



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ENVIRONMENTAL PROTECTION

Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції

16-17 травня 2024 р., Україна, м. Львів

Львів

Видавництво Львівської політехніки

2024

УДК 338.24

У 667

Інформаційні технології у сфері захисту довкілля: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 16-17 травня 2024 р. – Навчально-науковий Інститут просторового планування та перспективних технологій Національного університету «Львівська політехніка». – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2024. – Режим доступу: <https://ippt-lpnu.herokuapp.com/> – Заголовок з екрана. – Мова укр. і англ.

ISBN 978-966-941-640-7

У збірнику опубліковано матеріали конференції, присвяченої основним аспектам використання інформаційних технологій у сфері захисту довкілля, визначення стратегічних напрямів забезпечення екологічної безпеки та масштабування інноваційних екосистем в умовах сталого розвитку з врахуванням досвіду провідних країн світу. Матеріали структуровані за декількома напрямками досліджень: «Світова та вітчизняна практика використання інформаційних технологій в дослідженнях довкілля»; «Безпека довкілля в умовах війни: проблеми забезпечення та виклики сьогодення»; «Екологізація економіки в контексті формування зеленого майбутнього країн Європейського Союзу».

Видання призначене для науковців, викладачів, фахівців державних установ, громадських організацій, органів місцевого самоврядування, бізнес-структур, причетних до питань використання інформаційних технологій у сфері захисту довкілля, студентів.

УДК 338.24

Відповідальний за випуск – Ангелко І. В.

Матеріали подано в авторській редакції.

Відповідальність за зміст матеріалів, їх відповідність вимогам чинного правопису і достовірність фактів та статистичних даних несуть автори.

ISBN 978-966-941-640-7

© Національний університет
«Львівська політехніка», 2024

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ:

Співголови програмного комітету:

Йосиф Хром'як – доцент, кандидат технічних наук, директор Навчально-наукового інституту просторового планування та перспективних технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Василь Гнатишин – професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук, Роуанський університет, Глассборо, Нью Джерсі, США (за згодою)

Члени програмного комітету:

Людмила Даценко – професор, доктор географічних наук, завідувач кафедри геодезії та картографії, Київський Національний університет імені Тараса Шевченка (за згодою)

Наталія Гоц – професор, доктор технічних наук, професор кафедри інформаційно-вимірjuвальних технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Юрій Грицюк – професор, доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення, Національний університет «Львівська політехніка»

Богдан Кшивецький – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри технологій захисту навколишнього середовища і деревини та безпеки життєдіяльності, Національний лісотехнічний університет України (за згодою)

Тетяна Несторенко – професор, Сілезька Академія у м. Катовіце, Польща (за згодою)

Александр Остенда – професор, ректор, Сілезька Академія у м. Катовіце, Польща (за згодою)

Віліна Пересадько – професор, доктор географічних наук, декан факультету геології, географії, рекреації і туризму, Харківський Національний університет імені В. Н. Каразіна (за згодою)

Богдан Поберейко – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Національний лісотехнічний університет України (за згодою)

Назарій Попадинець – старший дослідник, доктор економічних наук, заступник директора Навчально-наукового інституту просторового планування та перспективних технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Володимир Ромака – професор, доктор технічних наук, професор кафедри захисту інформації, Національний університет «Львівська політехніка»

Володимир Самотий – професор, Краківська політехніка імені Тадеуша Костюшки, Польща (за згодою)

Івета Седлакова – доктор філософії, Вища школа міжнародного бізнесу ISM у м. Пряшів, Словаччина (за згодою)

Галина Стрямець – старший науковий співробітник, кандидат сільськогосподарських наук, заступник директора з наукової роботи природного заповідника «Розточчя» (за згодою)

Магдалена Вежбік-Строньська – проректор, Сілезька академія у м. Катовіце, Польща (за згодою)

Петро Жук – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І.Долішнього НАН України» (за згодою)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Голова організаційного комітету:

Андрій Лагун – доцент, кандидат технічних наук, завідувач кафедри інформаційних систем і технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Заступник голови організаційного комітету:

Ірина Ангелко – доцент, кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки і маркетингу, Національний університет «Львівська політехніка»

ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ:

Мар'яна Баран – доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформаційних систем і технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Ігор-Роман Кенс – доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних систем і технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Оксана Маєвська – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри технологій захисту навколишнього середовища і деревини та безпеки життєдіяльності, Національний лісотехнічний університет України (за згодою)

Мар'яна Сенета – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформаційних систем і технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Леся Угрин – старший викладач кафедри інформаційних систем і технологій, Національний університет «Львівська політехніка»

Лукаш Валусяк – доктор філософії, Сілезька академія у м. Катовіце, Польща (за згодою)

Маріуш Венгжин – доктор філософії, Краківська політехніка імені Тадеуша Костюшки, Польща (за згодою)

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. СВІТОВА ТА ВІТЧИЗНЯНА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДОСЛІДЖЕННЯХ ДОВКІЛЛЯ	
Башун Віталій, Ігор-Роман Кенс АНАЛІТИЧНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ, ОБРОБКИ І ОБМІНУ ДАНИМИ ЕКОЛОГІЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СЕРЕДОВИЩЕМ.....	
Гаранюк Петро, Ромака Володимир, Fruchart D. ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КЛІЄНТА (SSL/TLS Fingerprinting) ...	
Гетманець Олег, Пеліхатий Микола НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В ЗАДАЧАХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	
Даценко Людмила, Тітова Світлана, Дубницька Маргарита ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ	
Дубова Євгенія, Садовенко Володимир РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ОСНОВАМ ФІНАНСОВОЇ ГРАМОТНОСТІ МОВОЮ PYTHON	
Dupak Bohdan, Mashevska Marta ANALYZING AND DESIGNING SOFTWARE FOR CALCULATING EMISSIONS FROM BULLET SHOTS REGARDING THE WAR IN UKRAINE	
Заноз Богдан, Кріль Тетяна, Черевко Ірина ДОСВІД СТВОРЕННЯ БАНКУ ДАНИХ «ЛАВРА – ГЕО» ЗА ПРИРОДНИМИ ТА ТЕХНОГЕННИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАПОВІДНИКА «КИЄВО-ПЕЧЕРСЬКА ЛАВРА»	
Ісаков Олександр, Войтусік Степан ТЕХНІКИ АКТИВНОГО ПОДАВЛЕННЯ ШУМУ.....	
Кобильник Тарас ДЕЯКІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ..	
Kuzyk Oleh, Dan’kiv Olesya, Uhryn Lesya SENSORS BASED ON QUANTUM DOTS FOR DETERMINATION OF AIR POLLUTION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	
Лагун Ярослав, Стахів Роман ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМАХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	
Машевська Марта, Мруць Володимир РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В МІСТІ ЛЬВОВІ	
Мокрий Володимир, Арустамян Едуард, Бондарь Валерія, Мельник Юрій, Сайкевич Назарій ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ НПП «ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ»	
Mukan Andrii THE IMPACT OF FINANCIAL MARKET REGULATORS ON TRANSFER PRICING STRATEGIES OF CORPORATIONS	
Ozarkiv Taras TECHNOLOGIES AND TOOLS FOR ANALYTICAL SUPPORT OF FINANCIAL	

ECOSYSTEM	
Окрушко Дмитро ДІДЖИТАЛ-ТЕХНОЛОГІЇ В АГРОНОМІЇ.....	
Переймибіда Андрій, Клакович Леся, Рашкевич Марія МОДЕЛІ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ В ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	
Pirko Ihor, Salapak Volodymyr, Salapak Liubov INFORMATION SYSTEM FOR WATER QUALITY ANALYSIS	
Салапак Володимир, Салапак Олег, Ратинчук Дмитро ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ОСНОВ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ	
Samotyuy Volodymyr, Lagun Andrii ANALYSIS OPPORTUNITIES FOR RESOLVING THE PROBLEMS OF ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF MODERN SOCIETY IN THE EUROPEAN UNION.....	
Seneta Mariana EUROPEAN PRIORITIES IN ACHIEVING THE GOALS OF DIGITAL TRANSFORMATION	
Середа Ірина, Приварникова Ірина ЗАСТОСУВАННЯ НЕВЕРБАЛЬНОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДЛЯ ПРОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ (ЗЕЛЕНИХ) ТЕХНОЛОГІЙ (ПРОДУКТІВ): ДОСВІД МІЖНАРОДНИХ КОМПАНІЙ.....	
Скобілев Кирило, Несторенко Тетяна, Несторенко Олександр РОЛЬ ПЕРЕМІЩЕНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ У ВІДНОВЛЕННІ ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	
Слюсарчук Арсен ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕННЯХ	
Сомар Галина, Кіндзера Діана, Соколовський Ігор ПОЄДНАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ШЛІФУВАННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ЗОЛОШЛАКУ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ.....	
Стрямець Галина, Стрямець Сергій ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ БІОЦЕНОТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «РОЗТОЧЧЯ»	
Тkachuk Rostyslav, Meltsov Valery, Andriiv Roman COMPLEX IT-SOLUTIONS FOR SECURITY «MY EXAMPLE PRODUCT»	
Ялечко Володимир ВПРОВАДЖЕННЯ SMART ТА ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛО- ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	
СЕКЦІЯ 2. БЕЗПЕКА ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ ВІЙНИ: ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ	
Аюбова Ельнара, Шабанов Данило БІОСФЕРНИЙ ЗАПОВІДНИК «АСКАНІЯ-НОВА» В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ	

Валусяк Лукаш, Баран Мар'яна ВІЙНА ЯК ЕКОЛОГІЧНА КАТАСТРОФА	
Венгжин Маріуш, Харів Андріана ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ	
Габрель Микола, Лисяк Наталія, Хром'як Йосиф «РОЗУМНЕ» МІСТО В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.....	
Ганчук Максим, Скиба Вікторія, Ольховська Валерія ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В РЕЗУЛЬТАТІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ...	
Глуховецький Петро ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ (ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ) ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВІЙНИ	
Грицюк Павло, Грицюк Юрій МАТРИЧНЕ ШИФРУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ПОЛІНОМАМИ ФІБОНАЧЧІ.....	
Каштан Віта, Гнатушенко Володимир ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ПРОРИВУ ГІДРОСПОРУД	
Кожан Сергій ЕКОЛОГІЧНЕ СТРАХУВАННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ.....	
Негребецький Владислав ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВІДЕОАНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ В ПРАВООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОМЕТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
Маєвська Оксана, Кшивецький Богдан, Сторожук Віктор ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ	
Мельник Богдан, Рудий Юрій СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО ДОЗИМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ	
Олексюк Ганна, Попадинець Назарій БЕЗПЕКА ДОВКІЛЛЯ У ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ: НАСЛІДКИ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ)	
Остенда Александер, Угрин Леся АНАЛІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ ПАРАМЕТРІВ СТАНІВ ПРИРОДОЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ	
Сенета Мар'яна, Скольський Ігор, Сенета Зоряна ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КВАДРОКОПТЕРІВ	
СЕКЦІЯ 3. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО МАЙБУТНЬОГО КРАЇН ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ	
Ангелко Ірина ЕКОЛОГІЧНІ ІМПЕРАТИВИ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ	

ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ	
Білик Ростислав, Сарафінчан Андрій ЕКОЛОГІЧНІ СКЛАДОВІ РОЗВИТКУ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ	
Білик Руслана, Кіцак Микола ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА РОЗВИТОК ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД	
Варвус Андрій ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОДАЛЬНОСТІ БІЗНЕСУ	
Василина Орися, Садура Оксана ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА – ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ.....	
Жук Петро ЕКОНОМІЧНІ РЕГУЛЯТОРИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ТА УКРАЇНИ.....	
Куленко Олена ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО МАЙБУТНЬОГО ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇН	
Кшивецький Богдан, Скороход Павло ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРУ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	
Лисяк Наталія, Самогій Наталія ПРІОРИТЕТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ В МІСТАХ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ «РОЗУМНОГО МІСТА»	
Литвин Аліна ПРІОРИТЕТ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ ЄС В РАМКАХ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ	
Мартинюк Марія, Оліярник Іван ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ КАРТОННИХ ПАКОВАНЬ МЕТОДОМ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ.....	
Maryam Massoud Ahmed, Bijayata Shrestha, Tyler Fewer, Michael Lim, Nikolay Ivanov REDUCING THE CONSUMPTION OF COMPUTATIONAL RESOURCES BY SMART CONTRACTS	
Носова Наталія ЗЕЛЕНЕ МАЙБУТНЄ РОЗВИТКУ РИНКУ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНИ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ	
Onyshkevych Volodymyr, Varabash Galyna USING OF STOCHASTIC FACTORS IN THE ENVIRONMENTAL ECONOMIC MATHEMATICAL MODELS	
Сенета Зоряна СІЛЬСЬКИЙ ТУРИЗМ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ВІДРОДЖЕННЯ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗГІДНО КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	
Спаська Олена ОЦІНКА ПОТОКІВ ВИПАРОВУВАННЯ ЛЕТКИХ НЕБЕЗПЕЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КІНЕТИКИ ВИПАРОВУВАННЯ ЧИСТИХ РІДИН ...	
Щербаков Ігор, Щербаков Андрій, Печериця Іванна ПРАКТИКА АДАПТИВНОГО ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬ В КОНТЕКСТІ ПАРАДИГМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	

СЕКЦІЯ 1. СВІТОВА ТА ВІТЧИЗНЯНА ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДОСЛІДЖЕННЯХ ДОВКІЛЛЯ

¹Башун Віталій, ²Кенс Ігор-Роман

¹ТОВ «СОФТСЕРВ Технології»

²Національний університет «Львівська політехніка»

АНАЛІТИЧНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ, ОБРОБКИ І ОБМІНУ ДАНИМИ ЕКОЛОГІЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СЕРЕДОВИЩЕМ

Станом на сьогодні існує багато інструментів для обробки геопросторових даних, так само як і стандартних форматів файлів для їх збереження. Існують як безкоштовні, так і комерційні інструменти. Кожен дослідник чи організація які займаються аналізом даних спостережень за планетою обирають свої інструменти для аналізу.

У більшості випадків кожен дослідник створює своє власне матеріально-технічне оточення для досліджень. У кращому випадку це віртуальна машина у публічній хмарі, у найгіршому це власний персональний комп'ютер. Ці середовища майже ніколи не пов'язані між собою, навіть у межах однієї організації. Це призводить до ряду проблем з якими стикаються дослідники:

- складність пошуку і доступу до сирих даних (данні з сенсорів спостереження);
- складність розповсюдження проміжних і фінальних результатів досліджень;
- складність спільних досліджень (коли декілька дослідників працюють над одною моделлю);
- неоптимальне використання технічних ресурсів і часу.

Існують деякі платформи, які частково допомагають вирішити такі проблеми, однак, такі платформи можуть мати один, або декілька з наступних недоліків:

- обмеження користувача у виборі інструментів для вирішення його задач;
- висока вартість доступу до платформи та/або даних;
- неможливість зміни функціоналу платформи.

Наведені вище факти призводять до такої ситуації що суспільство дослідників могло би співпрацювати більш ефективно, будуючи свої дослідження на синергії зусиль, але вимушені витратити зусилля на неефективну механіку взаємодії замість того що б концентруватись на предметі досліджень. З такою проблемою зіткнулась, наприклад, Британська Організація Досліджень та Інновацій. Спеціалісти організації, після дослідження ринку дійшли висновку що такої платформи, що задовольняла би приведені вище умови і при тому була би безкоштовною платформою з відкритим кодом не існує.

Це доводить актуальність проблеми і попит на таке рішення. Тому доцільна розробка архітектури такої відкритої платформи з детальним описом технологій і компонентів, описом процесів з точки зору користувачів (дослідників) і адміністраторів платформи. Також частиною роботи є створення окремих компонентів платформи поєднаних між собою у прототип з обмеженим функціоналом.

Основні, високорівневі вимоги до платформи є наступні:

- використання публічних хмарних сервісів;
- відкритий код. Будь хто, при бажанні, має мати можливість створити свою копію платформи у хмарі, призначити адміністраторів і дати доступ користувачам;
- платформа має надавати можливість завантажувати власні данні, а також шукати і використовувати данні завантажені або створені іншими користувачами;
- платформа має надавати інструменти для аналізу геопросторових даних і підтримувати роботу з найбільш розповсюдженими форматами таких даних (підтримувати стандарти);

- платформа не має обмежувати користувача у виборі інструментів для обробки і аналізу геопросторових даних. Користувач має мати змогу використовувати свої власні інструменти (бібліотеки, фреймворки, мови програмування) для обробки і аналізу геопросторових даних і платформа своїм функціоналом має сприяти використанню власних інструментів не ускладнюючи таке використання;

- користувачі мають мати змогу створювати свої репозиторії даних;
- користувачі мають мати змогу підписуватись на використання репозиторіїв і наборів даних створених іншими користувачами;
- користувачі мають мати змогу створювати свої репозиторії інструментів для обробки даних (моделі, алгоритми, функції);
- користувачі мають мати змогу підписуватись на використання репозиторіїв інструментів для обробки даних створених іншими користувачами.

Така платформа допомогла би дослідницьким компаніям, інститутам і незалежним дослідникам сконцентруватись на предметі дослідження, мати можливість шукати і використовувати дані надані іншими компаніями і дослідниками, використовувати алгоритми і моделі створені іншими що значно спростило би і прискорило процес нового дослідження.

В Україні ця платформа може надати можливість обмінюватись інформацією між університетами, студентами і природоохоронними інституціями. Там могли би зберігатись як первинні дані спостережень з сенсорів, так і дані, які є результатом досліджень. У свою чергу, такі дані могли би стати початком нових досліджень, або частиною більш масштабних досліджень і моделювань. Деякі складні моделі потребують даних із декількох десятків джерел і у багатьох випадках такі дані дуже важко, а інколи і неможливо знайти. Спільна платформа може створити потужну синергію, коли багато маленьких проектів можуть перетворитись на один, або декілька великих, які в інших умовах були би неможливими.

Задля повноцінного дослідження і детального проектування такої системи, таку майбутню систему слід розглядати із декількох перспектив:

- система із точки зору глобальної мережі даних і алгоритмів доступних для пошуку;
- система з точки зору середовища для вирішення проблем обчислення, зберігання і візуалізації даних окремо взятого проекту;
- захист непублічних даних, які мають бути обмежені у доступі;
- питання розподілення між користувачами витрат коштів пов'язаних з використанням обчислювальних ресурсів і ресурсів хмарних сховищ даних.

Із точки зору глобальної мережі даних та алгоритмів, система має являти собою множину незалежних систем, які можуть створюватись і знищуватись незалежно від інших систем, тим самим, створюючи можливість адміністрування таких міні-систем децентралізовано, уникаючи перевантаження адміністраторів таких систем і затримок у роботі/дослідженнях пов'язаних із таким перенавантаженням. З іншого боку, для створення можливості пошуку по всім таким системам, вони мають бути пов'язані єдиною системою пошуку. Для уникнення навантаження та додаткових обчислювальних витрат при пошуку, пошук має відбуватись по централізованому реєстру даних та алгоритмів, якій зберігає тільки метадані, але не оригінальні дані у повному обсязі. Як тільки власник даних оголошує свої дані публічними, їх метадані реєструються у централізованому реєстрі.

Якщо дивитись на кожну окрему систему, яка може створюватись, заадмініструватись і використовуватись незалежно для досліджень, то слід визначити інструменти, які можуть використовуватись у кожному середовищі. З одного боку система має дозволяти користувачу використовувати будь-які свої бібліотеки, фреймворки і мови програмування, і іншої система має дозволяти використовувати стандартні інструменти які не треба буде налаштовувати. Які саме інструменти мають бути включені у стандартний пакет, є окремою частиною дослідження. Має бути проведена класифікація задач пов'язаних із аналізом геопросторових даних і визначені основні та альтернативні інструменти. Які у свою чергу мають бути проаналізовані з точки зору, ефективності вирішення проблеми, зручності використання, підтримки зі сторони дослідників та розробників.

Захист даних має розглядатись у двох контекстах. У контексті глобальної системи та у контексті прав доступу із середини незалежно керованої системи, міні-системи, яка насправді може бути достатньо великою, що б мати розгалужену систему користувачів із різними ролями і правами доступу.

Ідея розподілення коштів за використання ресурсів системи полягає у справедливому розподіленні таких витрат. Система не має на меті створення комерційної вигоди за користування, з іншого боку, система має використовувати хмарні ресурси для обробки даних. Ці витрати мають бути розподілені між учасниками системи пропорційно використаних обчислювальних ресурсів. Досягнути цього можна шляхом впровадження віртуальних середовищ(проектів) які будуть вважатись неподільною одиницею у межах якої будуть рахуватись використані ресурси і, відповідно, кошти. Люди можуть бути учасниками одного або більше проектів. Кожен проект матиме окремий бюджет і ліміти на використання ресурсів.

Підсумовуючи, треба зазначити, що архітектурне бачення системи вже існує. Проведені дослідження на сумісність деяких технологій, які використовуються для створення ядра системи. Продовжуватись дослідження будуть у напрямку класифікації задач і технологій для обробки геопросторових даних, для створення стандартного пакета інструментів платформи. Також, темою подальших досліджень є створення такого формату метаданих, який дозволяв би дослідникам зрозуміти чи це є бажані і корисні для дослідження данні до фактичного завантаження самих даних, які можуть бути розміром до декількох терабайт.

1. *Software Architecture in Practice, 3rd Edition, by Len Bass, Paul Clements, and Rick Kazman ISBN 978-9332502307*

2. *EOEPCA.TN.005. Use Case Analysis Document. URL: <https://eoezca.org/docs/2/EOEPCA-use-case-analysis.pdf>*

3. *Software Requirements (Developer Best Practices) 3rd Edition by Karl Wieggers, Joy Beatty*

4. *Technology Strategy Patterns by Eben Hewitt, ISBN 978-1-492-04087-3*

5. *Strategic Analytics by Scott Berinato, Nicholas Bloom, Hugo Bowne-Anderson PhD, Tobias Brandt, Eric Sigel PhD, Joel Shapiro PhD, ISBN 978-1-63369-898-7*

¹Гаранюк П.І., ¹Ромака В.А., ²Fruchart D.

¹Національний університет «Львівська політехніка»

²Laboratoire de Neel, CNRS (BP 166, 38042 Grenoble Cedex 9)

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КЛІЄНТА (SSL/TLS Fingerprinting)

Інформаційні технології знаходять усе ширше застосування у всіх сферах життєдіяльності, зокрема, фінансах, транспорті, зв'язку, державні системи управління тощо. Саме тому проблеми інформаційної безпеки (ІБ) є надзвичайно актуальними та важливими. Вони вимагають поглибленого аналізу та вивчення, адже із розвитком інформаційних технологій розвиваються і методи та види атак в інформаційному просторі. Одним із завдань, яке доводиться вирішувати в контексті ІБ є захист інформації, яка зберігається, обробляється і передається в комп'ютерних системах і мережах. Сучасні методи захисту комп'ютерних систем і мереж не здатні на належному рівні забезпечити інформаційну безпеку. Для протидії інформаційним атакам в даний час все частіше застосовуються спеціальні системи захисту – системи виявлення вторгнень.

Одним із популярних методів ІБ в комп'ютерних системах і мережах є запровадження різного виду перетворень інформації (шифрування). Однак використання зашифрованого мережевого трафіку є двосічним мечем. З одного боку, він забезпечує надійну передачу даних, забезпечує захист від перехоплення, і підвищує достовірність між взаємодіючими хостами. З

іншого боку, це ускладнює легітимний моніторинг мережевого трафіку, в тому числі класифікацію трафіку і ідентифікацію хоста. В даний час, ми можемо контролювати, ідентифікувати і класифікувати звичайний текст (plain-text) мережевого трафіку, такі як HTTP, але важко аналізувати шифрований зв'язок. *Чим більші безпечно з'єднання, з точки зору комунікації хостів, тим важче зрозуміти мережевий трафік і виявити аномальну і шкідливу активності.* Окрім того, шкідлива поведінка мережі може бути прихована в зашифрованих з'єднаннях, де вона є невидимою для механізмів виявлення.

Широкого застосування набув криптографічний протокол прикладного рівня Secure Socket Layer (SSL), також відомий як Transport Layer Security (TLS), який визначає, як 2 особи (клієнт і сервер) безпечно взаємодіють один з одним (TLS є наступником протоколу SSL). TLS надає можливості автентифікації і безпечної передачі даних через Інтернет з використанням криптографічних засобів. Часто відбувається лише автентифікація сервера, а клієнт залишається неавтентифікованим. Для взаємної автентифікації кожна з сторін мусить підтримувати інфраструктуру відкритого ключа (PKI), яка дозволяє захистити клієнт-серверні додатки від перехоплення, редагування повідомлень або ж створення підроблених.

У повідомленні, зашифрованому за допомогою SSL/TLS, хости повинні узгодити методи шифрування і їхні параметри. Отже, початкові пакети містять незашифровані повідомлення з інформацією про клієнта і сервер. Ця інформація варіюється в залежності від різних клієнтів і їх версій. Подібний ідентифікатор клієнта це значення User-Agent в HTTP-заголовку, який зазвичай використовується для ідентифікації клієнта та класифікації трафіку. Проте, в HTTPS зв'язку ми можемо спостерігати тільки SSL/TLS рукоштовування (handshake) без дешифрування корисного навантаження. Таким чином, ми підходимо до проблеми ідентифікації клієнта SSL/TLS і класифікації HTTPS трафіку шляхом *створення словника SSL/TLS відбитків рукоштовування (fingerprinting)* і їх відповідне значення для User-Agent.

Однак при ідентифікації клієнта на основі HTTP User-Agent рядком User-Agent можна маніпулювати. Наприклад, незаконні пошукові роботи (web crawlers) і боти (bots) зазвичай підробляють рядок User-Agent, щоб бути помилково прийнятими за законних, таких як Googlebot. Маніпуляції з рядком User-Agent не поширюється лише на зловмисних клієнтів, але і для законних клієнтів. Практика є такою, що веб-браузери додають ідентифікатори один одного в їх User-Agent для вирішення проблеми сумісності з деякими веб-сторінками. Отже, Internet Explorer включає в себе «Mozilla» в своєму рядку User-Agent і Android браузері стверджують самі браузер Safari. Багато браузерів також пропонують зручний варіант повністю заміненого User-Agent з довільним рядком або ідентифікатором іншого браузера. Як наслідок, *існує ризик того, що рядок User-Agent підроблений* і результатам будь-якої роботи на основі аналізу рядка User-Agent не можна довіряти.

У даному контексті мережева безпека і судово-медична експертиза мають унікальні переваги в порівнянні з мережевим аналізом трафіку і дактилоскопією клієнтів. Загальний мережевий трафік не є основним для моніторингу мережевої безпеки. Замість цього, позаштатні і невідомі раніше шаблони трафіку знаходяться під питанням. Звичайно, ми повинні спочатку зрозуміти мережевий трафік, щоб розпізнавати загальні структури трафіку. Потім, можна зосередитися на незвичайних подіях і відбитках пальців для виявлення підозрілих або шкідливих клієнтів і їх активності.

Тематичні дослідження в області мережевої безпеки і судово-медичної експертизи мають справу з шкідливим програмним забезпеченням і експлуатації уразливостей. Наприклад, Win32/Hotbar є шкідливою програмою, чия діяльність може бути виявлена шляхом пошуку HTTP запитів з певним User-Agent. Інший приклад пов'язаний з Shellshock, уразливості інтерпретатора Bash (виявленої 2014 року). Shellshock може бути виявлений за допомогою HTTP-запитів, що містять рядки, що починаються з "() { ; ; };" у значеннях різних заголовків, які можуть бути оброблені за допомогою будь-яких сценаріїв на стороні сервера. Атака може бути виявлена шляхом перевірки характеристичної послідовності в запиті HTTP заголовків. В обох випадках ми стикаємося з проблемою методу виявлення шкідливих програм, які легко здійснюється через HTTP, але важко виконати над HTTPS трафіком.

Загальні тенденції в області мережевих комунікацій впливають на майже всі взаємодіючі хости, в тому числі і небезпечні програми. Простим прикладом є ботнети, які використовують HTTP (S) для зв'язку між ботами і командними центрами управління (C&C). Сучасні ботнети переходять на HTTPS з тих же причин, що і законні клієнти. Наприклад, боти можуть приймати команди тільки з довірених центрів C&C. HTTPS забезпечує певний рівень довіри і, крім того, запобігає прослуховуванню повідомлення, на які зазвичай покладаються механізми виявлення.

Протокол SSL/TLS і його додатки постійно аналізуються у SSL Qualys Lab [1]. Крім тестування додатків SSL/TLS, вони представили ідею дактилоскопії клієнта HTTP, використовуючи аналіз SSL/TLS рукописання. Ідея була реалізована в SSLhaf як доказ правильності концепції інструменту для одночасного аналізу з'єднань HTTP і SSL/TLS. Короткий аналіз відбитків пальців поширених веб-браузерів, був опублікований в Internet Storm Center [2]. Ідея також була реалізована в якості модуля інструменту r0f, який використовується для зняття відбитків пальців операційних систем.

Автори роботи [3] провели дослідження, в ході якого створили словник, який містить пари елементів рукописання SSL/TLS і відповідним значенням User-Agent. Було вирішено використовувати тільки список шифрів (Ciphersuites) з повідомлення ClientHello для створення словника. Набори шифрів це найрізноманітніші елементи SSL/TLS рукописання, і їх достатньо для ідентифікації клієнтів. Інші елементи рукописання мають лише кілька різних значень, тому їх не планувалось включати в словник. У ході дослідження проводилось вимірювання протягом 7 днів. Використовувалась мережа з пропускнуою здатністю контрольованої мережі в діапазоні від 3 до 5 Гбіт. Було відфільтроване з'єднання HTTPS, оброблені SSL/TLS рукописання, і збережений зміст повідомлень ClientHello. Версії SSL/TLS, список шифрів, алгоритми стиснення і розширення були записані для кожного з'єднання. В цілому було оброблено 85,250,090 HTTPS з'єднань.

Для класифікації мережевого трафіку використовувався інструмент HTTP::BrowserDetect, щоб позначити і класифікувати рядки User-Agent. Інструмент витягує загальну інформацію про даного клієнта, наприклад, ім'я браузера, версію, постачальника, і операційну систему. Хоча інструмент був розроблений для аналізу агентів користувачів веб-браузерів, а також він може розпізнавати веб-сканери. Цікавою опцією є виявлення мобільного пристрою, його тип і виробника.

З даних було отримано чотири частини інформації про User-Agent: тип пристрою, операційна система, тип програми, і тип веб-браузера. Якщо список шифрів відповідав більш ніж одному User-Agent, обиралось значення, що найбільше зустрічається. Наприклад, якщо список шифрів відповідає Chrome чотири рази і в Firefox один раз, присвоювався браузер Chrome. Цей метод не є найбільш точним, але забезпечує найбільш ймовірне значення. У разі широкої мінливості значень або неможливості синтаксичного аналізу User-Agent, використовується невідоме (unknown) значення. Результатом цього є словник з каскадом значень, що відповідають клієнтському відбитку пальця для кожного списку шифрів. Частка типів клієнтів в словнику представлена на рис. 1а. Ця цифра представляє тільки структуру словника, а не актуальність конкретних типів клієнтів.

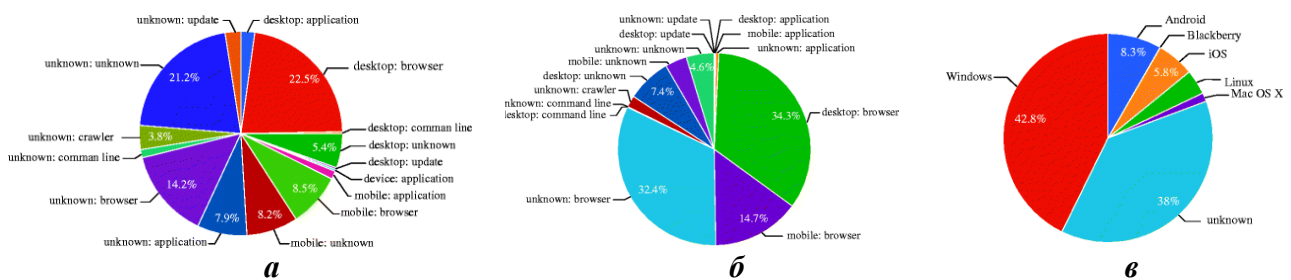


Рис. 1. Частки типів клієнтів у словнику (а), у живому мережевому трафіку (б) та

Частки типів клієнтів в трафіку HTTPS представлені на рис. 1б. Близько третини з'єднань були ініційовані настільними браузерями. Цікавим показником є відносно велика кількість трафіку ініційованого мобільними пристроями. Також була змога захопити генеровані комп'ютером HTTPS з'єднання шляхом ідентифікації трафіку, що належить до сканерів і оновлень. Тільки 4,6% трафіку HTTPS залишається абсолютно невідомим.

В останньому аналізі User-Agent додатково аналізувався з метою отримання інформації про операційну систему (рис. 1ав). Велика частина операційних систем є платформою Windows. На жаль, існує висока частка трафіку, для якого не можливо визначити операційну систему клієнта через відсутність або суперечливу інформацію в рядку User-Agent. Для отримання більш точної ідентифікації операційної системи використовувалась додаткова інформація, така як розмір вікна TCP або SYN розмір пакета.

Однією з найцікавіших пар, з точки зору безпеки, включають характерну послідовність Bash уразливості Shellshock в рядку User-Agent. Послідовність "() { ; }; " явно не є User-Agent, який також має на увазі, що у нас немає іншого ідентифікатора клієнта. Було проведено відповідний пошук списку шифрів в даних моніторингу мережі, але не було знайдено будь-якого іншого збігу. Отже, можемо припустити, що існує унікальний відбиток шкідливого клієнта. Незважаючи на те, що ми не знаємо більше про клієнта, ми можемо використовувати отримані знання для виявлення підозрілих списків шифрів в мережевому трафіку. Виявлення шкідливих клієнтів, які, як відомо, використовують уразливість, це ще один випадок використання дактилоскопії в області мережевої безпеки.

В результаті дослідження було отримано словник даних у базі даних SQLite з відповідністю пари набір шифрів (Ciphersuites) та клієнта (User-Agent), які можуть бути використані для ідентифікації нестандартних, унікальних (bash shellshock) шкідливих клієнтів і їхньої активності.

1. *HTTP client fingerprinting using SSL handshake analysis*. Режим доступу: <https://www.ssllabs.com/projects/client-fingerprinting/>

2. *Johannes B. Ullrich. Browser fingerprinting via SSL Client Hello messages*. Режим доступу: <https://isc.sans.edu/forums/diary/Browser+Fingerprinting+via+SSL+Client+Hello+Messages/17210>

3. *Martin Hus?k, Milan Čerm?k, Tom?? Jirsík, Pavel Čeleda. Network-based HTTPS Client Identification Using SSL/TLS Fingerprinting*. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://jis.eurasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/s13635-016-0030-7>

Гетманець Олег, Пеліхатий Микола
Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В ЗАДАЧАХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Вступ. При проведенні екологічного моніторингу стану довкілля за вимірними значеннями деякого абіотичного фактору, наприклад, рівня радіації, хімічного забруднення будь-якою речовиною, рівня акустичного шуму, інтенсивності фонового електричного або магнітного поля та ін. існує проблема, як на підставі результатів вимірювань, що були проведені в обмеженому числі точок, розташованих всередині контрольованої зони, побудувати цілісну карту забруднення на всій контрольованій території і поблизу її зовнішніх кордонів. Багато в чому це завдання є аналогічним до завдання відновлення зображення за його точковими фрагментами.

Існують різні підходи до вирішення цієї проблеми. Значна частина з них відноситься до регресійної картографії – тобто побудови рівняння лінійної чи нелінійної регресії для залежності чисельних значень показника абіотичного фактору від координат довільної точки на карті контрольованої території в різних ступенях на підставі результатів вимірювань в обмеженій кількості контрольних точок із застосуванням методу найменших квадратів. Якщо кількість точок спостережень досить велика, то цей підхід дає доволі добрі результати всередині контрольованої зони, але призводить до суттєвих похибок прогнозів поблизу її кордонів, де абсолютні значення координат (відносно центру зони) значні, до того ж вони підносяться до різних додатних ступенів.

В роботі [1] була досліджена можливість застосування кластерного аналізу для побудови карт екологічних забруднень довкілля. Після обробки результатів вимірювань із застосуванням різних методів кластеризації було встановлено, що результати аналізу якісно збігаються між собою, і доведена можливість застосування кластерного аналізу для побудови карти забруднень. Однак ці карти є недостатньо детальними, оскільки проєкції, наприклад, так званих «радіаційних кластерів» (у випадку радіаційного забруднення), які уявляють собою кулі в тривимірному просторі (дві координати – це декартові координати x і y точки на місцевості, а третя – рівень забруднення z в даній точці), на двовимірну поверхню контрольованої зони є колами, що перетинаються, радіуси яких достатньо значні.

В наш час інтенсивно розвиваються нейромереві алгоритми (наприклад, [2, 3]). Один з них – самонавчальні або самоорганізаційні нейронні карти (Self Organizing Map – або SOM) [4, 5]. Алгоритм SOM базується на двох основних напрямках – векторному квантуванні і проєктуванні, тому цей метод можна використовувати для кластеризації, пошуку та аналізу закономірностей у вихідних даних екологічних досліджень. Як і будь-яка нейромережа, SOM складається з вузлів-нейронів. Кожен вузол нейромережі описується двома векторами – вектором ваги m , який має розмірність вхідних даних (показником рівня забруднення), і вектором координат вузла на карті $r(x, y)$. Алгоритм роботи SOM складається з наступних кроків: 1) розташування на карті всієї контрольованої території початкової нейронної мережі заданої топології із заздалегідь визначеною кількістю вузлів-нейронів; 2) вибір вхідного вектору з набору даних екологічних спостережень; 3) знаходження найбільш близького значення вектора вузла-нейрона (так званого, «нейрона-переможця») на карті; 4) визначення кількості найближчих сусідніх нейронів до нейрона-переможця; 5) безпосереднє навчання мережі, в ході якого значення вектора нейрона-переможця і найближчих сусідніх нейронів поступово змінюються, наближаючись до значення вхідних векторів – даних спостережень; 6) визначення помилки карти. Цикл закінчується або при виконанні певної кількості ітерацій, або при досягненні заздалегідь визначеної похибки побудови карти.

Метою даної роботи є дослідження можливості застосування методу SOM для побудови безперервної карти екологічних забруднень на місцевості на основі даних локальних вимірювань, що були проведені в кінцевому числі точок всередині контрольованої зони. Як приклад, розглядається побудова карти поля радіаційного фону безперервного рентгенівського і гамма-випромінювання.

Матеріали та методи досліджень. В якості матеріалів досліджень були використані результати вимірювань амбієнтного еквіваленту потужності дози безперервного рентгенівського і гамма-випромінювання на території історичного центру м Харкова, яка обмежена річками Лопань і Харків аж до їх злиття. Вимірювання проводилися протягом жовтня 2019 р. щодня з 10-ї до 12-ї години за допомогою дозиметра МКС-05 «ТЕРРА» з абсолютною помилкою відліку 0,01 мкЗв/год.

В якості конкретного прикладу розглянемо результати вимірювань потужності дози безперервного рентгенівського і гамма-випромінювання, що були виконані 1 жовтня 2019 р. (табл. 1). Відповідні значення потужності дози разом з координатами точок спостережень наведені в таблиці. Для більшої наочності для значень потужності дози використовувалася позасистемна одиниця – мкР/год замість одиниці системи СІ – мкЗв/год (в одиницях мкЗв/год

проградуїована шкала дозиметра МКС-05 «ТЕРРА»). Коефіцієнт перерахунку: 1 мкР/год = 0,01 мкЗв/год.

Таблиця 1

Результати вимірювань амбієнтного еквіваленту потужності дози неперервного рентгенівського та гамма-випромінювання станом на 1 жовтня 2019 року

№ точки спостережень	Координати, м		Потужність дози	
	X	Y	мкЗв/год	мкР/год
1	0	0	0,13	13
2	-5	255	0,13	13
3	-262	270	0,14	14
4	-259	4	0,14	14
5	-275	-247	0,11	11
6	-2	-253	0,13	13
7	269	-244	0,13	13
8	235	17	0,12	12
9	255	285	0,13	13
10	249	589	0,15	15
11	-8	517	0,14	14
12	-263	533	0,14	14
13	-526	522	0,12	12
14	-505	282	0,12	12
15	-518	13	0,15	15
16	-516	-250	0,11	11
17	-527	-507	0,14	14
18	-251	-501	0,11	11
19	-3	-517	0,14	14
20	258	-506	0,13	13
21	512	-502	0,11	11
22	518	-241	0,12	12
23	512	12	0,17	17
24	509	276	0,15	15
25	505	533	0,14	14

Обробка цих даних проводилася методами SOM за допомогою пакета Neural Network Toolbox програми MatLab 8.1 (фірми MathWorks, US).

Ініціалізація SOM здійснювалася наступним чином. Була створена початкова нейронна мережа, що складалася з 100 нейронів-вузлів, розташованих випадковим чином (топологія «randtop») на площі розміром близько 1,5 кв. км, яка перекривала всю контрольовану зону. Кожен нейрон характеризувався вектором ваги m , який мав розмірність входних векторів – даних 5-го стовпчика таблиці (мкР/год), і вектором розміщення $r(x, y)$ на основі даних 2-го та 3-го стовпчика таблиці. Вектори ваги нейронів мали цілі значення в одиницях мкР/год, які вибиралися випадковим чином з інтервалу 8 мкР/год – 18 мкР/год, що перекривав весь діапазон результатів вимірювань з таблиці. Таким чином, початкова нейронна мережа являла собою випадкову тривимірну вибірку.

Завершення всього процесу навчання нейронної мережі ілюструє рисунок – карта виходу нейронів (рис. 1). Нейрони об'єдналися в 25 кластерів, координати центрів яких практично збігаються з координатами точок спостережень з таблиці, тобто вектори 100 початкових нейронів «спроєктувалися» на 25 векторів входу. Таким чином була отримана стійка (бо було проведено 1000 циклів навчання) карта радіаційного фону на контрольованій території.

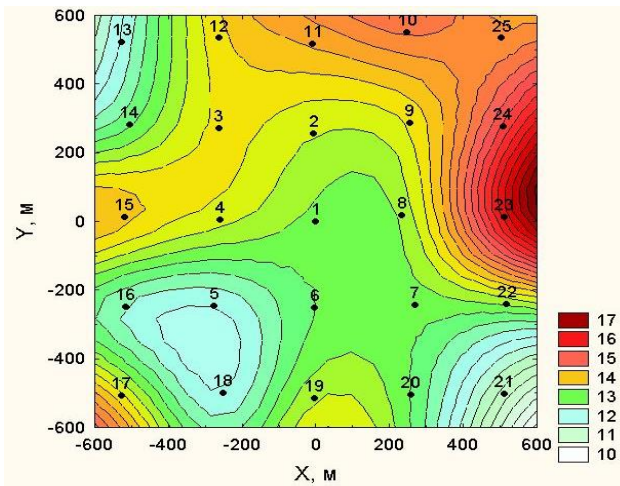


Рис. 1. Карта радіаційного фону на контрольованій території.
Рівень радіації за тоном в одиницях мкР/год.
Цифрами позначені номери точок спостережень згідно таблиці

Рисунок свідчить про те, що точність карти радіаційного фону за кількістю ліній рівня не гірша за 0,25 мкР/год, що приблизно в чотири рази менше ціни відліку дозиметра. Це якісно можна пояснити тим, що кількість початкових нейронів в чотири рази перевищувала кількість точок спостережень. При цьому точність отриманої карти можна підвищити, збільшивши кількість початкових нейронів і кількість циклів їх навчання в програмі.

