при цьому права інших живих створінь. Аджє не можна заперечити, що в християнстві – це було найбільш помітно. В той же час, більш давні релігії Сходу (індуїзм, джайнізм, буддизм) застерігали від такого зверхнього статусу людини в природі.

Людство деколи знищувало місця свого перебування через війни, через надмірну експлуатацію середовищ, від якого залежало не тільки просторово, але й історично. Перетворившись з частини природи в активного суб’єкта, людина діяла не розумно, а наслідки діяльності мали драматичний характер. Починалися еміграції з місць раніше тривалого і сталого перебування. І, можливо, що на рівні підсвідомості, наслідуючи вчення гностиків, "людина без можливості відновлення, руйнує ландшафт; і це те ж саме, що вандалізм по відношенні до пам’ятників культури...Таким чином, збідніння природи і знищення шедеврів культури неможна вважати наслідком боротьби за існування, слід розглядати як злочин по відношенню до нащадків,

яким доведеться перебувати на збіднілій планеті”, – як писав Лев Гумільов. Охорона природи від людини Лева Миколайовича, при всій його пасіонарності - необхідність. Можна критикувати в цілому деякі твори і згадуваний трактат цього історика, культуролога, але деякі думки не втрачають значення, бо вони суголосні з гуманізмом наукової спільноти.

По-друге, людина є єдиним створінням серед мешканців біосфери, яка знищує собі подібних, виходячи тільки з миттєвих потреб, бажаючи вдовольнити примітивні інстинкти, або випускаючи на «волю» садизм, насолоджуючись вбивством слабшого, «менш вартісного».

В історії людства помічений і канібалізм. В деяких народів як традиційна практика. Негідні гуманізму вчинки. Практика сафарі як полювання на певних видів тварин, зменшує популяцію і наносить шкоди довкіллю. Жорстоке каліцтво носорогів, слонів заради отримання рогової пластини чи бивнів, теж не робить людині честі.

Тому, експлуататорська, а подекуди і жорстока діяльність людства, спрямована на забій диких тварин, знищення лісів, унікальної рослинності в різні періоди, в різних регіонах дозволяє зробити невтішний, хоча і не загальний, висновок: людина на сучасному етапі посіла найвищий статус еволюції, але вона ж обрала собі фінальну роль. В біологічному плані вдосконалюватися людство вже не може, а фізіологічно піддається метаморфозі, зраджуючи свою природу, заради модних примх чи спотворених ідейних пропозицій, викопаних з далекого минулого, коли ті ідеї сумнівної якості були спотворені. В соціально-моральному плані людство має перспективи загальної гуманізації. Тільки духовна еволюція більшості зможе стримати печерну поведінку певних індивідів, груп серед яких проповідується агресивність, неповага до життя загалом, а загибель інших живих створінь вважається нормою. Виховання гуманізму і милосердя до всього живого підкреслюється зверненням до людства Івана-Павла другого (К.Войтила) у Посланні до Міжнародного дня миру 2001 року: «У минулому відмінності культур часто ставали джерелом непорозумінь та війн...взаємна відкритість...може принести велику користь у справі миру і загальному добробуту людства». Кароль Войтила як людина і як священнослужитель засуджував силові методи захоплення територій. Війни, які руйнують життя і знищують довкілля. Він звертався до людей, закликаючи до людськості: «...Гідністю людини не можна нехтувати» [18].

Не можна нехтувати гідністю людини, не можна нехтувати правом тварин, рослин, всього природного ареалу і надр. І це право повинне лежати в основі етико-екологічної культури.

Право людей відображене в «Золотому правилі етики». Право живих створінь відображене не тільки в охоронних документах, але обережно та виважено запозичене з художньої, публіцистичної літератури. З науково-популярних фільмів, альманахів мандрів, телевізійних історій, як у видатного натураліста і вчителя, популяризатора природи сера Девіда Аттенборо. Цю непересічну людину цікаво багато що: археологія, палеонтологія, екологія, культурологія. Його внесок в етико-екологічну систему знань високо оцінюють. У вступі до своєї книги «Жива планета» Девід зазначає, що його мета полягала в: «...розповісти, як тваринний і рослинний світ нашої планети розвивався на протязі трьох мільярдів років...» [17]. Процес небувалої титанічної праці Природи. З поваги до неї, цей світ необхідно зберегти.

Формування етико-екологічної культури – процес не простий, тривалий і досить цікавий. Через соціальні, політичні причини, серед яких варто виокремити і те, що у сільських жителів, які раніше були більше наближені до природи, втеча (вимушена чи добровільна у міста) забрала почуття любові до землі, або зробила це почуття слабшим. Відтак у їхніх нащадків вже була присутня байдужість до рідного коріння, а до землі-годувальниці - виникла відчуженість. Для селянина земля, природа – все більше мали цінність матеріальний фонд, як нерухоме майно. Давня традиція землекористування і глибинні зв'язки з природою, які раніше проростали в кров і плоть, настільки ослабли, що на поверхні культурного фундаменту вибудувалась шкідлива тенденція: тільки експлуатація природних багатств, без усвідомлення наслідків такого прагматизму.

Давня народна традиція постійно нагадувала і навчала молодь: без любові до землі, яка дарує, охороняє, пропонує, навчає, майбутнє життя буде жалюгідним.

І, відтак, екологічна культура має особливе значення. В її основі повинне лежати усвідомлення: людина – донор. Природа – реципієнт.

Звичайно, не можна все оцінювати тільки в драматичних настроях і темних кольорах цей пласт культури. Але, оцінювати людину і її діяльність необхідно. Щоб уникати появи проблем локального чи масштабного порушення через шкідливу людську діяльність. Уникнути проблем допомагає і посилення на закон детермінізму: зумовленість явищ природи, суспільства і мислення. Як показує практика, джерела, як причини аморальної, часто небезпечної діяльності людини

можуть бути різні. І провини людей перед природою теж різні. Одні роблять шкоду свідомо, інші – несвідомо. Отже, щоб усунути загрозу екологічної глобальної катастрофи, людство має діяти: виправляти, допомагати природі, реконструювати, забезпечити, не зважаючи на фізичні та фінансові видатки, які можуть забезпечити програми не тільки по охороні довкілля, а комплекс освітніх і наукових засобів по впровадженню етико-екологічного навчання та виховання. Дорогою ціною, але повернути рівновагу і гармонію між людством і природою вкрай необхідно.

І початок - зміна свідомості, при якій виховання привнесе у свідомість тісно поєднані між собою етичні та екологічні ідеї.

А від ідей до практики – виховання моральної особистості, кореляція моральної діяльності, утвердження морального характеру.

Технічні та технологічні можливості дають людству швидко, якісно обмінюватися необхідною інформацією. Про дрібні та великі проблеми, що виникають при зміні природного середовища. Виявляти та підтримувати позитивні зміни і запобігати негативним наслідкам техногенного впливу на довкілля. Це, в свою чергу, дозволить планувати і приймати відповідні рішення. Контролювати процес виконання планових завдань та проєктів. Від зміни спеціалізованого відношення частини суспільства, яке діє безпосередньо в тісній близькості до природи (промисловий видобуток з надр, океанів, водойм) буде скрізь законодавчо корегуватися вибір загальної лінії поведінки. Історична відповідальність за майбутнє людства і природи, стає моральною відповідальністю. Індивідуальна та колективна відповідальність взаємно обумовлені, залежні. По принципу: « Всі відповідають за всіх». А це, як відомо, залежить від здібностей людини, досвіду, знань і можливостей осмислення тих ситуацій, при яких відбувається перетворення опредметнених надбань науки і техніки в засіб власного розвитку, самовиховання. У всій повноті постає питання морально-гуманістичної проблеми: тільки людина відповідальна за мотиви і напрямки діяльності своєї перетворювальної сили, які стосуються як самої людини, так і природи. Її місця і ролі в житті, на планеті, на землі і в повітрі. В просторі і часі. Причини і наслідки майже завжди очевидні, і тільки зрідка бувають прихованими, попереджувальними, сигнальними. Спонукають змінюватися під впливом природної необхідності, або інстинкту самозбереження, який люди теж запозичили з природи.