Відмінність і перевага методу самонавчальних нейронних мереж в порівнянні з методами регресійної картографії полягає в тому, що кількість початкових нейронів може бути вибрана дуже великою. Нейрони в процесі навчання перебудовуються під впливом векторів входу – результатів точкових вимірювань і об'єднуються в кластери, заповнюючи весь простір контрольованої зони, і на кінцевому етапі навчання утворюють карту поля екологічних забруднень з будь-якої заданої точністю. Іншою відмінністю методу самонавчальних нейронних мереж в порівнянні з методами кластерного аналізу є те, що він є динамічним, тому що в процесі навчання значення вектора ваги нейрона-переможця і найближчих сусідніх нейронів безперервно змінюються, наближаючись до значення вхідних векторів – даних спостережень.

Висновки. Таким чином, в даній роботі була доведена можливість застосування методу самовиучуваних нейронних мереж для побудови безперервної карти рівня екологічних забруднень на місцевості за результатами вимірювань значень патогенного фактора в кінцевому числі точок спостережень всередині контрольованої території.

Показано, що даний метод є більш точним у порівнянні з методами регресійної картографії та кластерного аналізу, від яких він принципово відрізняється.

Можливості істотного поліпшення точності розглянутого методу полягають в збільшенні кількості початкових нейронів і кількості ітерацій в процесі їх навчання.

1. Гетманець О., Некос А., Пеліхатий М.. Кластерний аналіз і радіаційний моніторинг довкілля. Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка: Геологія. 2019. 3(86). С. 75–79.

2. Уоссермен Ф. Нейрокомп'ютерна техніка: Теорія і практика. М: Мир. 1992. 184 с.

3. Ежов А., Шумский. Нейрокомп'ютинг и его применение в экономике и бизнесе. М.: ИНТУИТ. 1998. 216 с.

4. Kohonen, T. *Self-Organizing Maps*. Berlin: Springer-Verlag. 1995. 502 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-97610-0>.

5. Venzano, J. *Data Mining Techniques Based on the Self Organizing Maps*. Helsinki: Helsinki University of Technology. 1997. 63 p.

Даценко Людмила, Тітова Світлана, Дубницька Маргарита
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ

В основі Концепції сталого розвитку прийнятого 1992 року в ООН було покладено ідею динамічної рівноваги як розвиток у межах господарської ємності природного середовища, що не вносить незворотних змін у природу і не створює загрози для тривалого існування людини як біологічного виду [1, с. 34] та її майбутніх поколінь. Оскільки Україна як держава не існує у вакуумі, консенсус міжнародної спільноти у межах екологічної стратегії накладає зобов'язання на державу Україна у реалізації такого підходу у сфері охорони навколишнього природного середовища, який би відображав уже існуючі міжнародні норми, підходи та концепції до екологічної безпеки. Особливої уваги потребує державне регулювання інформаційних технологій електронного урядування, що використовуються у сфері охорони навколишнього середовища, яке є недостатнім та фрагментарним, що унеможливило застосування цих технологій на практиці.

Згідно з положеннями Концепції розвитку електронного урядування в Україні, затвердженої Розпорядженням Кабінету Міністрів від 20 вересня 2017 р. №649-р, очікується, що у сфері екології та природних ресурсів до 2020 року необхідно запровадити [2]: систему екологічного моніторингу; електронний інтегрований дозвіл у сфері екології та природних ресурсів; електронну систему водного балансу України.

Серед іншого, метою концепції є сприяння першочергових пріоритетів, визначених Стратегією сталого розвитку «Україна-2018» [3], що знайшла своє продовження і у Стратегії до 2030 року. На виконання цієї Концепції, що має на меті наблизити використання інформаційних технологій в Україні до стандартів Європейського Союзу було розроблено та прийнято відповідний План заходів [4]. Однак він не містить жодних конкретних положень щодо визначення чітких технологій, які необхідно розробити та впровадити в екологічній сфері, технічних вимог та їхнього призначення, а саме які проблеми вони покликані вирішити. Вказано лише, що потрібно розробити та реалізувати плани комплексного впровадження механізмів електронного урядування в Мінприроди та інших органах виконавчої влади, які йому підпорядковані.

Якщо звернутися до списку наборів відкритих даних [5], опублікованих на сайті Міндовкілля як розпорядника інформацією, то кожен набір не містить великі набори даних (big data), на основі яких можна аналізувати кореляції, оцінювати реальний стан природних об'єктів та зон та якісно покращувати процес прийняття рішень та вироблення заходів у сфері охорони навколишнього середовища на основі цих даних. Зокрема, йдеться про дані моніторингу лісів, водних об'єктів та загальнодержавної системи моніторингу довкілля. До того ж проблематика систематичності збору та публікації цих даних також постає, оскільки, наприклад, найактуальніші дані моніторингу лісів датуються 2020 роком. Розв'язання таких першочергових проблем, як несформованість нормативно-правової бази, що регулює сферу надання електронних послуг, брак довіри до електронної взаємодії суб'єктів надання адміністративних послуг та суб'єктів звернення та відсутність єдиної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури, що забезпечує надання електронних послуг на основі встановлених вимог [6, с. 76] дозволить скоротити значне відставання України від світових рівнів розвитку у сфері екології.

Варто зазначити, що уже відбувалися спроби щодо системного використання інформаційних технологій для моніторингу стану навколишнього середовища та дизайну подальшої екологічної політики на основі зібраних даних. Це стосується створення єдиної інформаційно-комунікаційної системи сфери охорони навколишнього природного середовища

та сталого розвитку, ініційованої Розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції створення загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля» від 07 листопада 2018 р. №825-р [7]. Для цієї системи були поставлені такі цілі [8, с. 11]: створення сучасного інформаційно-аналітичного супроводу формування та впровадження урядової політики у цій сфері; електронна комунікація із громадянами та бізнесом щодо стану та впливу на довкілля; інформаційне підґрунтя для громадського контролю за використанням публічних коштів, відтворення й охорони природних ресурсів; надання електронних адміністративних послуг, які визначають права та обов'язки громадян у поводженні із природними ресурсами, їх використання у економічній та соціальній діяльності. Також в межах проєкту передбачалося створення двох сервісів для громадян та бізнесу – «Геопортал екологічних даних» для моніторингу екологічного стану та «Портал адміністративних послуг» та три сервіси електронного врядування. Однак не було створено конкретного продукту, з яким би можна було ознайомитися, та який дозволив би електронну участь громадськості у доступі до екологічних даних та до сервісів електронного врядування задля суспільного впливу на побудову екологічної політики. Починаючи з серпня 2018 року, на сайті розробників IT-системи «Відкрите довкілля», відсутня будь-яка активність на офіційній веб-сторінці, що дає підстави вважати, що адміністрацію та обслуговування відповідної інформаційної системи екологічного моніторингу було призупинено.

Значного розвитку в Україні почав набувати моніторинг стану природних ресурсів за допомогою інформаційних технологій. Прикладом таких технологічних рішень є моніторинг якості повітря з використанням ІОТ девайсів. Прикладами таких систем можуть бути SaveEcoBot та Eco-city. Такі технологічні рішення працюють на основі даних, отриманих з загальнодоступних станцій моніторингу якості повітря. Дані надаються в різному форматі, оскільки станції не є уніфікованими, тому через це моніторингові системи змушені приводити їх до одного виду. Наразі в загальному доступі налічується близько 300 працюючих станцій, проте дана кількість є доволі незначною, що спричиняє проблему відсутності актуальних даних для невеликих містечок та селищ, як, наприклад, Васильків та Боярка Київської області. Ці міста не мають жодної станції, однак проблема забруднення повітря при спалюванні органічних відходів найбільш актуальна саме в малих населених пунктах. Наявність моніторингових станцій якості повітря в невеликих містах та селах дозволила б краще акцентувати увагу на проблемі спалювання органічних відходів та сприяла б попередженню таких правопорушень. Другою суттєвою проблемою описаних систем є різноманіття моніторингових станцій, їх підпорядкування різним організаціям та приватним особам, які ніяк між собою не пов'язані та не гарантують безперервну роботу станцій. Також до недоліків можна віднести відсутність функціоналу для формування аналітичної інформації. Наявність такого функціоналу дозволила б відслідковувати динаміку змін екологічної ситуації. З вищезазначеного зрозуміло, що напрямок моніторингу забруднення повітря динамічно розвивається в Україні, попри проблеми зі збором та аналізом даних.

Одним з актуальних та перспективних напрямків захисту довкілля є моніторинг забруднення водних ресурсів. Для впровадження європейських підходів до моніторингу якості поверхневих вод відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС в Україні прийнятий новий Порядок про здійснення державного моніторингу вод, затверджений Постановою КМУ від 19 вересня 2018 року №758. Порядком визначено чіткий розподіл обов'язків між суб'єктами моніторингу без дублювання повноважень, введено нові показники моніторингу, які в Україні до цього часу не вимірювались – пріоритетні, гідроморфологічні та біологічні. З 2019 року в Україні передбачено виконання трьох видів державного моніторингу вод для масивів поверхневих вод: діагностичний, операційний та дослідницький, які здійснюються за басейновим принципом. Результати моніторингу подаються на сайті Держводагентства в програмній системі «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України» (на електронній карті представлені дані щодо кількості показників, по яких спостерігаються перевищення норм та кратність перевищення норм) [9].

Потреба раціонального та ефективного використання усіх земельних ресурсів, а також збереження їх якісного стану, відповідно, якості ґрунтів сільськогосподарських угідь, що зумовлюються певними негативними тенденціями. Спостерігається понад третина земель, які є еродованими, майже половина, зокрема чорноземи із середніми або, навіть, низькими показниками рівня забезпеченості необхідними поживними речовинами. Вперше передбачення проведення моніторингу та охорони земель в Україні відбулося з прийнятим у 1990 р. Земельним кодексом. А вже фактично систематичні дослідження та спостереження за сьогоденним станом та потенціальним розвитком земельних ресурсів почали здійснювати в Україні уже після затвердження Кабінетом Міністрів України Постанови від 20.08.1993 р. №661 «Положення про моніторинг та охорону земель». Уже після, а саме протягом певного періоду почала відбуватися деталізація правового регулювання моніторингу та охорони земель. Моніторинг земель є однією з головних складових частин державної системи моніторингу навколишнього природного середовища. Якщо взяти до уваги галузь використання та охорони земель, то земельний моніторинг є невід'ємною складовою системи управління цією галуззю. Однак ми вважаємо, що система управління в галузі використання та охорони земель потребує значного реформування та вдосконалення правової бази для ефективного здійснення управлінської діяльності у цій галузі. Актуальною проблемою на сьогодні залишається удосконалення створеної вже методології та методів моніторингу та охорони земель, бо це виступає основою обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту середовища та виконанні природоохоронних заходів. Особливу увагу в цьому аспекті надається саме моніторингу стану земельних ресурсів. Важливо наголосити, що вони відіграють чи не найголовнішу роль у розвитку держави, а також займаються успішним вирішенням аграрних та економічних питань. Таке удосконалення даної системи в Україні є беззаперечною умовою для подальшої узгодженості методів та шляхів проведення дослідження та спостереження ґрунтів до європейських стандартів [10]. Дослідження стану земель та якості ґрунтів як складові державної програми моніторингу ґрунтується на Положенні «Про державну систему моніторингу довкілля. Відповідно до Земельного кодексу України та Закону «Про охорону земель» діяльність, яку проводить моніторинг та охорона земель в Україні має на меті забезпечитися Державним агентством України. Відповідно з ним, згідно законів «Про охорону земель» та «Про державний контроль за використанням та охороною земель», до повноважень Центрального органу виконавчої влади, який займається питаннями аграрної політики, до якого належить проведення моніторингу та охорони земель сільськогосподарського призначення, а також ґрунтового покриву [11]. Моніторинг та охорона земель вирішують низку питань та мають виконувати завдання, що стосуються своєчасного виявлення усіх змін земель, які відбувалися внаслідок нераціонального використання людиною. Здійснення оцінки заходів щодо збереження та відтворення родючості ґрунтів, відповідно, попередження негативного впливу на ґрунтовий покрив, а також усунення різнобічних наслідків. Прийняття Закону України «Про моніторинг та охорону земель» стало важливим кроком у вирішенні даної проблеми. Згідно такого закону в основу мети проведення такої роботи, що стосується моніторингу та охорони земель лягло створення інформаційного забезпечення сталого екологічного та економічного землеволодіння і землекористування. Це в свою чергу встановлює принципи моніторингу: оперативність та законність, безперервність та єдність [12]. Міністерство аграрної політики та продовольства України співпрацює з Міністерством екології та природних ресурсів України, Державним агентством земельних ресурсів України, Державним агентством водних ресурсів України, а також з науково-дослідними установами Національної академії аграрних наук України для здійснення моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. Отримані результати досліджень використовуються для різноманітних цілей, таких як економічна та грошова оцінка земель, врегулювання правових відносин щодо землі, визначення зон для виробництва сільськогосподарської продукції, визначення розміру плати за землю, планування заходів з відновлення родючості ґрунтів та підвищення урожайності

сільськогосподарських культур, а також для розроблення рекомендацій щодо їх раціонального використання.

В Україні з 24 лютого 2022 р. (а на Сході України – вже впродовж 10 років) щоденно інтенсивно ведуться обстріли, утворюються вирви від авіабомб та артилерійських обстрілів, створюються нові заміновані території, знищується важка військова техніка, що призводить до витоку нафтопродуктів, випалення землі тощо. Ці наслідки воєнних дій забруднюють ґрунт, а з цим й негативно впливають на економіку країни та здоров'я людей. Війна принесла Україні багато проблем, серед яких деградація та забруднення ґрунтів. Проте перед «лікуванням» землі варто провести її аналіз на забруднюючі частки. Без аналізу неможливо визначити, який чином цю землю можна очистити, це є глобальний виклик для нашої держави, яку потрібно буде вирішувати саме за допомогою інформаційних технологій.

Вище перелічені проблеми та виклики свідчать про значне відставання України від світових темпів розвитку інформаційних систем захисту навколишнього середовища. Однак на нашу думку, саме використання інформаційних технологій для збору та обробки інформації буде рушійною силою для позитивних зрушень у покращенні наявного стану довкілля шляхом співпраці публічних органів влади з громадським суспільством та дозволить передбачати негативні екологічні наслідки до їх появи та якісно їм запобігати. Але війна продовжується, воєнно-техногенне забруднення продовжується. Якщо про території, де ведуться бойові дії мова не йдеться, то на деокупованих землях першочерговим завдання є розмінування, тому на даному етапі гарною ідеєю було б створення теоретичної та законодавчої бази для подальшої рекультивациі земель.

1. Трофимова В.В. Концепція сталого розвитку як основа постіндустріальних моделей розвитку. *Інвестиції: практика та досвід*. 2010. №8. С. 33–37.

2. Про схвалення Концепції розвитку електронного урядування в Україні: розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 вересня 2017 року №649-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/649-2017-%D1%80#Text>.

3. Проскура Г.М., Роцук М.В. Екологічне врядування як частина електронного врядування: проблеми та перспективи розвитку в Україні. URL: http://www.law.stateandregions.zp.ua/archive/1_2018/22.pdf

4. Про затвердження плану заходів з реалізації Концепції розвитку електронного урядування в Україні: розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 серпня 2018 року №617-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/617-2018-%D1%80#Text>.

5. Відкриті дані. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/vidkryti-dani/> (дата звернення: 14.03.2024).

6. Биркович Т.І., Биркович В.І., Кабанець О.С. Актуальні питання щодо запровадження електронного урядування у сфері екології та природних ресурсів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2019. №16. С. 74–78.

7. Про схвалення Концепції створення загальнодержавної автоматизованої системи «Відкрите довкілля»: розпорядження Кабінету Міністрів України від 07 листопада 2018 р. №825-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/825-2018-%D1%80#Text>.

8. Зелена книга. Проблеми та можливості створення єдиної інформаційно-комунікаційної системи сфери охорони навколишнього природного середовища та сталого розвитку. Київ: ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. 30 с.

9. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>.

10. Панас Р., Маланчук М. Сучасні проблеми здійснення моніторингу ґрунтового покриву України. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. Вип. 78, 2013. с. 201–204.

11. Петлюк Ю.С. Правові аспекти здійснення моніторингу земель в Україні. *Вісник Академії адвокатури України*. №2 (21), 2011. С. 246–247.

12. Петриченко В., Балюк С., Медведєв В. Моніторинг та охорона земель як рятівний круг. *Урядовий кур'єр*. 2014. 12 квітня. №68. С. 8.

РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ ОСНОВАМ ФІНАНСОВОЇ ГРАМОТНОСТІ МОВОЮ PYTHON

У сучасному світі зростає необхідність у фінансовій грамотності серед населення. Кожна людина повинна мати базові знання з управління власними фінансами, розуміння основних понять і принципів, що стосуються бюджетування, інвестування, кредитів та інших фінансових аспектів. Ці навички є важливими для досягнення фінансового благополуччя та забезпечення стабільного майбутнього.

Постановка задачі. Задачею дослідження є розробка зручного та привабливого мобільного застосунку мовою Python, що дозволить користувачам розширити свої знання в сфері фінансів.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка та оцінка ефективності мобільного застосунку для інтерактивного вивчення основ фінансової грамотності. Розробка зручного та ефективного інструменту який сприятиме підвищенню рівня фінансової грамотності серед користувачів, а також розвитку їхніх навичок управління власними фінансами.

Результати дослідження. Для покращення знань в області фінансів був розроблений застосунок, що використовує інтерактивний підхід для вивчення та засвоєння матеріалу. Реалізація даного застосунку базується на використанні високорівневої мови програмування Python та фреймворку KivyMD, що забезпечує широкі можливості для створення красивих та функціональних мобільних додатків. Додаток базується на архітектурному шаблоні MVC. Ця модель розділяє програму на три основні частини. Перша частина відповідає за логіку, маніпуляцію даними. Друга частина відповідає за відображення даних користувачу. Третя частина за обробку взаємодії користувача з програмою. Взаємодія проходить за допомогою кнопок, тексту та жестів.

Алгоритм базового використання:

1. Користувач заходить у застосунок і бачить головну сторінку;
2. На головній сторінці переглядає та обирає тему;
3. Перейшовши на другу сторінку може пройти тест на визначення початкового рівня фінансової грамотності.

Висновки та перспективи. Створений продукт має полегшити користувачам освоїти та доповнити свої знання у сфері фінансів, що може позитивно вплинути на успішне управління, накопичення та зберігання власних коштів.

Для цього було обрано формат у вигляді інтерактивного навчання з питаннями та відповідями. Розробка мобільного застосунку робить процес навчання більш зручним та доступним у будь який зручний час та зручному місці. Обрані технології надають можливість реалізувати застосунок з урахуванням усіх вимог.

1. <https://vseosvita.ua/library/embed/001d9w-3248.docx.html>
2. <http://mdu.edu.ua/wp-content/uploads/Ped-visnyk-64-2019-47.pdf>
3. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi-pidruchniki-ta-navchalno-metodichni-posibniki-rekomendovani-mon/navchalni-materiali-finansova-gramotnist-finansi-sho-chomu-yak-dlya-uchniv-10-11-klasivv>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Model-View-Controller>
5. <https://kivymd.readthedocs.io/en/latest/>

ANALYZING AND DESIGNING SOFTWARE FOR CALCULATING EMISSIONS FROM BULLET SHOTS REGARDING THE WAR IN UKRAINE

1. Introduction. Military activities cause widespread and long-term degradation of the environment. The experience of countries where military actions have taken place or are ongoing indicates their significant impact on all components of the natural environment, including soils. Research has shown that military actions have a powerful influence on the resilience of soils to pollution caused by combat. However, scientific developments in the field of monitoring and eco-geochemical assessment of soil conditions in conditions of military conflicts are fragmentary. This necessitates addressing the issue of geochemical analysis and assessment of the environmental condition of territories affected by war damage.

Positive land restoration practices are of interest to Ukraine, where intensive combat operations are currently taking place, leading to soil disturbance and contamination. Ukrainian lands have repeatedly suffered violations due to military actions. In particular, throughout the 20th century, the territory of Ukraine was the arena of two world wars, and since 2014, intense military actions have been taking place in the Donetsk and Luhansk regions, and since February 2022 – across the entire territory of the country. Ukraine is a militarily and technogenic tense region of Europe with devastating consequences for the environment, primarily with significant disruptions to the soil cover. Soil disturbances and contamination lead to severe socio-economic and environmental consequences.

The purpose of the article is to introduce and elucidate the development of an API system designed to accurately calculate emissions resulting from the firing of automatic rifles. This system aims to provide a comprehensive and efficient tool for assessing the environmental impact of firearm usage, particularly in military contexts. By offering detailed calculations and analysis capabilities, the API system seeks to enhance our understanding of the pollution generated by automatic rifle fire and facilitate informed decision-making regarding environmental conservation and sustainability efforts.

2. The emissions of the automatic rifles from the bullet shot regarding the war in Ukraine

The use of automatic rifles in conflict zones like the Ukraine war can contribute to various forms of pollution, including environmental and health impacts. Here are a few points to consider:

- **Air Pollution:** Firing automatic rifles releases pollutants into the air, including particulate matter, carbon monoxide, nitrogen oxides, and volatile organic compounds. These pollutants can degrade air quality and pose health risks to both combatants and civilians in the vicinity.

- **Soil and Water Contamination:** The materials used in ammunition, such as lead, copper, and other heavy metals, can contaminate the soil and water in the areas where they are used. This contamination can persist for years, posing risks to ecosystems and human health through the food chain.

- **Noise Pollution:** Automatic rifles produce high levels of noise when fired, which can have negative impacts on both humans and wildlife. Prolonged exposure to loud gunfire can lead to hearing damage in combatants and nearby civilians, as well as disrupt wildlife behavior and habitats.

- **Long-term Environment Damage:** The cumulative effects of pollution from warfare, including the use of automatic rifles, can have long-lasting environmental consequences. These may include ecosystem degradation, loss of biodiversity, and reduced resilience to future environmental challenges.

The emissions from firing automatic rifles can be influenced by various factors, including the caliber of the bullets they use. Here's how bullet caliber can affect emissions from automatic rifles:

- **Projectile Mass:** The caliber of a bullet is directly related to its size and mass. Larger caliber bullets typically have greater mass, which means they require more propellant to achieve the same velocity as smaller caliber bullets. Firing a larger caliber bullet may result in the combustion of a larger volume of propellant, leading to higher emissions of combustion byproducts such as carbon dioxide (CO₂) and particulate matter (PM)

- **Propellant Charge:** The amount and composition of the propellant contained within the cartridge can vary based on the caliber of the bullet. Larger caliber bullets may require more propellant to achieve the desired velocity, resulting in higher emissions of gases and particulates during combustion.

- **Muzzle Velocity:** The velocity at which a bullet exits the barrel, known as muzzle velocity, is influenced by factors including bullet design, propellant charge, and barrel length. Larger caliber bullets may have lower muzzle velocities compared to smaller caliber bullets, but this can vary depending on the specific firearm and ammunition used. Higher muzzle velocities generally result in increased emissions due to the greater energy released during firing.

- **Barrel Length:** The length of the barrel can also impact emissions from automatic rifles. Longer barrels typically allow for more complete combustion of propellant gases, resulting in lower emissions of unburned hydrocarbons and other pollutants. However, barrel length is not solely determined by bullet caliber and can vary between firearms of the same caliber.

Concerns have been raised as to whether gunshot fumes induce prolonged reduced lung capacity or even cancer due to inhalation. Gunshot fumes from three different types of ammunition caliber 5.56 mm × 45 NATO were investigated. SS109 has a soft lead (Pb) core, while NM255 and NM229 have a harder steel core. Emissions from ammunitions were characterized with respect to particle number- and mass-size, and mass distribution, heavy metal content, and different gases. Lung epithelial cells were exposed to the fumes at the air liquid interface to elucidate cytotoxicity and genotoxicity. Irrespectively of ammunition type, the largest mass fraction of generated particulate matter (PM) had a size between 1 and 3 μm. The highest number of particles generated was in the size range of 30 nm. Fumes from NM255 and NM229 induced cytotoxic effects of which the emission from NM229 induced the highest effect. Fumes from NM229 induced a dose-related increase in DNA-damage. Significant effects were only achieved at the highest exposure level, which led to approximately 40% reduced cell viability after 24h. The effect probably relates to the mass of emitted particles where the size may be of importance, in addition to emission of Cu and Zn. A complex mixture of chemical substances and PM may increase the toxicity of the fumes and should encourage measures to reduce exposure [1].

Table 1

Calculated emission factors for the PM (PM) and metals released by the firing of different ammunition types with a standard HK416 assault rifle [1]

	NM229	NM255	SS109
PM (mg/bullet)	59.2 ± 9.6	47.3 ± 6.8	32.5 ± 4.9
Cu (mg/bullet)	38.1 ± 16.6	16.8 ± 7.0	13.7 ± 5.6
Zn (mg/bullet)	7.2 ± 2.1	2.0 ± 0.79	1.7 ± 0.85
Pb (mg/bullet)	0.17 ± 0.37	0.25 ± 0.39	3.1 ± 0.86
Sb (μg/bullet)	61 ± 96	69 ± 116	263 ± 191
Fe (μg/bullet)	153 ± 43	53 ± 19	124 ± 28
Mn (μg/bullet)	1.4 ± 1.3	0.94 ± 0.52	2.7 ± 1.3
Al (μg/bullet)	78 ± 22	141 ± 67	105 ± 99
Ba (μg/bullet)	89 ± 89	96 ± 117	577 ± 187

3. Designing software for calculating emissions from bullet shot. Software for calculating emissions from automatic rifles plays a crucial role in supporting environmental sustainability,

regulatory compliance, and informed decision-making in military operations. By accurately measuring and analyzing emissions data, military organizations can mitigate environmental impact, protect public health, and ensure the responsible use of firearms in training and combat situations.

Software for calculating emissions from automatic rifles serves several important purposes, particularly in the context of environmental impact assessment and military operations:

- **Environmental Impact Assessment:** Automatic rifles, like other firearms, emit pollutants such as carbon dioxide (CO₂), nitrogen oxides (NO_x), sulfur dioxide (SO₂), and particulate matter (PM) when fired. Calculating emissions from automatic rifles helps military organizations assess the environmental impact of training exercises, combat operations, and weapon testing on air quality, soil integrity, and ecosystem health.

- **Compliance Monitoring:** Military activities are subject to environmental regulations and standards, both domestically and internationally. By accurately measuring and monitoring emissions from automatic rifles, military organizations can ensure compliance with environmental laws and regulations, minimizing the risk of environmental violations and associated penalties.

- **Resource Management:** Understanding the emissions generated by automatic rifles is essential for optimizing resource use and minimizing environmental impact. By analyzing emissions data, military organizations can identify opportunities to reduce fuel consumption, mitigate air pollution, and implement sustainable practices in training and combat operations.

- **Health and Safety:** Emissions from automatic rifles can have adverse effects on the health and safety of military personnel, local communities, and ecosystems. By quantifying emissions, military organizations can assess potential health risks associated with exposure to pollutants and implement measures to protect personnel and mitigate environmental harm.

- **Operational Planning:** Incorporating emissions data into operational planning allows military organizations to make informed decisions about the timing, location, and intensity of training exercises and combat operations. By considering environmental factors, such as air quality and pollution levels, military commanders can minimize the impact of military activities on surrounding communities and ecosystems.

- **Accountability and Transparency:** Calculating and reporting emissions from automatic rifles promotes accountability and transparency in military operations. By openly disclosing emissions data, military organizations demonstrate their commitment to environmental stewardship and responsible use of resources, fostering public trust and confidence.

Choosing Spring technology for building software solutions, including REST APIs, involves considering several factors that make it a popular and preferred choice among developers and organizations. Spring provides a comprehensive ecosystem of modules and libraries for developing a wide range of applications, including web applications, microservices, enterprise systems, and more. This allows developers to leverage a consistent set of tools and components across different projects, promoting code reuse, maintainability, and scalability. Spring's modular architecture allows developers to use only the components they need, reducing unnecessary dependencies and keeping the codebase lightweight and flexible. Additionally, Spring's extensibility enables integration with third-party libraries, frameworks, and technologies, allowing developers to tailor solutions to their specific requirements. Spring Boot, a part of the Spring Framework, simplifies the process of building and deploying Java-based applications by providing a convention-over-configuration approach and auto-configuration capabilities. This reduces the amount of boilerplate code and configuration required, allowing developers to focus more on business logic and less on infrastructure setup. Spring is known for its robustness and reliability, with a strong emphasis on best practices, design patterns, and industry standards. The framework provides features such as dependency injection, aspect-oriented programming, and transaction management, which help developers build scalable, maintainable, and production-ready applications. Spring has a large and active community of developers, contributors, and users who provide support, documentation, tutorials, and resources. This vibrant community fosters knowledge sharing, collaboration, and innovation, making it easier for developers to troubleshoot issues, learn new concepts, and stay up-to-date with the latest developments in the Spring ecosystem. Spring integrates seamlessly with modern

technologies and frameworks, including cloud platforms, containerization tools, database systems, messaging systems, and more. This makes it well-suited for building cloud-native, distributed, and microservices-based architectures, allowing organizations to leverage the benefits of cloud computing and container orchestration. Spring is widely adopted by enterprises and organizations of all sizes across various industries, including finance, healthcare, e-commerce, and telecommunications. Its maturity, stability, and proven track record make it a trusted choice for building mission-critical applications and systems that require high performance, scalability, and security.

The sequence diagram is a type of interaction diagram that illustrates the interactions and message exchanges between objects or components within a system over a specific period. It visually represents the flow of messages, actions, and responses between different entities in a sequential order, typically from left to right. Below is a sequence diagram depicting the interaction between the user, the API endpoint, and the emissions calculator.

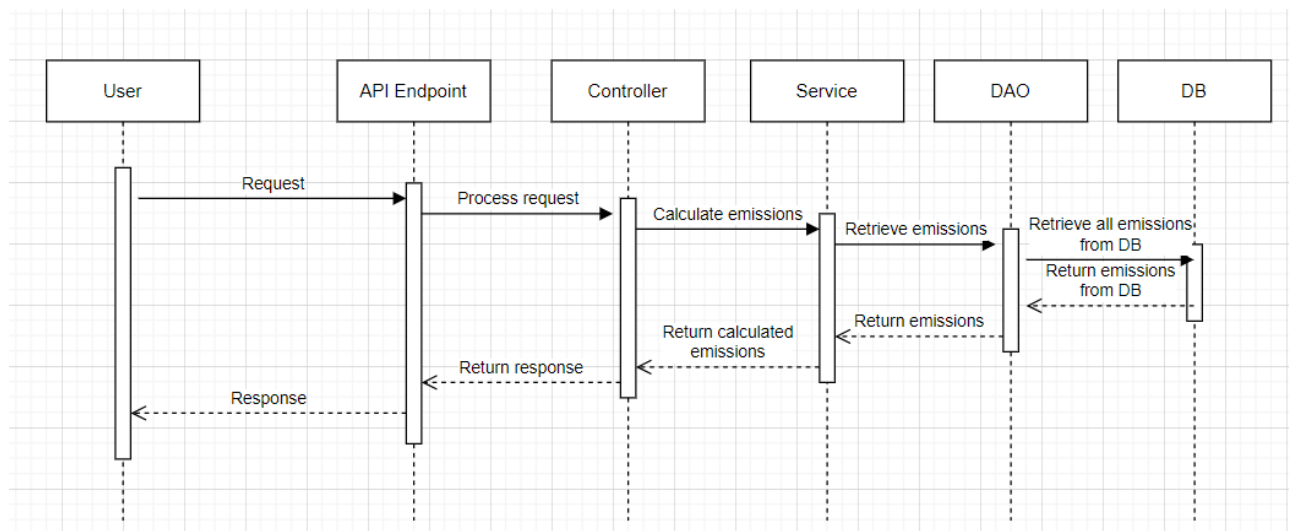


Fig. 1. Sequence diagram of software for calculating emissions from bullet shot

In this sequence diagram user sends request to API endpoint. The API endpoint processes the request and forwards it to the Controller. The Controller calculates the emissions based on the input parameters also gets some additional parameters from DB, calls the Service layer. The Service layer delegates to retrieve emissions to Data Access Object (DAO) layer. DAO layer retrieves data from DB. The API endpoint receives the emissions data from Controller layer and returns it to the user.

The documentation for a REST API endpoint designed to calculate emissions from firing automatic rifles. This documentation includes details about the endpoint's functionality, request parameters, response format, and usage examples.

Table 2

API Endpoint

Request Method	Path
GET	/bullet/emissions
POST	/bullet/emissions

Table 3

Request parameters POST request method

Parameter	Type	Description
caliber	String	The caliber of the bullet
shots	Integer	The number of shots fired.
environment	String	The environment in which firing occurs

The request body for a POST request in an HTTP API contains data that the client sends to the server. It typically carries information required by the server to perform a specific action, such as creating a new resource or updating an existing one. The format and structure of the request body depend on the API's specifications and the operation being performed.

```

1  {
2    "caliber": "5.56mm",
3    "shots": 100,
4    "environment": "urban"
5  }

```

Fig. 2. Example of request body

The GET endpoint retrieves all emissions data stored in the system. It allows clients to fetch comprehensive information about emissions generated from automatic rifles. Since this is a GET request for fetching data, there are no request parameters needed. The endpoint retrieves all emissions data without any filtering or pagination.

```

curl -X GET \
-H "Content-Type: application/json" \
http://localhost:8080/bullet/emissions

```

Fig. 3. Example of GET endpoint for emissions

The POST endpoint retrieves all emissions data stored in the system. It allows clients to fetch comprehensive information about emissions generated from automatic rifles. Since this is a POST request for fetching data, there are next request parameters needed: caliber, shots, environment.

```

curl -X POST \
-H "Content-Type: application/json" \
-d '{"caliber": "5.56mm", "shots": 100, "environment": "urban"}' \
http://localhost:8080/bullet/emissions

```

Fig. 4. Example of POST endpoint for emissions

Table 4

The API returns emissions data in JSON format

Field	Type	Description
co2	Double	Total carbon dioxide emissions
pm	Double	Total particulate matter emissions
nox	Double	Total nitrogen oxides emissions
voc	Double	Total volatile organic compounds emissions
so2	Double	Total sulfur dioxide emissions

4. Conclusion. In conclusion, an API for calculating emissions from bullets offers valuable insights into the environmental impact of firearm usage, enabling organizations to make informed decisions, comply with regulations, and promote sustainability. By quantifying emissions and raising awareness, the API contributes to efforts and this information can help to mitigate ecological harm and protect public health and safety.

1. *Espen Mariussen, Lise Fjellsbø, Tomas Roll Frømyr, Ida Vaa Johnsen, Tove Engen Karsrud, Øyvind Albert Voie (2021) «Toxic effects of gunshot fumes from different ammunitions for small arms on lung cells exposed at the air liquid interface», Toxicology in Vitro*

2. *Splodylyts A., Holubtsov O., Chymachenko S., Sorokina L. (2023) «The Land Pollution as a result of Russia's aggression against Ukraine»*

3. *Marten Deinum (2018) «Spring Boot 2 Recipes: A Problem-Solution Approach», eStudio Calamar*

4. *John Carnell (2017) «Spring Microservices in Action», Manning Publications Co.*

¹Заноз Богдан, ¹Кріль Тетяна, ²Черевко Ірина

¹Інститут геологічних наук НАН України,

²Національний заповідник «Києво-Печерська Лавра»

ДОСВІД СТВОРЕННЯ БАНКУ ДАНИХ «ЛАВРА – ГЕО» ЗА ПРИРОДНИМИ ТА ТЕХНОГЕННИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАПОВІДНИКА «КИЄВО-ПЕЧЕРСЬКА ЛАВРА»

Територія «Києво-Печерської Лаври» (КПЛ), заповідника, що охороняється ЮНЕСКО [1] потребує вирішення низки наукових задач, а саме: оперативний аналіз інженерно-геологічних умов території, їх змін при виникненні додаткових чинників, виділення нестабільних та потенційно небезпечних ділянок на території Лаври, моделювання змін напружено-деформованого стану основ історичних споруд, моделювання змін гідрогеологічних умов тощо. У Заповіднику з 1991 р. зберігаються дані про заміри рівнів ґрунтових вод, витрати з дренажів, геологічні колонки для свердловин у паперовому та електронному вигляді на різних носіях та у різних відповідальних осіб, що ускладнює вирішення згаданих задач.

Найефективнішим у даному випадку є створення електронного банку даних за природними та техногенними характеристиками. Тому, для збереження, візуалізації і аналізу даних про розташування будівель та споруд, геологічну будову, та даних режимних спостережень було створено банк даних «ЛАВРА-ГЕО» [2].

На початковому етапі створення банку даних було виконано збір та систематизацію даних про геологічну будову ділянки, даних гідрогеологічного моніторингу (режим рівня ґрунтових вод, хімічний склад), даних про фізико-механічні властивості ґрунтів (щільність ґрунту, питоме зчеплення, кут внутрішнього тертя), інформацію про характеристики інженерних мереж, захисних інженерних споруд та історичних будівель в межах території «Києво-Печерської Лаври».

За структурою банк даних «ЛАВРА – ГЕО» складається з двох блоків: природний та техногенний. Перший блок включає в себе інформацію про геологічну будову території Заповідника, дані режимних гідрогеологічних спостережень та інформацію про фізико-механічні властивості ґрунтів несприятливі гідрогеологічні умови та інженерно-геологічні процеси. До другого блоку входить інформація про типи та конструкції споруд, стан історичних будівель та інженерних споруд в межах Заповідника.

Банк даних було створено за допомогою геоінформаційних систем ArcGIS [3] та QGIS [4]. В комплексі з QGIS було використано плагін Midvatten [5] – розширення призначене для підтримки програм моніторингу підземних вод, яке використовує для збереження систему управління базами даних SQLite [6]. Дані зберігаються у наступних форматах: *.xml, *.shp, *.sbx, *.geotiff, *.csv, *.sqlite. Існує можливість конвертації даних у формати систем автоматизованого проектування і креслення *.dwg, *.dxf, а також *.kml, *.kmz, *.gpkg, *.gdb, *.geojson., *.jpx., *.mif., *.tab., *.xlsx., *.ods.

В якості вихідних даних були використані звіти, картографічні матеріали (масштаб 1:50000, проекція Гауса-Крюгера, система координат Пулково-1942, система висот Балтійська), карта «Києво-Печерської Лаври» у форматі *.dwg, розрізи та польові журнали на паперових носіях, отримані в результаті попередніх досліджень території КПЛ.

Для інтеграції у банк даних паперових вихідних картографічних матеріалів за допомогою растроскануючої технології було створено растрові моделі з точністю 300 dpi. Середня похибка положення об'єктів та контурів не перевищує $\pm 0,3-0,4$ мм в масштабі карти. Для отриманих векторних моделей картографічних даних було виконано прив'язку за допомогою модуля Georeferencing, поліному першого порядку (Affine Transformation). Дані адаптовано до універсальної поперечної системи координат Меркатора (UTM) (datum WGS-84, zone 36 N). В залежності від якості зображень подальша векторизація об'єктів відбувалася у ручному та частково автоматичному режимах.

Інформацію про розташування будівель та споруд (система координат Пулковско-1942) було отримано із файлів Заповідника у форматі *.dwg., шляхом імпорту у ГІС у форматі *.dxf та прив'язки до системи WGS-84 із використанням карти Open Street Map. Інформацію про розташування свердловин також було отримано із карти Заповідника імпортованої у формат *.dxf. Після ручного нанесення положення свердловин за допомогою інструменту «create feature class» було виявлено неточності положення окремих свердловин (розбіжність у відстанях складала 5-60 м). Ймовірно, це зумовлено різними властивостями еліпсоїдів WGS-84 та Красовського, а також проекції Гауса-Крюгера та універсальної проекції Меркатора при переході між різними системами координат [7; 8]. Виявлені похибки були виправлені в ручному режимі під наглядом експерта Заповідника.

Наповнення атрибутивних таблиць відбувалося вручну через інтерфейс QGIS/Midvatten (розташування свердловин, геологія), або шляхом імпорту даних із *.csv файлів створених на основі даних режимних спостережень наданих Заповідником.

Основна інформація зберігається у наборі таблиць з власними атрибутами, які зустрічалися на картах території «Києво-Печерська Лавра» та в інших використаних матеріалах. Перелік таблиць представлено нижче:

- будівлі і споруди;
- захисні інженерні споруди;
- деформації будівель та споруд;
- витoki з дренажно-штовельневих систем (ДШС);
- провали та просідання над ДШС;
- несприятливі гідрогеологічні умови; інженерно-геологічні процеси;
- рельєф;
- моніторингові та розвідувальні свердловини;
- стратиграфія;
- коливання рівнів ґрунтових вод;
- фізико-механічні властивості ґрунтів.

Приклад набору атрибутів для шару «Будівлі та споруди» представлено у табл. 1.

Таблиця 1

Опис атрибутів шару «Будівлі та споруди»

№ з/п	Код атрибуту шару	Значення атрибуту	Тип даних
1	refname	Коротка назва споруди, Корпус №	String (250)
2	name	Історична назва	String (250)
3	vol	Тип будівлі (житловий/нежитловий)	String (50)
4	floor	Кількість поверхів	Long Integer
5	tehn_stan	Стислий опис технічного стану	String (250)

Банк даних створений на основі QGIS/Midvatten дає можливість користувачу візуалізувати дані про коливання рівнів ґрунтових вод у вигляді часових графіків, геологічні дані у вигляді стратиграфічних колонок, дані про хімічний склад підземних вод – у вигляді діаграм Пайпера.

Для зручності використання банку даних користувачами різного рівня нами запропоновано адаптацію частини атрибутивних таблиць до застосунків Google Earth та

Google MyMaps, Ці інструменти дають можливість імпорту/експорту файлів у форматах *.csv, *.kml, *.kmz. з можливістю подальшого редагування атрибутів шарів. Приклад представлення атрибутивної таблиці шару «Будівлі та споруди» для Корпусу 4 показано на рис. 1.