Отже, з гуманізму виникає і милосердя, обережне, чутливе ставлення як до людини, так і до природи. Людина – дитя природи. І повинна навчатися в неї, насамперед. Все в світі взаємопов'язано і природа – головний режисер та виконавець. Людство претендує на роль сценариста, перебуваючи при цьому насправді в статусі статиста. Перефразовуючи В.Шекспіра, можна дозволити собі ремарку: природа не театр, а люди в ній не актори. Світ духовний впливає на матеріальний, а матеріальний залежить від духовного. Найкраще, коли дві половинки цілого пропорційні. Замкнене коло взаємовпливів і взаємозалежності.

Утвердження морально-гуманістичного відношення до природи повинно стати важливою вимогою нашої епохи.

Ставлення людини до природи завжди повинне мати етичну оцінку. Так само, як людина оцінює інших людей, деколи і саму себе, даючи моральну характеристику. Адже, етика - це наука, а мораль – об'єкт її вивчення. І ніде так не оцінюється одразу характер людини, її рівень виховання та освіти як в наочному прояві, під час спостереження за людиною під час процесу спілкування: “людина-природа-людина”. Поведінка в природі, ставлення до природи, результати перебування в довкіллі - в цьому ланцюжку взаємин «на фоні природи» теж помітними стають рівні та якість спілкування людей між собою.

У ставленні до природи, на жаль, ще переважає у деяких людей вседозволеність Зламати, порубати, спалити, забрати з собою більше, ніж потрібно, накидати сміття там, де йому не місце, покалічити живе створіння, полюючи на нього, висмикнути з гнізда пташат, чи з нори малу тваринку, матір якої відлучилася на якийсь час. Ці дії, вчинки можна оцінювати з точки зору етики як первісне дикунство, варварство, яке не личить цивілізованій людині. Якщо легко, безвідповідально люди руйнують суспільні відносини, то так само вони руйнують відносини з природою.

Моральні аспекти відношення людини до людини та людини до природи ілюструються, фіксуються (ймовірно) самою природою. Не осмислені людиною наслідки, мають зворотну силу. Не одразу, але лише через певний проміжок часу спрацюють бумерангом віддачі неодмінно. Ось тому, моральний механізм совісті, обов'язку, моральної відповідальності надзвичайно важливий у вихованні етико-екологічної свідомості, а затим і діяльності.

Моральне виховання передбачає повагу у ставленні до природи як необхідну складову процесу виховання духовної особистості. Виховання відбувається на чіткому розумінні двох вихідних критеріїв моралі: добра і зла, які закладені в ЗОЛОТОМУ правилі етики: «Чини з іншими так, як ти хочеш, щоб чинили з тобою».

Висновки. Таким чином, процес формування етико-екологічної світоглядності залежить від різних знань: необхідного, випадкового, інтелектуального, достовірного. І етика залишатиметься важливим практикумом оцінки моральної позиції, морального вибору, моральної діяльності, які засвоїв моральний суб'єкт, що входить в природне середовище.

Формування освітнього процесу практикує віддавна шлях знань: від ідеї, до сформульованої думки, від гіпотези до теорії, від аргументу до факту, від пропозиції до доказу, від позиції до вчення, появи наукової школи, популяризації етико-екологічних засад, які пройшли випробування часом.

1. Культура спілкування з природою хаотично не виникає. Вона результат цілеспрямованої просвітницької та освітньої роботи. Просвітництво, в свою чергу виховує, критикуючи. *НЕГАТИВНЕ ВІДНОШЕННЯ ДО ПРИРОДИ – ЦЕ ВТРАТА ЗВ'ЯЗКУ З НЕЮ.* Так звані “любители природи”, в більшості лише тимчасові гості в лісі, на березі ріки, погано виховані, які діють по принципу “чудово проведений час”, не аналізуючи, наслідки свого тимчасового перебування на лоні природі.

2. Мораль – особлива частина духовної культури, яка обумовлене системою об'єктивних умов суспільного життя і розвивається історично. Моральність як практичний прояв, наставник і контролер, психологічний та педагогічний механізм впливу. Заради блага, спрямований на позитивні зміни. При умові, що в арсеналі будуть переконливі аргументи. Коли корисна інформація дійде до душі, серця людини, коли свідомість прийме, коли набуде чинності морально-екологічна традиція, тоді настане реальна можливість зупинити екологічну небезпеку, яка ланцюговою реакцією здатна перетворитися на катастрофу.