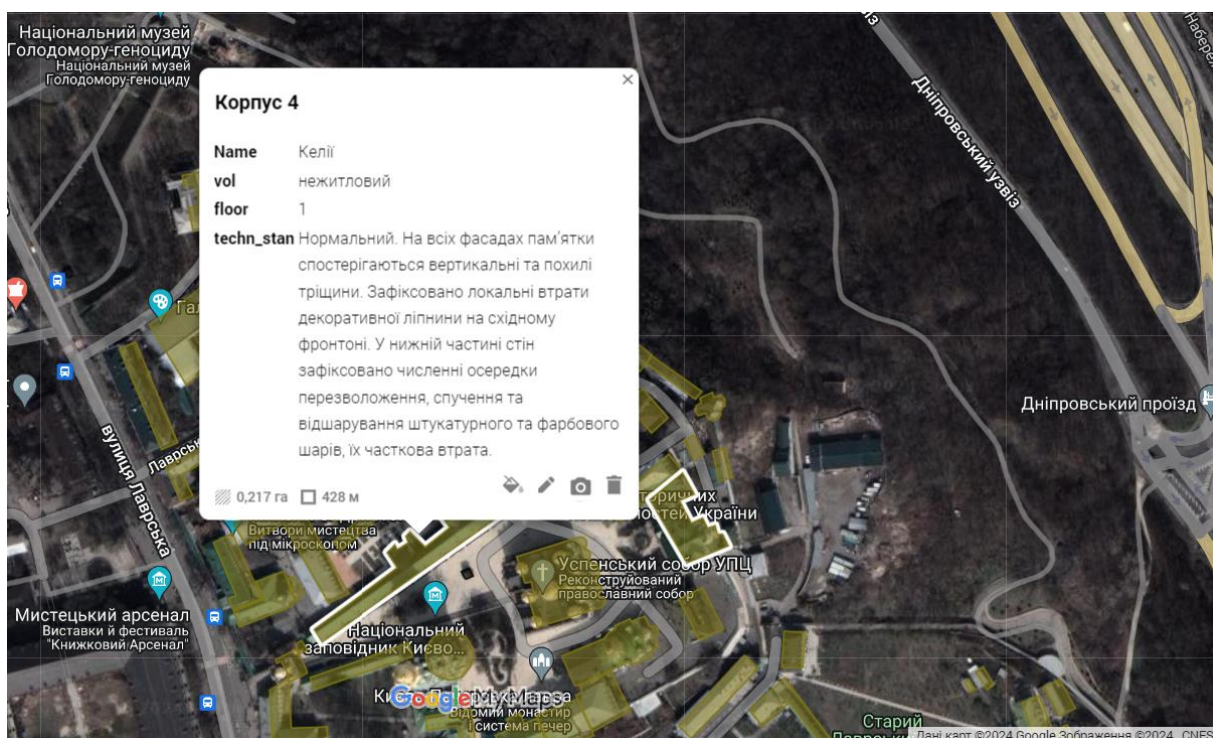


Рис. 1. Атрибути об'єкту шару «Будівлі та споруди» в середовищі Google MyMaps

Банк даних «ЛАВРА-ГЕО» успішно використано для виділення нестабільних та потенційно небезпечних ділянок [9], для оптимізації побудови інженерно-геологічних профілів, створення моделей для розрахунку напружено-деформованого стану ґрунтових основ та змін режиму ґрунтових вод в межах території «Києво-Печерської Лаври».

Дослідження виконано за грантової підтримки Національного фонду досліджень України, проект №2022.01/0209 «Комплексне дослідження геоecологічного стану збереження об'єктів історико-культурної спадщини Національного заповідника «Києво – Печерська Лавра» в умовах воєнних дій» (Конкурс НФДУ «Наука для відновлення України у воєнний та повоєнний період»).

1. Kyiv: Saint-Sophia Cathedral and Related Monastic Buildings, Kyiv-Pechersk Lavra URL: <https://whc.unesco.org/en/list/527/maps/>

2. Комплексне дослідження геоecологічного стану збереження об'єктів історико-культурної спадщини Національного заповідника «Києво - Печерська Лавра» в умовах воєнних дій. Інститут геологічних наук НАН України. Звіт. Київ. 2023. 125 с.

3. ArcGIS tutorials, URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/get-started/introduction/arcgis-tutorials.htm>

4. QGIS Training Manual, URL: https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/training_manual/index.html

5. Midvatten plugin usage. URL: <https://github.com/jkall/qgis-midvatten-plugin/wiki/usage>.

6. Офіційний сайт SQLite, URL: <https://www.sqlite.org/index.html>.

7. Петренко О. Управління географічними даними засобами ArcGIS: Навчальний посібник. Київ, Інститут післядипломної освіти НУХТ. 2016. 70 с.

8. Novikova, E., Yeropunova, I., Palamar, A. The change of coordinate system versus the area of parcels. *Geodesy and Cartography*. 2020, 46(1). P. 26-33. <https://doi.org/10.3846/gac.2020.6979>

9. Kril T., Shekhunova S., Cherevko I. Identification of potentially unstable areas by engineering and geological processes monitoring and heritage building deformations. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023 (1). P. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520203>

Ісаков Олександр, Войтусік Степан
Національний університет «Львівська політехніка»

ТЕХНІКИ АКТИВНОГО ПОДАВЛЕННЯ ШУМУ

Бурхливий розвиток міст, концентрування в них все більшої кількості нових виробництв, транспорту, поява аеропортів поблизу – це все суттєво ускладнює життя людей, для яких здавалося би і будуються ці міста. Крім забруднення повітря, довколишнього середовища, води також можна навести і так зване «забруднення» підвищеним шумом. Часто небажаним явищем є наявність шумів в електронних схемах, де вони є результатом фундаментальних фізичних процесів. Рівень шуму також треба враховувати при передачі радіосигналів. До захисту інформаційного середовища також в певній мірі можна віднести і криптографічний захист.

Вплив шуму на стан людини має як негативний так і позитивний характер. Отже, негативний вплив це наприклад не можливість заснути під звук транспорту за вікном, складність у спілкуванні під час галасливих великих публічних зібрань, фізичний вплив потужного звуку на органи слуху, що може привести як до пониження чутливості слуху так і до повної його втрати. Все це підтверджується і отриманими науковими даними [1]. Також шум за своїми певними характеристиками може призводити до різних негативних впливів, так коливання інфразвукових хвиль буквально можуть вбити людину. Тому у більшості цивілізованих країн встановлені допустимі норми шуму у громадських приміщеннях. Аналогічні є і в Україні [2]. Методики оцінки впливу шуму на навколишнє середовище наведені в «Рекомендаціях з оцінки впливу шуму на навколишнє середовище», опублікованих Інститутом управління та оцінки навколишнього середовища (ІЕМА) в 2014 [3].

Ідея активного подавлення шуму полягає в тому, щоб за допомогою інтерференції сигналів добитись скасування шуму, шляхом накладання такого ж шуму але зсунути по фазі на 180 градусів. Таким чином, інший корисний сигнал буде очищений від шуму повністю або ж значною мірою [4]. При цифровому моделюванні, за допомогою даної техніки можна добитись повного очищення від шуму, однак при роботі з аналоговими пристроями, або ж реальної передачі сигналу можуть виникнути труднощі. Таким чином можна боротись і з шумовим забрудненням. Найбільш відомі системи приймають сигнал шуму, і випромінюють зсунутий в проти фазі сигнал, тим самим подавляючи джерело шуму.

В контексті кібербезпеки, генератори шуму можуть виконувати роль пасивного захисту інформації або ж активного впливу на зловмисника, щоб унеможливити використання певного проміжку частот. У випадку, коли зловмисник використовує генератор шуму на зону, яку необхідно захистити, ефективними методами захисту є псевдовипадкове перелаштування робочої частоти та розширення спектра. Оскільки з розширенням спектру частот, генератор шуму втрачає свою ефективність і вимагає більших ресурсів від зловмисника, ця техніка широко застосовується для боротьби з шумом.

Однак бувають випадки, коли ці техніки неможливо впровадити або ж вони є неефективними. Наприклад, якщо генератора шуму достатньо щоб покрити усі канали, між якими відбувається перемикання частоти або використання ширшого спектру заборонене через можливу інтерференцію з іншими сигналами. Ще одним прикладом є сигнали, які не можуть використовувати описані техніки через обмеження пристрою або у випадку, коли сигнал є природнім. В такому разі імплементація активного подавлення шуму є хорошою альтернативою для відокремлення корисного сигналу.

Проблеми активного подавлення шуму.

Є кілька факторів, які потрібно брати до уваги при реалізації активного подавлення шуму:

- швидкодія пристрою подавлення шуму;
- джерело та природа шуму, який необхідно подавити;
- зона дії шуму та зона яку треба очистити;
- потужність шуму.

Якщо існує можливість прямої синхронізації чи імплементації активного подавлення шуму безпосередньо на пристрої, обернений шум можна генерувати в режимі реального часу і таким чином протидіяти зовнішньому шуму. В іншому випадку необхідно використовувати адаптивні алгоритми, які в режимі реального часу можуть адаптуватись під зміни в шумі, або алгоритми, які можуть передбачати шум на основі попередньо опрацьованих даних. В будь-якому випадку, ефективність такого подавлення залежатиме одночасно від всіх вхідних сигналів, кореляції шуму з корисним сигналом і параметрів з якими були реалізовані алгоритми. В якості алгоритмів використовують: алгоритм найменших квадратів [5] та рекурсивний алгоритм найменших квадратів, фільтр Вінера [6; 7]. Якщо статистичні характеристики сигналу не є сталими, ефективність алгоритмів буде менша. Також ці алгоритми не дають змогу виділити сигнал який буде ідентичний корисному, тому що частина шуму все ще буде присутня.

Реалізація активного подавлення шуму.

Набір великої кількості вхідних умов вимагає комплексного підходу для впровадження ефективного способу активного подавлення шуму. Саме тому важливо реалізувати можливість аналізу в реальному часі та адаптації пристрою до зміни зовнішніх умов. Перш за все необхідно мати модуль (Ан, рис.1), який безперервно аналізуватиме зону, яку необхідно захистити. Це водночас дозволить зібрати необхідні дані для ініціалізації алгоритму видалення шуму, і допоможе виявляти та сповіщати про вплив шуму на систему за допомогою резервних каналів зв'язку. Також цей модуль може знаходити кореляції з попередніми шумами. Якщо модуль зможе виявити короткий період генератора шуму або ж однакові шуми, які спричинені константними початковими значеннями, видалення шуму буде простим та ефективним. В іншому випадку керування перейде до модулю з алгоритмами видалення шуму (Алг). Знаючи оригінальний сигнал, історичні дані шуму та зашумлений корисний сигнал, модуль почне підбирати параметри фільтрів, при яких відфільтрований сигнал максимально корелюватиме з оригінальним сигналом. Якщо значення функції кореляції буде достатнім для отримання корисної інформації, обернений сигнал буде поширений разом з корисним. Якщо це можливо, додатковою опцією може виступати підсилювач (Під) корисного сигналу (Пр), який вмикатиметься лише у випадку дії небажаного шуму на відповідну зону. Це вимагатиме від зловмисника більших ресурсів, а саме потужнішої антени. Також слід пам'ятати що сигнал втрачає потужність з відстанню, тому той хто використовує генератор шуму, повинен враховувати втрати потужності сигналу.

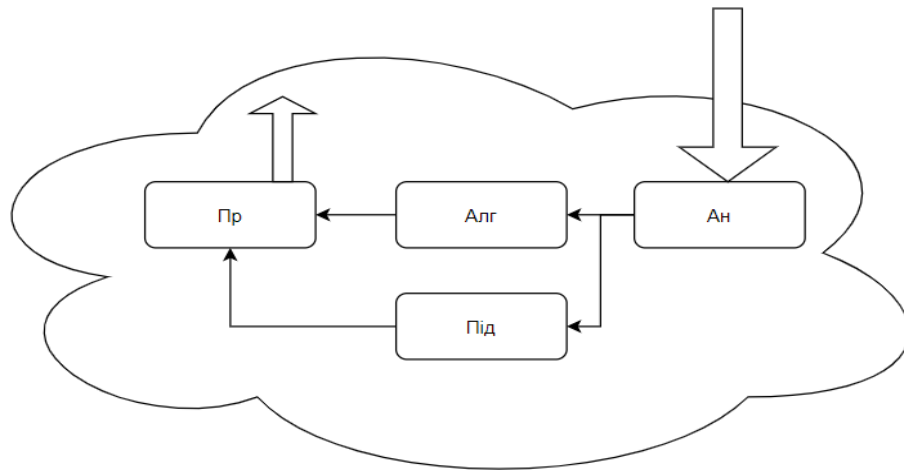


Рис. 1. Структурна схема запропонованого активного подавлення шуму.

Висновки. В даній публікації були розглянуті існуючі способи активного подавлення шуму в контексті кібербезпеки. Досліджено проблеми, які виникають при виборі методу подавлення шуму та методи їх вирішення. Запропоновано модель активного подавлення шуму для системи, яка не може використовувати методи псевдовипадкового перелаштування робочої частоти або розширення спектра.

1. Залеський І.І., Клименко М.О. *Екологія людини: Підручник*. К.: Академія, 2005. 288 с
2. <https://ips.ligazakon.net/document/view/Re33252?an=8>.
3. *Guidelines for environmental noise impact assessment.2014, IEMA, Ver. 1.2. Designed & Printed by Ruddocks.*
4. Davisson D.L. (2014). *Adaptive Signal Processing*. Springer Wien. ISBN 978-3-7091-2840-4.
5. Mendiratta A. and Jha D. *Adaptive Noise Cancelling for audio signals using Least Mean Square algorithm. International Conference on Electronics, Communication and Instrumentation (ICECI), kolkata, India, 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICECI.2014.6767380.*
6. Zhu Gang and Ouyang Zhihong. *Application of adaptive noise cancelling to suppression wide-band noise. Proceedings of Third International Conference on Signal Processing (ICSP'96), Beijing, 1996, pp. 599-601 vol.1, doi: 10.1109/ICSIGP.1996.567335.*
7. Wang P., Zhang X., Xu L., Liu Z., Wan Y. *Adaptive Noise Cancellation Based on Time Delay Estimation for Low Frequency Communication. Appl. Sci. 2018. 8. 734. https://doi.org/10.3390/app8050734.*

Кобильник Тарас
Національний університет «Львівська політехніка»

ДЕЯКІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ

Значна частина задач статистичного аналізу стосується перевірки впливу деякого фактора на певну ознаку у трьох і більше. Для розв'язування таких задач розроблені критерії на основі порівняння кількох вибірок (три і більше). Вибірки можуть бути незалежними або залежними. Для перевірки впливу фактора на ознаку для трьох і більше вибірок можна використовувати параметричні (однофакторний дисперсійний аналіз) та непараметричні критерії (Краскела-Уолесса, Фрідмана).

Розглянемо такий приклад. Проводилось дослідження розподілу числа кров'яних тілець у певній одиниці об'єму крові в людей, що перебували певний час у трьох зонах на різній

відстані від АЕС та в зоні, вільній від радіації (див. табл. 1). Перевірити умови для отримання коректних результатів використання дисперсійного аналізу.

Таблиця 1

Фактор А (зони)	Кількість кров'яних тілець
A ₁ (NPP zone)	6; 8; 3; 2; 6; 9
A ₂ (на відстані 50 км)	5; 4; 10; 11; 6; 8
A ₃ (на відстані 100 км)	5; 4; 13; 12; 10; 15
A ₄ (вільна від радіації зона)	18; 16; 21; 20; 22; 21

Дослідження проведемо з використанням статистичного середовища R (<https://www.r-project.org/>). Створимо таблицю з даними (Рис. 1). Змінна factor визначає фактор з чотирма рівнями.

```
blood <-
  data.frame(number=
    c(6,8,3,2,6,9, # nuclear zone
      5,4,10,11,6,8, # 50 km
      5,4,13,12,10,15, #100 km
      18,16,21,20,22,21), # free of radiation
    factor=rep(c("nuclear zone", "50 km", "100 km", "free of radiation"),
              c(6,6,6,6)));
```

Рис. 1.

Для отримання коректних результатів дисперсійного аналізу необхідно, щоб:

- 1) результати спостережень незалежні;
- 2) значення ознак, що відповідають кожному рівню фактора, були нормально розподілені;
- 3) дисперсії вибірових розподілів, що відповідають кожному рівню контрольованого фактора, однорідні.

Формально першу умову перевірити складно – її виконання необхідно забезпечувати ще на етапі планування експерименту та у процесі збирання даних. Тому приймемо, що результати спостережень є незалежними.

Умова нормальності у дисперсійному аналізі передбачає, що значення залежної змінної (ознаки) є нормально розподіленими в межах кожної групи, що визначається рівнем фактора. Проте на практиці не завжди вдається отримати експериментальні групи з великою кількістю значень. А при малих обсягах вибірок перевірка гіпотез про нормальність розподілу з використанням критеріїв, наприклад Шапіро-Уїлка [1], не зовсім коректна процедура. У такому випадку доцільними стають графічні методи, і прийняття гіпотези про нормальність розподілу на інтуїтивному рівні. Як правило, візуальна оцінка нормальності розподілу ґрунтується на дослідженні форми гістограми, графіка щільності ймовірностей значень досліджуваної змінної чи графіка квантилів. Проте при малих обсягах вибірки у кожній з груп, як у даному випадку, такий аналіз є недоречним. Тому замість нормальності розподілу у кожній групі перевіряється нормальність розподілу залишків моделі (кількість яких дорівнює кількості спостережень). Тому побудуємо q-q діаграму залишків для порівняння з нормальним розподілом, тобто перевіримо гіпотезу про нормальний розподіл залишків в моделі (Рис. 2.).

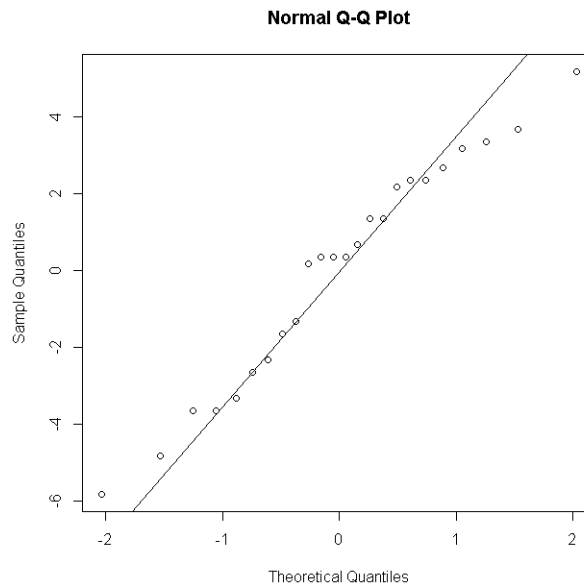


Рис. 2

При малих об'ємах вибірки поряд графічним методом перевірки на нормальність використовується і критерій асиметрії та ексцесу, згідно якого розподіл не відрізняється від нормального, якщо емпіричні значення асиметрії та ексцесу не перевищують критичні (критерій Пустильника). Критичні значення обчислюються за формулами:

$$A_{кр} = 3 \cdot \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}} \approx 2.07 \quad \text{та} \quad E_{кр} = 5 \cdot \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+2)^2(n+3)(n+5)}} \approx 2.61.$$

Для отримання значень описових статистик для кожної з груп, використаємо функцію describe.by з бібліотеки psych (Рис. 3).

```
> describe.by(blood,blood$factor)
Warning: describe.by is deprecated. Please use the describeBy function
group: nuclear zone
      vars n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
number   1 6 5.67 2.73     6   5.67 3.71   2  9   7 -0.15   -1.85 1.12
factor*   2 6 1.00 0.00     1   1.00 0.00   1  1   0  NaN     NaN 0.00
-----
group: 100 km
      vars n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
number   1 6 9.83 4.45    11   9.83 4.45   4 15  11 -0.25   -1.92 1.82
factor*   2 6 2.00 0.00     2   2.00 0.00   2  2   0  NaN     NaN 0.00
-----
group: 50 km
      vars n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
number   1 6 7.33 2.8     7   7.33 3.71   4 11   7 0.12   -1.96 1.15
factor*   2 6 3.00 0.0     3   3.00 0.00   3  3   0  NaN     NaN 0.00
-----
group: free of radiation
      vars n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
number   1 6 19.67 2.25   20.5  19.67 1.48  16 22   6 -0.53   -1.54 0.92
factor*   2 6  4.00 0.00    4.0   4.00 0.00   4  4   0  NaN     NaN 0.00
```

Рис. 3

Як видно з Рис. 3, емпіричні значення коефіцієнтів асиметрії та ексцесу (стовпці skew та kurtosis відповідно) не перевищують критичних, тому є підстави вважати, що значення у кожній групі, що відповідає певному рівню фактора, розподілені нормально.

Якщо досліджувана ознака не відповідає нормальному розподілу, то необхідно застосовувати непараметричні критерії, наприклад критерій Краскелла-Уоллеса [2] для

незалежних груп та критерій Фрідмана [3] – для залежних, які є реалізовані у статистичних пакетах, зокрема R.

Перевірку на однорідність дисперсій проведемо за допомогою критерію Левене [4], згідно якого формулюються такі гіпотези: $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$ та $H_1: \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2, i \neq j, i, j \in \overline{1,4}$, де нерівність виконується хоча б для однієї пари індексів i, j . Реалізація критерію Левене в R матиме вигляд (Рис. 4):

```
> leveneTest(blood$number, blood$factor, center="mean")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "mean")
      Df F value Pr(>F)
group  3  2.2156 0.1178
      20
```

Рис. 4

Значення $p = 0.1175 > 0.01$ (стовпець $\text{Pr}(>F)$). Це означає, що приймається нульова гіпотеза, тобто дисперсії є однорідними. Зауважимо, що результати отримані в R за функцією `leveneTest` можуть суттєво відрізнятися залежно від того, чи використовується у критерії середнє (`mean`) чи медіана (`median`).

Після встановлення статистично значущих відмінностей між групами в цілому (після проведення дисперсійного аналізу) рекомендується виконати так званий апостеріорний аналіз (`post-hoc analysis`), тобто з'ясувати, які саме групи статистично значимо відрізняються одна від одної. Спеціально для дисперсійного аналізу розроблено кілька методів, найбільш поширеним серед яких є критерій вірогідно значущої різниці (`HSD test` – *honestly significant difference test*) – критерій Тьюкі, реалізація якого в R здійснюється функцією `TukeyHSD`. Для застосування критерію Тьюкі необхідно виконання тих же умов, що і для дисперсійного аналізу, тобто нормально розподілені дані та однорідність групових дисперсій.

Зауваження. При великих обсягах вибірок дисперсійний аналіз мало чутливий до порушення умови нормальності (потрібний ефект забезпечується центральною граничною теоремою) і є стійким до неоднорідності дисперсій [5, с. 31].

Процедура дисперсійного аналізу є складнішою у порівнянні з непараметричними критеріями. Іншим недоліком дисперсійного аналізу можна вважати те, що вибірки на кожному рівні фактора повинні мати нормальний розподіл та рівні дисперсії. Проте ці недоліки нівелюється більш глибоким дослідженням порівнюваних груп, що відповідають різним рівням фактора.

Тому якщо умови проведення дисперсійного аналізу не виконуються, то одним з напрямів проведення статистичного аналізу є використання непараметричних методів, зокрема критеріїв Краскела-Уоллеса або Фрідмана.

1. Shapiro S.S., Wilk M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 1965. pp. 591–611.

2. Kruskal W.H., Wallis W.A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*. 47, 1952. pp. 583–621.

3. Friedman M. The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis of Variance. *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 32, №200, 1937. pp. 675–701.

4. Levene H. Robust testes for equality of variances. In *Contributions to Probability and Statistics* Publisher: Stanford University Press Editors: Ingram Olkin and Harold Hotelling et al. 1960. pp. 278–292.

5. Лупан І.В., Авраменко О.В. Комп'ютерні статистичні пакети: навчально-методичний посібник. Кіровоград, 2010. 218 с.

SENSORS BASED ON QUANTUM DOTS FOR DETERMINATION OF AIR POLLUTION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Modern nanotechnology makes it possible to use new materials and methods in ecology and biology [1]. Among such materials, the semiconductor nanoheterostructures with quantum dots (QDs) should be singled out, which have a high quantum yield of photoluminescence, the energy of the radiated quantum that depends on the size of the crystal, and are able to retain their optical properties for a long time. This is what makes them extremely attractive for wide use in medicine, ecology, and biology [2; 3].

Traditional methods of environmental monitoring often rely on cumbersome equipment and time-consuming processes, limiting the frequency and scope of data collection. However, the integration of quantum dots, nanoscale semiconductor particles exhibiting quantum mechanical properties, into sensor platforms presents a paradigm shift in sensing capabilities. Quantum dots offer unique advantages such as tunable optical properties, high quantum yields, and enhanced stability, making them ideal candidates for detecting various environmental pollutants with exceptional precision. Furthermore, by harnessing the power of artificial neural networks (ANN), complex patterns within the collected sensor data can be effectively analyzed and interpreted in real-time. When coupled with quantum dot-based sensors, ANNs enable rapid and accurate identification of pollutant concentrations, facilitating timely intervention and mitigation efforts.

This work explores the synergistic potential of quantum dot-based sensors and artificial neural networks in environmental monitoring applications.

Modification of the surface of nanoparticles with various organic ligands led to the emergence of a new class of compounds – hybrid nanosystems. Strictly speaking, any colloidal quantum dot is a hybrid structure because it has a shell of an organic stabilizing ligand. However, when talking about hybrid structures, we usually mean the presence of a «functional» ligand, which is able to respond in a certain way to external influences, and the introduction of which into the QD shell can lead to the appearance of electron or energy transfer between the components of the system. Similar systems are mainly used as sensors and biomarkers.

In most cases, the semiconductor nanocrystals are obtained in nonpolar or amphiphilic solvents, and the stabilizing shell of nanoparticles consists, as a rule, of trioctylphosphine oxide, alkylamines, alkanethiols, and fatty carboxylic acids. There are two main methods of further functionalization of quantum dots: 1) this is the method of exchanging ligands of the QD shell (replacement of the shell – a monolayer of stabilizer on the surface, «cap exchange») and 2) the method of self-assembly of the secondary covering layer (i.e. QD encapsulation).

An important factor affecting the optical and electrical properties of QDs with a multilayer shell is mechanical deformation [4]. In addition to internal factors, the mechanical stress in the QD can arise due to the presence of adsorbed atoms of pollutants on the surface of the QD, acoustic pressure. Ligands that “envelop” QDs also exert additional pressure. In the case of a high degree of pollution, the concentration of adsorbed atoms of the pollutant can change rapidly. As a result of the charge transfer from the impurity to the QD and vice versa, the non-stationary signals arise and sound vibrations are excited.

In such conditions, despite the good sensitivity of QD, the probability of adequate operation of the QD-based sensors to determine the level of pollution in the air is small.

In this case, it is relevant to use an artificial neural network with oscillatory neurons that have their own frequencies [5]. In this case, it is possible to perform qualitative recognition of multispectral electromagnetic and acoustic signals radiated by dynamic objects.

Dynamic neurons can be effectively employed in ecosystem research and pollution detection, especially concerning the monitoring of environmental conditions and determination of contamination levels in water bodies and the atmosphere.

Dynamic neurons can analyze temporal data series, such as changes in pollution levels in water sources or concentrations of harmful substances in the air over time. They can detect trends, cyclicity, and other patterns indicative of ecosystem changes.

Dynamic neurons can be used to forecast future pollution levels based on historical data. They can consider various factors such as weather conditions, geographical features, and human activities to refine predictions.

Dynamic neurons can identify anomalous patterns in pollution level changes, which may indicate significant events or issues within the ecosystem. For instance, they can detect sudden increases in toxic substance levels in water bodies, potentially linked to industrial discharge or emergency situations.

The utilization of dynamic neurons in ecosystem research can enhance environmental monitoring, facilitating timely detection of pollution and protection of natural resources.

Quantum dots are functionalized with specific ligands or receptors that selectively bind to target pollutants. This functionalization ensures that the quantum dots respond specifically to the presence of the desired pollutants.

Interaction with Pollutants: when exposed to the environment containing pollutants, the functionalized quantum dots interact with the target pollutants through chemical or physical processes. This interaction may induce changes in the quantum dots' fluorescence properties, such as emission wavelength.

Thus, QD, which interacts with molecules of the pollutant, is the source of a multispectral signal (electromagnetic and/or acoustic). The parameters of these signals (amplitude and frequency) are functions of the concentration and type of impurity. A three-layer perceptron containing dynamic oscillatory neurons is proposed for pattern recognition. Such perceptron contains an input layer, a hidden layer and an output. The number of neurons in the input layer is equal to the number of input attributes (input data about pollutants). The last layer should contain K_{in} dynamic neurons. Their number should be equal to the number of decision classes $K_{in} = N_1 N_2$, where N_1 is the number of polluting impurities that can be «recognized» by QD, N_2 is the number of discretized concentration intervals into which the entire range of possible concentrations of an impurity of one type is divided.

1. Pavlicek A., Neubauer S., Zafiu C., Huber-Humer M., Ehmoser E.-K., Part P. *The use and detection of quantum dots as nanotracers in environmental fate studies of engineered nanoparticles. Environmental Pollution.* 2023. P. 120461.

2. Whiteside M.D., Treseder K.K., Atsatt P.R. *The brighter side of soils: quantum dots track organic nitrogen through fungi and plants. Ecology.* 2009 P. 100-1–100-8.

3. Padjé A., Bonfante P., Ciampi L.T., Toby Kiers E. *Quantifying Nutrient Trade in the Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis Under Extreme Weather Events Using Quantum-Dot Tagged Phosphorus. Frontiers in Ecology and Evolution.* 2021. P. 1–13.

4. Peleshchak R.M., Kuzyk O.V., Dan'kiv O.O. *The influence of acoustic deformation on the recombination radiation in InAs/GaAs heterostructure with InAs quantum dots. Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures.* 2020. P. 113988.

5. Peleshchak R., Lytvyn V., Peleshchak I., Vysotska V. *Development of an artificial neural network with oscillatory neurons for recognition of spectral images. Information systems and networks.* 2021. P. 16-23.

Лагун Ярослав, Стахів Роман
Національний університет «Львівська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ДАНИХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ В СИСТЕМАХ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Моніторинг навколишнього середовища привертає все більше уваги через зростаюче занепокоєння щодо зміни клімату. Протягом останніх кількох десятиліть передові інформаційні та комунікаційні технології були застосовані для розробки різних систем екологічного моніторингу. Серед інших, важливу роль у цій сфері відіграє Інтернет речей (англ. *Internet of Things, IoT*). Використовуючи мережі взаємопов'язаних давачів і пристроїв, екологічний моніторинг на основі IoT збирає, передає та аналізує дані, що стосуються різних факторів навколишнього середовища. А впровадження останніх досягнень штучного інтелекту (англ. *Artificial intelligence (AI)*) і машинного навчання (англ. *Machine learning (ML)*) у системи екологічного моніторингу перетворило їх на інтелектуальні системи моніторингу та дозволило точніше контролювати фактори, що впливають на навколишнє середовище.

У більшості випадків, в основі IoT-систем екологічного моніторингу лежить чотирирівнева архітектура [1]:

1. Рівень сприйняття. Це фізичний рівень Інтернету речей (IoT), який використовує давачі для збору інформації про навколишнє середовище. Перш ніж дані будуть передані по мережі, деякі пристрої можуть виконувати базову обробку даних на борту (англ. *On-board Processing*), наприклад, фільтрацію або усереднення. Це допомагає зменшити обсяг передаваних даних та виконувати базові обчислення на місці. Для вирішення проблем з якістю даних використовуються вдосконалені методи попередньої обробки даних, які відсіюють помилкові покази та інтерполюють відсутні точки даних.

2. Мережевий рівень. Основною функцією мережевого рівня є передача різних зібраних даних на рівень попередньої обробки даних через мережі зв'язку. На цьому рівні присутні Інтернет/мережеві шлюзи, сенсорні мережі та в окремих випадках системи збору даних (англ. *Data Acquisition System, DAS*). У більшості випадків основою мережевого рівня сучасних IoT-систем екологічного моніторингу є бездротові сенсорні мережі, які встановлюють фактичний інтерфейс між пристроями IoT і даними, отриманими за допомогою різних типів давачів. Вони об'єднують сучасні давачі, які працюють з використанням методів моніторингу та керування на основі AI.

3. Рівень попередньої обробки. Це рівень програмних і апаратних компонентів, які відповідають за збір, аналіз та інтерпретацію даних з пристроїв IoT. Він відповідає за отримання необроблених даних із пристроїв, їх обробку та надання доступу для подальшого аналізу чи дії та включає різноманітні технології та інструменти, як системи керування даними, аналітичні платформи та алгоритми машинного навчання. Усі ці інструменти використовуються для отримання значущої інформації з даних і прийняття рішень на їх основі. Поглиблена обробка даних, що не вимагає негайного зворотного зв'язку, виконується в хмарі або у фізичних центрах обробки даних, де потужні IT-системи здійснюють керування, аналіз та безпечно зберігання даних.

4. Прикладний рівень. Основною метою цього рівня є надання інтелектуальних служб додатків для задоволення потреб користувачів. Рівень додатків – це інтерфейс між пристроєм IoT і мережею, з якою йому потрібно спілкуватися. Він керує форматуванням і представленням даних і відповідає за забезпечення передачі даних під час переміщення даних з однієї мережі в іншу.

Така багаторівнева архітектура системи забезпечує якісну картину потоку даних/інформації в системах екологічного моніторингу на основі IoT [1].

Оскільки результатом швидкого розвитку і розгортання технологій Інтернету речей у системах екологічного моніторингу стало створення величезних обсягів даних, то зросли проблеми зі зберіганням, передачею та обробкою таких даних. Частковим вирішенням цієї проблеми є використання методів об'єднання даних та стиснення часових рядів.

Об'єднання даних з різних джерел (англ. *Data Fusion*) дозволяє отримати повніше та комплексне розуміння стану довкілля, покращити точність та достовірність інформації,

використовувати розширені методи аналізу та машинного навчання для отримання інсайтів та виявлення патернів в стані довкілля, розробляти моделі передбачення забруднення довкілля, прогнозувати зміни клімату та розробляти стратегії управління ризиками і т.д. [2]. Найпоширенішими алгоритмами злиття даних систем екологічного моніторингу є фільтр Калмана, гранулярний фільтр, байєсівські мережі, об'єднання даних з сенсорів, об'єднання на рівні прийняття рішень. Крім того, об'єднання даних дозволяє використовувати розширені методи аналізу та машинного навчання для отримання інсайтів та виявлення патернів в стані довкілля.

Одним із найбільш часто використовуваних форматів даних у системах екологічного моніторингу є часові ряди через їх властивість зберігати часові записи вимірюваних змінних. Проблемою використання часових рядів як формату даних екологічного моніторингу у IoT-системах є обмежений обсяг пам'яті, а також середовища з обмеженими ресурсами з'єднання, що ускладнює маніпулювання інформацією та її передачу [3]. У цьому контексті альтернативою для зменшення обсягу даних моніторингу, що обробляються пристроями IoT є стиснення інформації, представленій у форматі часових рядів. Існує кілька стратегій стиснення даних, які застосовуються до часових рядів. У контексті IoT стратегія стиснення повинна забезпечити зменшення обсягу даних із гарантією того, що їх якість не буде погіршена. Проте, враховуючи особливості пристроїв і програм IoT, процес стиснення також має певні обмеження, а саме:

- більшість пристроїв IoT мають обмежені обчислювальні ресурси, такі як обсяг пам'яті та швидкість процесора.

- оскільки багато пристроїв IoT працюють в умовах обмеженої енергії, то використання складних алгоритмів стиснення може призводити до збільшеного споживання енергії, що скорочує час автономної роботи пристрою.

- додатки IoT потребують обробки даних в реальному часі та низької затримки в передачі даних у системах реального часу, і використання складних методів стиснення може бути неефективним для таких застосувань.

Іншим значним досягненням у стисненні даних для IoT є використання алгоритмів ML, алгоритмів глибокого навчання, такі як автокодера, використання генеративних моделей, таких як генеративні змагальні мережі (англ. Generative adversarial networks, GAN) і варіаційні автокодера (англ. Variational autoencoder, VAE).

Отже, вирішення проблем обробки даних в IoT-системах екологічного моніторингу забезпечується використанням передових технологій обробки даних, розробкою ефективних алгоритмів аналізу, впровадження заходів забезпечення безпеки та вдосконалення інфраструктури мережі IoT.

1. Pattanayak, B.K., Nohur, D., Cowlessur, S.K., & Mohanty, R.K. (2021). *An IoT-Based System Architecture for Environmental Monitoring*. In C.R. Panigrahi, B. Pati, B.K. Pattanayak, S. Amic, & K.C. Li (Eds.), *Progress in Advanced Computing and Intelligent Engineering* (pp. 424–435). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-33-4299-6_42

2. Lahat, D., Adali, T., & Jutten, C. (2015). *Multimodal Data Fusion: An Overview of Methods, Challenges and Prospects*. *Proceedings of the IEEE*, 103(9), 1449–1477. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2015.2460697>

3. Blalock, D., Madden, S., & Gutttag, J. (2018). *Sprintz: Time Series Compression for the Internet of Things*. *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.*, 2(3), Article 93. <https://doi.org/10.1145/3264903>

Машевська Марта, Мруць Володимир
Національний університет «Львівська політехніка»

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В МІСТІ ЛЬВОВІ

Процес індустріалізації за останнє століття призвів до зростання масштабів господарської діяльності і збільшення концентрації агрегатів різних потужностей та використання у виробництві потенційно небезпечних речовин. Нагальність та актуальність цього запитання стає все більшою, адже ми бачимо, що деякі зміни, які сталися на планеті є невідворотними і не можна допускати подальшого збільшення цього негативного впливу.

Системи екомоніторингу природних ресурсів є надзвичайно актуальними в наш час. Науково-технічний прогрес посприяв не лише підвищенню ефективності праці, зростанню добробуту суспільства, а й призвів до появи великої кількості нових загроз для окремої людини чи людства в цілому. Саме тому потрібно бути впевненими, що будь-яка людська діяльність не завдає шкоди навколишньому середовищу чи іншим індивідам.

Моніторинг атмосфери – це спостереження за станом повітря і попередження критичних ситуацій, що негативно впливають на здоров'я людей та стан інших живих організмів [1].

Щоб розуміти поточну ситуацію необхідні рішення, що дозволяють стежити та контролювати стан атмосферного повітря у реальному часі. Для максимальної об'єктивності вони повинні базуватись на різноманітних даних, тобто дані мають братись з різних джерел чи різних станцій моніторингу. Окрім цього стан повітря потрібно оцінювати комплексно, базуючись не лише на якомусь одному параметрі, а на їх сукупності.

Метою роботи є створення веб-орієнтованої системи, призначеної для моніторингу атмосферного повітря у місті Львові та представлення результатів у зручному структурованому форматі. Для досягнення цієї мети потрібно виконати декілька наступних завдань: провести аналіз існуючих методів та моделей оцінки стану атмосферного повітря, проаналізувати та виокремити основні чинники навколишнього середовища, які найбільше впливають на якість атмосферного повітря, розробити модель оцінювання повітря на основі нечіткої логіки та реалізувати програмне забезпечення системи для представлення стану екосистеми та оцінюванню якості атмосферного повітря.

Розробка та імплементація системи моніторингу атмосферного повітря – це складний комплексний процес і перед його початком потрібно чітко визначити особливості системи та необхідний майбутній функціонал.

Рішення повинно задовольняти наступні функціональні вимоги:

1. постійно аналізувати стан атмосферного повітря у місті Львові;
2. система повинна збирати дані з декількох різних станцій екомоніторингу для максимально точної оцінки;
3. мати функціонал для ручного розрахунку індексу якості атмосферного повітря з вказаних параметрів;
4. повинна містити історичні дані та надавати можливість огляду історичних даних;
5. мати функціонал перегляду даних конкретної станції;
6. повинна мати функціонал для перегляду станцій та даних з них, представлених або списком, або у вигляді карти;
7. система повинна мати інтеграцію з API з систем партнерів для постійного оновлення даних зі станцій моніторингу в режимі реального часу;
8. мати адаптивний користувачський інтерфейс під різні типи платформ (комп'ютери, планшети та смартфони).

Окрім цього, розробка та імплементація даного рішення для моніторингу атмосферного повітря у місті Львів передбачає забезпечення наступних нефункціональних вимог: рішення повинно виглядати логічним та інтуїтивно зрозумілим; система повинна працювати продуктивно.

Важливими вхідними параметрами для системи оцінювання якості стану атмосферного повітря будуть 6 параметрів: температура повітря, відносна вологість, атмосферний тиск, частка вмісту в повітрі дрібнодисперсного пилу розміром 1 мікрон, частка вмісту в повітрі

дрібнодисперсного пилу розміром 2.5 мікронів, частка вмісту в повітрі дрібнодисперсного пилу розміром 10 мікронів.

Загальна схема системи представлена на рис.1.

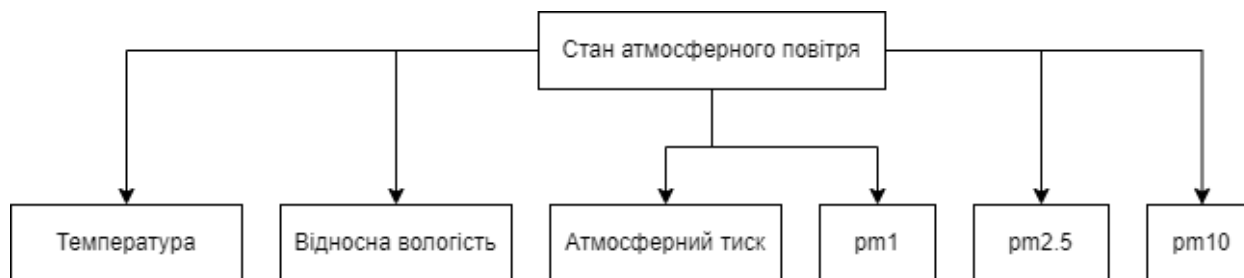


Рис. 1. Інформаційна модель системи

Таким чином стан атмосферного повітря прораховується за сукупністю станів цих вхідних параметрів.

За основний алгоритм визначення індексу якості атмосферного повітря було вирішено взяти систему машинного навчання з використання модуля Scikit-learn, або просто sklearn. Це відкрите програмне забезпечення (бібліотека) для мови програмування Python, яке надає широкий спектр інструментів для машинного навчання і аналізу даних. Scikit-learn створено на основі інших популярних бібліотек Python, таких як NumPy, SciPy і matplotlib, і вона є однією з найпопулярніших бібліотек для розробки та застосування алгоритмів машинного навчання [2].

Для тренування та оцінки моделі машинного навчання потрібен великий обсяг даних. За основу було взято інформацію з відкритих джерел моніторингових станцій у місті Львові.

В системі присутня валідація даних на стороні користувача для того, щоб показати правильний формат даних, що очікується системою. Також, усі дані перед відправкою запиту на сервер, очищаються від можливого шкідливого коду та спеціальних символів, що не очікуються системою.

Загалом, розроблена система готова до використання у реальних умовах. Результати роботи можуть бути використані місцевими органами влади та іншими зацікавленими сторонами для прийняття рішень щодо контролю за станом атмосферного повітря та покращення екологічної ситуації в регіоні.

1. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В. Б. та ін.]; за ред. проф. В.М. Боголюбова. Вид. 2-ге, переробл. і доповн. Київ: НУБіПУ, 2018. 435 с.

2. 10 найкращих бібліотек Python для машинного навчання та ШІ. URL: <https://www.unite.ai/uk/10-best-python-libraries-for-machine-learning-ai/>

¹Мокрий Володимир, ²Арустамян Едуард, ³Бондарь Валерія,
¹Мельник Юрій, ¹Сайкевич Назарій

¹Національний університет «Львівська політехніка»

²Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України

³Національний університет біоресурсів і природокористування України

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ НПП «ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ»

Природоохоронна практика Європейського союзу передбачає впровадження геоінформаційних технологій у заповідну справу. Застосування геоінформаційних систем

(ГІС) при розробці проектів створення та функціонування об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) також передбачене законодавством України. Використання геоінформаційного забезпечення підвищує ефективність територіального аналізу та управління об'єктами ПЗФ. Національний природний парк (НПП) «Північне Поділля», створений в 2010 р., відіграє ключову роль у поєднанні базових елементів національної екомережі України з Загальноєвропейською, через формування Галицько-Слобожанського екологічного коридору.

Актуальність застосування ГІС-технологій у НПП «Північне Поділля» зумовлена його кластерною структурою та відсутністю єдиної бази даних функціональних зон парку. Територія парку складається з великої кількості окремих масивів і фрагментів, що розділені сільськогосподарськими угіддями, селітебними територіями та землями, які не ввійшли до складу парку. Парк має в своєму складі 263 ділянки, які можна об'єднати у 138 відокремлених територій (кластерів). Загальна площа парку становить 15587,92 га, у тому числі 5434,4 га передано установі в постійне користування, та 10153,52 га включаються до його території без вилучення [1]. Тому створення ГІС парку є важливою умовою комплексного моніторингу стану території, біорізноманіття, природних та історико-культурних комплексів.

Методи моніторингу рослинного покриву включають використання програмного забезпечення QGIS 3.36.0 RC та KML файли з географічною прив'язкою меж парку. Крім того, використано набір даних із супутника Sentinel-2 L2A за травень 2023 р, який був завантажений через середовище Copernicus Browser та TerraScope Viewer.

За результатами використання нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) у TerraScope Viewer, ідентифіковано ділянки з рослинністю, оцінюючи їхню вегетаційну активність та стан. Аналіз супутникових знімків показав, що площа територій з значеннями NDVI 0,6-1 перевищує площу заповідної зони, що свідчить про високу продуктивність лісових угруповань, які знаходяться за межами заповідної зони. Також виявлено, що у зонах вирубок та сільськогосподарської діяльності індекс NDVI сезонно значно відрізняються. Листовий індекс площі (Leaf Area Index або LAI) представляє собою безрозмірну одиницю, яка оцінює кількість зелених листків та їх площу на одиницю земної поверхні. Шляхом порівняння супутникових знімків у середовищі TerraScope Viewer за різні періоди року, відстежено фенологічні фази рослин. Для проведення порівняльного аналізу LAI обрали три контрольні точки на території НПП «Північне Поділля»: Ботанічну пам'ятку природи «Сасівська», Зборівський ліс та Вороняцьку ділянку, які відрізняються за густотою, ярусністю та видовим складом рослин. Варіація LAI в середовищі TerraScope Viewer коливається від 0 до 8 одиниць. Проведені спостереження показують, що в межах лісових ділянок парку LAI не перевищує 6 під час піку фенологічної активності (у червні) і спадає до 0,2 у весняний період без снігового покриву.

Висновки і перспективи подальших досліджень передбачають використання пропонованого підходу для планування природоохоронних заходів, спрямованих на оптимізацію функціонального зонування, проектування лісоекологічних коридорів та розширення території НПП «Північне Поділля».

1. НПП «Північне Поділля». Режим доступу: <https://park-podillya.com.ua/>

Mukan Andrii
Nestlé Netherlands

THE IMPACT OF FINANCIAL MARKET REGULATORS ON TRANSFER PRICING STRATEGIES OF CORPORATIONS

Financial market regulators play a pivotal role in establishing and enforcing rules related to transfer pricing. Organizations such as the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) provide guidelines and standards to ensure fair and transparent transfer pricing

practices globally. Many countries have adopted these guidelines, incorporating them into their domestic tax laws [1].

Transfer pricing in Ukraine is regulated by the State Fiscal Service of Ukraine (SFS). The SFS is responsible for overseeing tax matters in the country, including the implementation and enforcement of transfer pricing regulations. In Ukraine, transfer pricing rules were introduced in 2013 as part of the broader tax legislation. The regulatory framework includes requirements for documentation, disclosure, and compliance with arm’s length principles in transactions between related parties.

Of course, the impact of financial market regulators on corporate transfer pricing varies from jurisdiction to jurisdiction. Table 1 provides a list of some of the prominent financial market regulators and organizations that influence transfer pricing practices around the world.

Table 1

List of some of the prominent financial market regulators and organizations that influence transfer pricing practices around the world

Financial market regulators	Description
Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)	Develops guidelines and standards for transfer pricing that are widely adopted by many countries.
Internal Revenue Service (IRS)	In the United States, the IRS is a key regulator that enforces transfer pricing rules and guidelines.
Her Majesty's Revenue and Customs (HMRC)	The UK tax authority plays a crucial role in regulating transfer pricing for companies operating in the United Kingdom.
Australian Taxation Office (ATO)	The ATO oversees transfer pricing regulations in Australia and enforces compliance.
Bundeszentralamt für Steuern (BZSt)	In Germany, the Federal Central Tax Office is involved in regulating transfer pricing.
Autorité des marchés financiers (AMF)	In France, the AMF regulates financial markets and may influence transfer pricing practices.
State Administration of Taxation (SAT)	In China, the SAT is the primary regulatory authority for tax matters, including transfer pricing.
Swiss Federal Tax Administration (SFTA)	In Switzerland, the SFTA oversees tax matters, including transfer pricing.
European Securities and Markets Authority (ESMA)	While primarily focused on securities markets, ESMA’s activities can influence financial regulations that may impact transfer pricing.

**Created based on [2; 3; 4].*

It’s important to note that international organizations like the OECD play a significant role in shaping global transfer pricing standards. Companies operating internationally must navigate the regulatory landscape of each jurisdiction in which they conduct business.

Financial market regulators emphasize transparency and documentation to curb aggressive transfer pricing practices. Corporations are often required to maintain detailed documentation justifying their transfer pricing decisions. This documentation is subject to scrutiny by regulators, and non-compliance can result in penalties. This increased focus on transparency aims to prevent profit shifting and ensure that corporations pay taxes in the jurisdictions where economic activities occur [10].

Financial market regulators use a variety of tools and mechanisms to control and monitor corporate transfer pricing policies to ensure compliance with tax laws and prevent abuse. The list of key instruments commonly used by regulators is presented in Table 2.

Table 2

List of key instruments commonly used by regulators

Tools and mechanisms	Description
Transfer Pricing Guidelines	Development and Publication: Regulators, often in collaboration with international organizations like the OECD, develop comprehensive transfer

	pricing guidelines. These guidelines provide a framework for corporations to structure their transfer pricing policies in accordance with accepted principles.
Documentation Requirements	Mandatory Documentation: Regulators may require corporations to maintain detailed documentation supporting their transfer pricing decisions. This documentation typically includes information on the economic analysis, comparables, and the rationale behind the pricing strategies.
Audits and Examinations	Regular Audits: Regulators conduct audits and examinations of corporations to assess the accuracy and fairness of their transfer pricing arrangements. This involves a thorough review of financial records, documentation, and transactions to ensure compliance with regulatory standards.
Advance Pricing Agreements (APAs)	Pre-approval Mechanisms: Regulators may offer corporations the option to enter into advance pricing agreements. These agreements allow corporations to seek pre-approval for their transfer pricing methodologies, providing a level of certainty and reducing the risk of later regulatory challenges.
Country-by-Country Reporting (CbCR)	Transparency Measures: Many jurisdictions have adopted CbCR requirements, which mandate multinational corporations to report detailed financial and operational information on a country-by-country basis. This helps regulators assess transfer pricing risks and enforce compliance.
Mutual Agreement Procedures (MAPs)	Dispute Resolution Mechanisms: Regulators often have mechanisms such as MAPs to resolve transfer pricing disputes between countries. This involves collaboration between tax authorities to reach a mutually agreed-upon resolution.
Penalties and Fines	Deterrent Measures: Regulators may impose penalties and fines for non-compliance with transfer pricing regulations. These financial consequences serve as deterrents and encourage corporations to adhere to regulatory guidelines.
International Collaboration	Information Exchange: Regulators engage in international collaboration to exchange information about transfer pricing practices. This collaboration enhances the ability to identify and address cross-border tax avoidance.
Technology and Data Analytics	Data-Driven Approaches: Regulators leverage technology and data analytics to analyze large sets of financial data. This enables them to identify patterns, anomalies, and potential areas of non-compliance in transfer pricing practices.
Training and Guidance	Educational Initiatives: Regulators may offer training programs and guidance to corporations to enhance their understanding of transfer pricing regulations. This proactive approach aims to foster voluntary compliance and reduce inadvertent errors.
Legal Framework and Legislation	Enactment of Laws: Regulators may enact or update legislation to strengthen the legal framework surrounding transfer pricing. This includes incorporating international standards and addressing emerging issues in the field.

**Created based on [5; 6; 7].*

Financial market regulators use a combination of these tools to create a robust regulatory environment, ensuring that transfer pricing practices align with the broader objectives of fair taxation and economic transparency. The effectiveness of these tools relies on the collaboration between regulators, corporations, and international bodies to adapt to evolving business landscapes.

The influence of financial market regulators on transfer pricing significantly impacts corporate decision-making. Corporations must align their transfer pricing strategies with regulatory expectations to mitigate legal and financial risks. This often involves a delicate balance between optimizing tax efficiencies and complying with evolving regulatory frameworks [5].

Corporations that fail to comply with the requirements of financial market regulators when implementing transfer pricing policies may face a range of risks. Non-compliance can have serious consequences, both financially and legally. The risks that corporations may face are summarized in Table 3.

Risks that corporations may face when using non-compliance transfer pricing

Risks	Description
Penalties and Fines	Monetary Consequences: Financial market regulators have the authority to impose penalties and fines for non-compliance with transfer pricing regulations. These financial consequences can be substantial and may significantly impact the corporation's bottom line.
Adjustments to Transfer Prices	Tax Assessments: Regulators may make adjustments to the transfer prices declared by the non-compliant corporation. This can result in increased tax assessments, leading to higher tax liabilities for the corporation.
Double Taxation	Cross-Border Issues: Non-compliance may lead to disputes between different tax jurisdictions, resulting in double taxation – the risk of being taxed on the same income by multiple jurisdictions. Resolving double taxation issues can be complex and time-consuming.
Reputational Damage	Public Perception: Non-compliance with transfer pricing regulations can damage a corporation's reputation. Stakeholders, including customers, investors, and the public, may view non-compliance negatively, affecting trust and brand value.
Increased Regulatory Scrutiny	Ongoing Monitoring: Non-compliance can trigger increased regulatory scrutiny. Regulators may subject the corporation to more frequent audits and examinations, leading to ongoing monitoring and potential disruptions to normal business operations.
Legal Consequences	Legal Action: Non-compliance may lead to legal action by regulatory authorities. Corporations may face lawsuits, legal proceedings, and the possibility of court-ordered remedies, which can be time-consuming and costly.
Loss of Tax Benefits	Incentive Reversal: Some jurisdictions offer tax incentives or benefits to corporations that comply with transfer pricing regulations. Non-compliance could result in the reversal of these benefits, leading to increased tax liabilities.
Impact on Business Relationships:	Supplier and Customer Relationships: Non-compliance can strain relationships with suppliers and customers, especially in cases where transactions are subject to transfer pricing scrutiny. Business partners may be reluctant to engage with a corporation facing regulatory issues.
Difficulty in Accessing Capital	Investor Confidence: Non-compliance can erode investor confidence, making it difficult for the corporation to raise capital. Investors may perceive increased risk, leading to a higher cost of capital or reduced access to funding.
Loss of Business Opportunities	Market Access: Non-compliance with transfer pricing regulations may limit a corporation's ability to enter new markets. Regulatory barriers and a negative reputation may hinder expansion opportunities.
Strain on Internal Resources	Operational Challenges: Dealing with regulatory investigations, disputes, and compliance issues can divert internal resources away from core business activities. This strain on resources can impact operational efficiency.
Changes in Transfer Pricing Policies	Restrictions on Future Practices: Regulators may impose restrictions on the corporation's future transfer pricing practices as a consequence of non-compliance. This can limit the corporation's flexibility in designing transfer pricing policies.

**Created based on [9; 10].*

To mitigate these risks, corporations should prioritize a proactive and compliant approach to transfer pricing. This includes staying informed about regulatory requirements, maintaining accurate documentation, engaging in advance pricing agreements where applicable, and seeking professional advice to ensure adherence to evolving regulatory standards. Complying with transfer pricing regulations not only reduces the risk of penalties but also contributes to a corporation's overall financial stability and reputation in the business community.

The influence of financial market regulators on the transfer pricing strategies of corporations is a critical aspect of international business. As regulators continue to enhance transparency, enforce compliance, and adapt to evolving economic landscapes, corporations must navigate this intricate terrain. Balancing the pursuit of tax efficiencies with adherence to regulatory frameworks is essential

for corporations aiming to thrive in a globalized business environment. Ultimately, the synergy between financial market regulators and corporations in addressing transfer pricing challenges contributes to fostering fair and sustainable international business practices.

1. Young S. and Patel R. (2014). *Transfer pricing compliance in an era of evolving financial regulation*. *Journal of Business Ethics*. 6(1). P. 72-88.

2. Katharina N., Nusser H. and Pfeiffer O. (2016). *On the Interdependency of Profit-shifting Channels and the Effectiveness of Anti-Avoidance Legislation*. *Annual Doctoral Conference Paper*. Oxford University Centre for Business Taxation.

3. Durán Rojo Luis and Paul Nina Nina. *The Use of Paragraphs 1.119 to 1.128 of the 2017 OECD Transfer Pricing Guidelines for the Application of Transfer Pricing Rules*. *Intertax* 48, Issue 6/7 (June 1, 2020): 616–23. <http://dx.doi.org/10.54648/taxi2020056>.

4. Melnychenko R., Pugachevska K. and Kasianok K. *Tax control of transfer pricing*. *Investment Management and Financial Innovations* 14, no. 4 (December 9, 2017): 40–49. [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14\(4\).2017.05](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14(4).2017.05).

5. Clarabella Angelina and Edi Pranoto. *JURIDICAL ANALYSIS OF TRANSFER PRICING DOCUMENTS IN RESPECT OF TAX AVOIDANCE FOR MULTINATIONAL COMPANIES*. *UNTAG Law Review* 5, no. 2 (December 11, 2021): 49. <http://dx.doi.org/10.56444/ulrev.v5i2.2657>.

6. Favourate S. and Eukeria W. (2022). *The arm's length principle: A panacea or problem to regulating transfer pricing transactions by mnes in developing countries*. *Eurasian Journal of Business and Management* 10(2): 137-152. URL: https://www.researchgate.net/publication/363183034_THE_ARM'S_LENGTH_PRINCIPLE_A_PANACEA_OR_PROBLEM_TO_REGULATING_TRANSFER_PRICING_TRANSACTIONS_BY_MNES_IN_DEVELOPING_COUNTRIES

7. Ryakhovsky D. *Tax Regulation of Transfer Pricing: National And International Specifics*. *Revista Gestão Inovação e Tecnologias* 11, no. 4 (July 10, 2021): 852–62. <http://dx.doi.org/10.47059/revistageintec.v11i4.2151>.

8. Bond Stephen and Jing Xing. (2015). *Corporate Taxation and Capital Accumulation: Evidence from sectoral panel data for 14 OECD countries*. *Journal of Public Economics*, Vol. 130, pp. 15 – 31.

9. Rathke, A.A.T., Rezende, A.J. and Watrin, C. (2021). *The impact of countries' transfer pricing rules on profit shifting*. *Journal of Applied Accounting Research*, Vol. 22 No.1, pp. 22-49.

10. Lohse, Theresa, and Nadine Riedel. (2013). *Do Transfer Pricing Laws Limit International Income Shifting? Evidence from European Multinationals*. *CESifo Working Paper Series 4404*, CESifo Group Munich.

Ozarkiv Taras

PhD student of Finance department, Lviv Polytechnic National University

TECHNOLOGIES AND TOOLS FOR ANALYTICAL SUPPORT OF FINANCIAL ECOSYSTEM

The fintech sector experienced a significant boom in venture capital funding, escalating from \$19.4 billion in 2015 to a peak of \$92.3 billion in 2021, fueled by the rapid digital transformation and abundant liquidity during the pandemic. This surge represented a substantial year-over-year increase of 177%. However, this growth was not sustained into 2022, as the sector adjusted to more normalized levels of investment due to economic downturns and geopolitical instability. Funding declined by 40%, dropping to \$55 billion. Despite these fluctuations, over the five years, fintech's share of total venture capital funding remained relatively constant, only slightly decreasing by 0.5 percentage points to 12% in 2022. This demonstrates the resilience and enduring appeal of fintech

investments within the broader venture capital landscape. The modern financial ecosystem is undergoing continuous transformations influenced by innovative technologies such as artificial intelligence, blockchain, big data, and machine learning. These technologies are reshaping the ways financial operations are conducted, from risk management to customer service, and other key aspects of financial services. They offer the potential for enhanced efficiency, cost reduction, and the creation of new products and services. Adapting to these new technologies poses a significant challenge for financial institutions that aim to integrate innovations without disrupting existing systems and processes. This process not only requires substantial capital investments in technology upgrades and staff training but also necessitates a shift in organizational culture and a reevaluation of internal procedures.

The primary challenge lies in ensuring a smooth transition to new technologies that minimizes disruptions in existing systems and maintains the continuous operation of the financial institution. This includes the ability to rapidly adapt and implement technological innovations such as artificial intelligence, blockchain, machine learning, and big data, which can radically alter the landscape of financial services. Furthermore, the issue of inequality in access to financial technologies emerges as a critical concern. While innovations have the potential to significantly increase the accessibility of financial services to broader segments of the population, they can also exacerbate the divide between those who have access to these technologies and those who remain beyond their reach. According to the analysis conducted, modern technologies such as data analytics, artificial intelligence, and blockchain play a key role in transforming financial services. They enhance the speed, accuracy, and efficiency of operations, provide new opportunities for innovation and business growth, and aid in improving customer interaction and satisfaction. Consequently, it can be concluded that modern technologies are instrumental in creating efficient and innovative financial ecosystems, facilitating the achievement of strategic objectives for financial institutions and companies. Furthermore, attention should be given to the training in the use of analytical platforms discussed in the research, which will help students and professionals adapt to the digital world and leverage the opportunities it offers. Proficiency in handling analytical platforms enhances competitiveness in the job market. Data analysis platforms such as Tableau, Power BI, and specialized FinTech platforms enable in-depth analysis of financial data and visualization of the results to enhance understanding and decision-making. These platforms facilitate meticulous analysis of financial data, including transaction data, loans, risks, and other financial metrics. They provide tools for processing large volumes of data and identifying patterns, trends, and anomalies. A key feature of these platforms is their ability to visualize complex data in an understandable and visually appealing form. They allow the creation of interactive charts, diagrams, heat maps, and other visual elements that help users better comprehend financial information and make informed decisions. Financial institutions and companies utilize these platforms for decision-making based on the analysis of financial data.

Table 1

Evaluation of Analytical Platforms (Power BI, Tableau)

Criteria Group	Criteria	Sub Group	Power BI Service/ Premium	Tableau
Security	SSO Support	SSO Protocols Supported	SAML 2.0, OpenID Connect (OIDC)	SAML 2.0, OpenID Connect (OIDC), Kerberos, Oauth, LDAP
		Identity Providers Supported	Azure AD, Okta, Active Directory Federation Services (ADFS), Ping Identity, CA SiteMinder, RSA SecureID, and other SAML 2.0 and OIDC	Active Directory, Azure AD, Okta, Ping Identity, OneLogin, CA SiteMinder, RSA SecureID, and other SAML 2.0, OIDC
	Security Roles	Object-Level Security	Roles and Permissions, DAX	Tableau Desktop or Server
		Role-Level	Active Directory, Custom	Active Directory, Custom

		Security	Role	Role
		Row-Level Security	DAX	Tableau Desktop or Server
		Column-Level Security	DAX	Tableau Desktop
Data Export	Printing		Yes	Yes
	Export to (PDF, CSV, Excel, Image, PowerPoint)		Yes	Yes
Sharing & Collaboration	Share Internally		Yes, via Power BI Service	Yes, via Tableau Server/Online
	Share Externally		Yes, via Power BI Service or Power BI Embedded	Yes, via Tableau Server, Tableau Online, or Tableau Public
	Collaboration Features		* Collaboration workspaces to share dashboards, reports, and datasets with specific users or groups	* Collaboration projects to collaborate on workbooks and data sources with specific users or groups
	Commenting		Yes, users can leave comments on reports, dashboards, and datasets	Yes, users can leave comments on worksheets, dashboards, and data sources
Self-service capabilities	Dashboards Support		Yes. A Power BI dashboard is a single page, often called a canvas, that tells a story through visualizations	Yes. Dashboards allow you to place multiple tables or graphs on one page.
	Drilldown Capabilities		Yes. When a visualization has a hierarchy, you can drill down to reveal additional details	Yes. Very powerful data drilling. You can always drill down to the most granular level available
	Desktop Report Builders		Yes. Power BI Desktop for Windows tool is supported	Yes. Tableau Desktop is available for Windows and Mac Os.
	Web Report Builders		Yes. Microsoft Power BI service (app.powerbi.com),	Yes. But Tableau Desktop has more advanced capabilities.
	Calculated Columns & Measures		Yes. Data Analysis Expressions (DAX) is used for that	Yes. Calculated field can be created as a new field.
	Complex Filters		Yes. Manual, Auto	Yes. Multiple filters are available
	Create/Extend Existing Data Model		Yes. Loading new datasets via UI plus the M-language. Data Modeling activities via UI.	Yes. Powerful data modelling activities via UI.
	Advanced analytics		Yes. Anomaly detection, smart narratives	predictive analytics, R, python and matlab integration
	UX/Ease of Use		Modern UI, easy to use	Modern UI, easy to use
Cross-browsers support	Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge,		Fully compatible	Fully compatible

	Apple Safari			
Devices Support	Desktop/Laptop	Windows	Windows 7 SP1 or later	Windows 7 or later
		Mac OS	Mac OS X 10.14 or later	Mac OS X 10.13 or later
		Linux	Not officially supported	Ubuntu 16.04 LTS or later, Red Hat/CentOS 7 or later, SUSE Linux Enterprise 12 or later
	iPad/iPhone	iOS	iOS 12 or later	iOS 12 or later

Source: Compiled by the author based on materials [12-15]

According to the analysis conducted, modern technologies such as data analytics play a crucial role in transforming financial services. They enhance the speed, accuracy, and efficiency of operations, provide new opportunities for innovation and business growth, and aid in improving customer interactions and satisfaction. Thus, it can be concluded that modern technologies play a significant role in creating effective and innovative financial ecosystems, contributing to the achievement of strategic objectives of financial institutions and companies.

1. Jacobides M., Cennarmo C. & Gawer A. (2018). *Towards a theory of ecosystems*. *Strategic Management Journal*. 39(8). P. 2255-2276.

2. Panteleeva H.M. (2017). *Finansovi innovatsiyi v umovakh tsyfrovizatsiyi ekonomiky: tendentsiyi, vyklyky ta zahrozy*. *Priazovskyi ekonomichnyi visnyk*, 3(03). URL: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2017/3_03_uk/17.pdf.

3. Prymostka L.O., Krasnova I.V., Prymostka O.O. & Shevaldina V.H. (2022). *Zmina paradyhmy rehulyuvannya finansovoho rynku*. *Biznes Inform*, 2, 89-97. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-2-89-97>.

4. Mazaraki A. & Volosovych S. (2018). *FinTech u systemi suspilnykh transformatsiy*. *Visnyk KNTYeU*. 2. P. 5-18.

5. Bygstad B. & Dulstrud A. (2020). *Digital Ecosystems as a Unit of Scientific Analysis*. *A Sociological Investigation*. URL: <https://oda.oslomet.no/oda-xmlui/handle/10642/9782>

6. Barwise P. & Watkins L. (2018). *The evolution of digital dominance: how and why we got to GAF*. In *Digital Dominance: The Power of Google, Amazon, Facebook, and Apple* (pp. 21-49). New York: Oxford University Press.

7. Shlapak A.V. (2022). *FINTECH i BIG TECHS yak drayvery tsyfrovizatsiyi svitovykh rynkiv finansovykh poslug i mizhnarodnoho rynku kapitalu*. *Modeling the Development of the Economic Systems*. 3. 210-216.

8. *Global market Fintech*. (2023). *The Business Research Company*. URL: <https://www.thebusiness-researchcompany.com/report/fintech-market>

9. *Ohlyad ukrayinskoho fintekh-sektoru*. (2022). *UkraineInvest*. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/uk/news/27-10-22>.

10. *Tsifrovi rynky: FinTech*. (n.d.). *Statista*. URL: <https://www.statista.com/outlook/dmo/fintech/worldwide#transaction-value>.

11. *The Pulse of Fintech*. (2019). *KPMG International Cooperative («KPMG International»)*. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/07/pulse-of-fintech-h1-2019.pdf>

12. Murray D. (2020). *Tableau Your Data!: Fast and Easy Visual Analysis with Tableau Software*. Wiley.

13. Ferrari A. & Russo M. (2016). *Analyzing data with Power BI and Power Pivot for Excel (1st ed.)*. Microsoft Press.

14. Russo M. & Ferrari A. (2016). *Introducing Microsoft Power BI*. Microsoft Press. Mobile PDF ISBN: 9781509302284; Kindle ASIN: B01IPIUTTU; ePub: 9781509302284.

15. Russo M. & Ferrari A. (2019). *The definitive guide to DAX – 2nd edition*. Microsoft Press. ISBN: 9781509306978; Paperback ASIN: 1509306978; Kindle ASIN: B07TS4FPZM.

16. Mayer-Schönberger V. & Cukier K. (Narrator: Scott-Barbour, N.). (2022). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think.*

17. Gandomi A.H., Balusami B., Abirami R.N. & Kadri S. (2021). *Big data: Concepts, technology, and architecture.* John Wiley & Sons, LTD.

Окрушко Дмитро
Хмельницький національний університет

ДІДЖИТАЛ-ТЕХНОЛОГІЇ В АГРОНОМІЇ

Комп'ютерні програми створюють точні плани аграрних господарств, карти їхніх полів, аналізують врожаї, формують карти врожайності, визначають кількість необхідних ресурсів та формують їх раціональне використання.

Розробка індексів оцінки агрофітоценозів є початком діджиноміки. Базуючись на вдосконаленні спектрів відбиття на даний час розробляються методи дистанційної діагностики стану посівів культурних рослин. Спектри відбиття реєструються в цифровому вигляді, що надає можливість технічній агрономічній службі оцінити наступні показники: фаза розвитку рослин, густина їх стояння, початкові ознаки хвороб чи ураження шкідниками, забур'яненість посівів, прогнозування урожайності.

Із поступовим розвитком сенсорів супутникового спостереження забезпечить ще більше можливостей для дистанційного зондування. Тому сфера використання вегетаційних індексів в Україні постійно розширюється. Агрохолдинги здійснюють перехід на програмне забезпечення на цій основі щоб підвищити рівень врожайності сільськогосподарських культур та здешевити свою продукцію. Цифровізація рослинницької галузі є вигідною для компаній, які хочуть забезпечити стабільність врожаїв із найменшою шкодою для довкілля.

Більшість сучасного програмного забезпечення в Україні (Agrosom АСТ, Soft.Farm, Pix4d fields, ArcGIS10.3.1) широко використовує вегетаційні індекси NDVI. Залежно від умов обстеження та мети також можна використовувати індекси VARI та SAVI. Потрібно зважати на те, що під час проростання культурних рослин та в зріджених фітоценозах індекс NDVI дає велику похибку. А найточніші результати для оцінки стану рослин він забезпечує у червоному спектрі [1].

На індексних картах використовують зелений колір для позначки хорошого стану рослин, жовтий – посереднього та червоний – для поганого [2]. Найскладнішою проблемою для аграрного програмного забезпечення є правильне та швидке зшивання карти обстеженого поля. Від якості цієї операції та кількості знімків на один піксель площі поля буде залежати точність виконання наступних технологічних операцій та їхня ефективність. Відповідно, це забезпечить якісне та економне внесення пестицидів, використання мінеральних добрив та ефективне зрошення. Тобто, хімічні препарати будь внесені лише на тих ділянках, які потребують захисту від шкідливих організмів чи удобрення. А не на всю площу поля, як зазвичай це виконується. Переваги точного землеробства відображаються у зниженні пестицидного навантаження на поля та покращує екологічну безпеку нашої країни. Індивідуальне та детальне керування окремими ділянками в контексті формування загальної картини поля допомагає підвищити врожайність культурних рослин та підвищує їхню стресостійкість. Мінімізація в застосуванні добрив і агрохімікатів сприяє більшій екологізації господарювання; підвищує якість ґрунтового покриву; допомагає агрономічній службі точніше спланувати та спрогнозувати об'єми робіт і їхні результати; сприяє процесу оптимізації трудових затрат.

Використання даних ГІС потребує від господарств значних фінансових вкладень і має певну складність в освоєнні роботи із наданою інформацією, тобто потрібно провести навчання персоналу; також проблеми в обладнанні чи наявності проблем із програмним забезпеченням зможуть призвести до простоїв або зниження рівня продуктивності.

Для ефективної диджиталізації в агрономічній галузі зазвичай використовують такі технології:

- картографування – тобто складання електронних карт полів господарства;
- паралельне керування технікою – для точного виконання агротехнічних операцій;
- автоматичне вимкнення сільськогосподарської техніки на ділянках перекриття, що застосовується на час висіву насіння, внесення засобів захисту рослин чи інших хімічних речовин (добрив, регуляторів росту).

Різні технології мають відповідний вплив на діджиталізацію землеробства.

RTK-технологія – це фактично «кінематика у реальному часі». Вона може у режимі реального часу вдосконалювати роботу супутникових навігаційних систем GNSS та виправляти типові помилки. Найчастіше на операціях обробітку ґрунту, посіву, обприскування пестицидами та збиранні врожаю вдається уникати перекриття. Це дозволяє економити на паливо-мастильних матеріалах, посівному матеріалі та отрутохімікатах. А згодом отримати вищу врожайність.

Штучний інтелект використовуючи різноманітні додатки та інструменти полегшує точне землеробство, надаючи аграріям необхідну інформацію чи вказівки щодо контролю над шкідливими організмами, використання міндобрив, управління водними ресурсами в посівах культур, залежно від ґрунтових умов.

Big Data (Великі дані та аналітика). Програмне забезпечення на цій базі дає сукупність інформації щодо метеорологічних факторів, потреби в пестицидах і добривах. Це допомагає організувати землеробство як галузь, робити догляд за рослинами більш ефективним процесом, дбати про збереження навколишнього середовища та здоров'я робітників. Аналітика отриманих даних дозволить аграріям відстежувати зміни у рості й розвитку рослин у режимі реального часу та отримувати практичні рекомендації щодо коригування врожайності на базі рішень та управління наявними ресурсами.

Розробка програм для смартфонів. Дає необмежені можливості для глобального вирішення проблем у сучасному землеробстві. Різні компанії на даний час розробили передові програми, що є сумісними з усіма типами смартфонів. Завдяки їм фермери зможуть контролювати технологічні операції на полях дистанційно, а операційні дані надійно зберігатимуться у хмарі [3].

Дані, отримані із супутника, дозволять побачити відмінності на окремих ділянках поля, які невидимі для неозброєного ока. Згодом на основі такої інформації буде створена детальна карта з розподілом на окремі зони та розроблені індивідуальні рекомендації щодо обробітку ґрунту та удобрення чи захисту від шкідливих організмів для кожної з них.

За точного землеробства використовуються ґрунтові датчики, що дають змогу постійно відстежувати зміни у вологості та температурі ґрунту. Причому вони здійснюють це на глибині розміщення кореневої системи культурних рослин. Сенсори встановлюють безпосередньо у ґрунтовому середовищі на полі та можуть передавати показники на комп'ютер в режимі реального часу. Своєчасне отримання такої інформації дозволить фермеру оперативно прийняти рішення щодо вжиття заходів захисту рослин від переохолодження чи перегріву або щодо необхідності поливу.

Забезпечення потреби в індивідуальному живленні та обробка рослин із врахуванням особливостей конкретної зони поля дозволяють максимально реалізувати сортовий потенціал урожайності. Програмне забезпечення для аналітики – це запорука у прийнятті зважених рішень щодо господарювання, адже воно інтегрує всю інформацію та надає значні можливості в прогнозуванні, плануванні та контролі за технологічними процесами на полях.

1. Зозуля О.Л., Михальська Л.М., Коваль О.Л., Швартау В.В. (2020). *Цифрові технології в рослинництві*. 71 с.

2. *Вегетаційні індекси як розумні рішення для агробізнесу*. (2022, 22 липня). URL: <https://eos.com/uk/blog/vegetation-index/>

3. Розвиток точного землеробства у світі та його вплив на сільське господарство (2023, 27 липня). URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/rozvytok-tochnogo-zemlerobstva-u-sviti-ta-jogo-vplyv-na-silске-gospodarstvo>

4. Точне землеробство. (2023, 27 липня). URL: <https://www.dafarm.com.ua/tochne-zemlerobstvo-v-ukraini-vid-dafarm/>

¹Переймибіда Андрій, ¹Клакович Леся, ²Рашкевич Марія
¹Львівський національний університет ім. Івана Франка
²Національний університет «Львівська політехніка»

МОДЕЛІ ДУАЛЬНОЇ ОСВІТИ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ В ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація: Якість освіти в сфері інформаційних технологій в значній мірі залежить від використання сучасних форм та інструментів співпраці університетів із провідними компаніями. На прикладі компанії SoftServe проаналізовано досвід застосування дуальної форми навчання, неформального навчання, професійного вишколу викладачів. Виділені проблеми та сформульовано моделі співпраці SoftServe із університетами, які підвищують готовність випускників до працевлаштування.

Ключові слова: моделі дуального навчання, неформальне навчання

Одним із важливих критеріїв, які визначають якість освіти, є врахування вимог ринку праці до стандартів освіти та освітніх програм (ОП). Цей критерій також є в числі основних, які враховуються в процесі акредитації окремих ОП. В системі професійної освіти гармонізація змісту освіти і вимог роботодавців забезпечується тим, що підготовка фахівців здійснюється за професіями (професійними кваліфікаціями), а як стандарти професійної освіти, так і окремі ОП будуються на основі відповідних професійних стандартів.

У сфері фахової передвищої та вищої освіти ситуація є складнішою, оскільки підготовка студентів йде за спеціальностями, а співвідношення між окремими спеціальностями та відповідними професійними кваліфікаціями та стандартами є набагато складнішим, часом навіть неоднозначним. В цих умовах критично важливо, щоб заклади вищої освіти (ЗВО), особливо технологічного спрямування, максимально тісно співпрацювали із відповідними підприємствами регіону, професійними організаціями, окремими роботодавцями.

Таке явище вже стало характерним для сфери інформаційних технологій (ІТ). Одним із факторів, який безпосередньо на це впливає, є прагнення ІТ-компаній і, особливо, студентів до якнайшвидшого працевлаштування, що в свою чергу спричиняє істотний вплив на зміну ринку освітніх послуг: все більш популярними стають короткі освітні програми, дуальне навчання, неформальне навчання.

Компанія SoftServe є одним із лідерів ІТ сфери, налічує понад 11 тис. працівників, значна кількість яких працюють в Західному регіоні України. Бурхливий розвиток ринку ІТ, який дещо пригальмувала, але не зупинила, українсько-російська війна, має своїм наслідком кадровий голод. Тому не дивно, що SoftServe тісно співпрацює із понад 65 ЗВО регіону. Сотні студентів цих університетів, починаючи із третього курсу, працюють в компанії. Стверджувати, що їх рівень підготовки та сучасність програм задовольняють SoftServe, було би значним перебільшенням. І не дивно, що компанія, починаючи із 2019 року, значно інтенсифікувала співпрацю із ЗВО, використовуючи усі можливі інструменти: програми дуальної освіти, підготовки викладачів, короткі навчальні курси, спільне розробленні ОП та їх експертне оцінювання, наукові лабораторії тощо. Так, наприклад, майже тисяча студентів беруть участь в 20 програмах дуального навчання, понад 4351 викладачів підвищили свою кваліфікацію, оновлено 170 програм окремих навчальних дисциплін, студенти, які працюють в

SoftServe, мають доступ до освітньої платформи UDEMY та розроблених спеціалізованих онлайн-курсів компанії.

Основними проблемами, які гальмують співпрацю SoftServe із ЗВО, є наступні:

- невідповідність змісту ОП швидкозмінним потребам ринку праці, вони є занадто теоретизовані, мало насичені практичними компонентами, вибіркові блоки дисциплін, які вони містять, орієнтовані більше на викладачів, ніж на студентів;
- недостатній досвід викладачів у інформаційних технологіях та інструментах, що використовуються компанією при реалізації комерційних проєктів;
- недостатній розвиток у студентів м'яких навичок;
- термінологічні непорозуміння між гарантами ОП та експертами компанії при модернізації ОП в цілому та окремих модулів;
- визнання в ОП та окремих дисциплінах результатів навчання, отриманих студентами в процесі праці та фахового розвитку всередині компанії.

В числі ряду освітніх інновацій особливої уваги заслуговує дуальне навчання. Дуальна форма здобуття освіти – це поглиблена, інтегрована форма освіти для тих хто готовий поєднувати навчання в закладі освіти і набуття досвіду в умовах реального виробництва. У жовтні 2019 року Міністерство освіти і науки України ініціювало в закладах фахової передвищої та вищої освіти пілотний проєкт з підготовки фахівців за дуальною формою здобуття освіти, аналітичний звіт за результатами якого опубліковано в минулому році [1]. На сьогодні в законодавстві України, а саме в законах України «Про освіту», «Про фахову передвищу освіту» дуальну освіту легалізовано і цим створено відповідні умови для впровадження цієї форми здобуття освіти в діяльність закладів вищої та фахової передвищої освіти.

Використання елементів дуальної освіти набуло особливого значення, починаючи із 2020 року, коли спочатку пандемія COVID-19, а далі російська інтервенція унеможливили традиційний, орієнтований на університетські навчальні аудиторії та лабораторії освітній процес. Заклади вищої освіти втратили значну частину спроможності надавати якісну освіту і почали шукати допомогу назовні, в першу чергу в середовищі роботодавців. SoftServe в числі інших технологічних компаній відразу почала впроваджувати нові можливості, запровадивши на початку 3 програми дуальної освіти із провідними львівськими університетами. Як завжди, коли запроваджуються нові підходи до навчального процесу, розпочалося випробування різноманітних організаційних моделей, використовуючи відповідні можливості законодавства.

На сьогодні в компанії SoftServe використовують дві основні моделі дуального навчання:

1. «Класична модель» – коли практична підготовка, яка передбачена в фахових дисциплінах програми, реалізовується в компанії в основному під час виконання реальних проєктів.

2. «Онлайн модель» – коли студенти, працюючи в компанії, здобувають частину необхідних результатів навчання за рахунок індивідуального (під системним наглядом менторів) навчання на спеціалізованих платформах (як відкритого доступу, так і внутрішніх). Визнання отриманих результатів навчання (як таких, що отримані в неформальній освіті) відбувається на основі внутрішніх Положень окремих ЗВО.

«Класична модель» надає студентам можливість використовувати свої академічні знання та навички у реальних умовах роботи, де вони можуть застосовувати теоретичні концепції до практичних завдань та співпрацювати з професіоналами відповідної галузі. Під час виконання проєктів у компанії, студенти можуть отримати цінний практичний досвід, розвивати комунікативні та міжособистісні навички, а також виробляти вміння працювати в команді. «Класична модель» дуального навчання сприяє глибшому розумінню студентами практичних аспектів своєї професії, а також допомагає їм визначити свої професійні інтереси та цілі. Це також сприяє зближенню університетської освіти із потребами ринку праці, оскільки компанії можуть активно впливати на навчальну програму і виробляти специфічні навички та знання, що вимагаються у певній галузі. Крім того, ця модель сприяє поглибленню

партнерства між університетами та компаніями, забезпечуючи обмін знаннями, ресурсами та експертизою. Студенти, які беруть участь у цій моделі, отримують унікальну можливість будувати мережу професійних контактів та встановлювати зв'язки зі спеціалістами відповідної галузі.

Проте, це більш складна модель у реалізації адже передбачає чимало бюрократичних процедур: як от укладання двостороннього договору, тристороннього договору та трудового договору між учасниками. Окрім того, часто запровадження дуальної освіти викликає опір викладачів, оскільки частина кредитів освітньої програми чи навіть навчальних дисциплін офіційно передається компанії, що приводить до зменшення загального навчального навантаження, а інколи і до скорочення штатів.

Запропонована авторами «Онлайн модель» використовує запроваджені в 2021 році Міністерством освіти і науки України можливості визнання результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті. Студенти, працюючи в компанії та виконуючи реальні проекти водночас мають доступ до різноманітних навчальних ресурсів, які можуть бути як відкритими для загального доступу, так і внутрішніми, специфічними для конкретного проекту. Ці ресурси можуть включати відеоуроки, електронні курси, інтерактивні завдання, тести. Зарахування отриманих знань на умінь в університетські освітні програми відбувається на основі внутрішніх Положень окремих закладів вищої освіти, де враховуються здобуті знання та навички студентів під час роботи в компанії та їхнього самостійного навчання на платформах. Ця модель сприяє гнучкості та індивідуалізації навчання, оскільки студенти можуть вчитися у власному темпі та обирати саме ті ресурси, які найкраще відповідають їхнім індивідуальним траєкторіям на проекті. Вона також сприяє взаємодії між студентами та менторами, створюючи віртуальне співтовариство, де можна обмінюватись знаннями, досвідом та практичними вміннями. «Онлайн модель» відкриває нові можливості для студентів і компаній у покращенні якості освіти в сфері інформаційних технологій шляхом поєднання академічних знань з практичним досвідом роботи в реальних умовах.

На основі «Онлайн моделі», компанією SoftServe вже на сьогодні ведеться робота із понад 21 закладами вищої освіти, оновлено 20 ОП галузі знань «Інформаційні технології». Студенти відзначають, що за допомогою цієї моделі вдається ефективно розподілити свій час, зосередитися на робочому проекті та водночас отримати всі необхідні знання щодо навчальної програми університету. Дана модель – це чудова ініціатива для відповідальних і сумлінних студентів, які готові брати на себе відповідальність і дійсно хочуть стати професіоналами ще під час навчання в університеті.

Очевидно, що в обох випадках робота починається із спільного аналізу та модернізації освітніх програм (триває орієнтовно 6 місяців), а також включає попередню підготовку студентів з м'яких навичок, яка фінансується компанією на початкових курсах. Далі за результатами оцінювання на конкурсній основі відбираються студенти для дуальної освіти, що триває на 3 і 4 курсах.

Слід відзначити, що основними факторами, які гальмують розширення спектру програм з використанням елементів дуальної освіти та визнанням результатів неформальної освіти, є: побоювання викладачів, що зменшення аудиторного навантаження приведе до скорочення штатів, певна недовіра академічного середовища щодо якості результатів навчання в неформальній освіті, істотні витрати компанії на дуальну форму навчання та відсутність гарантії того, що студент після закінчення ЗВО залишиться працювати в компанії.

На наш погляд використання «онлайн моделі» дуальної освіти сприятимуть підвищенню якості освіти як зразок ефективного партнерства між бізнесом та іншими учасниками освітнього процесу.

Як уже відзначено вище, компанія SoftServe надає особливу увагу підвищенню кваліфікації викладачів партнерських університетів, створенню для них можливостей вивчення нових інформаційних технологій та інструментів, сприянню професійного розвитку. Для цього використовуються сертифікатні програми, спеціалізовані вебінари, короткотермінове стажування та трейнінги тощо.