Отже, люди діють відповідно до свідомості, волі, бажання, потреби. Виховуються чи само виховуються згідно моральних поглядів, уявленням про добро і зло. Люди відповідальні за більшість своїх вчинків. А вчинки пов'язані з перетворювальними діями людини в соціумі і в природі. Носіями морально-гуманістичних ідей повинні бути не тільки науковці, але й широкі кола громадськості, соціально-духовні інституції. Школа, ВНЗ, церковні спільноти, товариства, телебачення, радіомовлення, мистецькі заклади. Злагоджено, не суперечливо колективне виховання працює на спільну користь.

3. Виховання та просвіта – це паралельні шляхи, якими мають активно рухатися суспільства нації, загальнопланетарна спільнота – заради збереження життя на планеті у всьому його різноманітті. Життя, яке має право жити, має право бути визнаним в своєму природному праві.

Освіта та виховання відбуваються паралельно. Починаються з дитинства. Власне цю залежність виховання та освіти практикував, показував, пояснював один з найкращих педагогів – Василь Сухомлинський. Його педагогічне кредо стосувалося тісного взаємозв'язку дитини і природи. Він навчав доброти, звертав увагу на красу рослин, тварин. Навчив слухати, бачити, чути, розпізнавати, відчувати, берегти. Педагогічне надбання залишається актуальним бо перевірене часом: вчитися завжди. Отримувати знання, ділитися знаннями, осмислювати проблеми, не боячись вирішувати їх, підбираючи засоби, прийоми відповідно до наявної ситуації, часу, обставин. Василь Сухомлинський віддавав серце дітям. А натомість знав, що в гармонії з собою, з природою, з людьми народжується громадянин країни. Бути громадянином – це бути частиною землі, на якій жили предки, це бути свідомим необхідності берегти і захищати рідну домівку, землю, природу, які є справжніми скарбами. Жити і творити, не завдаючи шкоди ні людям, ні природі. Не забувати настанову видатного педагога: «У дитинстві закладається людський корінь. Жодної людської рисочки природа не відшліфує, вона – тільки закладає...» [16].

Отже, система знань про природу, яка починалася як натурфілософія, зберігає основоположні засади гармонійних взаємин: ЛЮДИНА-ПРИРОДА. Природа – первинна, творець. Людина – вторинна, дитя природи. Розуміння цього спирається на освітні та виховні засади, які вже напрацьовані, вивірені, прийнятні. Водночас, екологічна етика як наука, дозволяє шукати нові ідеї, нові пропозиції і вони будуть прийняті, якщо не суперечитимуть моральній культурі. Культура пробудження інтересу до світу, себе в світі, значення природи для всіх і кожного повинні залишатися в пріоритетах духовної та матеріальної діяльності.

Література

- 1 Карл Ясперс Психологія світоглядів. К., Юніверс ,2009,464с.
- 2 Альберт Швейцер Культура и этика, М:Директ-Медиа, 2007, 590с.
- 3 Леопольд Олдо Календарь песчаного графства, М:Экология, 1980,216с.
- 4 Фалес. Фрагменты. М:Директ-Медиа, 2002, 38с.
- 5 Піфагор // Філософський енциклопедичний словник /В.І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін., Київ: Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України: Абрис, 2002. – с.481
- 6 Геракліт // Філософський енциклопедичний словник /В.І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. Київ: Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України: Абрис, 2002. с. 742
- 7 А.Гумбольдт .Картины природы с научными объяснениями. М: Библ.фонд.,1996, с.160
- 8 А.Л.Чижевський, Физические факторы исторического процесса. М: Мысль, 2006, с.60
- 9 В.И.Вернадський. Биосфера и Ноосфера. К: Уакобоо, 2016, с. 576с.
- 10 Барри Коммонер Замыкающийся круг, Л: Гидрометеониздат, 1974. 280с.
- 11 Платон. Апология Сократа. Діалоги:Фоліо, 2017, 406с.
- 12 Геродот. Історія. К:Азбука, 2015, 768с.
- 13 .Геракліт // Філософський енциклопедичний словник /В.І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. – Київ: Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України: Абрис, 2002.с. 742
- 14 Меленко С.Г. Формування філософсько-правової константи у рамках філософії мілетського періоду на прикладі творів Анаксімена К: Наше право. 2016, № 2, с.173-178
- 15 Вільгельм Освальд – організатор наукових досліджень / Л.О.Боряська К:Наука та наукознавство. 2004, №4, с. 263-273
- 16 В.Сухомлинський. Народження громадянина. К., 1970, 287 с.
- 17 Д.Аттенборо, Живая планета. М. Мир. 1988, 328с.
- 18 Р. Докінз, Ілюзія Бога, Харків, 2018, 41с.