Висновки. Тісне партнерство університетів та технологічних компаній є сучасним трендом розвитку освіти та особливо ефективним в сфері інформаційних технологій, де ІТ компанії ведуть спеціалізовану підготовку в своїх корпоративних навчальних закладах, пропонують широкий вибір спеціалізованих онлайн курсів (не забуваймо також про платформи Прометеус, Coursera та інші). Формалізацію отриманого навчання у вигляді відповідних документів можуть здійснювати як заклади формальної освіти через зарахування результатів навчання у своїх освітніх програмах, так і кваліфікаційні центри через механізми визнання результатів неформального та інформального навчання, які акредитуються на державному рівні і забезпечують якість оцінювання та отриманої кваліфікації.

Безперечно організація підготовки фахівців за дуальним навчанням в системі вищої та фахової передвищої освіти є більш складним, трудомістким процесом, оскільки вимагає більш ретельного балансування інтересів сторін. Тому співпраця роботодавців, освітян, науковців, громадських і міжнародних організацій є ключовою для напрацювання та реалізації моделей дуального навчання для здобувачів фахової передвищої і вищої освіти, сприяє підвищенню спроможності надавати більш якісну та сучасну за змістом освіту.

1. Representation of the Foundation named after Friedrich Ebert in Ukraine (2021). Analytical report on the results of the second year of the pilot project in the institutions of vocational pre-higher and higher education on the training of specialists using the dual form of education. Kyiv

¹Pirko Ihor, ²Salapak Volodymyr, ¹Salapak Liubov
¹Ukrainian National Forestry University
²Lviv Polytechnic National University

INFORMATION SYSTEM FOR WATER QUALITY ANALYSIS

Introduction. Pollution of water bodies is one of the most serious problems of today. Monitoring the pollution of water bodies is one of the measures to prevent the degradation of water resources. To solve this problem, systems are being developed to monitor the water bodies, which makes it possible to identify sources of water pollution, analyze the condition of water bodies in the regions and develop measures to prevent their further pollution [1-4]. The quality of water in the rivers from which water is taken for the needs of the human population requires constant monitoring and predicting.

Mathematical model for assessing the level of pollution of water bodies. The designed software is based on a mathematical model that describes the movement of polluted waters within the study area. Using hydrochemical indicators, it is possible to obtain statistical information about the level of river pollution. The method of comprehensive assessment of the degree of pollution allows evaluating water pollution by using a wide list of components and water quality indicators, and permits classifying water according to the degree of pollution. This method makes it possible to formalize analysis processes, evaluate information about the chemical composition of water and transform it into relative indicators that comprehensively assess the degree of pollution and water quality.

To assess the pollution level of the rivers, the results of observations of their condition are used. An information-and-analytical system has been developed based on observation data obtained

at monitoring stations. The basis of the integrated method is assessing the degree of water pollution of a water body based on the totality of pollutants. The maximum permissible concentrations of harmful substances in water are used as a standard.

Let us consider the system of indicators for the comprehensive assessment of pollution of water bodies. The most informative comprehensive estimates obtained by this method are as follows:

- specific combinatory water pollution index;
- water quality class.

A high index value corresponds to worse water quality at different observation points. The classification of water quality allows dividing surface waters into 5 classes depending on the degree of their pollution:

- class 1: conditionally clean;
- class 2: slightly polluted;
- class 3: polluted;
- class 4: very polluted;
- class 5: extremely polluted.

The highest class number corresponds to the highest degree of water pollution by pollutants. The results of chemical analysis of water samples at the sampling point are used as input information in the mathematical model of pollution. Pollution indicators are calculated based on the results of river pollution observations.

Modeling to estimate the level of water pollution with ammonium. The development of the information-and-analytical system for assessing the level of river pollution was carried out in the Google Colab environment. In its development, the following libraries of the Python programming language were used for data processing:

NumPy is a library for processing numeric arrays; Pandas – for data processing and analysis; Matplotlib – for visualization of processed data; Scikit-Learn – for data processing and analysis using machine learning methods.

The csv-files with data on river pollution were obtained from the website of the State Water Resources Agency. These files with data on pollution with harmful substances were then downloaded into the Google Colab environment for further research and analysis.

Certain thematically related datasets, which are suitable for different types of regression analysis, were used. The first of them contains information on the concentration of ammonium ions in river water from 8 sequentially located water monitoring stations (from the source of the river to the point under study). The permissible value of ammonium ions NH_4 is 0.5 mg/dm^3 . Thereafter, it is necessary to find the concentration of this pollutant at the river water intake of the settlement under study. To do this, it was necessary to analyze the data, then predict the water quality at a certain station and analyze the dependence of the accuracy of the prediction at the point under study on the number of monitoring stations.

It is necessary to predict the pollution value for a station based on the pollution data of the stations preceding it. The numbering of stations in the dataset is carried out from the station under study upstream, that is, the closest to it is the first one, then the second one, etc. Data on pollution in the dataset are presented for a month period. The number of observations at the stations varies. One indicator of river water monitoring data was evaluated. The studies were carried out as follows:

- import of libraries for conducting research and analysis;
- downloading data;
- data analysis;
- modeling;
- prediction and visualization of results.

Using the Scikit-Learn machine learning toolkit library, a linear regression model, Linear Regression, was built. The library method linear model is responsible for linear models, `r2_score` is designed to calculate the prediction error.

The data of the csv-file is divided into two parts, which are responsible for the training and test samples. The following columns are in the dataframe: target – distance above the water intake; 1 is the first monitoring point above the water intake, etc.

At the next stage of data analysis, the results of ammonium pollution are modeled. To do this, linear regression for modeling is chosen: `model = LinearRegression()`.

For the training model, train and target arguments are supplied: `model.fit(train, target)`

The following line of code is responsible for the prediction for the training data:

```
y_train = model.predict(train)
```

The `y_train` variable reflects the train prediction. It is known that test data should be predicted. But for self-testing, it is desirable to know what this model gave. Then the same training data, `train`, is supplied to the input. After this, the results of the work of this model are analyzed, to find out what it predicted.

Analysis and prediction of water quality based on specified pollution indicators. In the data frame, `id` is the hypopost number. Next comes the date of observation, followed by nine indicators by which pollution is recorded. This is ammonium NH_4 ; BSK5 – biochemical oxygen consumption for five days; Suspended – suspended substances; O_2 – dissolved oxygen in water; NO_3 – nitrate nitrogen; NO_2 – nitrite nitrogen; SO_4 – sulfates; PO_4 – phosphates; CL – chlorides.

Next, visualization of prediction was carried out on the training data. Data that are known are marked in green, data calculated by other regression models are presented in other colors.

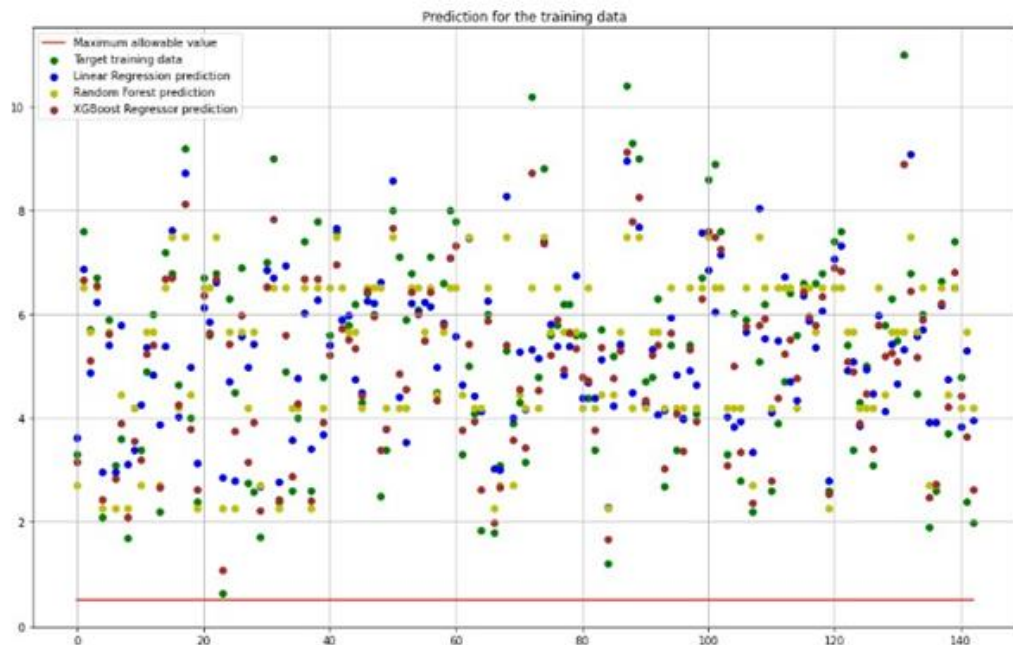


Fig. 1. Visualization of training data for prediction of pollution indicators

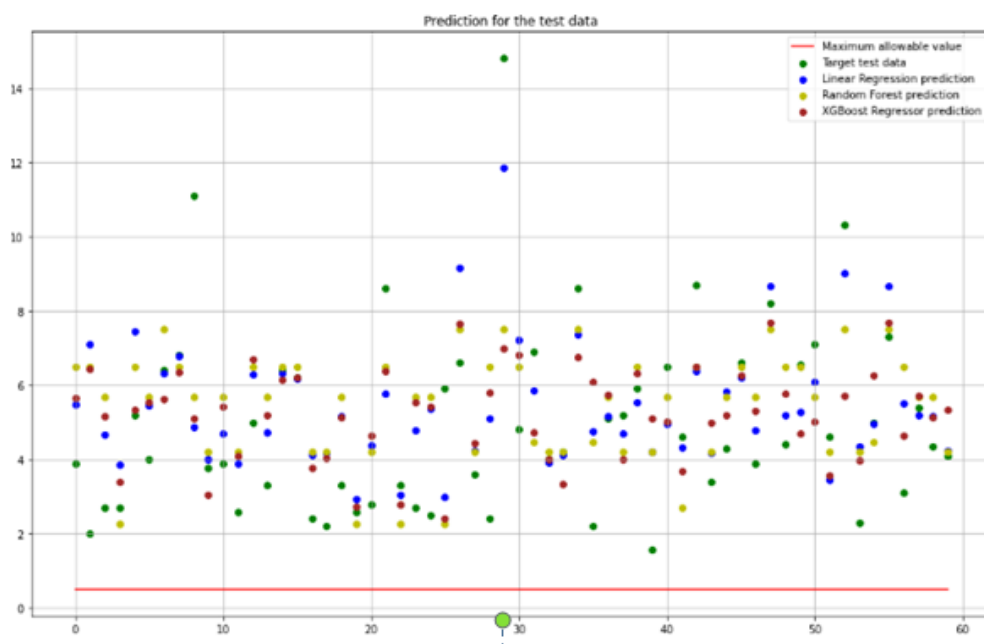


Fig. 2. Visualization of test data for prediction of pollution indicators.

Conclusions. The paper analyzes materials on the seasonal dynamics and spatial variability of river pollution characteristics, and examines the patterns and features of pollutant runoff. An information-and-analytical system has been developed designed to find and analyze the relationships between the measured characteristics of water body pollution. Studies on patterns and modeling of seasonal variability in river flow have been carried out, and the dynamics of the spread of pollutants has been modeled.

An analytical model has been developed which is designed to calculate the dynamics of the spread of harmful impurities in areas of a water body in the tasks of assessing anthropogenic impact on the environment. Estimates of a number of parameters of water body pollution, features of the formation of runoff of harmful substances in the water body were obtained.

1. Clémence Sicard, Chad Glen, Brandon Aubie, Dan Wallace, Sana Jahanshahi-Anbuhi, Kevin Pennings, Glen T. Daigger, Robert Pelton, John D. Brennan, Carlos D.M. Filipe. *Tools for water quality monitoring and mapping using paper-based sensors and cell phones. Water Research.* 2015, V. 70, P.360-369

2. Collins, A., Ohandja, D.G., Hoare, D. & Voulvoulis, N. *Implementing the Water Framework Directive: A transition from established monitoring networks in England and Wales. Environ Sci Policy.* 2012, V.17, P.49–61.

3. Voulvoulis, N., Arpon, K. D. & Giakoumis, T. *The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation. Science of the Total Environment.* 2017 V.575, P.358– 366.

4. González-Gaya, B. et al. *Suspect and non-target screening: The last frontier in environmental analysis. Analytical Methods.* 2021, V.13, P.1876–1904.

Салапак Володимир, Салапак Олег, Ратинчук Дмитро
Національний лісотехнічний університет України

**ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ОСНОВ
РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**

Актуальність. Традиційна методика викладання, як і ставлення до навчання зазнає істотних змін. Сучасне покоління школярів і студентів зростає на вільному доступі до сучасних гаджетів. Тому доречно використати повсюдну діджиталізацію і в навчальному процесі. Сьогодні окрім викладача і підручника є альтернативне джерело інформації – світова «павутина». Тому викладач – це людина, яка спонукає студентів до усвідомлення, аналізу, критичної оцінки інформації та застосування її в професійній діяльності.

Радіаційна фізика – доволі складна для розуміння наука. Згідно зі статистикою серед населення 25% аудіалів (той, хто одержує основну інформацію через слух), 35% – візуалів (людина, що сприймає більшу частину інформації за допомогою зору) і 40% – кінестетиків (той, хто сприймає інформацію через інші відчуття (нюх, дотик та ін) і за допомогою рухів). Тому викладачу слід візуалізувати інформацію для подання здобувачам, переносити навчальну діяльність на сторінки інтернету, де здобувачі почувають себе як «риба у воді» [1-3].

Ми впевнені, що використання інтернет-платформ повинно стати невід’ємною частиною сучасного освітнього процесу, а встановлення в лабораторії сучасного інтерактивного обладнання (інтерактивний комплекс, цифровий комплекс) – вимогою часу. Саме тому темою для дослідження ми обрали використання симуляторів у курсі радіаційної безпеки.

Результати дослідження. У цій статті представлено результати дослідження низки мультимедійних симуляцій, проведеного з метою вивчення можливості їх використання при викладанні основ радіаційної безпеки і для самостійної роботи студентів. Симуляції розроблені викладачем з Моравії Володимиром Вашчаком.

Симуляцію «Радіоактивність» можна знайти за посиланням https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=jadro_zareni&l=ua.

Ця симуляція має дві опції. Перша анімація (рис. 1) подає наочне зображення поглинання α -, β -, γ - і нейтринного випромінювання різними матеріалами. З цієї анімації можна судити про товщину шару половинного поглинання радіоактивного випромінювання речовинами.

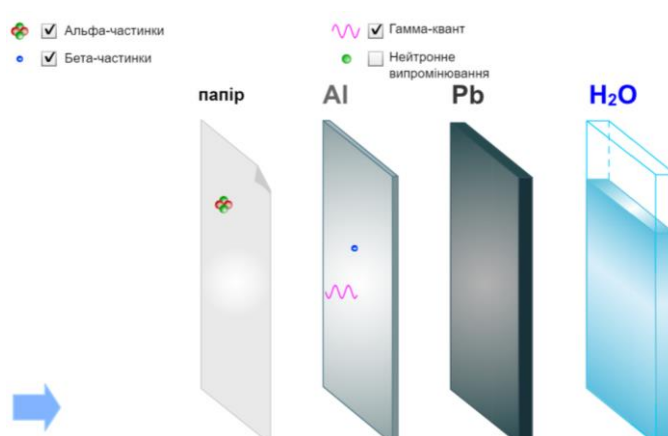


Рис. 1. Поглинання радіоактивного випромінювання різного виду речовинами

Друга анімація зображає відхилення радіоактивного випромінювання в магнітному полі, що дає можливість зробити висновок про електричний заряд випромінювання.

Симуляцію «Універсальний закон радіоактивного розпаду» можна знайти за посиланням https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=jadro_rozpad&l=ua.

Ця анімація відображає зменшення кількості радіоактивних ізотопів з часом (рис. 2). Вона допомагає зрозуміти, що таке період напіврозпаду.

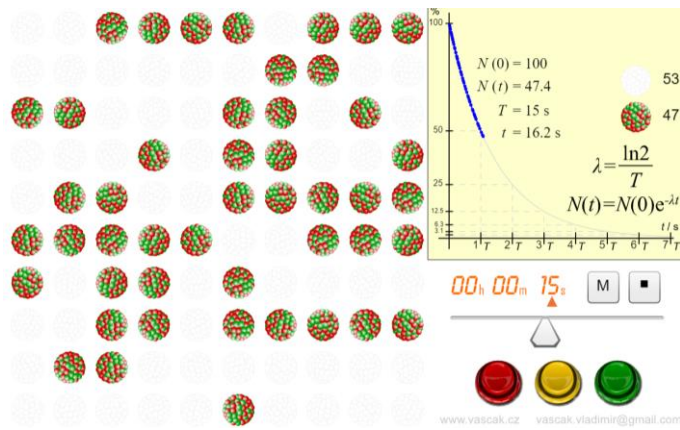


Рис. 2. Симуляція «Універсальний закон радіоактивного розпаду»

Симуляцію «Радіоактивні ряди» можна знайти за посиланням https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=jadro_rady&l=ua.

Ця анімація показує радіоактивний ряд – сукупність усіх ізотопів, які виникають у результаті послідовних радіоактивних перетворень материнського ядра. В цій симуляції можна спостерігати ряди ізотопів урану U^{238} (рис.3) і U^{235} , а також ряди торію і нептунію. Ця анімація відображає групи радіонуклідів, в яких кожний наступний ізотоп виникає внаслідок α - або β -розпаду попереднього.

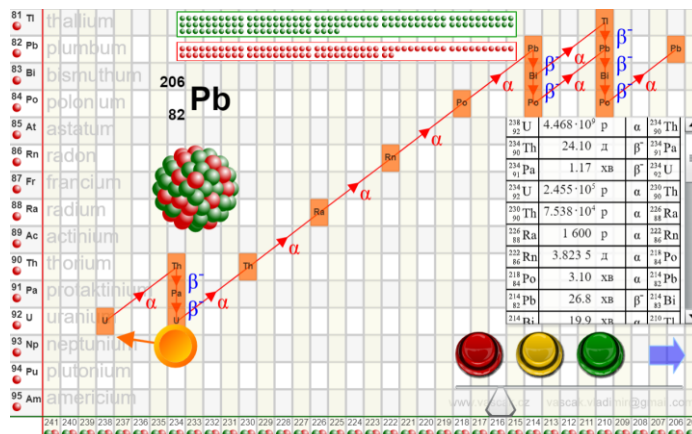


Рис. 3. Радіоактивний ряд урану U^{238}

Симуляцію «Ядерні реакції» можна знайти за посиланням https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=jadro_reakce&l=ua.

Ця симуляція має чотири анімації: реакцію взаємодії гелію з нітрогеном, реакцію взаємодії дейтерію і тритію, розпад ядра U^{235} при взаємодії з нейтроном (рис. 4) і ланцюгову реакцію.

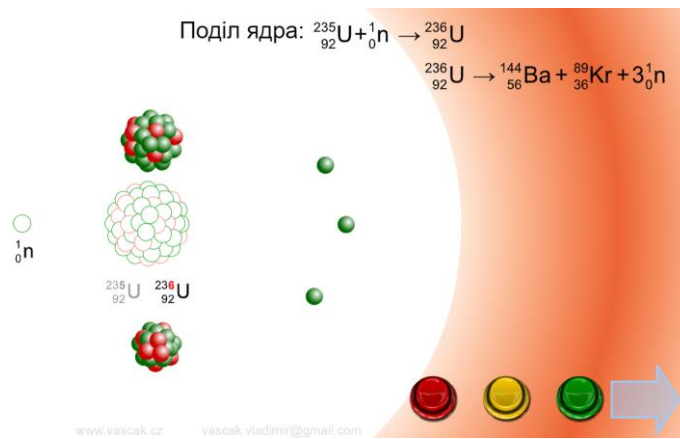


Рис. 4. Анімація «Розпад ядра U^{235} »

Симуляцію «Ядерний синтез – Сонце» можна знайти за посиланням https://www.vascek.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=jadro_slunce&l=ua. Ця анімація показує процес утворення ядра гелію з ядер гідрогену (рис.5).

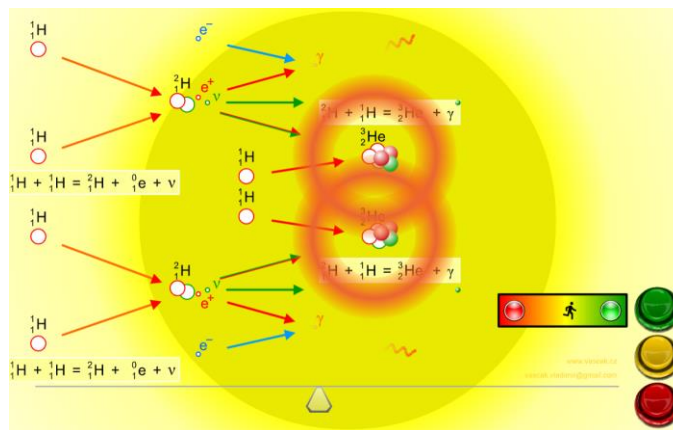


Рис.5. Симуляція «Ядерний синтез – Сонце»

Висновки. В результаті дослідження вищенаведених мультимедійних симуляцій можна стверджувати, що вони будуть корисними як викладачу при читанні лекції, так і студенту як для самостійної роботи, так і для перевірки своїх знань методом самотестування. Можна передбачити, що використання таких симуляцій підвищить ефективність вивчення радіаційної фізики порівняно з традиційними методами.

1. Лепкий М.І., Сацук В.О. Психолого-педагогічне використання комп'ютерних тренажерів, як інформаційних технологій навчання. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: міжвуз. зб. Луцьк, 2011. Вип. №5. С. 155-160.*

2. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті. *Молодь і ринок. 2014. №6. С. 44-48.*

3. Юрченко А.О., Хворостіна Ю.В. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. *Науковий вісник ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2016. Вип. 2 (39). С. 281-283.*

¹Samoty Volodymyr, ²Lagun Andrii
¹Cracow University of Technology
²Lviv Polytechnic National University

ANALYSIS OPPORTUNITIES FOR RESOLVING THE PROBLEMS OF ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF MODERN SOCIETY IN THE EUROPEAN UNION

To achieve an environmentally safe future for the world's population are required the different concepts associated with the implementation of a scientifically based system of environmental and economic research, including high-quality environmental monitoring, at all organizational levels. With the development of information technologies, it is necessary to use existing and create new automated environmental monitoring systems that process high volumes of data, apply new mathematical optimization methods and provide recommendations for improving the environmental situation. Small local areas can be monitored in environmental monitoring systems. In the case of high-risk facilities with chemical and radiation waste, monitoring has an impact factor. With the increase in the size of the monitoring area, regional monitoring is carried out. If environmental research is expanded to the country level, are introduced the global environmental monitoring systems, taking into account phenomena in the biosphere and ecosphere of the planet Earth [1].

According to the scope and time of research, monitoring can be standard, crisis and scientific. For standard environmental monitoring, there are regular day-to-day studies of environmental parameters, which allows for certain consistent actions to be taken to perceive the real state. Crisis monitoring aims to respond promptly to emergency situations that occur at high-risk sources or in places where accidents occur in real time to ensure the protection of the population. Meanwhile, scientific monitoring involves studying the causes of environmental emergencies and forecasting the state of the environment based on the appearance and migration of pollution, and the response of ecosystems and the biosphere to environmentally hazardous situations.

The countries of the European Union focus a lot of attention on ensuring the environmental safety of the population and high-quality environmental monitoring. In particular, different regulations are being developed, environmental organizations are being established, scientific conferences and symposia are being held, and research is being conducted with the publication of results to improve the environmental situation. One of the approaches to studying global environmental issues is to ensure the priorities of the European Union, which are formed by the Joint Research Center (JRC) [2].

The Joint Research Center organizes scientific and educational activities in the form of portfolios. The individual portfolios contribute to the overall program of actions to establish relationships with external partners and manage the processes of environmental protection and improvement of the population's life quality. All portfolios support the priorities of the European Union, such as the European Green Deal, Europe fit for the digital age, strengthening Europe's influence in the world, promoting the European lifestyle, an economy that works for people, a stronger Europe in the world, and a new impetus for European democracy.

Now, we consider a part of the portfolios formed by the Joint Research Center, we determine the impact of different factors on environmental safety and provide the approximate list of approaches to achieve positive results.

1. Cities are the foundation of the European Union's economy. In them, buildings and living facilities can bring significant benefits to citizens through the use of green technologies and the provision of energy efficiency, quality water supply and safety [3].

The important purpose of urban development is to define future lifestyles using green infrastructure, adaptation to climate change and circular economy, which was launched by the new European Bauhaus – the ecological, economic and cultural project launched by the President of the European Commission, which focuses on the development of local communities and the practical implementation of the purposes of the European Green Deal.

One of the main purposes is to ensure the security of energy supply through the introduction of carbon-free technologies and reduction of demand for energy and resources, transition to climate-neutral and healthy cities, creation of comfortable housing and infrastructure for the population of the European Union.

2. The digital transformation of society to establish a competitive economics and attract investment creates new workplaces. The socio-economic impact of new aspects of digital transformation is associated with the use of information technology to create comfortable working and leisure conditions through the performance of activities by devices related to robotics and artificial intelligence. Also, scientific research that uses new digital means of communication and information processing for environmental monitoring is much more efficient due to greater accuracy and quickness. Using robust artificial intelligence creates new opportunities for learning, research, and the realization of ambitions. These opportunities also bring new freedoms and rights and provide European Union citizens with opportunities to transcend physical communities, geographical location, and social status. The development and implementation of digital services and new standards for environmental protection focuses on research and recommendation systems that use artificial intelligence.

With the introduction of new digital technologies, it is also necessary to ensure high reliability and security of processing public, commercial and private information. Therefore, some new approaches should be used to ensure cybersecurity at all levels of the European digital space, including the protection of personal data used by Internet users.

3. Another aspect of ecological environmental protection is the use of climate-neutral technologies [4]. This issue primarily concerns the low-carbon energy system and land use management. In the European Union, energy and land management policies are focused on energy, ecological, social and economic opportunities for the development of society.

Overall, the energy sector is responsible for 75 percent of greenhouse gas emissions, especially hazardous compounds such as carbon dioxide, methane, nitrogen oxide, hydrofluorocarbon, nitrogen trifluoride and sulfur hexafluoride, so timely utilization of greenhouse gases is the way to achieve the goals of the European Green Deal.

The problem of climate neutrality is also being resolved through the use of pure hydrogen and other decarbonized gases. In some energy-intensive parts of transport and industry, it is difficult to decarbonize energy sources through ongoing electrification. Renewable or low-carbon hydrogen is then used as the main source of feedstock or fuel.

The presence of biodiversity with the protection of nature and the restoration of natural capital allows the faster transition to the use of carbon-free technologies and provides an opportunity to break the link between economic growth and the efficient use of natural resources.

On the basis of such analysis, it can be argued that environmental parameters affect the standard of living and health of citizens. This is especially true for rapidly changing indicators of air quality, noise and water pollution, so it is necessary to study the current issues of determining the level of environmental pollution, monitoring of atmospheric air, surface water and soil. Some of the ways to solve environmental problems is to implement the European Union's priorities, which are formed in the portfolio of the Joint Research Center.

1. Boholyubov V.M., Klymenko M.O., Mokin V.B. *Environmental monitoring: textbook*. – Vinnytsia: VNTU, 2010. 232 p.

2. *JRC portfolios A-Z*. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-science-and-knowledge-activities/jrc-portfolios-z_en

3. *EU missions, 100 climate-neutral and smart cities*. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a796c50a-d644-11ee-b9d9-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-307736909>

4. *Info kit for cities interested in participating in the call for expression of interest (eoi)*. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/cb258381-77d5-435a-8b25-9a590795dc9e_en?filename=ec_rtd_eu-mission-climate-neutral-cities-infokit.pdf

EUROPEAN PRIORITIES IN ACHIEVING THE GOALS OF DIGITAL TRANSFORMATION

In 2021 the Digital Decade policy programme 2030 was introduced [1]. With increasing the dependence on technology, digital competences and skills have become essential to participate in society, take advantage of digital public services and remain competitive in the labor market. By 2030, 80% of European citizens should have at least a basic level of digital skills [2]. The Digital Decade is part of the European Commission's wider strategic priority: ensuring that Europe is fit for the Digital Era. Being a strategic initiative, it underlies and complements a number of recent actions of EU institutions (Digital Europe Programme, Digital Education Action Plan, the Recovery and Resilience Facility) aimed at promoting the improvement of skills of citizens and enterprises. The ambition of the EU is to be digitally sovereign in an open and interconnected world and pursue digital policies that empower people and businesses to achieve a people-centred, sustainable and prosperous digital future.

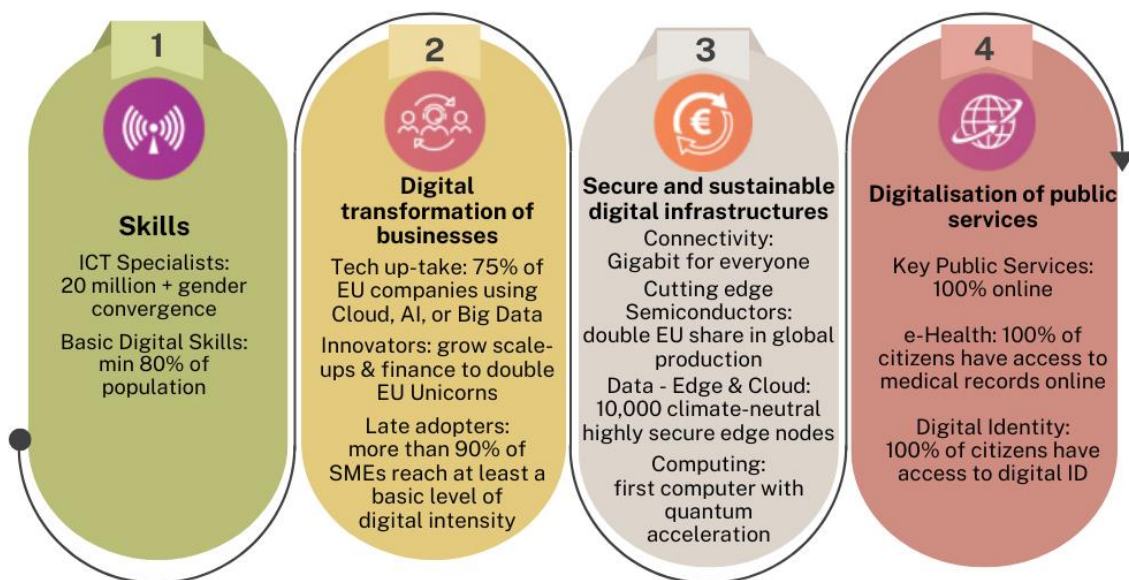


Fig. 1. The Digital Decade policy programme 2030 with specific goals and objectives

The Policy Programme «Path to the Digital Decade» complements, performs and implements the vision, goals and actions provided for in the Communication «Digital Compass» and is aimed at consolidating and ensuring the effective implementation of the actions defined in the 2019 Strategy for shaping Europe's digital future. The proposal is also consistent with the Commission's Communication updating the new Industrial Strategy 2020, which identifies areas of strategic dependencies that could lead to vulnerabilities such as supply shortages or cyber security risks. This proposal is also in line with the objectives of the Critical Technologies Observatory, which aims to help identify the EU current and possible future digital strategic dependencies and contribute to strengthening its digital sovereignty.

Digital learning and education should support a workforce where people can acquire specialized digital skills to gain quality employment and rewarding careers.

An important factor to take advantage of digitization for further technological development and digital leadership in Europe is a sustainable digital infrastructure to connect microelectronics and the ability to process big data. Great and secure connectivity is needed for everyone and everywhere in Europe, including rural and remote areas. Society demand for download bandwidth is constantly increasing. By 2030, networks with gigabit speeds should be available on terms for everyone who needs or wants such capacity. In addition, it is predicted that microprocessors, which are already the beginning of most of the key strategic value chains, will enjoy even greater demand in the future,

especially the most innovative ones. A climate-neutral, highly secure edge node is essential, guaranteeing access to low-latency data services wherever the enterprise is located. Quantum capacity is also expected to become a critical factor.

The spread of digitalization involves achieving the following general goals:

- promoting a people-centred, inclusive, secure and open digital environment where digital technologies and services respect and reinforce the principles and values of the European Union;
- strengthening the collective resilience of Member States and bridging the digital divide, in particular promoting basic and specialized digital skills for all and promoting the development of high-performance digital education and training systems;
- strengthening the collective resilience of Member States and bridging the digital divide, in particular promoting basic and specialized digital skills for all and promoting the development of high-performance digital education and training systems;
- ensuring digital sovereignty, in particular through a secure and accessible digital infrastructure capable of processing massive amounts of data, enabling other technological developments, supporting the competitiveness of European Union industry;
- promoting the deployment and use of digital capabilities that provide access to digital technologies and data on simple and fair terms to achieve a high level of digital intensity and innovation in the EU enterprises, in particular small and medium-sized enterprises;
- ensuring democratic life, public services and health care services; Internet access for all, in particular for vulnerable groups, including people with disabilities, by offering inclusive, efficient and personalized services and tools with high security and privacy standards;
- ensuring the sustainability of digital infrastructure and technologies, energy and resource security, as well as promoting the development of a sustainable circular and climate-neutral economy and society in accordance with the European Green Deal;
- facilitating the conditions for investments in digital transformation across the EU, including developing predictable regulatory approaches, etc.

Another important initiative of the European Union is the Green Deal – a strategic plan of the EU with the aim of achieving climate neutrality by 2050. Digitization plays a key role in achieving these goals, as technology can help reduce emissions, optimize energy efficiency and increase resilience to climate change.

Here are some of the main goals of the Green Deal for digitization:

- reducing the carbon footprint of technologies. The Green Deal aims to reduce greenhouse gas emissions from information and communication technologies, such as data centers and telecommunications networks.
- energy efficiency. Accelerating the development and implementation of energy-efficient technologies, such as "green" data centers, energy-saving computers and software tools to optimize energy use.
- promoting digital transformation in sectors critical to combating climate change. Applying digital technologies in areas such as energy, transport, agriculture and construction to reduce emissions and increase resilience to climate change.
- protection against cyber threats. Ensuring the cyber security of digital infrastructures as they become increasingly important to the functioning of the economy and society.
- digital education and standards compliance. Developing digital literacy among the population and supporting standards that promote the sustainable use of technology.

These goals aim to ensure that digital transformation contributes to the fight against climate change and becomes a key tool for achieving climate neutrality.

Digital transformation includes the use of various methods and tools to modernize business processes, introduce new technologies and optimize the activities of various enterprises. The main methods and means of digital transformation include:

- cloud technologies. The use of cloud computing allows businesses to store and process data online, making it easier to access and increase scalability;

- data analytics. The use of analytical tools allows enterprises to obtain valuable insights from large volumes of data, which helps in making better management decisions;
- Internet of Things (IoT). The introduction of IoT technologies allows collecting data from various devices and combining them for analysis and use in various fields, from manufacturing to medicine;
- artificial intelligence (AI). The use of machine learning methods and other artificial intelligence technologies allows to automate many processes, increasing efficiency and accuracy;
- automation of business processes. The introduction of automation systems allows you to optimize and speed up the execution of routine tasks and processes;
- digital platforms. The creation of digital platforms allows combining different services and functions in a single environment to promote cooperation and interaction;
- blockchain technology. The use of blockchain allows for the security and reliability of data exchange and transactions, especially in the financial and logistics sectors.

Member States cooperate with private and public stakeholders, including social partners, in accordance with national legislation, in adopting their national strategic roadmaps for the digital decade and their adjustments. Strengthening the EU technological excellence and industrial competitiveness in critical technologies, digital products, services and infrastructures is essential for economic recovery and prosperity, and the safety and security of citizens.

1. *Europe's Digital Decade: digital targets for 2030.* URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_en

2. *Digital Decade.* URL: <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/actions/european-initiatives/digital-decade>

Середа Ірина, Приварникова Ірина
Дніпропетовський Національний університет імені Олеся Гончара

ЗАСТОСУВАННЯ НЕВЕРБАЛЬНОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДЛЯ ПРОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ (ЗЕЛЕНИХ) ТЕХНОЛОГІЙ (ПРОДУКТІВ): ДОСВІД МІЖНАРОДНИХ КОМПАНІЙ

В сучасному світі зростає увага до екологічних питань та потреба в збереженні природних ресурсів та зменшенні негативного впливу на довкілля. Здійснення переходу до сталого розвитку та екологічно чистих технологій вимагає не лише технічних рішень, але й правильного маркетингу та комунікаційних стратегій. Невербальна комунікація, яка передає повідомлення без використання слів, виявляється надзвичайно важливою для ефективного просування екологічних технологій та продуктів. Міжнародні компанії активно використовують невербальні елементи для створення позитивного іміджу та привертання уваги споживачів до своїх зелених ініціатив.

Urban Organics, органічна аквopонічна ферма, активно використовує невербальну комунікацію для просування своїх «зелених» технологій та продуктів. Одним із основних методів цього є застосування «зеленого» маркетингу, що проявляється в упаковці їхньої продукції. Продукція Urban Organics продається в переробленій пластиковій упаковці, що відображає їхню ангажованість у збереженні довкілля та зменшенні відходів [2, с. 118].

Упаковка, виготовлена з переробленого пластику, створює позитивне сприйняття серед споживачів і підкреслює зобов'язання компанії до сталого виробництва. Крім того, цей метод невербальної комунікації допомагає Urban Organics диференціювати свої продукти на ринку та привертати увагу споживачів, які прагнуть підтримувати екологічно чисті бренди та ініціативи.

Traditional Medicinals, виробник органічного чаю, також використовує невербальну комунікацію для підтримки своєї екологічної спрямованості. Одним зі способів цього є використання відновлюваних джерел енергії у виробництві. Компанія активно інвестує в енергоефективні технології та використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія.

Ще одним яскравим прикладом міжнародної компанії що використовує невербальну комунікацію є Starbucks. Одним зі способів такого просування екологічних продуктів є прибирання пластикових соломинок зі своїх кав'ярень. Замість пластикових соломинок, Starbucks пропонує клієнтам використовувати більш екологічно чисті альтернативи, такі як паперові соломинки або соломинки з біо-розкладних матеріалів. Це не лише допомагає зменшити кількість пластикових відходів, але й надає можливість клієнтам активно приєднатися до екологічних ініціатив [1].

Крім того, Starbucks стимулює своїх клієнтів при замовленні напоїв вибирати альтернативи традиційному коров'ячому молоку, такі як мигдальне, кокосове, соєве або овсяне молоко. Ця стратегія спрямована на підтримку рослинництва та зменшення вживання продуктів тваринного походження, що в свою чергу сприяє зменшенню екологічного відбитку. Повідомлення про можливість вибору рослинного молока також може бути сприйняте як підтримка відповідального споживання та збереження навколишнього середовища.

Один з інструментів невербальної комунікації, який використовують компанії для формування, підтвердження та підтримки «зеленого» іміджу, – це рейтинги. Увійти в певний рейтинг дає можливість споживачам, партнерам та конкурентам отримати уявлення про ціннісні орієнтації та стратегії компанії в сфері екології. Наприклад, звіт Best Global Green Brands 2014, розроблений у співпраці консалтингової компанії Interbrand та фінансової консалтингової фірми Deloitte, відображає топ-50 брендів, які успішно використовують зелений маркетинг і задовольняють потреби споживачів. Цей рейтинг дозволяє визначити галузі, в яких зелений маркетинг є найефективнішим. Дана тема досліджень є актуальною, тому журнал Forbes опублікував рейтинг Top-50 Зелених брендів, відібраних за споживчою прихильністю (табл. 1) [3].

Таблиця 1

**Топ-50 Зелених брендів, відібраних за споживацькою прихильністю
(в алфавітному порядку)**

1	Acer	18	Dunkin'	35	Nike
2	Adidas	19	Epson	36	Panera
3	Air Canada	20	Ford	37	Peet's
4	Amazon.com	21	Hilton Hotels	38	Pepsi
5	Apple	22	Home Depot	39	REI
6	AT&T	23	Honda	40	Samsung
7	Aveda	24	HP	41	Starbucks
8	Avis	25	Hyundai	42	Subway
9	Brother	26	IBM	43	Tom's of Maine
10	Budget	27	InterContinental Hotels	44	Toyota
11	Burt's Bees	28	JetBlue	45	Under Armour
12	Canon	29	Kohl's	46	United
13	Chic-fil-A	30	Konica-Minolta	47	Walmart
14	Chipotle	31	Le Pain Quotidian	48	Whole Foods
15	Coke	32	Macy's	49	Wyndham Hotels
16	Dell	33	McDonald's	50	Zappos
17	Discover Card	34	New Balance		

Таким чином, досвід міжнародних компаній показує, що впровадження таких підходів сприяє не лише підвищенню свідомості споживачів про проблеми навколишнього

середовища, а й збільшує їхню лояльність до бренду та продуктів. Застосування невербальної комунікації стає ефективним засобом просування екологічних технологій та продуктів, дозволяючи компаніям створити позитивне сприйняття споживачами, підвищити свою конкурентоспроможність та сприяти розвитку екологічно свідомого споживання.

1. *Екологічна кава. Starbucks відмовиться від пластикових трубочок для напоїв.* URL: <https://techno.nv.ua/ukr/innovations/ekolohichnij-kavi-starbucks-vidmovitsja-vid-plastikovikh-trubochok-dlja-napojiv-2481274.html> (Дата звернення: 19.04.2024).

2. Овчаренко А.С. (2018). *Маркетингові технології просування органічної агропродовольчої продукції на глобальному товарному ринку.* Науковий вісник Ужгородського національного університету. 18(2). С. 115-120.

3. Passikoff R. *Top-50 Green Brands Chosen By Their Customers.* URL: <http://www.forbes.com/sites/robertpassikoff/2015/04/22/americas-best-50-green-brands-earth-day-2015/#378539445cb7> (Дата звернення: 19.04.2024).

¹Скобілев Кирило, ¹Несторенко Тетяна, ²Несторенко Олександр
¹Бердянський державний педагогічний університет,
²Сілезька академія (Польща)

РОЛЬ ПЕРЕМІЩЕНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ У ВІДНОВЛЕННІ ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Війна в Україні завдала значної шкоди освітній інфраструктурі Донецької області. Багато технікумів та університетів змушені були евакуюватися з прифронтових та окупованих територій, втративши доступ до своїх ресурсів та звичного середовища навчання. У цій складній ситуації переміщені університети стають ключовими гравцями у відновленні та збереженні освітнього потенціалу регіону. Переміщення університетів допомагає зберегти сприятливе навчальне середовище та забезпечити можливість отримання якісної освіти для молодого покоління. Станом на початок 2024 року переміщеними ЗВО стали 14 технікумів та університетів Донецької області, які зараз розміщені у різних частинах України [4].

Відновлення більшості технікумів та університетів не лише Донецької, але й інших областей України, які постраждали від збройного нападу, неможливе протягом короткого часу або на це необхідно занадто багато коштів, часу та сил, якими, на даний момент, Україна не має в своєму розпорядженні. Тому зараз надзвичайно важлива допомога та підтримка переміщених університетів для майбутнього відновлення освітнього середовища Донецької області [4].

Переміщення університетів та технікумів з Донецької області в інші регіони грають важливу роль у відновленні освітньої системи та забезпеченні можливостей для студентів продовжувати своє навчання. Це допомагає зберегти неперервність освіти в умовах конфлікту та допомагає студентам і персоналу університетів адаптуватися до нових умов [2].