O. Karpash, V. Bloshchynska,

M. Karpash

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

CERTAIN ASPECTS OF ETHICAL AND ECOLOGICAL WORLDVIEW IN RETROSPECTIVE OF GENERAL PHILOSOPHY

The article examines the process of merging ethics, ecology and energy management that has lasted for hundreds of years and is a collective product of the world's knowledge.

Nature came to be understood as a complex of living and inanimate organisms. Everything is united in one living important chain. Karl Jaspers draws attention to the efforts of people to get the most out of nature through increased exploitation of resources and violence.

Humanist A. Schweizer demanded a reasonable attitude to nature. Ecologist Leopold Aldo also drew attention to this issue. The idea of cosmism was started by Thales of Miletus (624-547 BC). The term "space" - probably introduced by Pythagoras (570-497 BC)

Representative of natural philosophy Heraclitus the Dark of Ephesus (540-480 BC) believed: "The world is one and whole. It was never created by anyone".

Millennia later, natural philosophy and cosmism received a "second breath". German researcher A. Humboldt (1769-1859) in his book "Space" stated "... two planetary shells, air and sea, which form a single whole in nature, they depend on all the diversity of climates, .. affects the distribution of sea and land", "And the planet as a whole is affected by space..."

In 1915, O.L. Chizhevsky (1897-1969) in Moscow wrote a report "Periodic influence of the sun on the Earth's biosphere."

The outstanding scientist Academician VI Vernadsky (1863 - 1945) created a comprehensive doctrine of the biosphere.

It was Vernadsky who prompted the scientific world to look differently at the problems of mankind related to nature and space. The naturalistic knowledge and cosmism of predecessors was sublimated in the works of the American biologist, ecologist B. Commoner (1917-2012), a professor at Harvard University.

1 "Everything is connected with everything and one affects the other."

2 "Nothing arises from nothing and constantly flows somewhere, dissipates"

3 "Nature knows better than man"

4. "There is no free lunch in nature." Exploitation of nature leads to depletion of resources and deformation of its image.

The formation of ethical and ecological culture is a multifaceted and long process. Humanism is a careful, sensitive attitude not only to man but also to nature. From education and upbringing to reasonable actions for the sake of harmonious life on the planet. The human factor influencing nature must be careful.

Key words: philosophy, ethics, nature, man, humanism, ecology, naturalism, cosmism, culture, worldview.