Переміщення університетів також сприяє збереженню академічного потенціалу регіону та забезпечує можливості для розвитку та покращення якості освіти. Крім того, це сприяє збереженню культурної спадщини та ідентичності університетів, які були евакуйовані.

Саме переміщення університетів з окупованих та з прифронтових територій мало місце ще в 2014, адже військові дії на території Донецької області ведуться вже понад 10 років. Студенти не мали можливості уникнути тимчасового переміщення до інших вищих навчальних закладів, оскільки їм було заблоковано доступ до казначейського обслуговування, що ускладнювало здійснення платежів, а також до ЄДЕБО, через що університети не могли видавати дипломи своїм випускникам у випадку відмови від переміщення [5].

Факт переміщення студентів був юридично оформлений наказом засновника університету (Міністерства освіти і науки України, іншого міністерства або власника

приватного ЗВО) і відображався в ЄДЕБО як зміна фактичної адреси закладу освіти. У більшості випадків переміщення було тимчасовим, і університети планували повернутися до своїх міст після закінчення конфлікту. В 2021 р. група дослідників провела аналіз того, як студенти з тимчасово окупованих територій (ТОТ) пристосовувалися до вступу в українські університети. Дослідники визначили фактори, які позитивно або негативно впливають на процес їх інтеграції, а також загальний рівень успішності цього процесу і проблеми, з якими стикаються студенти. Дослідження сприяло розробці рекомендацій для політичних органів, університетів і громадських організацій з метою поліпшення ситуації [9]. Аналізуючи процес вступу студентів з ТОТ, можна зазначити, що в останні роки держава, вищі навчальні заклади і громадські організації доклали значні зусилля для спрощення умов отримання вищої освіти для цієї категорії молодих людей. Важливо було продовжувати розвивати цей напрямок та зберігати позитивні зміни, такі як квота 2 для вступу до ЗВО та консультації освітніх центрів Донбас-Україна та Крим-Україна [9].

Вже зараз переміщені університети впливають не тільки на розвиток сфери освіти, але й позитивно впливають на діяльність інших інституцій, а також місцеві громади приймаючих міст, на їх економічне життя та на екологічний стан [8]. Вони стають регіональними осередками суспільного життя, де відбуваються заходи із залученням мешканців регіону та внутрішньо переміщених осіб [7].

Після повної деокупації Донецької області повернення переміщених університетів в свої стіни відіграватиме важливу роль у відновленні міст та всього регіону в цілому. Переміщені університети є ключовими агентами у відновленні освітніх, наукових та культурних процесів, сприяючи відродженню соціального та економічного життя громад [1-3]. Їхні зусилля спрямовані на відновлення інфраструктури, підтримку громадських ініціатив та залучення молоді та місцевих мешканців до активної участі у відбудові міста.

Відновлення університетів у Донецькій області після завершення військового конфлікту може бути складним, але це можливо завдяки ряду можливих напрямків, в чому основну роль грають саме переміщені університети [6]:

1. Залучення фінансових ресурсів для відновлення і модернізації освітніх закладів є ключовим кроком. Це може бути здійснено через державне фінансування, міжнародну допомогу або інвестиції від приватних компаній.

2. Співпраця з університетами, які були переміщені на підконтрольні Україні території, міжнародними організаціями та неприбутковими організаціями може допомогти в обміні ресурсами, знаннями та досвідом.

3. Оновлення освітніх програм, щоб вони відповідали сучасним вимогам ринку праці та технологічного прогресу.

4. Надання психологічної підтримки для студентів та персоналу, які можуть бути психологічно травмовані внаслідок конфлікту.

5. Відновлення та покращення фізичної інфраструктури та обладнання для забезпечення якісної освіти.

6. Забезпечення університету кваліфікованими кадрами, що є ключем до успішного відновлення освітнього закладу.

Переміщені університети можуть надати технічну, організаційну та методичну підтримку для відновлення технікумів і університетів у зруйнованих або зазналих збитків будівлях. Вони можуть допомогти з організацією навчального процесу, наданням навчальних матеріалів, педагогічної підтримки викладачам тощо.

Крім того, переміщені університети можуть стати центрами експертизи та консультацій для викладачів і студентів з питань вдосконалення навчальних програм, методик викладання, а також забезпечення якості освіти в умовах конфлікту. Таким чином, вони сприяють відновленню освітньої системи в регіоні та покращенню доступу до якісної освіти для молодого покоління [4].

Таким чином, переміщені університети відіграють важливу роль у забезпеченні доступу до якісної освіти для студентів у зруйнованих або зазналих збитків навчальних

зкладах. Переміщені університети стануть ключовими факторами у відновленні освітньої системи в регіоні після завершення конфлікту. Вони надаватимуть необхідну технічну, організаційну та методичну підтримку для відновлення навчального процесу, сприятимуть покращенню якості освіти та стимулюватимуть розвиток освіти в пімлявоєнних умовах.

Отже, роль переміщених університетів у відновленні сфери вищої освіти в Донецькій області є надзвичайно важливою і сприятиме зміцненню освітньої системи в регіоні, а також забезпечить можливості для молодого покоління отримати якісну освіту незважаючи на складну ситуацію.

1. Кодан А., Несторенко Т. (2024). Роль переміщених університетів у формуванні та розвитку соціального підприємництва. *Transformacje cyfrowe i technologie innowacyjne w ekonomii: zbiór materiałów z międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji internetowej. Łomża-Charków, 14-15.03.2024. Cz.1. С.230-236. URL: <https://11l.ink/qNEdZ>.*

2. Несторенко Т.П. Значення університету для економіки міста: приклад впливу переміщеного університету. *Вісник Хмельницького національного університету, 5(1). 2021 (298). С.223-227. [https://www.doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5\(1\)-39](https://www.doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5(1)-39).*

3. Несторенко Т.П., Кутова А.М. Стратегія розвитку закладів вищої освіти у прифронтовій зоні. Особливості інтеграції країн у світовий економічний та політико-правовий простір: *Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції, 15 грудня 2023 р. За заг. ред. д.е.н., проф. О.В Булатової. Київ: МДУ, 2023. С.226-230. URL: <http://surl.li/osjxz>.*

4. Ніколаєв Є., Рій Г., Шемелинець І. Вища освіта в Україні: зміни через війну: аналітичний звіт. Київ: Київський університет імені Бориса Грінченка, 2023. 94 с.

5. Проект ЄС «Відродження переміщених університетів: посилення конкурентоспроможності, підтримка громад» (REDU) (2020-2024). Інститут вищої освіти. 27.06.2020. URL: <https://ihed.org.ua/internationalization/redu/>

6. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Освіта і наука», 2022. URL: <https://www.kmi.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/education-and-science.pdf>

7. Семененко І., Білоус Я. Роль переміщених закладів вищої освіти у відновлювальних процесах воєнного і повоєнного періоду: кейс Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. *Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство». 2023. №16. С.32-47. <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-16-32-47>.*

8. Сичікова Я., Несторенко Т. Вплив переміщених вишів та студентів на приймаючі міста: економіко-екологічний аспект. *Vzdelávanie a spoločnosť II. Medzinárodný nekonferenčný zborník, Renáta Bernátová (ed.), Tetyana Nestorenko (ed.) Prešovska univerzita v Prešove, Prešov, Slovensko, 2017. С.414-419. URL: <https://cutt.ly/GYcVGhR>.*

9. Студент_ки з тимчасово окупованих територій в українських закладах вищої освіти: що впливає на вступ та інтеграцію. Центр досліджень освіти. 29.07.2021. URL: <https://11l.ink/A9GQm>

Слюсарчук Арсен

Національний університет «Львівська політехніка»

ЗМЕНШЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ У ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕННЯХ

Поява у 2002 році Amazon Web Services (AWS) дала можливість розробникам програмного забезпечення повноцінно та незалежно будувати свої додатки у т.зв. хмарних сервісах [1]. Як наслідок, країні 20 років характеризуються стрімкою еволюцією та ростом популярності хмарних технологій [2].

Станом на сьогодні, хмарні технології є тісно вплетеними у більшість сфер повсякденного життя. Використання месенджерів, соцмереж, обмін файлами чи споживання

відео контенту мільйонами користувачів одночасно – усе це є можливим завдяки наявності потужних дата-центрів, здатних обробляти петабайти даних щосекунди.

Перевагами сучасної архітектури хмарних дата-центрів від світових лідерів ринку, таких як Amazon, Google, чи Microsoft Azure, є не лише варіативність та масштаб можливих рішень, але й стабільність, гнучкість та швидкодія, котрі є чітко задекларованими у відповідних Service Level Agreements (SLAs) [3-5].

Однак, зростання попиту на хмарні технології та хмарні обчислення має свої негативні наслідки. Так, згідно дослідження, опублікованого професором Стендфордського університету J.G.Коомеу у 2011 році, станом на 2010 рік 1.3% від загальносвітового енергоспоживання припадало на дата-центри [6].

Відповідно до звіту GeSI [7] (Глобальна Ініціатива Сталого Розвитку), що вважається однією з провідних організацій у сфері доступності цифрових технологій для населення, зменшення вуглецевого сліду, управління відходами та ефективності використання ресурсів на глобальному рівні, сумарні шкідливі викиди ІКТ сектору (інформаційно-комунікаційні технології) у 2020 році склали 3% від загальносвітових.

Згідно з дослідженням Європейської комісії з енергоефективних технологій хмарних обчислень, опублікованого у 2020 році, у 2018 році центри обробки даних використовували 2,7% електроенергії в Європейському союзі, і очікується, що ця цифра зросте до 3,21% до 2030 року, якщо динаміка попиту на хмарні обчислення збережеться [8].

Відповідно, ще у 2009 році в статті L.Liu та ін. [9] з'являється термін «GreenCloud» (в перекладі, «Зелена Хмара»). Автори стверджували, що GreenCloud, котрий являв собою новий підхід до архітектури дата-центрів, мав на меті зекономити до 27% енергоспоживання при збереженні продуктивності шляхом поєднання підходу віртуалізації програмних середовищ із постійним моніторингом споживання обчислювальних, міграцією віртуальних машин в реальному часі та їх фізичним розміщенням якомога ближче до кінцевого користувача.

Згодом, GreenCloud архітектура еволюціонувала, і сьогодні являє собою такі 4 ключові поняття [10]:

- Джерела енергії. Провайдер хмарних сервісів повинен використовувати відновлювальні джерела енергії для забезпечення роботи своїх дата-центрів. Сюди входять вітрова або сонячна енергія, а також відповідні накопичувачі для зберігання зібраної енергії. Деякі провайдери використовують сертифікати на відновлювальну енергію (RECs) [11], щоб компенсувати викиди вуглецю, що дає їм право стверджувати, що їхні центри обробки даних використовують 100% відновлювальної енергії. Однак, RECs не є альтернативою відмови від використання викопного палива.

- Обладнання. Провайдер хмарних сервісів вживає заходів для більш ефективного використання енергії у своїх дата-центрах. Наприклад, розташувати дата-центр у холодній кліматичній зоні, під землею або навіть на дні океану. Також зайве тепло, що генерується дата-центрами при їх охолодженні, може застосовуватись для обігріву навколишніх будівель. Крім того, шляхом використання технологій машинного навчання чи штучного інтелекту для постійного моніторингу навантажень можна оптимізувати використання енергії. Інші стратегії включають в себе ефективне приміщення дата-центру для поліпшення циркуляції повітря за допомогою гарячих і холодних коридорів або впровадження систем водяного охолодження.

- Інфраструктура. В цьому випадку є два основні елементи: апаратне та програмне забезпечення. З точки зору апаратного забезпечення, провайдер оновлює обладнання на таке, що споживає менше електроенергії та застосовує техніки динамічного регулювання напруги і частоти [12]. У випадку програмного забезпечення основними інструментами є техніки віртуалізації та serverless [13], а також контроль над використанням ресурсів і динамічне їх розподілення.

- Робочий процес. Провайдер повинен використовувати стратегії для оптимізації робочих процесів на всіх рівнях. Це може включати зміщення пікових навантажень на інший час доби, модифікацію додатків для зменшення мережевого трафіку, оптимізацію сховищ та серверних кешів, автоматизацію рутинних завдань, тощо.

До яскравих представників використання архітектури GreenCloud можна віднести ключових гравців сфери хмарних обчислень. Зокрема, Amazon Web Services (AWS) та Microsoft Azure заявляють про плани використання 100% відновлювальної енергії до 2025 року [14,15]. Google у своїх звітах [16; 17] стверджує, що у 2022 році їм вдалось досягти 64% загальносвітового використання безвуглецевої енергії у своїх дата-центрах, а в деяких локаціях цей показник сягнув 90%. При цьому, Google обіцяє повністю перейти на безвуглецеву енергію до 2030 року.

У висновку, можна стверджувати, що стрімкий розвиток технологій хмарних обчислень, котрий відбувся за крайні 2 декади, сильно змінив як повсякденне життя, так і IT індустрію в цілому. Насамперед, з появою таких великих гравців на ринку як Amazon, Google чи Microsoft Azure потреба у розгортанні власних серверів та дата-центрів, в значній мірі, сильно знизилась. Адже, сьогодні ми можемо отримати доступ до відносно необмежених ресурсів, практично, з будь-якої точки світу із мінімально можливою затримкою та гарантією їх безперебійної роботи у 99% і вище. В той же час, своєчасна ідентифікація потенційних проблем різкого збільшення шкідливих викидів CO₂ та енергоспоживання великими дата-центрами, призвела до появи регуляторних механізмів, таких як [18], що змусило ключових провайдерів хмарних обчислень в пришвидшеному темпі знижувати свій «вуглецевий слід» аж до повної його ліквідації в окремих випадках. Як наслідок, це відкриває нові можливості досліджень та іновативних рішень у сфері екології довкілля.

1. Amazon Web Services. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Web_Services.
2. Cloud Computing. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing.
3. AWS Service Level Agreements (SLAs). URL: <https://aws.amazon.com/legal/service-level-agreements>.
4. Google Cloud Platform Service Level Agreements. URL: <https://cloud.google.com/terms/sla>.
5. Service Level Agreements (SLA) for Online Services. URL: <https://www.microsoft.com/licensing/docs/view/Service-Level-Agreements-SLA-for-Online-Services>.
6. Koomey, J. Growth in Data Center Electricity Use 2005 to 2010; Analytical Press: Stanford, CA, USA, 2011. URL: https://alejandrobarrros.com/wp-content/uploads/old/4363/Growth_in_Data_Center_Electricity_use_2005_to_2010.pdf
7. Smart 2020 Enabling the Low-Carbon Economy in the Information Age. URL: <https://gesi.org/research/smart-2020-enabling-the-low-carbon-economy-in-the-information-age#:~:text=The%20report%20predicts%20that%20the,of%20CO2e%20emissions%20by%202020>.
8. Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/energy-efficient-cloud-computing-technologies-and-policies-eco-friendly-cloud-market>.
9. Liu, L., Wang, H., Liu, X., Jin, X., He, W. B., Wang, Q.B., & Chen, Y. (2009). GreenCloud. In Proceedings of the 6th international conference industry session on Autonomic computing and communications industry session. ICAC '09: 6th International Conference on Autonomic Computing. ACM. DOI: <https://doi.org/10.1145/1555312.1555319>.
10. Sheldon R. Green Cloud. URL: <https://www.techtarget.com/searchstorage/definition/green-cloud>.
11. Renewable Energy Certificate (United States). URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_Energy_Certificate_\(United_States\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_Energy_Certificate_(United_States)).
12. Supermicro. Data Centers and the Environment. The State of Global Environmental Sustainability in Data Center Design. URL: https://www.supermicro.com/wekeepitgreen/Data_Centers_and_the_Environment_Dec2018_Final.pdf.
13. Serverless on AWS. Build and Run Applications Without Thinking About Servers. URL: <https://aws.amazon.com/serverless/>.
14. The Cloud. URL: <https://sustainability.aboutamazon.com/products-services/the-cloud>.

15. Azure sustainability. URL: <https://azure.microsoft.com/en-gb/explore/global-infrastructure/sustainability>.
16. Carbon-Free Energy. URL: <https://sustainability.google/progress/energy/>.
17. Carbon free energy for Google Cloud regions. URL: <https://cloud.google.com/sustainability/region-carbon>.
18. Koronen, C., Åhman, M., & Nilsson, L. J. (2019). Data centres in future European energy systems-energy efficiency, integration and policy. In *Energy Efficiency (Vol. 13, Issue 1, pp. 129–144)*. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12053-019-09833-8>

¹Сомар Галина, ²Кіндзера Діана, ¹Соколовський Ігор
¹Національний лісотехнічний університет України
²Національний університет «Львівська Політехніка»

ПОЄДНАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ШЛІФУВАННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ЗОЛОШЛАКУ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Проблема комплексного використання відходів виробництва актуальна як в екологічному, так і в економічному аспекті. В Україні на сьогоднішній день найпоширенішим способом поводження з відходами виробництв є накопичення їх у відвали, терикони, шламота хвостосховища, звалища тощо. Вони займають мільйони гектарів земель, є джерелом забруднення повітря, ґрунтів, підземних вод. Проблема посідає пріоритетні позиції.

В Україні щорічно заготовлюється близько 15,0 млн. м³ деревини, що призводить до утворення близько 49 млн. т деревних відходів, які утворюються на всіх стадіях її заготівлі, переробки та обробки [1; 2]. Значна кількість деревних відходів вже утилізується раціональним чином, чого не можна сказати про дрібнодисперсні фракції деревини та деревний пил, які в значних кількостях утворюються на технологічних лініях шліфування виробів з деревини. Враховуючи дрібно дисперсність деревного шліфувального пилу, його слід віднести до 3-го класу небезпеки, адже окрім підвищеної шкідливості на організм людини в ньому зосереджена прихована загроза – у вигляді здатності до самозаймання під час нагромадження та зберігання на територіях підприємств. Утилізація дрібнодисперсних фракцій деревини, що утворились внаслідок шліфування деревини, а також пилу, вловленого батарейними циклонами та фільтрами, проводиться, в більшості випадків, шляхом захоронення у відвали, які займають значні земельні площі.

Раціональне використання відходів паливно-енергетичного комплексу є також проблемною задачею. Збільшення потужностей теплових електростанцій супроводжується зростанням обсягів відходів у вигляді золи та шлаку. На даний час, кількість утворених відходів перевищує 1,5 млрд т, що спричиняє значне екологічне навантаження на навколишнє середовище внаслідок їх розміщення у золо- та шлако- відвалах, більшість з яких є вже практично заповненими.

Задача полягала в пошуку раціональних методів утилізації деревного пилу та золошлакових відходів теплових електростанцій. Запропонований варіант залучення їх до виробничих процесів, що відповідає сучасним тенденціям розвитку технологій у промислово розвинених країнах. Зважаючи на сучасні світові тенденції, методи утилізації відходів повинні бути раціональними, що передбачає впровадження передових технологій із залученням відходів деревообробних підприємств, зокрема, дрібнодисперсних фракцій деревини та деревного пилу, а також відходів паливно-енергетичного комплексу, у вигляді золи та шлаку, у виробничі процеси, в якості цінних сировинних ресурсів для виробництва нових продуктів. Такий підхід є актуальним, як з точки зору раціонального використання природних ресурсів, так і з точки зору охорони навколишнього середовища [3].

Нами запропоновано технологію виробництва легких наповнювачів для бетону з використанням золошлакових відходів ТЕС та деревного пилу деревообробних підприємств в якості сировинних компонентів.

Мета дослідження полягала в оцінці можливості використання деревного пилу та золошлаків ТЕС, в якості ресурсів сировини для виготовлення легких наповнювачів; дослідження основних закономірностей кінетики фільтраційного сушіння золошлаку ТЕС за різних швидкостей руху теплового агента для інтенсифікації; дослідження фізико-механічних властивостей пробної партії легких наповнювачів.

Частину глинистого матеріалу, що є основним компонентом шихти за класичною технологією виробництва наповнювачів, пропонуємо замінити золошлаком, оскільки вони мають споріднений вміст основних хімічних компонентів.

Введення в склад шихти деревного пилу сприятиме формуванню пористості наповнювачів під час його вигорання за високих температур. Золошлакові відходи, які є гідравлічними сумішами, необхідно висушувати, зважаючи на високий вологовміст. Оскільки енергозатрати на реалізацію процесу сушіння є значними, пошук альтернативних методів сушіння є актуальним завданням. Для реалізації процесу сушіння золошлаку, запропоновано метод фільтраційного сушіння, який дає можливість інтенсифікувати процеси масо- і теплообміну, зменшити тривалість сушіння. Досліджено вплив швидкості теплового агента на тривалість процесу сушіння золошлаку. Кінетичні криві для золошлаку характеризуються періодами механічного витіснення та видалення вологи. Тому, сушіння золошлакових відходів фільтраційним методом, дозволить знизити енерговитрати на реалізацію процесу за рахунок витіснення та видалення значної кількості вологи рухомим тепловим агентом під дією перепаду тиску. Результати дослідження кінетики сушіння є корисними для організації та інтенсифікації процесу, як попереднього етапу на лінії виробництва легких наповнювачів. Зразки пористого наповнювача готували з використанням шихти різного складу. Досліджено фізико-механічні властивості зразків легких наповнювачів, а саме, теплопровідність та міцність на стиск. Отримані наповнювачі рекомендовані для виробництва легких бетонів.

Враховуючи вищесказане та рекомендації попередніх досліджень, для формування зразків легких наповнювачів обрано наступний склад шихти: золошлакові відходи 35...45% (попередньо висушені фільтраційним методом), глина 55...45%, деревний пил 10%. На основі обраних складів шихти, отримано пробну партію легких наповнювачів із застосуванням затверджувача. Первинна пористість у сформованих зразках виникла після гранулювання шихти. Зразки поміщали в муфельну піч і за температури 1000 К відбувалося випалювання дрібнодисперсної деревини, а також всередині гранул утворювалась газоподібна фаза, яка створювала надлишковий тиск у внутрішньому просторі, що сприяло пороутворенню. Приймаючи до уваги фізико-механічні властивості наповнювачів (табл. 1), вони можуть бути рекомендованими для виробництва легких бетонів.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості наповнювачів

Вміст глини, %	Вміст деревного пилу, %	Вміст золошлаку, %	Теплопровідність, Вт/м К	Міцність на стиск, МПа
55	10	35	0,23	2,25
50	10	40	0,18	1,58
45	10	45	0,14	1,08

Таким чином, запропонований метод утилізації золошлаку та деревного пилу створить умови для безвідходного виробництва деревообробних підприємств та об'єктів паливно-

енергетичного комплексу, дасть змогу рекультивувати земельні площі відведені під звалища, розширить сировинну базу виробництва пористих наповнювачів для бетонів. Запропонований метод фільтраційного сушіння золошлаку сприятиме зменшенню енерговитрат на лінії сушіння, що позитивним чином вплине на собівартість готової продукції.

1. Масікевич А.Ю., Масікевич Ю.Г. Перспективи утилізації відходів деревини у Чернівецькій області. *Екологічна безпека*. 2011. №2(12). С. 63-66.

2. Повзун О.І., Подкопаєв С.В., Вірич С.О. Горячева Т.В., Дорох С.Г. Утилізація відходів полімерного та лісохімічного виробництва у дорожньому будівництві. *Екологічна безпека*. 2016. №2(22). С. 102-111.

3. Шмандий В.М. Пляцук Д.Л. Передумови побудови моделі імовірного розподілу забруднюючих речовин в атмосфері. *Екологічна безпека*. 2014. №2(18). С. 56-60.

4. Ялечко В.І. Можливість використання деревних відходів як альтернативного палива для котельних установок. *Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні. зб. наук. праць X-тої Міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, 4-5 квітня. 2019 р. Львів, 2019. С. 146-148.*

5. Ahmaruzzaman M. A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010. Vol. 36. P. 327-363.

6. Albertini A.V.P., Silva J.L., Freire V.N. Immobilized invertase studies on glass-ceramic support from coal fly ashes. *Chemical Engineering Journal*. 2013. Vol. 214, P. 91-96.

7. Хлопицький О. Стан, проблеми та перспективи переробки золошлакових відходів теплоелектростанцій України. *ScienceRise*. 2014. № 4/2(4). С. 23-28.

8. Hosovskyi R., Kindzera D., Atamanyuk V. Diffusive mass transfer during drying of grinded sunflower stalks. *Chemistry & Chemical Technology*. 2016. Vol. 10(4), P. 459-464.

¹Стрямець Галина, ²Стрямець Сергій

¹Природний заповідник «Розточчя»

²Національний університет «Львівська політехніка»

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ БІОЦЕНОТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «РОЗТОЧЧЯ»

Один із рівнів екологічного моніторингу – біоценотичний або екосистемний. Він передбачає комплексну науково-інформаційну систему періодичних, безперервних, довгострокових спостережень за біологічними видами та їх оселищами з метою виявлення негативних змін і вироблення рекомендацій щодо їх усунення або ослаблення. Збереження біоценотичного різноманіття – запорука стійкості екосистеми, а значить забезпечення високої якості життя людей на планеті.

Закон України «Про природно-заповідний фонд України» (1992 рік) передбачає ведення біоценотичного, метеорологічного, фенологічного та інших видів моніторингу та оформлення результатів спостережень у науковий звіт – Літопис природи. Літопис природи є основною формою узагальнення результатів наукових досліджень, головною науковою темою, яка ведеться постійно, а результати досліджень щорічно оформляються у вигляді окремих томів [1]. Природно-заповідні установи (ПЗУ) – це природні та біосферні заповідники і національні природні парки, в усіх ведеться Літопис природи, і з роками нагромаджується величезний масив різноманітних даних, які в паперовому варіанті важко сортувати, обробляти, аналізувати.

В кінці ХХ на початку ХХІ століття в біології, екології, сфері охорони довкілля широке застосування отримали електронні бази даних та географічні інформаційні системи, які допомагають не тільки систематизувати результати наукових досліджень, але й допомагають у прийнятті рішень. Для інвентаризації видового біорізноманіття розроблено відомі великі

електронні бази www.faunaeu.org, www.floraeu.org, які містять величезну кількість видів тварин і рослин і представляють фауну і флору всього світу. Інтернет-ресурс «Центр даних Біорізноманіття України» (Biodiversity of Ukraine Data Centre), створений і керується Державним природознавчим музеєм НАН України (Львів) містить інформацію про видове біорізноманіття України, основу баз даних становлять природничі колекції, які накопичуються десятиліттями і тому дозволяють аналізувати стан і зміни біоти у великому просторі й тривалому часі.

Природний заповідник «Розточчя» – природоохоронна, науково-дослідна установа загальнодержавного значення, створений відповідно до Постанови Ради Міністрів УРСР від 5.10. 1984 р. №403 на площі 2084,5 га. Входить до складу біосферного резервату «Розточчя», внесеного в Світову мережу біосферних резерватів рішенням XXIII сесії МАБ ЮНЕСКО у 2011 р. I Категорія Міжнародного Союзу Охорони Природи (IUCN). З 2019 р. є частиною транскордонного українсько-польського біосферного резервату, який утворений рішенням 31-ї сесії Міжнародної координаційної ради Програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера».

У заповіднику «Розточчя» протягом останніх двадцяти років використовували кілька варіантів електронних баз даних: «Ентомофауна», «Електронний гербарій», «Фауністична база даних», «Фенологія», «Гриби макроміцети» та ін., розроблені викладачами та студентами кафедри АСУ НУ «Львівська політехніка» у співпраці з науковим відділом заповідника. Кожна з них має свої особливості, переваги та недоліки [3; 4]. Найбільше застосування отримала база даних «Фенологія», яка успішно використовується протягом двадцяти років. Ця база даних має близько десяти полів, причому деякі з них заповнюються автоматично, з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, простими засобами сортування і попередньої обробки даних. Крім того база оснащена засобами імпорту-експорту даних в формат Microsoft Excel. Переваги використання електронної бази даних відзначаються з ростом масиву накопичених даних. Наприклад, такі задачі, як повидове сортування за фенофазами рослин в часовому розрізі за певний період займають на порядок менше часу від сортування даних у паперовому варіанті, або навіть даних з файловою системою збереження інформації. Чим більше даних накопичується в базі даних, тим ефективнішою буде її експлуатація. Це насамперед обумовлено тим, що для електронної бази даних немає ніякого значення проводити обробку даних зібраних за один рік, чи за десять.

Для створення фенологічної бази даних розроблено структуру інформаційної системи, яка враховувала специфіку фенологічних спостережень у регіоні. В заповіднику «Розточчя» фенологічні спостереження ведуться на постійних феномаршрутах і фенопунктах протягом 40 років і супроводжуються гідрометеорологічними даними метеостанції. Першочерговим завданням при організації фенологічних спостережень є відбір об'єктів спостережень. Основна частина території заповідника (92%) покрита лісовою рослинністю, тому основними об'єктами спостережень є деревні та чагарникові, а також лісові трав'янисті види. Оскільки деревам властива фенологічна гетерогенність, то спостереження за рослинністю ведуться з року в рік на одних і тих самих ділянках за одними і тими ж групами чи екземплярами рослин.

Для фіксації сезонних змін в житті тварин, створена моніторингова фауністична база, куди вносили дані обліків зоологи. База для фауністичного моніторингу передбачала можливість нагромадження даних, які необхідно фіксувати відповідно до програми Літопису природи. Це результати обліків дрібних ссавців, мисливської фауни, орнітофауни в різних біотопах та в різні пори року. З базою легко працювати, картка позаписного опрацювання лаконічна, містить інформацію про місце, час спостережень, метеорологічні показники, особливості виду, його чисельність, латинську і українську назву. Проте, з встановленням у заповіднику фото пасток та звукових ресиверів, фауністична база втратила свою значимість. Цікавою розробкою є флористична база даних, так званий електронний «гербарій» [3]. Наукові фонди природних заповідників обов'язково повинні містити гербарії для підтвердження результатів проведення інвентаризації флори. Для виготовлення гербарію необхідно щорічно брати дозволи (ліміти на використання природних ресурсів на території об'єктів ПЗФ). Вилучення рідкісних видів на заповідних територіях взагалі заборонено, тому

внесення їх зображень в електронний «гербарій» забезпечує вирішення проблеми інвентаризації.

Флористична база даних за структурою відмінна від попередньої, вона ієрархічного типу, побудована за систематичним принципом на основі визначника вищих рослин. Переваги електронного «гербарію»:

- Електронні копії дають можливість уникнути непоправних втрат рідкісних колекцій в ході природних катастроф, воєн, пожеж і інших несприятливих чинників, які впливають на збереження колекції (температурний режим, вологість, шкідники тощо).

- Забезпечують можливість істотної економії часу і засобів, що йдуть на збирання, висушування, зберігання гербарію, наукові відрядження для визначення, листування, пересилку зразків.

- Цифровий «гербарій» може бути доступний через систему інтернет або розповсюджуватися на компакт-дисках, що дозволить вести оперативний пошук і обмін науковою інформацією з світовою науковою спільнотою [3].

Електронний «гербарій» можна успішно використовувати при проведенні наукових досліджень і практичних робіт в області анатомії і морфології рослин, мікології, систематики вищих і нижчих рослин, ліхенології, порівняльній морфології і анатомії рослин, екології рослин, фітоценології, палеоботаніки, флористики, лікарських рослин, бріології, ботанічної географії, лісознавства, декоративного квітництва і тп. Застосування флористичної бази даних у навчальному процесі у підвищить якість професійної підготовки студентів, науково-дослідної, популяризаторської, профорієнтаційної роботи, дасть можливість удосконалити систему обліку і інформаційне обслуговування, прискорить підготовку до випуску друкарських видань (каталогів, буклетів, атласів, альбомів, визначників і ін.) і полегшить контроль за збереженням колекцій.

Створення інформаційних систем дозволяє збирати і обробляти дані, передбачені програмою Літопису природи. На порядку денному – ідея створення і впровадження електронного варіанту Літопису, існує щонайменше 2 версії такої бази даних, які в тестовому режимі апробуються в окремих установах ПЗФ. Впровадження таких систем у практику всіх заповідних об'єктів (природних, біосферних заповідників та національних парків) і підключення їх до мережі Інтернет дасть можливість працівникам Міндовкілля в любий час мати доступ до інформації, яка висвітлюється в Літописах природи, на державному рівні приймати рішення щодо активних заходів збереження видів та їх оселищ.

1. Андрієнко Т.Л., Попович С.Ю., Парчук Г.В. та ін. Програма Літопису природи для заповідників та національних природних парків: Метод. посібник./ Під редакцією д-ра біол. наук, проф. Т.Л. Андрієнко. К.: Академперіодика, 2002. 103 с.

2. Сіренко І.П., Сіренко С.І. Концептуальна модель електронної бази даних «Літопис природи» / Матеріали II Наукових читань пам'яті Сергія Таращука. Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, Миколаїв, 2011. С.147-150

3. Стрямець С.П., Стрямець Г.В. Бази даних для моніторингу біорізноманіття «Розточчя». Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Сер.: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. Львів: В-во Національного університету «Львівська політехніка». 2009. №650. С. 234-250.

4. Стрямець С.П. Інформатизація природничих досліджень на прикладі природного заповідника «Розточчя». Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Природничі дослідження на Розточчі. Львів: РВВ НЛТУ України. 2010. Вип. 20.16. С. 100-105.

Tkachuk Rostyslav, Meltsov Valery, Andriiv Roman
Lviv State University of Life Safety

COMPLEX IT-SOLUTIONS FOR SECURITY «MY EXAMPLE PRODUCT»

One of the important research areas in information technology is the organization of IT-product security within companies. «This work is dedicated to implementing strategies and practices applied to ensure the reliability and security of My Example Product» [1; 2].

SOC 2 (Service Organization Control 2) – is a standard for information security that helps ensure a high level of protection for information and data. «SOC 2 was developed by the American Institute of CPAs (AICPA) and is intended for products that handle customer data. This standard defines requirements for ensuring confidentiality, availability, integrity, authentication, and system configuration (Figure 1) [3]».



Fig. 1. Standard SOC 2

SOC 2 audits are conducted by auditors based on the five «Trust Service Criteria» approaches:

- **Security:** protection of the system from unauthorized access;
- **Availability:** ensuring system availability for users;
- **Processing Integrity:** ensuring the integrity of data processing;
- **Confidentiality:** protection of confidential information;
- **Privacy:** processing personal data in accordance with privacy.

So, the recommendations of the standard will help our My Example Product confirm and maintain a high level of information security throughout its operation.

Drata - is a platform for security and compliance automation that continuously monitors and collects data on information security measures implemented within the company, simplifying compliance processes to ensure readiness for audits (Figure 2).

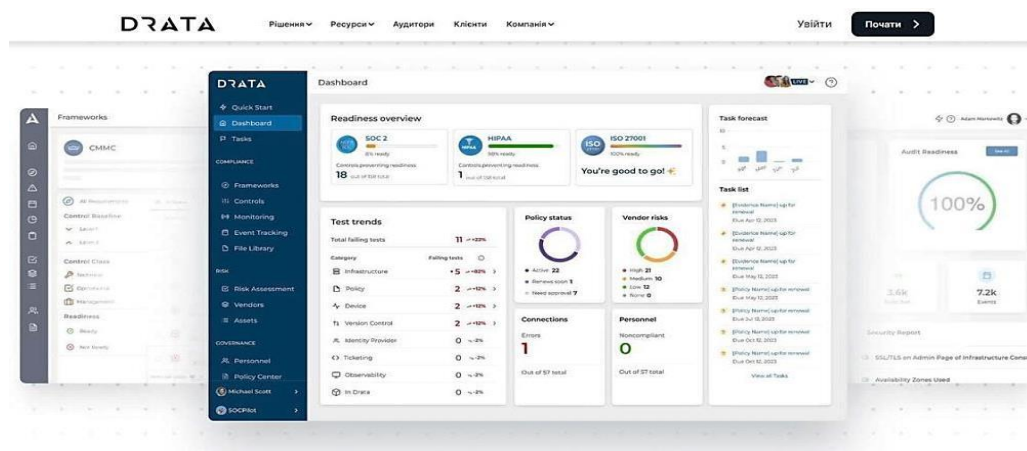


Fig. 2. Drata dashboard

Problems that Drata solves:

- provides the fastest and most comprehensive SOC 2 automation platform, starting from integrated training and ending with system descriptor guidance;
- integrated security training enables the automation of tasks such as sending reminders and documenting completion;
- optimizes documentation, employee approvals, and version history using over 20 editable policies approved by auditors;
- drata support team consists of compliance experts and former auditors;
- provides 24/7 continuous monitoring and offers full visibility into the current status at any time;
- built-in self-assessment tools allow for effective reporting on the effectiveness of your security program;
- manages service providers through a centralized hub for storing, sending, and reviewing security questionnaires;
- meets security requirements through real-time reporting;
- accelerates SOC 2 compliance with built-in endpoint configuration monitoring and data collection solution;
- allows selecting optimal control elements;
- with over 120 built-in integrations, it ensures connectivity with HRIS, SSO, cloud providers, and countless other systems to Drata, opening boundless possibilities for evidence collection and control monitoring;
- thanks to deeper integration than any other platform, it allows for gathering more evidence without taking screenshots or managing spreadsheets.

Installing and using the Drata application on an employee’s personal computer

The product administrator of My Example Product must create a separate account for each employee and grant all necessary access. Each employee, in turn, should download the Drata application and log in with the account credentials provided by the management earlier. The first and crucial step is installing the Drata Agent, which verifies whether the employee has complied with all SOC 2 requirements. Each employee in Drata Agent has a downloaded product security policy (Figure 3). All product employees must review, agree to, and strictly adhere to the security policy.

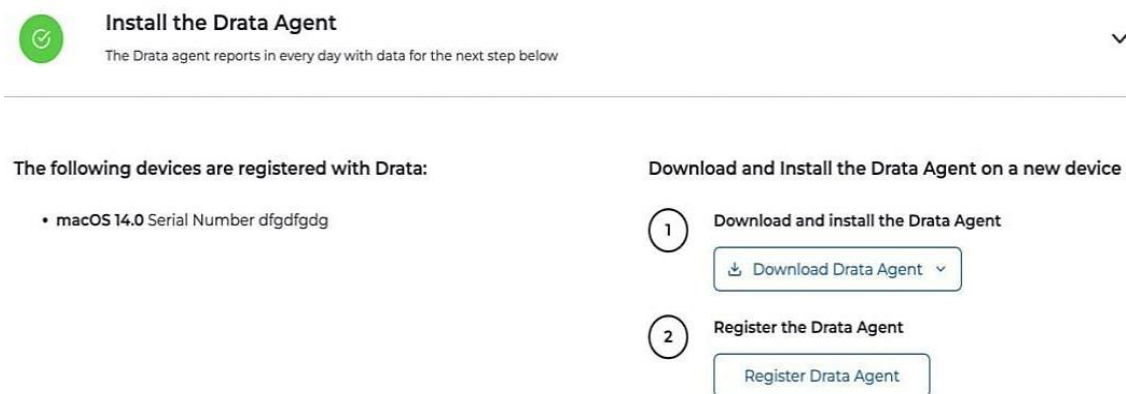


Fig. 3. Installing Data Agent

The next step – is the two-factor authentication of the employee's personal computer. This procedure is crucial, requiring the employee to input two different types of information to confirm their identity when logging into the computer account.

Overall, implementing two-factor authentication is an effective method of protection for all IT products against various types of attacks and criminal activities.

Also, in the Drata application, there is a requirement to install a Password Manager on your personal computer. A Password Manager – Is a tool or service designed for securely storing, managing, and generating passwords for various employee accounts.

Basic functions Password Manager:

- allows employees to store all their passwords in an encrypted format;
- can automatically fill in account data, significantly simplifying the login process and making it more convenient;
- can generate random and complex passwords for the user;
- provides the ability to synchronize passwords across various employee devices;
- offers password security analysis features, notifying the employee of weak or repeated passwords and suggesting replacements;
- integrated with popular web browsers and applications.

All in all, a password Manager is an essential tool for ensuring security and convenience in password management in the modern digital world.

Next steps in configuring a personal computer:

Second step: Hard-Disk Encryption. This is a technology for protecting information on hard drives, which involves applying encryption to all information stored on the disk (Figure 4).

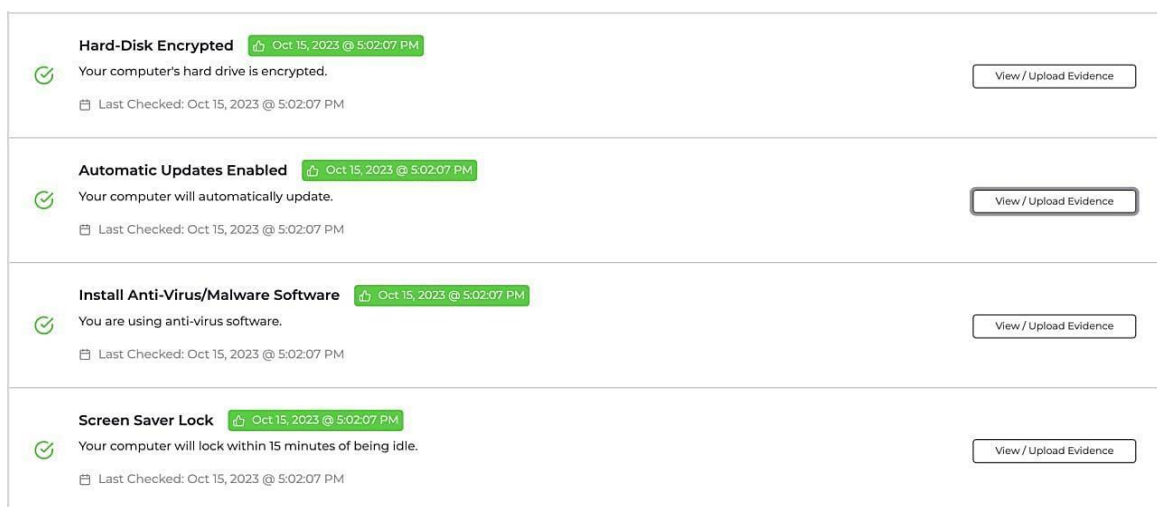


Fig. 4. Employee device configuration

What is it for:

- hard disk encryption covers all data on the disk, including the operating system, programs, and user files;
- various encryption algorithms and keys are used for hard disk encryption;
- the process of hard disk encryption is intuitive for the employee;
- key management is one of the key parts of the encryption system;
- the hard disk encryption system has a procedure for recovering access in case of key loss or forgotten password;
- hard disk encryption reliably protects data in case of device loss or theft.

Therefore, hard disk encryption is an effective means of protecting confidential information and reducing the risk of data loss due to device loss or unauthorized access.

Third step: Automatic Update Enabled. Automatic updating of the employee's personal computer operating system is a convenient and effective way to ensure the currency and security of the operating system in the workplace.

What is it for:

- Automatic updates allow for quick response to new threats and preempt vulnerabilities in the operating system;
- Automatic updates include bug fixes, optimizations, and other enhancements;
- Employees do not need to spend time installing updates;

- If all devices in the company are automatically updated, it helps establish a unified security standard for the entire product;

- Centralized management systems can allow administrators to track and control the update process on all devices in the office, ensuring consistency and standardization.

Therefore, automatic updating of the operating system is an important element of the overall information security strategy and effective IT infrastructure management in a corporate environment.

Fourth step: крок Install Anti-Virus/Malware Software. The Drata Agent should ensure that the employee has antivirus software installed on their personal computer. Antivirus is designed to detect, block, and remove malicious programs, viruses, worms, Trojans, spyware, and other threats to computer security. The main goal of antivirus protection is to ensure the security of information and the reliability of operating systems.

Fifth step: Screen Saver Lock. This function is related to security and confidentiality on a computer or other electronic device. Typically, this function is used to automatically lock the device screen after a specified period of inactivity. The main idea is that if an employee leaves the computer or other device idle for a defined period, a screensaver is activated, which is displayed on the screen. At the same time, to gain full access to the device, a password or other authentication method will be required to unlock the screen and return to the working state.

Last final step – Drata’s requirement is for employees to undergo a cybersecurity test developed by a cybersecurity expert. The test assesses the general understanding of information security and cybersecurity. It may contain any number of questions. Below are just a few typical questions.

Question 1: First what is it that we are protecting?

Answer: Our Customers’ Data, Our Customers Trust, Our Technology, Our People, Our Workplace.

Question 2: Social engineering can be:

Answer: Phishing, Pretending to be someone to get something, Tailgating.

Question 3: I should ensure my laptop is protected with the following measures:

Answer: Encryption, Firewall, Antivirus.

Question 4: Using torrent (or other peer-to-peer sharing technologies) to share or acquire unauthorized content is illegal. Doing so on company property/networks may also implicate the company, but may also put my employment in jeopardy.

Answer: True.

Question 5: What are the 4 data classifications we use at the company?

Answer: Public Data, Internal Use Data, Restricted Data, Confidential Data.

Question 6: When walking away from my computer, I must...

Answer: lock my computer.

Question 7: Acknowledgement: I acknowledge that I have read and understand the content contained in this training.

Answer: I accept.

Conclusion

Therefore, the Drata application has allowed us to verify that the employee’s PC is secure and ready to work on the proposed My Example Product. Thus, this product complies with all SOC 2 (Service Organization Control 2) standards for information security, which will help us ensure a high level of protection and gain trust from users. The research results indicate the importance of implementing a comprehensive approach to ensuring information security and organizing access in IT products. Security organization must be not only effective but also flexible to adapt to growing threats and changes in the enterprise’s internal environment.

1. Створення багатомовного IT-продукту. URL: <https://kenaz.ch/uk/stvorennia-bahatomovnoho-it-produktu/>

2. Сметанюк О.А., Бондарчук А.В. (2020) Особливості системи управління проектами в IT-компаніях. Агросвіт, URL: <http://www.agrosvit.info/index.php?op=1&z=3205&i=14>

Ялечко Володимир
Національний університет «Львівська політехніка»

ВПРОВАДЖЕННЯ SMART ТА ІОТ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛО- ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

З кожним роком цифрові технології змінюють повсякденне життя, створюючи засади для сталого соціально-економічного розвитку. Сьогодні у світі поширеними є такі цифрові технології, як IoT, 3D-друк, хмарні обчислення, робототехніка, дрони, блокчейн, доповнена, віртуальна та змішана реальність (AR, VR, MR) та інші. Завдяки автоматизації та робототехніці, сектор промисловості та енергетики зокрема, стає більш продуктивним (наприклад, за допомогою 3D-друку), зменшуються збої, зумовлені поломкою відповідних установок та обладнання (наприклад, за допомогою автоматизованого обслуговування) [1; 2]. Інтернет речей (IoT) – технологія, якою підтримується зв'язок мережі комп'ютеризованих пристроїв з Інтернетом, що використовують мікроконтролери, різноманітні датчики та апаратні засоби бездротового зв'язку для збору, передачі та виконання дії щодо інформації. В основі кожного пристрою в системі IoT знаходяться давачі, які збирають та передають дані до «хмари» з метою подальшого їх аналізу, обробки та прийняття «розумних» рішень.

У трансформованому цифровими технологіями світі, актуальності набув процес розбудови smart-технологій у різних аспектах життя та діяльності (smart-міста, smart-енергетика тощо) [1; 3]. Використання smart-технологій для збору даних про затори, використання електроенергії або води, а також про рівень якості повітря, екологічної обстановки в цілому, стану мереж у дедалі більшій кількості покращує надання відповідної послуги. Разом з тим, попри широку доступність різних smart-рішень на ринку, їх впровадження залишається на рівні пілотних проектів.

Суттєву роль у створенні комфортних умов для життя відіграє сектор енергетики. Від розвитку сектору енергетики залежить безперебійне електро- та тепlopостачання споживачам, а від виду генерації – екологічний стан довкілля. Сучасний розвиток енергетичного сектору заснований на трьох головних засадах – декарбонізація, децентралізація та цифровізація. Тому подальше поширення цих засад у трансформації енергетичного сектору матиме суттєвий вплив на поширення smart-технологій у енергосекторі.

Для зниження негативного впливу на екологію та підвищення енергетичної безпеки, доцільним є використання електроенергії з ВДЕ. Водночас, виробництво електроенергії з ВДЕ не є постійним, тому крім генерації з відновних джерел важливою умовою безперервного постачання «відновної» енергії має стати впровадження систем накопичення електричної енергії та технологій для забезпечення стабільного електропостачання. А це, своєю чергою, повинно сприяти процесу децентралізації в енергетичному секторі, що матиме вагомий результат забезпечення безперервного енергопостачання у сфері енергетичної безпеки України.

Розвиток відновлюваної генерації та впровадження децентралізованого виробництва теплової та електричної енергії призводить до постачання енергії від великої кількості виробників замість однієї станції, як було раніше. Тому важливою складовою для сектору енергетики в Україні є розвиток мереж та впровадження технологій smart-мереж.

Smart-мережа – мережа, яка за допомоги інтеграції цифрових та інших технологій контролює процес передачі енергії від різних генеруючих станцій для задоволення потреб користувачів [4-6]. Важливо зазначити, що smart-мережі забезпечують двосторонній потік енергії і даних за допомогою цифрових комунікаційних технологій. Smart-мережі можуть самовідновлюватися та дозволяють споживачам електро- та теплової енергії стати активними

учасниками енергетичного сектору. Децентралізація енергопостачання через розвиток smart-мереж повинна сприяти вирішенню проблем із перервами в електро- та тепlopостачанні, що особливо актуально у світлі повномасштабного вторгнення росії та постійними ракетними обстрілами сектору енергетики. Однак можливість впровадження smart-мереж залежить від ступеня цифровізації сектору енергетики. Цифровізація дозволяє контролювати генерацію як з ВДЕ, так із традиційних джерел енергопостачання, та водночас підтримувати стабільність і надійність мереж. І лише завдяки цифровізації можливе використання розподіленої генерації та впровадження smart-мереж.

Українські мережі, як усі традиційні мережі (рис. 1), спрямовані від генерації до споживачів та не здатні здійснювати двосторонній обмін даними. Головною ознакою традиційних мереж є «централізоване енергопостачання» з використанням більш високої напруги (електропостачання) та створення великомасштабних електромереж. При цьому саме в мережах такого типу збої можуть впливати на всю енергосистему та призводити до великих аварій.



Рис. 1. Структура виробництва та розподілу енергії у традиційних мережах

Створення ж smart-мереж (рис. 2) полягає в модернізації енергосистеми для забезпечення моніторингу, автоматизації та контролю в режимі реального часу. Smart-мережі дозволяють включити в енергосистему як безліч розподілених джерел енергії (ВДЕ, когенераційні установки), так і здійснювати взаємодію з традиційною генерацією (атомна та тепла генерація). При цьому генерація та розподіл енергії за допомогою smart-мереж дозволяє знизити втрати енергії під час передачі на великі відстані.

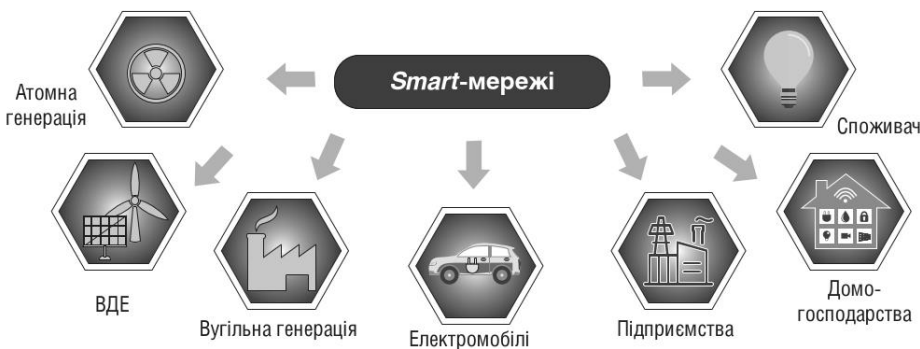


Рис. 2. Структура виробництва та розподілу енергії у smart-мережах

Крім технічного стану мереж, система передачі та розподілу в Україні побудована під традиційні джерела енергії, де близько 50% енергії виробляється атомною генерацією. За даними Міністерства енергетики України, розвиток Smart Grid-технологій в Україні дасть можливість знизити витрати енергії в мережах, здійснювати ефективний online-моніторинг параметрів якості електричної та теплової енергії та аналіз балансів енергії в різних вузлах мереж.

Висновок. Для України є досить актуальним, особливо у світлі останніх подій, розвиток та впровадження smart-мереж, робота у цьому напрямку є важливою для інтеграції

країни в енергетичні ринки ЄС. Для сталого розвитку smart-мереж в Україні важливо підтримувати постійне впровадження Smart Grid-технологій, що матиме на меті підвищення рівня енергетичної безпеки нашої держави.

1. Маркевич К., Сіденко В. *Smart-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. Аналітична доповідь. Центр Разумкова, Видавництво «Заповіт».* 2021. 400 Ст. ISBN 978-966-7272-96-8

2. Згуровський М.З., Паровик А.В. *Сталий розвиток суспільства та енергетики. Енергетика. Екологія. Людина. Наукові праці НТУУ «КПІ», ІЕЕ.* Київ: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2009. С. 8–13.

3. Каплун В.В. *Smart Grid як інноваційна платформа розвитку електроенергетичних систем.* Мелітополь: ТДАТУ, 2011.

4. Мороз О.М., Черемісін М.М., Попадченко С.А., Савченко О.А., Дюбко С.В. *Використання технологій Smart Grid для підвищення ефективності електропостачання споживачів. Енергетика: економіка, технології, екологія.* 2017. №3(49) С.45–50.

5. *Розумні мережі (Smart grid).* ДП НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/majbutnye-ukrenergo/smart-grid>.

6. *Цифрові підстанції як складова частина Smart Grid. Рішення конференції. Науково-технічна спілка енергетиків та електротехніків України, 16 січня 2020р.* URL: <https://www.ntseu.net.ua/special-projects/543-smart-grid-resolution>

СЕКЦІЯ 2. БЕЗПЕКА ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ ВІЙНИ: ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ

Аюбова Ельнара, Шабанов Данило
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

БІОСФЕРНИЙ ЗАПОВІДНИК «АСКАНІЯ-НОВА» В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ

Біосферний заповідник Асканія–Нова імені Ф.Е. Фальц-Фейна – це унікальна комплексна заповідна ділянка площею понад 33307 га на території Херсонської області зі столітньою історією. На його території представлений найбільший в Європі (11054 га) типчаково-ковилловий цілинний степ. Структуру рослинності складають справжні, лучні та чагарникові степи, справжні і болотисті луки. Окрім степових біоценозів біосферний заповідник об’єднує агроєкосистеми, дендрологічний та зоологічний парки та лісосмуги. Сучасні лісосмуги вкривають 234 га території заповідника, що становить близько 1% його площі [1]. Лісосмуги, які штучно створювалися для захисту від вітрової ерозії в регіоні з посушливим кліматом та інтенсивним розорюванням ґрунтів, потребують постійного належного догляду, бо перебувають в умовах дефіциту вологи. Особливістю околиць

заповідних земель є глибоке залягання підземних вод. Лісосмуги стали у посушливому Українському Степу осередком деревно-чагарникової рослинності та суттєво вплинуло на місцеву фауну, зокрема птахів, оскільки у них під час гніздування, міграцій та зимівлі з'явилися типові лісові види [2].

Зростає на цих територіях 478 видів вищих рослин, до «Червоної книги України» занесені 13 видів вищих рослин, 3 види грибів та 4 – лишайників, 6 видів представників квіткової фауни занесені до міжнародних червоних списків. Фауна, в основному, представлена аборигенами заповідного степу, за винятком крупних видів ссавців та птахів. Тут мешкають не менше 1155 видів членистоногих, 9 видів земноводних і плазунів, 18 видів ссавців, в різні пори року зустрічається більше 270 видів птахів, з яких 107 видів залишаються на гніздування. На території утримуються табуни диких копитних з різних континентів, бізони, сайгаки, лань європейська, коні Пржевальського, туркменські кулани, благородні олені, кафрські буйволи, антилопи канна, гну та нільгау, зебри та гаяли [2, 3].

Унікальне поєднання в заповіднику недоторканих цілинних біоценозів та рукотворних парків, зоопарків та лісосмуг до повномасштабного вторгнення існувало як єдиний механізм. Саме таке поєднання природних екосистем та штучних ускладнює функціонування та утримання заповіднику, який потребує щоденного догляду і не може існувати без людської підтримки.

Під окупацією російських військ заповідна територія опинилася вже 24 лютого 2022 року. З початком воєнної агресії в першу чергу виникли проблеми з постачання кормів, воно припинилося, не встигли здійснити тендерні закупівлі, а завести ззовні харчування та ліки виявилось неможливим в умовах окупації [4]. Також не вистачало палива для сільськогосподарської техніки, без якої забезпечити в належному стані величезні території, об'їзд, доставку кормів виявлялося дуже складним. Зі слів директора біосферного заповідника Віктора Шаповала, придбання корму та ліків для тварин, палива та інших видатків вдалося здійснювати за рахунок пожертв з боку волонтерів та небайдужих громадян [5]. Проблематичним також виявлялося забезпечення водою насаджень в дендрологічному парку, бо заповідник живиться складною системою зрошення з артезіанських свердловин. Протягом року управління та утримання території здійснювалося під наглядом та руками робітників заповіднику, але вже навесні 2023 року агресори встановили окупаційну адміністрацію.

Загроза також існує безпосередньо для тварин у випадку їх вивезення з території заповіднику. Тварини знаходяться в природних степових просторах, а відтак забезпечити подібними умовами складно, враховуючи ще й агресивність російських окупантів. Зі слів природоохоронця та голови ГО «Українська природоохоронна група» Олексія Василюка в разі вивозу унікальних тварин, які були зібрані з різних континентів у заповіднику, їм загрожує загибель: «Тварини, які утримуються на просторах біосферного заповіднику, були завезені на ці території більш ніж 100 років тому для розведення їх в умовах акліматизації, з тим щоб в разі їх зникнення в межах ареалу виникнення поновити їх чисельність. У «Асканії» є дуже багато копитних: бізони, сайгаки, зебри, вони впродовж багатьох поколінь за останні 140 років акліматизувалися до «асканійських» умов. Минуло багато часу й зусиль, щоб тварини стали звичними до цього клімату, тому в разі втрати тварин, відновити її буде неможливо» [6]. Також вразливими є й живі колекції в зоопарку, в якому тварини утримуються у невеликих вольєрах, які легко завантажувати на засоби для транспортування.

Надзвичайно небезпечною проблемою стають пожежі, які за час окупації території заповіднику періодично виникають. За спостереженнями громадської організації «Екологічна ліга» на території за минулий 2023 рік вже сталося три пожежі на загальній площі майже 1,4 тис. га внаслідок дій російських військових [7]. Українські природоохоронні групи стверджують, що руйнівні пожежі та значні їх масштаби об'єктивно спричинені окупацією території та дислокацією збройних формувань агресора на території заповідника [8]. Враховуючі, що заповідник знаходиться у віддаленні від лінії фронту безпосередні вогневі ураження бойової роботи йому не загрожують. Але в цьому є й негативний бік, бо саме значна

відстань від фронту забезпечує безпеку утримання на території біосферного заповідника «Асканія-Нова» російської окупаційної військової техніки, яку вони тут розмістили.



Рис. 1. Карта пожеж в заповіднику Асканія-Нова
(Інтернет джерело – сайт Українська природоохоронна група UNCG)

Моніторингові знімки природоохоронних груп свідчать про виникнення на території заповідника «Асканія-Нова» сьома пожеж за час окупації: 29 липня 2022 р. локальна пожежа на околиці села Комиш, з площею згарища 2,08 га; 10 серпня 2022 р. масштабна пожежа у буферній зоні та антропогенних ландшафтів, що охопила 1321,91 га; 18 серпня 2022 р. на ділянці «Північна» вигоріло 49,34 га цілинного степу з виходом 7 га згарища на прилеглу стерню у буферній зоні; 25 серпня 2022 р. через загорання узбіччя дороги в буферній зоні (район аеродрому) вигоріло 21,86 га; 17 березня 2023 р. згоріло 23,03 га масиву «Південний»; 22 серпня 2023 р. на території заповідної ділянки «Великий Чапельський під» вигоріло 344,53 га; 1 вересня 2023 р. у межах масиву «Південний» пожежею охоплено 1791,72 га. Таким чином, у заповідній зоні, де зростають формації рослинності, занесені до Зеленої книги України, вигоріло 2208,62 га; сумарно на території заповідника – 3594,12 га [8]. Окрім цього посушливий клімат регіону та відкритість ландшафтів посилює виникнення та розповсюдження гарів, які миттєво охоплюють великі ділянки природоохоронної території.

Ще однією проблемою виявився постійний рух окупаційної військової техніки, яке спричиняє важкі негативні наслідки. Колісна та важка гусенична техніка нещадно знищує цілинні степи, призводячи до деградації рослинного покриву. На території природоохоронного об'єкту і безпосередньо в межах населеного пункту базується особовий склад і російська військова техніка, серед якої й авіація. Надмірний рівень шуму спричиняє катастрофічні наслідки для тварин, в тому числі вони призвели до загибелі тварин від надзвичайного стресу [5]. В умовах підвищення рівня стресу процеси гніздування та міграції унікальних видів птахів виявляються ускладненими. Зі слів науковиці Тетяни Тимочко, Азово-чорноморське узбережжя України загалом відіграє ключову роль для збереження популяцій багатьох видів птахів. Бойові дії ставлять під загрозу існування рідкісних видів, порушують спокій птахів та заважають гніздуванню та міграціям.

1. Листопадський М.А. Історія та сучасний стан лісосмуг Біосферного заповідника «Асканія-Нова». Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького, 5(1). 2015. С. 156–210.

2. Гавриленко В.С., Листопадський М.А., Поліщук І.К., Думенко В.П. Конспект фауни хребетних тварин біосферного заповідника «Асканія-Нова». Асканія-Нова: ПП Андреева М.М., 2010. 118 с.

3. Клімов В.В. Асканія-Нова – перлина Таврії: путівник. Харків: ПЕТ, 2018. 114.

4. Дика природа на межі. Як війна знищує унікальні природні об'єкти Херсонщини. Веб-сайт Нижні Сірогози.City. URL:<https://nsirogozy.city/articles/264450/dika-priroda-na-mezhi-yak-vijna-znischiye-unikalni-prirodni-obyekti-hersonschini> Дата звернення 08.05.2024 р.

5. Природні перлини Херсонської області в окупації: історія та сьогодення заповідника «Асканія-Нова» у проєкті «Код ідентичності». URL: <https://kanaldim.tv/pryrodni-perlyny-hersonshhynu-v-okupatsiyi-istoriya-ta-sogodennya-zapovidnyka-askaniya-nova-u-proyekti-kod-identychnosti/>. Дата звернення 07.05.2024 р.

6. Заповідник «Асканія-Нова» рік проіснував в окупації як українська установа. Як це вдалося. URL: <https://glavcom.ua/digest/zapovidnik-askaniya-nova-rik-proisnuvav-v-okupatsiji-jak-ukrajinska-ustanova-jak-tse-vdalosja-918226.html>. Дата звернення 08.05.2024 р.

7. Екологічні злочини окупантів: як війна впливає на екологію Херсонщини URL: <https://i-ua.tv/society/81952-ekolohichni-zlochynu-okupantiv-iak-viina-vplyvaie-na-ekolohiiu-khersonshchynu> Дата звернення 07.05.2024 р.

8. За час російської окупації на території заповідника «Асканія-Нова» було 7 пожеж! URL: UNCG <https://uncg.org.ua/za-chas-rosijskoyi-okupatsiyi-na-terytoriyi-zapovidnyka-askaniya-nova-bulo-7-pozhezh/> Дата звернення 09.05.2024 р.

¹Валусяк Лукаш, ²Баран Мар'яна

¹Сілезька академія у м. Катовіце

²Національний університет «Львівська політехніка»

ВІЙНА ЯК ЕКОЛОГІЧНА КАТАСТРОФА

На початку двадцять першого століття країни світу уже стикнулися з багатьма екологічними проблемами, які необхідно було швидко вирішувати. Не винятком була і Україна. Проблеми наростали, а рішення не завжди можна було оперативно знайти та реалізувати. На все це свій відбиток накладали інші внутрішні та зовнішні чинники впливу на державу. Одним з наймасштабніших та найбільш руйнівних стало повномасштабне вторгнення Російської федерації до України 24 лютого 2022 року. Війна в Україні триває уже третій рік, і завдає величезної шкоди людям та інфраструктурі населених пунктів, де тривають бойові дії; знищує природу.

На даний момент через брак точної інформації, неможливо оцінити усіх руйнівних масштабів. На це існує дві вагомі причини: не усю інформацію можна оприлюднювати та неможливо зібрати інформацію через небезпеку, пов'язану з бойовими діями.

Але точно можна стверджувати, що чим довше триватиме війна, тим більше вона завдасть шкоди, а наслідки цієї шкоди можуть бути незворотними.

У перші дні війни російські війська, розраховуючи на швидке загарбання України, рухалися лише в межах інфраструктури. Але їх плани було зруйновано, і їм довелося укріплюватися на позиціях, готуватися до тривалого протистояння. Вони почали захоплювати та руйнувати ліси та природо-заповідні зони. Важка техніка пошкоджує ґрунтовий покрив, що призводить до деградації рослинного покриву та вітрової і водної ерозії.

На даний час агресор веде бойові дії на одній третій природо-заповідного фонду України, а це територія площею 12406,6 кв. км [1]. 200 територій Смарагдової мережі площею 2,9 млн га перебувають під загрозою знищення. (Смарагдова мережа – це мережа природоохоронних територій, створена задля збереження видів та селищ, які потребують охорони на загальноєвропейському рівні, але розташовані в країнах, які не є членами ЄС). Уся згадана територія – це середовище існування тисяч видів рослин та тварин, які є основою

біорізноманіття. Їх ареали перебувають у зонах бойових дій, на межі винищення рідкісні види червонокнижних видів рослин та тварин.

З настанням весни, яка цього року супроводжується високими температурами та великими швидкостями вітрів починається пожежонебезпечний період, який стає небезпечнішим за рахунок ризиків виникнення пожеж в екосистемах унаслідок обстрілів. Пожежі захоплюють надзвичайно великі площі, а ДСНС не мають можливості їх загасити через ведення бойових дій. Знищують величезні площі лісів. Крім лісів, загоряються торфовища, які важко загасити і у звичний мирний час. Такі пожежі спричинюють сильні токсичні викиди у повітря, що надзвичайно забруднюють атмосферу.

Забруднення атмосфери відбувається і за рахунок вибухів артилерійських снарядів та ракет різного типу та калібру. Переважна більшість обстрілів припадає на населені пункти та об'єкти промисловості. Під час детонації ракет та артилерійських снарядів утворюється велика кількість небезпечних хімічних сполук, до яких належать: чадний газ, вуглекислий газ, водяна пара, бурий газ, закис азоту, діоксид азоту, формальдегід, пари ціанистої кислоти, азот, а також велика кількість токсичних органічних речовин [1]. Вибухи спричинюють окислення навколишніх ґрунтів, деревини, конструкцій.

Під час вибухів речовини окислюються, а продукти окиснення вивільняються в атмосферу. Деякі речовини, зокрема, вуглекислий газ і водяна пара самі не є токсичними, але є шкідливими, оскільки є парниковими газами, які змінюють клімат. Оксиди сірки та азоту можуть спричинити кислотні дощі, які викликають опіки рослин та є причиною зміни рН ґрунту. Кислотні дощі негативно впливають як на людину, так і на тварин, зокрема впливають на стан слизових тканин та органів дихання.

Окрім забруднення атмосфери та ґрунтів російські війська наполегливо атакують інфраструктуру вздовж узбережжя Чорного та Азовського морів. Спостерігається потужне забруднення моря нафтопродуктам, яке спричинює знищення морських біоценозів, за рахунок плівки на поверхні води; порушується обмін енергією, теплом, вологою та газами між морем і атмосферою. Все це спричинює масову загибель риби, морських птахів і мікроорганізмів.

Забруднення ґрунтів спричинюється пересуванням військової техніки по території нашої країни. Паливно-мастильні матеріали є причиною зниження водопроникності ґрунтів, з ґрунтів втрачається кисень, це порушує колообіг поживних речовин у ньому. Ґрунти втрачають родючість, а рослини і мікроорганізми гинуть.

Враховуючи вище описані фактори екологічної безпеки в Україні, можна визначити основні:

• **Забруднення ґрунту:**

- Вибухові речовини, боєприпаси, пальне, хімічні речовини;
- Просочування ґрунтових вод;
- Знищення родючості ґрунту.

• **Забруднення води:**

- Вибухи боєприпасів, руйнування очисних споруд;
- Забруднення річок, озер, морів;
- Нестача питної води.

• **Забруднення повітря:**

- Вибухи, пожежі, викиди з військової техніки;
- Смог, кислотні дощі;
- Респіраторні захворювання.

• **Знищення природних ресурсів:**

- Вирубка лісів, знищення посівів;
- Захоплення заповідних територій;
- Втрата біорізноманіття.

• **Загибель тварин:**

- Прямий вплив бойових дій;
- Знищення середовища існування;

- Втрата популяцій.

Війна триває, і знищення природи України продовжується. Колиш настане мир, і потрібно буде дуже швидко відновлювати ліси, поля, заповідники, ґрунти, води, повітря тощо. Подолати усі проблеми країни самотужки не зможе. Тому можна запропонувати ключові аспекти, на які потрібно звернути увагу:

- **Міжнародне співробітництво:**

- Обмін інформацією та досвідом;
- Надання гуманітарної допомоги;
- Спільні проекти з відновлення довкілля.

- **Дії держави:**

- Розробка та впровадження екологічних норм;
- Контроль за дотриманням законодавства;
- Фінансування програм з відновлення довкілля.

- **Дії громадськості:**

- Підтримка екологічних організацій;
- Участь у волонтерських проектах;
- Відповідальне ставлення до довкілля.

Війна – це трагедія для всієї людства. Важливо об'єднати зусилля на міжнародному, державному та громадському рівнях, щоб мінімізувати шкоду, завдану довкіллю, та відновити екосистеми після війни.

1. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html> (дата звернення 06.05.2024).

¹Венгжин Маріуш, ²Харів Андріана
¹Краківська політехніка імені Тадеуша Костюшки, Польща
²Національний університет «Львівська політехніка»

ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Вступ. Повномасштабне вторгнення в Україну, що розпочалася 24 лютого 2022 року, спричинило не лише трагічні людські втрати та руйнування інфраструктури, але й серйозні екологічні проблеми.

Одним з актуальних питань є вплив війни на якість повітря в Україні. Бойові дії, обстріли, пожежі та руйнування інфраструктури призвели до викиду в атмосферу величезної кількості шкідливих речовин, що має негативний вплив на здоров'я людей та довкілля.

Пропоноване в роботі дослідження присвячене комплексному аналізу впливу війни на якість повітря в Україні. В ньому розглядаються оцінка впливу бойових дій, обстрілів, пожеж та руйнування інфраструктури на викиди шкідливих речовин в атмосферу. Аналіз динаміки забруднення повітря в різних регіонах України протягом воєнних дій є різний. Негативний вплив на якість повітря в Україні полягає у значному перевищенні допустимих норм забруднюючих речовин у багатьох містах, що становить серйозну загрозу для здоров'я людей.

Важливо зазначити, що результати дослідження ґрунтуються на обмежених даних, зібраних з датчиків, які не завжди охоплюють всю територію України. Тому, для отримання більш комплексної картини, потрібні додаткові дослідження. Незважаючи на всі обмеження, дані, представлені в роботі, дають чітке уявлення про руйнівний вплив війни на довкілля в Україні. Зростання забруднення повітря є серйозною проблемою, яка потребує негайної уваги та рішучих дій. Вимірювання концентрацій PM_{2.5} показує наявність дрібних частинок пилу і може дати цінну інформацію про їх вплив на якість повітря [1].

Завантаження даних та підготовка до роботи. Перш ніж здійснювати аналіз даних щодо забруднення атмосферного повітря в обраних областях, необхідно завантажити дані дня

аналізу. Ці дані будуть взяті з сайту який створений проектом Світового Індексу Якості Повітря [2]. Для проведення досліджень потрібно завантажити необхідні для роботи бібліотеки та перевірити коректність завантажених даних.

Для аналізу використовуються мінімальне, максимальне і середнє значення по днях, отримані з 4 датчиків, розташованих на таких територіях:

- вулиця Центральна, Курахове, Донецька обл.;
- вулиця Пішонівська, Одеська міська громада;
- вулиця Олімпійська, Бровари, Київська обл.;
- вулиця Валентинівська, 24А, Харківська область.

По попередньому огляду даних взятих з сайту <https://waqi.info> встановлено таке.

1. В Донецькій обл. рівень PM2.5 в середньому в межах допустимих норм. Середнє значення PM2.5 становить 10,8 мкг/м³. Ці рівні відповідні рекомендованих ВООЗ норм 10 мкг/м³ для PM2.5. Але середнє мінімальне значення становить 3,9 мкг/м³, а максимальне 54 мкг/м³.

2. В Харківській обл. рівень PM2.5 в середньому в межах допустимих норм. Середнє значення PM2.5 становить 5,6 мкг/м³. Ці рівні відповідні рекомендованих ВООЗ норм 10 мкг/м³ для PM2.5. Але середнє мінімальне значення становить 2,2 мкг/м³, а максимальне 21,3 мкг/м³.

3. В Київській обл. рівень PM2.5 в середньому в межах допустимих норм. Середнє значення PM2.5 становить 10,8 мкг/м³. Ці рівні відповідні рекомендованих ВООЗ норм 10 мкг/м³ для PM2.5. Але середнє мінімальне значення становить 3,1 мкг/м³, а максимальне 48,9 мкг/м³.

4. В Одеській обл. рівень PM2.5 в середньому вище допустимих норм. Середнє значення PM2.5 становить 15,2 мкг/м³. Ці рівні відповідні рекомендованих ВООЗ норм 10 мкг/м³ для PM2.5. Але середнє мінімальне значення становить 2,6 мкг/м³, а максимальне 48,1 мкг/м³.

Проте статистичні дані не дають точної картини ситуації, тому після завантаження даних і їх очищення, можна перейти до виконання поставленого завдання, а саме здійснити аналіз даних забруднення атмосферного повітря в Україні.

Аналіз стану атмосферного повітря за даними міжнародного моніторингу. На рис. 1 відображено карту бойових дій і розташування станцій моніторингу повітря [3].



Рис. 1. Карта бойових дій і розташування на них станцій моніторингу повітря

Перейдемо до створення візуалізації щодо забруднення повітря в Донецькій, Харківській, Київській та Одеській областях. Побудуємо графіки, з включенням ліній, що відображатимуть встановлені норми для показника pm 2.5. Отримані графіки є більш повними і точними, дозволяючи краще оцінити відхилення від стандартів та виявити будь-які незвичайні тенденції в даних.

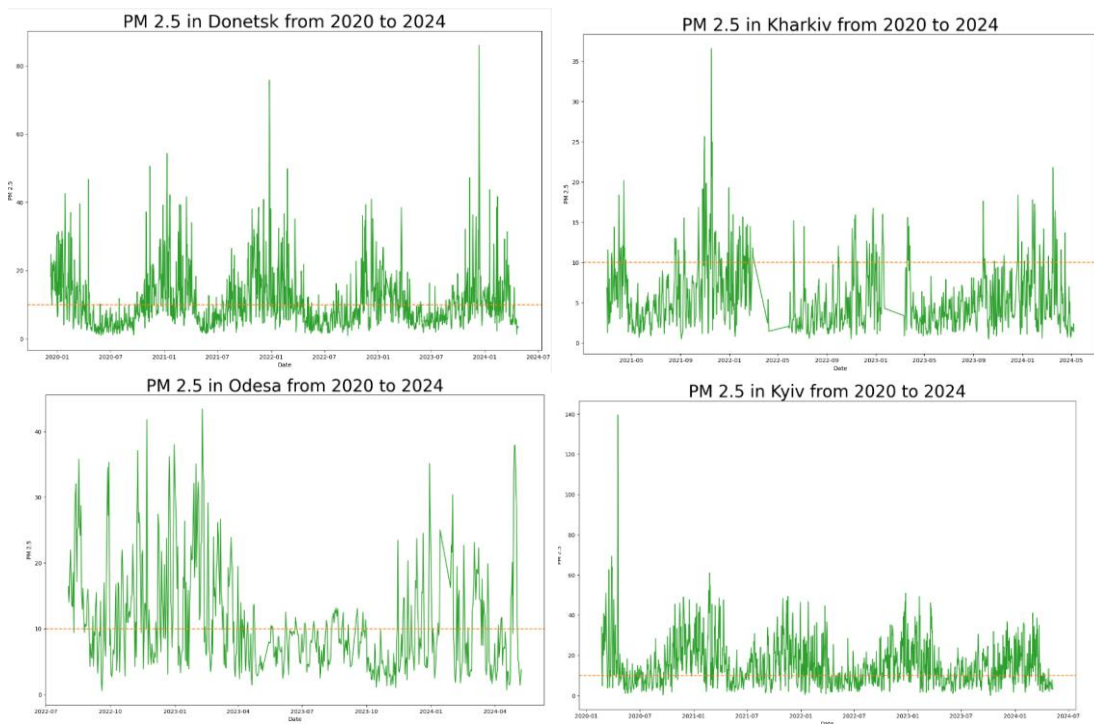
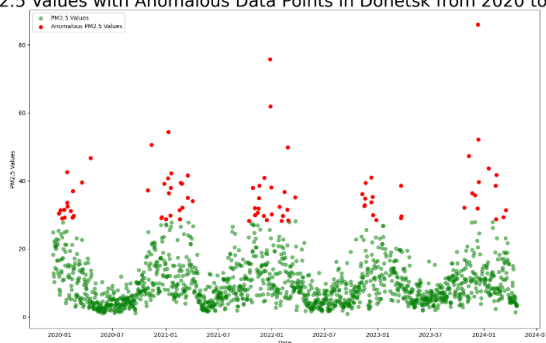


Рис. 2. Графіки рm 2.5, з ліній, що відображають встановлену норму

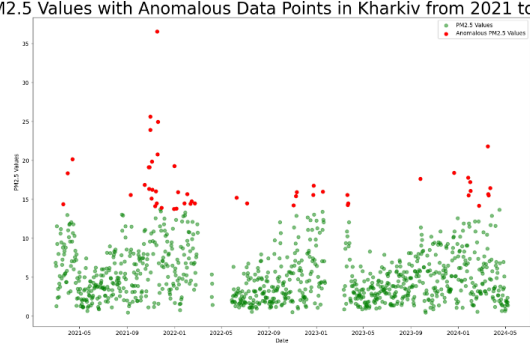
На рис. 2 видно, що значення частинок пилу розміром 2,5 мкм періодично значно перевищують встановлені норми для цього показника, що показує суцільна лінія на графіках.

Додатковий аналіз показників є ключовим кроком у нашому дослідженні. Знаходження аномалій у значеннях може розкрити незвичайні тенденції або події, які можуть мати значущий вплив на якість повітря в Донецькій, Харківській, Одеській та Київській областях. Використовуючи мову програмування Python [4], було заплановано дослідити дані більш глибоко, виявляючи виняткові або відхилені значення, які впливають на розуміння загального контексту забруднення повітря. Ця детальна перевірка дозволить здійснити більш точні та обґрунтовані висновки щодо стану атмосферного повітря в місті та дозволить обрати більш правильний шлях подальших досліджень.

PM2.5 Values with Anomalous Data Points in Donetsk from 2020 to 2024



PM2.5 Values with Anomalous Data Points in Kharkiv from 2021 to 2024



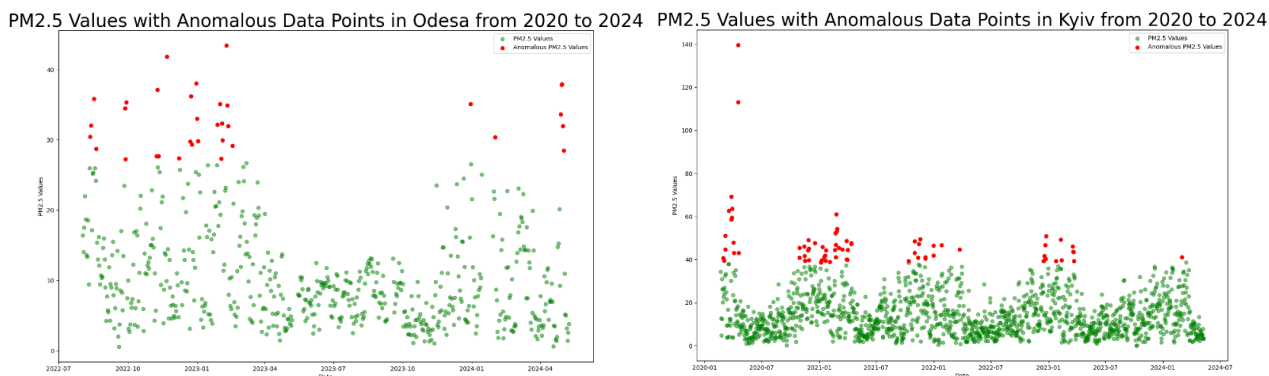


Рис. 3. Графіки аномальних значень виявлених за допомогою статистичного методу Z-score

На рис. 3 продемонстровано графіки з аномальними значеннями, виявленими за допомогою статистичного методу Z-score. Цей метод визначає відстань між сумнівними точками та центром розподілу даних. Завдяки Z-score чітко визначено ті значення, які відхиляються від нормального розподілу та вважаються аномальними при дослідженні якості повітря в різних регіонах України.

Висновки. Дослідження впливу війни на якість повітря в Україні показало, що війна має значний негативний вплив на стан атмосферного повітря в країні.

Рівень забруднюючих речовин PM2.5 у багатьох містах значно перевищує допустимі норми, що становить серйозну загрозу для здоров'я людей.

Аналіз даних з датчиків моніторингу повітря в Донецькій, Харківській, Одеській та Київській областях показав, що в Донецькій, Харківській та Київській областях рівень PM2.5 в середньому знаходиться в межах допустимих норм, але спостерігаються значні коливання, або аномально великі значення. В Одеській області рівень PM2.5 в середньому вище допустимих норм, що свідчить про значне забруднення повітря.

Застосування статистичного методу Z-score дозволило виявити аномальні значення PM2.5, які можуть бути пов'язані з бойовими діями, обстрілами, пожежами або іншими подіями, що призводять до викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Подальші дослідження в галузі екологічної безпеки необхідні для більш точної оцінки впливу війни на якість повітря в Україні та розробки заходів щодо його покращення. Для отримання більш комплексної картини забруднення повітря в країні потрібна розширена мережа датчиків та більш детальні дослідження.

Незважаючи на різні обмеження, дані, представлені в роботі, дають чітке уявлення про руйнівний вплив війни на довкілля в Україні. Тому важливо зазначити, що зростання забруднення повітря є серйозною проблемою, яка потребує негайної уваги та рішучих дій.

1. Аналіз тенденцій якості повітря в містах Індії за допомогою дослідницького аналізу даних. URL: <https://medium.com/@anjaliramesh/analyzing-air-quality-trends-in-indian-cities-through-exploratory-data-analysis-d7e1e9ceb927>

2. Дані про стан якості повітря в світі. URL: https://waqi.info/uk/#google_vignette

3. Карта бойових дій в Україні. URL: <https://deepstatemap.live/#6/49.160/29.949>

4. Аналіз даних про якість повітря PM2.5 і PM10 за допомогою Python. URL: <https://medium.com/@olaideameenah/analyzing-pm2-5-and-pm10-air-quality-data-using-python-ep-1-93d70742a9b9>

Габрель Микола, Лисяк Наталія, Хром'як Йосиф
Національний університет «Львівська політехніка»

«РОЗУМНЕ» МІСТО В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Термін «розумне місто» став з'являтися в академічній літературі в 1990-х роках, його визначення еволюціонувало та розширювалося. На сьогодні однією з найперспективніших концепцій у сфері урбаністики й інформаційних технологій вважається концепція «розумного міста», що пов'язується головню з новими технологіями, суть яких зводиться до покращення можливостей та усунення інформаційно-комунікаційними засобами проблем міста та оптимізації систем споживання, мінімізації шкідливих викидів і безвідходних технологій, підвищення ефективності систем транспорту, безпеки і послуг для мешканців тощо. Враховуючи, що міста відповідальні за 60% світового споживання енергії та понад 75% глобальних шкідливих викидів, розглянемо розумне місто в системі екологічної безпеки, зосереджуючи увагу на питаннях безпеки й захищеності в таких містах, спробуємо зрозуміти «розумне» місто в екологічній безпеці держави та регіонів.

Поняття «розумності» міст спирається на інформаційно-комунікаційні технології, мобільні рішення, великі бази даних, штучний інтелект та інші інтелектуальні технології, впроваджуючи які оновлюються системи й структури, а місто стає «розумнішим». В осмисленні аналізованого феномену первинними є закладені В. Вернадським *ідеї ноосфери Землі* як сфери розуму [1]. В концепції та моделі ноосфери як системного розуміння процесів розвитку людства і міст фундаментальними є константи: моральності; екологічного світогляду й зростання ролі екополітики; цілеспрямованості впливу людей на систему «людина – суспільство – природа»; гармонійного поєднання свободи й національних особливостей; ідеї та діяльність людства з просторового розвитку територій. Вплив людини на природу сьогодні стрімко зростає, отож збільшується відповідальність людини за навколишнє середовище, а розвиток планети має стати керованим силою розуму.

У дослідженнях феномену «розумності» урбанізованих систем у контексті екологічних ідей доцільно опертись на теорії й концепції: *просторової організації суспільства і світу; розвитку суспільства майбутнього; трансформації суспільства та перехідних фаз; потенційних конфліктів у суспільстві*. Вони дають можливість зрозуміти природу «розуму», визначити ті складові системи, що виграють у відповідних ситуаціях, та причини програшу інших. *Концепція розумного міста, що насамперед* пов'язана з процесами в місті та спонукає людину до відповідної поведінки і прийняття раціональних рішень. Пов'язаність розумного міста насамперед із діджиталізацією та комп'ютерними технологіями звужує трактування феномену «розуму» як системи знань, інтелекту, культури мислення, креативності та нових пріоритетів. Це система, в якій просторова організація і розвиток спираються на мислення та нові знання геополітичних, соціальних, економічних, екологічних, технологічних, інституційних реалій, цінність процесів і явищ. Місто стає розумним, коли виділяє стратегічні й тактичні типи рішень щодо свого функціонування і розвитку: перші визначають правильні цілі, другі вибирають правильний спосіб їх досягнення. Допустим є «делегування» технологіям окремих рішень щодо функцій міста, але вибір і прийняття рішення залишається за людиною.