References

- 1 Yaspers Karl. Psykholohiia svitohliadiv. K., Yunivers, 2009. 464 s.
- 2 Shveitser Albert. Kultura i etika. M.: Direkt-Media, 2007. 590 s.
- 3 Oldo Leopold. Kalendar peschanogo bratstva. M.: Ekologiya, 1980. 216 s.
- 4 Fales. Fragmenty. M.: Direkt-Media, 2002. 38 s.
- 5 Pifahor // Filosofskiy entsyklopedychnyi slovnyk /V.I. Shynkaruk (hol. redkol.) ta in., Kyiv: Instytut filosofii imeni Hryhoriia Skovorody NAN Ukrainy: Abrys, 2002. S. 481.
- 6 Heraklit // Filosofskiy entsyklopedychnyi slovnyk /V.I. Shynkaruk (hol. redkol.) ta in. Kyiv: Instytut filosofii imeni Hryhoriia Skovorody NAN Ukrainy: Abrys, 2002. S. 742.
- 7 Gumboldt A. Kartini prirody s nauchnymi obieiasneniiami. M.: Bibl. Fond, 1996. S. 160.
- 8 Chizhevskii A.L. Fizicheskie faktory istoricheskogo protsessa. M.: Mysl, 2006. S. 60.
- 9 Vernadskii V.I. Biosfera i Noosfera. K.: Yakoboo, 2016. S 576.
- 10 Kommoner Barri. Zamykaiushchiisia krug. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 280 s.
- 11 Platon. Apolohiia Sokrata. Dialohy. Folio, 2017, 406 s.
- 12 Herodot. Istoriia. K: Azbuka, 2015, 768 s.
- 13 Heraklit // Filosofskiy entsyklopedychnyi slovnyk /V.I. Shynkaruk (hol. redkol.) ta in. – Kyiv: Instytut filosofii imeni Hryhoriia Skovorody NAN Ukrainy: Abrys, 2002. S. 742.
- 14 Melenko S.H. Formuvannia filosofsko-pravovoi konstanty u ramkakh filosofii miletskoho periodu na prykladi tvoriv Anaksimena. K: Nashe pravo. 2016, № 2, s.173-178.
- 15 Osvald Vilhelm - orhanizator naukovykh doslidzhen / L.O.Boriaska. K: Nauka ta naukoznnavstvo. 2004, №4, s. 263-273.
- 16 Sukhomlinskyi V. Ya rozpovim vam kazku. Kharkiv: Shkola, 2016. 576 s.
- 17 D.Attenboro, Zhyvaia planeta. M. Myr. 1988, 328s.
- 18 R. Dokinz, Iliuziia Boha, Kharkiv, 2018, 41s.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Адаменко Ярослав Олегович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Архипова Людмила Миколаївна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри туризму Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Бажалук Ярополк Мирославович – науково-виробнича фірма "ІНТЕКС», м.Івано-Франківськ;

Бакаре Толулопе – аспірант, Африканський інститут наукової політики та інновацій, Університет Обафемі Аволово, штат Осун, Нігерія;

Блощинська Віолетта Антонівна – асистент кафедри Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Варавін Дмитро Володимирович – кандидат технічних наук, науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ;

Вовк Юлія Романівна – випускниця другого освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Ілунга ва Ілунга Олександр-молодший – кандидат наук з міжнародного права Університету економіки та права Чжуннань, адвокат адвокатури Кіншаси, асистент на юридичному факультеті Вільного університету Кіншаси, Демократична Республіка Конго;

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;

Карпінський Богдан Володимирович – здобувач третього освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Качала Тарас Богданович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Козій Іван Сергійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій Сумського державного університету;

Корчемлюк Марта Василівна – кандидат технічних наук, завідувач лабораторії вимірювальної лабораторії аналітичного контролю і моніторингу Карпатського національного природного парку;

Кравець Василь Анатольович – доктор технічних наук, професор, ректор Донбаської національної академії будівництва і архітектури;

Мандрик Олег Миколайович – доктор технічних наук, професор, перший проректор Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Матіїв Христина Михайлівна – здобувач третього освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

Москальчук Наталія Михайлівна – кандидат технічних наук, доцент, 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;

Огуньсебі Амос – PhD, кафедра біології клітини та генетики університету Лагосу, Нігерія;

Омояджово Колейо – PhD, кафедра біології клітини та генетики університету Лагосу, Нігерія;

Омояджово Колаволе – аспірант юридичного факультету Державного університету Екіті, Адо Екіті, Нігерія;

Пляцук Леонід Дмитрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій Сумського державного університету;

Ригас Тетяна Євгенівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри екологічної безпеки та біотехнології, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського;

Тітова Анна Олегівна – здобувач третього освітнього рівня за спеціальністю 101 Екологія Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Триснюк Василь Миколайович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ;

Триснюк ТарасВасильович – кандидат технічних наук, науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ;

Харламова Олена Володимирівна – доктор технічних наук, доцент, доцент кафедри екологічної безпеки та біотехнології, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського;

Уко Сандра – кандидат наук, кафедра біології клітини та генетики, Університет Лагосу, Нігерія;

Шмандій Володимир Михайлович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри екологічної безпеки та біотехнології, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського;

Шумега Степан Васильович – науково-виробнича фірма "ІНТЕКС», м.Івано-Франківськ.

Наукове видання

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ**

Науково-технічний журнал

2022 – № 1 (25)

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 _____ Формат _____ Папір офсетний

Ум. друк. арк. _____ Тираж _____ прим. Замовл. № _____