Розвиток міського простору зазвичай супроводжується екологічними ризиками – економічний розвиток прискорив забруднення навколишнього середовища, привів до втрати природних середовищ існування та змін ландшафту. Однак екологічні ризики – це не лише ризики для здоров'я людини через забруднення, кліматичні аномалії та стихійні лиха, а й погіршення екосистемних послуг для людей. Подолання екологічних ризиків сприяє збереженню та підтриманню стабільності в громадах, формує екологічний комфорт мешканців міста та знижує ступінь соціально-екологічних конфліктів. Концепція «екологічного» міста, будучи частиною концепції його «розумності», зосереджена головню на проблемі злочинності в міських районах [2]. Іншими словами, «Екологічне місто» – це ідея спільноти, яка використовує технології, щоб допомогти урядам, громадам та бізнесу та створити середовище, де люди почуваються безпечно й комфортно. Концепція «екологічного» міста за рахунок використання фізичних, організаційних, апаратних та програмних засобів захисту підвищує ефективність процесів у сфері охорони здоров'я шляхом мінімізації загроз з метою забезпечення життя громадян у здоровому й сталому середовищі

та простого доступу до якісної медичної допомоги, а також для досягнення високого рівня стійкості, здатність миттєво реагувати на загрозливі чи кризові явища.

Щоб створити високу стійкість у місті, кожна система повинна працювати з високою ефективністю та у зв'язку з іншими системами. На нашу думку, міста досягнуть стійкості, поєднавши філософію концепцій «розумного» й «екологічного», а реалізації цьому сприятиме розуміння взаємозв'язків у структурі концепцій, систем, їх шарів та компонентів. Так, наріжним каменем розумного міського планування є розумний транспорт – інтернет речей, штучний інтелект та інші технології, зокрема геолокація, допомагають покращити систему громадського транспорту, зменшити затори на дорогах та викиди вуглецю, покращуючи якість життя для мешканців міста як пасажирів. Технології розумних транспортних систем дозволяють передбачити недоліки у використанні транспортних засобів, забезпечують роботу паркувальних систем, ефективно управління дорожнім рухом на основі штучного інтелекту. Розумні технології й штучний інтелект допомагають керувати розумними мережами, оснащення датчиками і програмним забезпеченням. Програмне забезпечення й аналітичні інструменти сприяють виявленню закономірностей та прогнозу споживання ресурсів, щоб задовольняти потреби споживачів, підтримувати інтеграцію відновлюваних джерел енергії й ефективних технологій, продовжувати термін дії активів і скорочення ресурсів, необхідних для їх підтримки, оптимізувати видобуток, покращуючи стан охорони здоров'я, безпеки та стану навколишнього середовища. Основними концепціями екологічно безпечного міського планування є діяльність та пропозиція планування землекористування, виявлення гарячих точок покращення природного середовища та системи громадського транспорту та відповідного нагляду за ними.

Моделювання розвитку «розумних» міст у системі екологічної безпеки має враховувати:

- знання, які є центральною ланкою «розумного» міста та пропонують перспективи для розвитку й оновлення основних підсистем;
- екологічну орієнтованість рішень, що базується на даних у режимі реального часу;
- мобільність і кінетичність урбаністичної сфери, які скеровані на зменшення проблем переміщень та надання якісних і екологічно чистих транспортних послуг;
- інтеграцію нових технологій в операції, функції, процеси та відносини з усіма зацікавленими сторонами («розумне місто» та «розумний уряд» часто вживаються як синоніми);
- безпеку (включає системи спостереження й громадської безпеки – інтелектуальне спостереження захисту громадян від загроз і громадська безпека як протистояння порушенням безпеки через участь громад і використання даних у реальному часі);
- розумну діяльність, що пов'язана з конкурентоспроможністю (інновації, підприємливість, нематеріальні активи, продуктивність і гнучкість ринку праці, інтеграція та використання інформаційних технологій у виробничих процесах);
- співпрацю (зв'язки і відносини) зацікавлених сторін у покращенні якості життя громадян та захисті середовища (застосування інтелектуальних лічильників, домашнього сервісу та розумних мереж тощо);
- інтелектуалізацію рішень щодо утилізації відходів у домогосподарствах, комерційних будівлях і громадських місцях;
- технології здорового міста, пов'язані з концепцією розумного життя, включаючи спосіб життя, якість систем охорони здоров'я, програми і технології здоров'я, розумні системи догляду та дистанційного моніторингу хворих або літніх пацієнтів тощо.

1. *Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського* / [ред. рада: Б.Є. Патон (голова) та ін.]. К.: НАН України, 2012, т. 3. 507 с.

2. *Ristvej J. On Smart City and Safe City Concepts* / Ristvej J., Lacinák M., Ondrejka R. // *Mobile Networks and Applications*. 2020. №25. Pp. 836–845.

Ганчук Максим, Скиба Вікторія, Ольховська Валерія
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В РЕЗУЛЬТАТІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Лісові насадження є важливим елементом екосистеми, що забезпечує підтримку мікроклімату та забезпечує її стабільність. Територія Запорізької області вкрита лісовими насадженнями всього на 4,31%, що є найменшим показником серед областей України. Стратегією сталого розвитку України до 2030 року було передбачено збільшення площі лісових насаджень з 15,9% до 17,5%. Та, з початком повномасштабного вторгнення програми зі збільшення лісовкритих площ були припинені. Наразі мова йде про збереження того що є. Адже, щоденні обстріли території України несуть загрозу не лише життю людей та функціонуванню інфраструктури, а й оточуючому довкіллю, в тому числі й лісовим насадженням. Окрім того, виникає проблема з моніторингом стану лісових насаджень на тимчасово-окупованих територіях. Одним з методів вирішення є дистанційні дослідження засновані на використанні даних супутникового моніторингу.

Перші дослідження з вивчення лісів методами аерофотографії були проведені у 1930-х роках на території США та Канади колективом вчених S.H. Spurr, S.T.B. Losee, H.E. Seely. У наші дні методи застосування ГІС-технологій та систем супутникового моніторингу для вирішення питань моніторингу стану лісових насаджень розкриті у працях вітчизняних та закордонних вчених: В. Зацерковний, П. Савков, І. Пампуха, Миронюк В. В., Фурдичко О.І., Дребот О.І., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В., Boisvenue, C., Smiley, B. P., White, J. C., Kurz, W. A., & Wulder, M. A., Chrysafis, I., Mallinis, G., Gitas, I., Tsakiri-Strati, M., Eisavi, V., Homayouni, S., Yazdi, A. M., & Alimohammadi, A. та багато інших.

На сучасному етапі розвитку технологій супутникового моніторингу можна виділити наступні напрями вивчення лісових насаджень [3]: широкомасштабний моніторинг стану лісів та визначення здоров'я дерев (виявлення ділянок, що пригнічені внаслідок розвитку хвороб чи поширення шкідників; виявлення дерев що були пошкоджені під впливом природних чи антропогенних чинників; визначення особливостей метеорологічних та мікрокліматичних умов та їх вплив на стан лісових насаджень); інвентаризація лісових насаджень з метою оцінки обсягів та запасів деревини (дозволяє визначати вік дерев, їх висоту та діаметр стовбура; щільність насаджень; проективне покриття; межі кварталних виділів з однорідними насадженнями); аналіз структури лісу для збалансованого використання лісового ресурсу (ретроспективний аналіз території; моделювання стоку CO₂; оцінка екосистемних послуг).

Сучасні системи супутникового моніторингу лісових пожеж дають змогу [2]: здійснювати контроль лісопожежної ситуації; оцінювати та надавати інформацію про параметри лісових пожеж; виявляти зони та площі задимлення від лісових пожеж; виявляти лісові пожежі на різній стадії її розвитку.

Сервіс FIRMS (The Fire Information for Resource Management System) розроблений в університеті штату Меріленд і підтримується Національним агентством США із аеронавтики і дослідження космічного простору (NASA). Система використовує загальнодоступні супутникові знімки. FIRMS є загальнодоступною [1].

Переваги використання сервісу FIRMS: оглядовість; регулярність отримання даних; точність прив'язки до місцевості; незалежність наданої інформації; легкість використання; доступ до зшивання вихідних знімків на території в зручній синтезації каналів. Недоліки: низька просторова роздільність вихідних знімків; автоматичні алгоритми обробки даних [2].

Для аналізу виникнення лісових пожеж нами були обрані наступні часові рамки – 02.05-09.05.2024 року (рис. 1). Чітко можна класифікувати просторове розміщення пожеж на дві категорії. Перша приурочена до лінії зіткнення з ворогом, друга – знаходиться в глибині території України. При збільшенні масштабу можемо спостерігати конкретні місця розміщення пожеж (рис. 2). Саме тут і простежується основний недолік FIRMS, що пов'язаний із низькою просторовою роздільністю вихідних знімків.

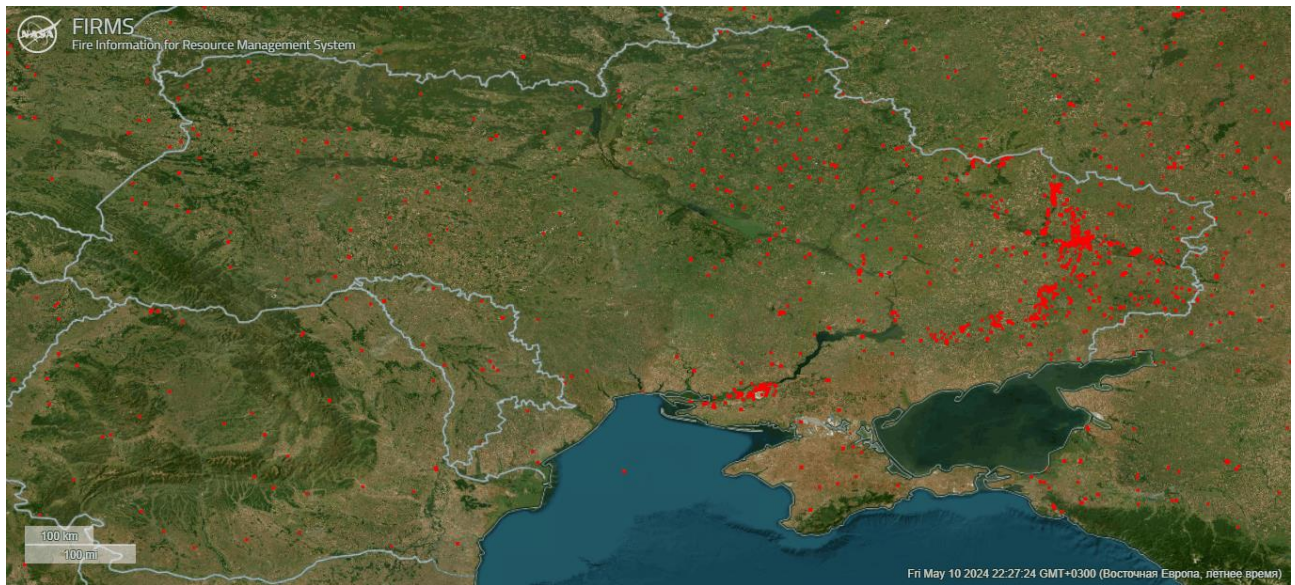


Рис. 1 Розповсюдження пожеж за даними сервісу FIRMS (02.05-09.05.2024 рік)

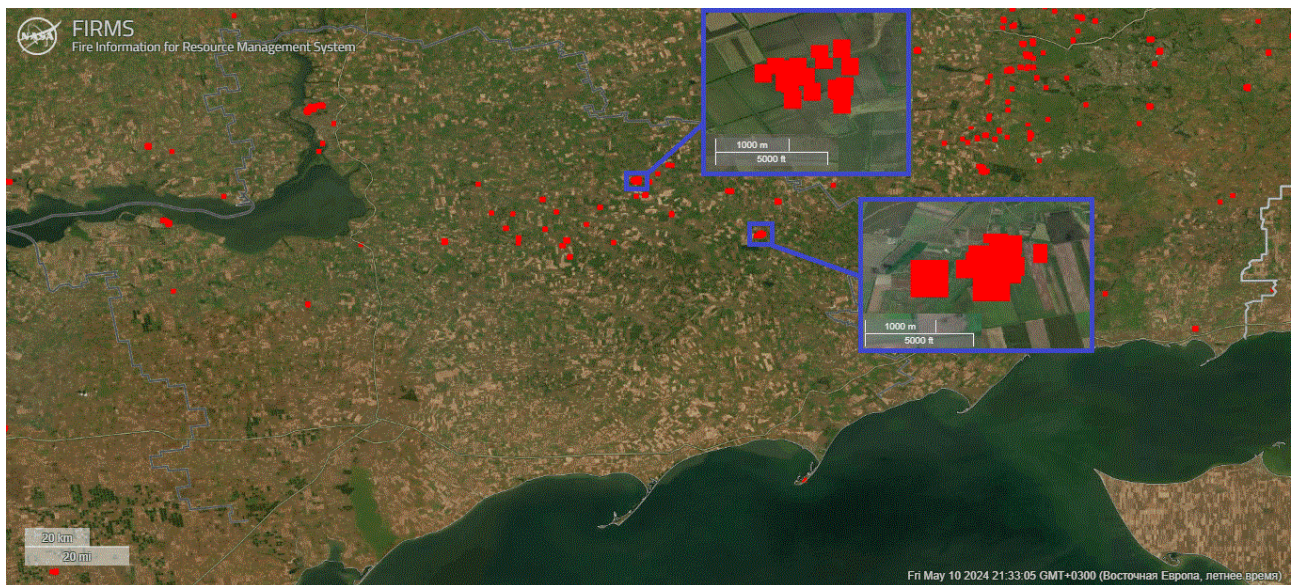


Рис. 2 Розміщення пожеж в межах Запорізької області за даними сервісу FIRMS (02.05-09.05.2024 рік)

Наступна система, що дає нам дані про зменшення площ лісових насаджень це Global Forest Change (GFC). Це розробка кафедри географічних наук Університету штату Меріленд, де подаються результати аналізу часових рядів зображень Landsat, що характеризують площу та зміни лісу [4].

Отримані дані з системи Global Forest Change дають нам уявлення про просторове розміщення лісових насаджень (рис. 3А) та втрати площ лісових насаджень (рис. 3Б). У цієї системи також існують схожі проблеми як і у попередньої: низька просторова роздільність вихідних знімків.

Отже, проаналізувавши сервіси FIRMS та GFC можна зробити висновок, що вони надаючи дані для аналізу лісових пожеж та втрати лісовкритих площ поодиночі досить добре будуть використовуватись у поєднанні. Таким чином, можна підвищити достовірність отриманої інформації.

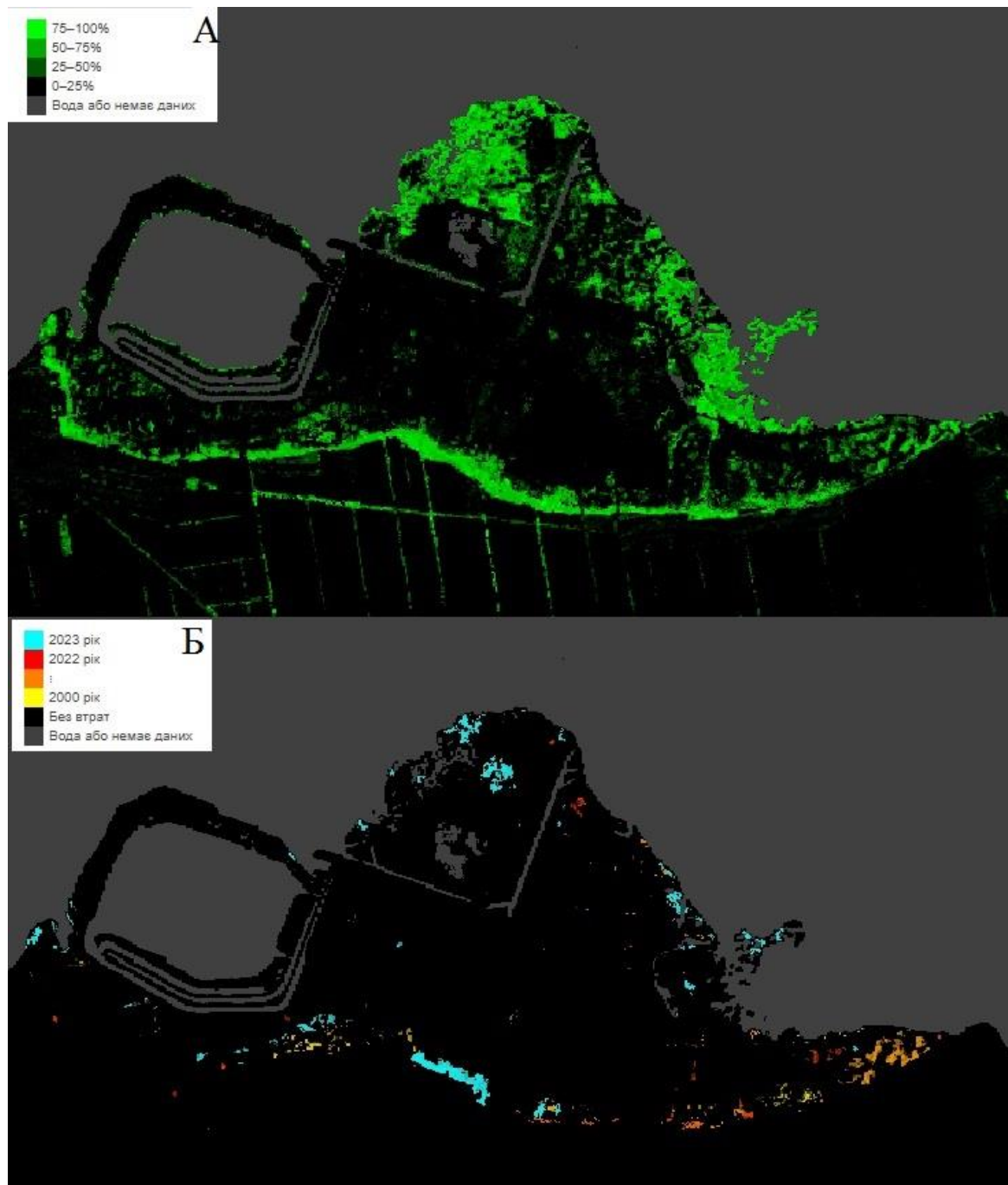


Рис. 3/ Аналіз втрат лісовкритих площ за допомогою Global Forest Change
 А – лісовкриті площі; Б – втрати лісових насаджень

1. Офіційний сайт FIRMS <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>
2. Четверіков Б.В., Калинич І.В. Методика застосування даних дистанційного зондування Землі в оцінці наслідків надзвичайних ситуацій. Монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. 118 ст.
3. A best practices guide for generating forest inventory attributes from airborne laser scanning data using the area-based approach / Joanne C. White, Michael A. Wulder, Andres Varhola, Mikko Vastaranta, Nicholas C. Coops, Bruce D. Cook, Doug Pitt, Murray Woods // Natural Resources Canada Canadian Forest Service Canadian Wood Fibre Centre, 2013. 50 p.
4. Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., and

Глуховецький Петро
Національний університет «Львівська політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ (ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ) ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Згубний вплив збройних конфліктів на довкілля є дуже важливим, але часто ігнорованим аспектом війни. Військові дії не лише завдають безпосередньої екологічної шкоди, але й мають довгострокові наслідки для здоров'я людей та соціально-економічного розвитку, що призводить до деградації довкілля. Наслідки конфлікту проявляються різними способами, включаючи забруднення ґрунту, втрату водних ресурсів і забруднення атмосфери. Ці фактори разом погіршують вразливість екосистем і населення в зонах конфлікту.

Кількісна оцінка та пом'якшення впливу бойових дій на навколишнє середовище завжди були складними завданнями через динамічний і хаотичний характер бойових дій. Проте, швидкий розвиток технологій у сфері екологічних досліджень відкриває нові можливості для подолання цих труднощів. Одним з найбільш перспективних напрямків розвитку є впровадження технологій Інтернету речей (ІоТ), які дозволяють здійснювати негайний моніторинг і контроль змінних параметрів навколишнього середовища, навіть у надзвичайно складних ситуаціях.

Використання пристроїв Інтернету речей дозволяє збирати вичерпні дані про забруднювачі довкілля, оцінювати масштаби шкоди та здійснювати цілеспрямовані дії з безпрецедентною точністю. Ця компетенція необхідна для зменшення безпосередніх наслідків війни для довкілля та розробки ефективних шляхів відновлення після конфліктів. Завдяки використанню Інтернету речей ми можемо покращити наше розуміння деградації довкілля, спричиненої конфліктами, і створити надійні системи екологічної стійкості в умовах збройних дій, не витрачаючи при цьому великих коштів.

Технології Інтернету речей надають масштабове та універсальне рішення для моніторингу та втручання у вирішення екологічних проблем, спричинених війною. Зразковою демонстрацією цієї технології є пристрій на базі Arduino, спеціально розроблений для виявлення та усунення шкідливих газів у приміщеннях. Ця система демонструє застосування Інтернету речей для збереження довкілля [1].

Такі системи використовують платформу Інтернету речей ThingSpeak для моніторингу та реєстрації даних про навколишнє середовище з плином часу, що полегшує аналіз тенденцій та довгострокову оцінку впливу на навколишнє середовище [3]. Ця здатність має вирішальне значення в зонах конфлікту, де постійне спостереження може надати цінну інформацію як для негайного, так і для довгострокового вирішення екологічних загроз.

Завдяки інтеграції рішень Інтернету речей (ІоТ) ми можемо досягти:

- Спостереження в режимі реального часу: Постійне спостереження за якістю повітря та рівнем забруднюючих речовин, що гарантує швидке виявлення шкідливих змін у навколишньому середовищі;

- Висновки на основі даних: Використання зібраних даних для прийняття обґрунтованих рішень щодо управління навколишнім середовищем та рекомендацій щодо охорони здоров'я;

- Масштабне покриття – відносно невелика ціна пристроїв дозволить ефективно масштабувати мережу датчиків.

У контексті екологічного моніторингу в умовах війни інтеграція систем збору даних відіграє вирішальну роль у комплексній оцінці та управлінні екологічними ризиками. Зразковим сервісом у цій сфері є SaveEcoBot – українська ініціатива, яка пропонує дані

екологічного моніторингу в режимі реального часу, доступні через інтуїтивно зрозумілу онлайн-платформу [4].

SaveEcoBot є цінним ресурсом для відстеження якості повітря, рівня радіації та інших екологічних параметрів. Цей сервіс агрегує дані з різних джерел, пропонуючи консолідовану картину стану довкілля.

Хоча такі сервіси, як SaveEcoBot, надають необхідні дані, існує також можливість розробляти власні системи Інтернету речей, пристосовані до конкретних екологічних викликів у зонах конфлікту. Ці системи можуть бути розроблені для боротьби з конкретними забруднювачами або умовами, які переважають на територіях, що постраждали від війни.

Розглянемо приклад схеми пристрою для визначення рівня забруднення повітря [2].

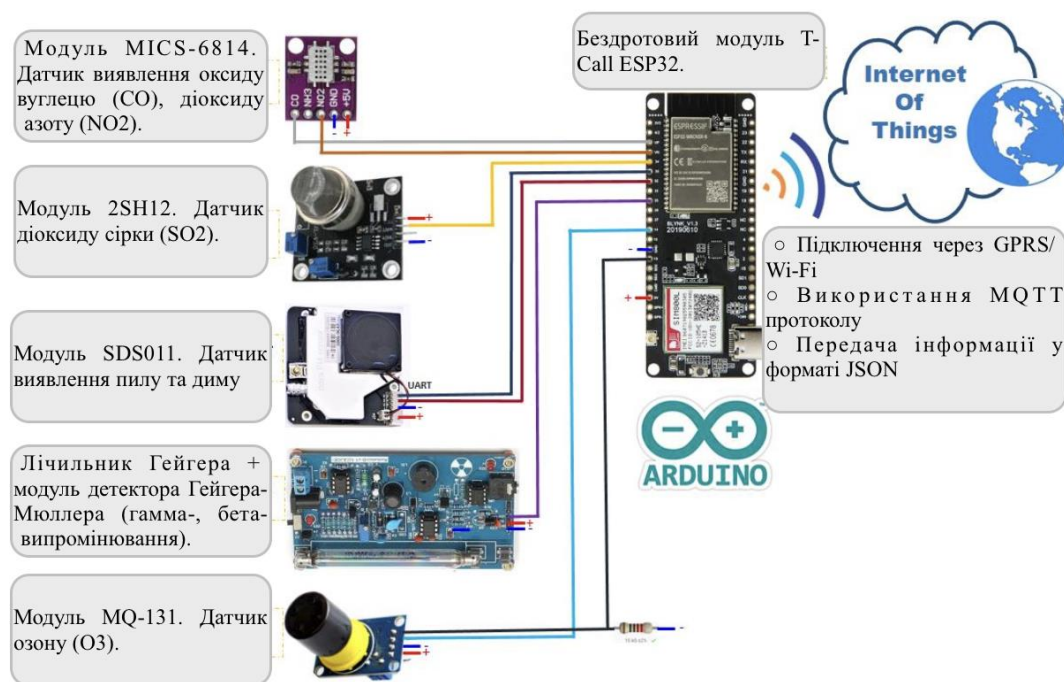


Рис. 1. Схема пристрою на базі мікроконтролера Arduino для визначення рівня забрудненості повітря

Як можемо побачити на рис. 1, система складається з взаємопов'язаних компонентів, які працюють разом, щоб забезпечити моніторинг і реагування на умови навколишнього середовища в режимі реального часу. Фундаментальні елементи системи включають в себе:

- **Мікроконтролер Arduino Uno.** Приблизна ринкова ціна ~ 500 грн.
- **Лічильник Гейгера + модуль детектора Гейгера-Мюллера** (гамма-, бета-випромінювання). Приблизна ринкова ціна ~ 2000-2500 грн.
- **Модуль MICS-6814.** Датчик виявлення оксиду вуглецю (CO), діоксиду азоту (NO2). Приблизна ринкова ціна ~ 1000 грн.
- **Модуль 2SH12.** Датчик діоксиду сірки (SO2). Приблизна ринкова ціна ~ 2500 грн.
- **Модуль SDS011.** Датчик виявлення пилу та диму (PM10, PM2.5). Приблизна ринкова ціна ~ 1000 грн.
- **Модуль MQ-131.** Датчик озону (O3). Приблизна ринкова ціна ~ 1000 грн.
- **Бездротовий модуль T-Call ESP32.** Цей Wi-Fi пристрій використовується для передачі даних з датчиків до системи через інтернет. Приблизна ціна ~ 500 грн.

Низька вартість цих компонентів робить економічно вигідним розгортання великих мереж датчиків на великих територіях. Широко розповсюджуючи ці системи, ми можемо досягти:

- Всебічного покриття: Широкомасштабне розгортання може забезпечити широку картину стану довкілля, пропонуючи розуміння, яке є критично важливим для широкомасштабного екологічного менеджменту та планування, особливо у період війни.

- Ефективних рятувальних заходів: Дані в режимі реального часу полегшують швидку евакуацію та інші заходи з порятунку життя у відповідь на раптові екологічні загрози.

Поєднуючи легкодоступні сервіси, такі як SaveEcoBot, з індивідуальними рішеннями Інтернету речей, ми можемо значно розширити наші можливості з моніторингу та реагування на екологічні загрози в зонах бойових дій. Доступність і масштабованість цих технологій не лише роблять їх практичними, але й забезпечують їх широке застосування для захисту довкілля та здоров'я населення.

У подальших дослідженнях пріоритетом має стати розвиток високостійких і масштабованих технологій Інтернету речей (IoT), здатних витримувати складні умови, що виникають у зонах конфлікту. Крім того, вкрай важливо розвивати співпрацю між урядами, неурядовими організаціями та академічною спільнотою з метою покращення впровадження та ефективності цих технологій. Розширюючи наші технологічні можливості і просуваючи міждисциплінарну стратегію моніторингу довкілля, ми можемо значно підвищити нашу здатність протистояти екологічним труднощам, спричиненим військовими конфліктами.

1. Іванюк О.О. та ін. Система виявлення та очищення приміщення від шкідливих газів на базі технології інтернету речей. Автоматика, вимірювання та керування. 2020. Т. 2, №1. С. 2.

2. Al-jarakh Taha E. et al. Design and implementation of IoT based environment pollution monitoring system: A case study of Iraq // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1105, No.1. IOP Publishing.

3. Building the Internet of Things with the ESP8266 Wi-Fi Module and ThingSpeak, URL: <https://community.thingspeak.com/tutorials/esp8266/building-the-internet-of-things-with-theesp8266-wi-fi-module-and-thingspeak/>. (дата звернення 06.05.2024)

4. SaveEcoBot, URL: <https://www.saveecobot.com/> (дата звернення 06.05.2024)

Грицюк Павло, Грицюк Юрій
Національний університет «Львівська політехніка»

МАТРИЧНЕ ШИФРУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ПОЛІНОМАМИ ФІБОНАЧЧІ

Екологічна безпека в умовах воєнного стану України є глобальною проблемою позаяк існує загроза хімічної, біологічної та ядерної катастроф унаслідок використання зброї масового враження. Через воєнні дії багато установ перенесли свої дані в більш спокійні регіони країни, а інші – у хмару, зазвичай за кордон. Внесено відповідні зміни до законодавства, які дали можливість це робити навіть державним установам. Проте, як і раніше, всі інформаційні системи, вимоги до захисту яких закріплені в законодавстві України, мають бути захищені за чинними стандартами, в т. ч. й шляхом шифрування даних. Саме системи захисту інформації є першим рубежем, що стримує ворога від знищення України в кіберпросторі.

Числа Фібоначчі є популярною темою для математичного збагачення дослідників і їхньої популяризації серед них [8]. Водночас, різні послідовності поліномів під назвами поліномів Фібоначчі та Лукаса трапляються в науковій літературі протягом століття, позаяк вони тісно пов'язані між собою та широко досліджені [1]. Поліноми Фібоначчі з'являються в різних областях застосування [6], в т.ч. й шифрування даних, насамперед матричним методом.

У роботі [2] розроблено узагальнені співвідношення між елементами матриці шифрування даних числами Фібоначчі. Автори розглядали клас квадратної матриці Фібоначчі

$(p+1)$ -порядку, елементи якої базуються на p -числах Фібоначчі з визначником, що становить ± 1 . Вони стверджують, що існує зв'язок між числами Фібоначчі з початковими членами, який відомий як формула Кассіні, а саме: $F_{n+1} \cdot F_{n-1} - F_n^2 = (-1)^n, n \geq 1$. Оригінальний метод (де)шифрування даних числами Фібоначчі впливає з аналогічних матриць, де відомим залишається зв'язок між її елементами для випадку $p = 1$ [8]. Також автори встановили узагальнені співвідношення між елементами матриці шифрування даних для різних значень p . Наприклад, для $p = 2$ достовірність запропонованого методу становить 99,80 % і зростає зі збільшенням цього значення [9].

У роботі [6] розроблено метод шифрування будь-яких повідомлень на підставі поліномів Фібоначчі. Для цілих чисел $m \geq 2, x \geq 1$ і $n \geq 1$ було розроблено \bar{Q}_m^n -матрицю n -го степеня розміром $m \times m$, яку названо $\bar{Q}_m^n(x)$ -матрицею шифрування даних, елементами якої є поліноми Фібоначчі. Для розшифрування даних автори ввели обернену $\bar{Q}_m^{-n}(x)$ -матрицю, особливість якої у тому, що її визначник становить ± 1 .

Загалом, поліноми Фібоначчі [2] – це поліноміальна послідовність, яку розглядають як узагальнення чисел Фібоначчі. Їх визначають таким рекурентним співвідношенням:

$$F_n(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } n = 0; \\ x, & \text{якщо } n = 1; \\ xF_{n-1}(x) + F_{n-2}(x), & \text{якщо } n \geq 2. \end{cases}$$

Перші кілька поліномів Фібоначчі та деякі інші мають такий вигляд:

$$\begin{aligned} F_0(x) &= 0; & F_1(x) &= 1; & F_2(x) &= x; & F_3(x) &= x^2 + 1; & F_4(x) &= x^3 + 2x; \\ F_5(x) &= x^4 + 3x^2 + 1; & F_6(x) &= x^5 + 4x^3 + 3x; & F_7(x) &= x^6 + 5x^4 + 6x^2 + 1; \\ F_8(x) &= x^7 + 6x^5 + 10x^3 + 4x; & F_9(x) &= x^8 + 7x^6 + 15x^4 + 10x^2 + 1; \\ F_{10}(x) &= x^9 + 8x^7 + 21x^5 + 20x^3 + 5x; & F_{11}(x) &= x^{10} + 9x^8 + 28x^6 + 35x^4 + 15x^2 + 1; \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{20}(x) &= x^{19} + 18x^{17} + 136x^{15} + 560x^{13} + 1365x^{11} + 2002x^9 + 1716x^7 + 792x^5 + 165x^3 + 10x. \end{aligned}$$

У цьому дослідженні також використаємо квадратні $\bar{Q}_m^n(x)$ -матриці, елементами яких є поліном Фібоначчі. Покажемо, що ці матриці є практичними з точки зору теорії шифрування даних. Наведений нижче підхід вважатимемо матричним методом шифрування даних з використанням поліномів Фібоначчі. Підставляючи будь-яке натуральне число замість x , отримаємо безмежну кількість \bar{Q}_m^n -матриць Фібоначчі m -го порядку ($m \geq 2$) і n -го степеня.

Розглянемо матрицю розміром 2×2 такого вигляду $\bar{Q}_2^1(x) = \begin{bmatrix} x & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$. Для будь-якого x маємо $\det(\bar{Q}_2^1(x)) = -1$. Встановлюючи $F_0(x) = 0$ і застосовуючи індукцію по $n \geq 1$, легко перевірити, що матриця Фібоначчі n -го степеня матиме такий вигляд $\bar{Q}_2^n(x) = \begin{bmatrix} F_{n+1}(x) & F_n(x) \\ F_n(x) & F_{n-1}(x) \end{bmatrix}$. Використовуючи теорему про визначник, бачимо, що $\det(\bar{Q}_2^n(x)) = (-1)^n$. Також можна визначити $\bar{Q}_m^n(x)$ -матрицю розміром $m \times m$, яка матиме такий вигляд:

$$\bar{Q}_2(x) := \begin{bmatrix} x & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}_{2 \times 2}; \quad \bar{Q}_3(x) := \begin{bmatrix} x & 1 & 0 \\ 0 & x & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}_{3 \times 3}; \quad \bar{Q}_4(x) := \begin{bmatrix} x & 1 & 0 & 0 \\ 0 & x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}_{4 \times 4}; \quad \bar{Q}_m(x) := \begin{bmatrix} x & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & x & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & x & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & x & 1 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}_{m \times m}.$$

Наприклад, для $m = 3$ і $n = 3$ та $m = 5$ і $n = 6$ матимемо такі матриці

$$\bar{Q}_3^3(x) = \begin{bmatrix} x^3 & 3x^2+1 & 2x \\ 0 & x^3+2x & x^2+1 \\ 0 & x^2+1 & x \end{bmatrix}_{3 \times 3}; \quad \bar{Q}_5^6(x) = \begin{bmatrix} x^6 & 6x^5 & 15x^4 & 20x^3+5x & 10x^2+1 \\ 0 & x^6 & 6x^5 & 15x^4+10x^2+1 & 10x^3+4x \\ 0 & 0 & x^6 & 6x^5+10x^3+4x & 5x^4+6x^2+1 \\ 0 & 0 & 0 & x^6+5x^4+6x^2+1 & x^5+4x^3+3x \\ 0 & 0 & 0 & x^5+4x^3+3x & x^4+3x^2+1 \end{bmatrix}_{5 \times 5}.$$

У подальшому $\bar{Q}_m^n(x)$ -матрицю будемо називати *поліноміальною матрицею Фібоначчі*. З функції визначника очевидно, що $\det(\bar{Q}_m^n(x)) = (-x^{m-2})^n$. В нашому прикладі матимемо:

$$\det(\bar{Q}_3^3(x)) = x^3(-1) - (3x^2+1) \cdot 0 + 2x \cdot 0 = -x^3;$$

$$\det(\bar{Q}_5^6(x)) = x^6 x^{12} - 6x^5 \cdot 0 + 15x^4 \cdot 0 - (20x^3+5x) \cdot 0 + (10x^2+1) \cdot 0 = x^{18}.$$

Оскільки поліноміальні $\bar{Q}_m^n(x)$ -матриці Фібоначчі можна використовувати для реалізації операції шифрування даних, то аналогічні оберненні матриці також потрібні для процесу розшифрування даних. Інтуїтивно зрозуміло, що ці $\bar{Q}_m^n(x)$ -матриці мають бути оберненими до матриць шифрування даних, які називають *поліноміальними оберненими $\bar{Q}_m^{-n}(x)$ -матрицями Фібоначчі*. Подібно до матриць шифрування даних, поліноміальні оберненні матриці Фібоначчі мають загальний вигляд. Якщо $\bar{Q}_2^1(x) = \begin{bmatrix} x & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$, то $\bar{Q}_2^{-1}(x) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -x \end{bmatrix}$. Усі співвідношення легко можна поширити на загальний випадок.

$$\bar{Q}_2^{-3}(x) = \begin{bmatrix} -x & 1+x^2 \\ x^2+1 & -2x-x^3 \end{bmatrix}_{2 \times 2}; \quad \bar{Q}_3^{-3}(x) = \begin{bmatrix} \frac{1}{x^3} & \frac{x^2-1}{x^2} & \frac{-x^4-1}{x^3} \\ 0 & -x & -(-x^2-1) \\ 0 & x^2+1 & -x^3-2x \end{bmatrix}_{3 \times 3};$$

$$\bar{Q}_5^{-6}(x) := \begin{bmatrix} 1/x^6 & -6/x^7 & 21/x^8 & (x^2(-x^6-x^2+4)-15)/x^7 & (-21+x^2(x^8+x^6-x^2+5))/x^8 \\ 0 & 1/x^6 & -6/x^7 & (x^2(x^6+x^4-1)+5)/x^6 & (6+x^2(-x^8-2x^6-1))/x^7 \\ 0 & 0 & 1/x^6 & (-x^6(x^2+2)-1)/x^5 & (x^{10}+3x^8-1+x^6)/x^6 \\ 0 & 0 & 0 & x^4+3x^2+1 & -x^5-4x^3-3x \\ 0 & 0 & 0 & -x^5-4x^3-3x & x^6+5x^4+6x^2+1 \end{bmatrix}_{5 \times 5}.$$

Покажемо, що матричний вираз $\bar{Q}_3^n(x) \times \bar{Q}_3^{-n}(x) = \bar{I}_{3 \times 3}$ виконується для будь-якого значення n , наприклад $n=3$, де $\bar{I}_{3 \times 3}$ – одинична матриця $m=3$ -го порядку.

$$\bar{Q}_3^3(x) \times \bar{Q}_3^{-3}(x) = \bar{I}_{3 \times 3} \Rightarrow \begin{bmatrix} x^3 & 3x^2+1 & 2x \\ 0 & x^3+2x & x^2+1 \\ 0 & x^2+1 & x \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \frac{1}{x^3} & \frac{x^2-1}{x^2} & \frac{-x^4-1}{x^3} \\ 0 & -x & -(-x^2-1) \\ 0 & x^2+1 & -x^3-2x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Далі розглянемо особливості матричного методу шифрування даних *поліномами Фібоначчі*. Щоб використовувати цей метод, початкове повідомлення потрібно подати у вигляді квадратної \bar{M} -матриці m -го порядку, яку називають *матрицею повідомлення*. Немає обмежень щодо такого подання, тому користувачеві залишається визначити розташування елементів у матриці – рядками чи стовпцями. Наприклад, повідомлення "Фібоначчі" можна подати матрицею 3-го порядку, заповнюючи її поелементно рядками:

$$\bar{M} = \begin{bmatrix} \Phi & i & \bar{b} \\ o & n & a \\ ч & ч & i \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 212 & 179 & 225 \\ 238 & 237 & 224 \\ 247 & 247 & 179 \end{bmatrix}.$$

Після узгодження цілого числа $x \neq 0$ і цілого числа n між відправником і одержувачем $\overline{Q}_m^n(x)$ -матрицю шифрування даних отримують з виразу, наведеного вище. Потім цю матрицю потрібно помножити справа на матрицю повідомлення \overline{M} , щоб отримати матрицю закодованого повідомлення \overline{E} . Наприклад, для $m = 3$ і $n = 3$ маємо

$$\begin{aligned} \overline{E} &= \overline{Q}_3^3(x) \times \overline{M} = \begin{bmatrix} x^3 & 0 & 0 \\ 0 & x^3 + 2x & x^2 + 1 \\ 0 & x^2 + 1 & x \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 212 & 179 & 225 \\ 238 & 237 & 224 \\ 247 & 247 & 179 \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} 212x^3 & 179x^3 & 225x^3 \\ 247(x^2 + 1) + 238(x^3 + 2x) & 247(x^2 + 1) + 237(x^3 + 2x) & 179(x^2 + 1) + 224(x^3 + 2x) \\ 247x + 238(x^2 + 1) & 247x + 237(x^2 + 1) & 179x + 224(x^2 + 1) \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Елементи матриці закодованого повідомлення \overline{E} надсилають каналом зв'язку рядками в порядку e_1, e_2, \dots, e_9 , за якими слідують окремо значення визначника $\det(\overline{Q}_3^3(x)) = -x^3$.

Припускаючи, що передана послідовність чисел отримана без помилок, тоді, шляхом множення оберненої $\overline{Q}_3^{-3}(x)$ -матриці на матрицю закодованого повідомлення \overline{E} , отримують початкову матрицю повідомлення:

$$\begin{aligned} \overline{M} &= \overline{Q}_3^{-3}(x) \times \overline{E} = \begin{bmatrix} \frac{1}{x^3} & 0 & 0 \\ 0 & -x & x^2 + 1 \\ 0 & x^2 + 1 & -x^3 - 2x \end{bmatrix} \times \\ &\times \begin{bmatrix} 212x^3 & 179x^3 & 225x^3 \\ 247(x^2 + 1) + 238(x^3 + 2x) & 247(x^2 + 1) + 237(x^3 + 2x) & 179(x^2 + 1) + 224(x^3 + 2x) \\ 247x + 238(x^2 + 1) & 247x + 237(x^2 + 1) & 179x + 224(x^2 + 1) \end{bmatrix} = \\ &= \begin{bmatrix} 212 & 179 & 225 \\ 238 & 237 & 224 \\ 247 & 247 & 179 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Запропоновано матричний метод шифрування даних на підставі поліномів Фібоначчі над алфавітом $\{0, 1, \dots, 9\}$. Для цілих чисел $m \geq 2$, $x \geq 1$ і $n \geq 1$, використаної $Q_m^n(x)$ -матриці n -го степеню шифрування даних розміром $m \times m$, елементами якої є поліноми Фібоначчі [3]. Кожне вхідне повідомлення є \overline{M} -матрицею розміром $m \times m$, перетворену в матрицю закодованого повідомлення $\overline{E} = \overline{M} \times Q_m^n(x)$. Для запропонованого методу шифрування даних наведено простий метод виправлення помилок [5]. Показано, що цей метод може виправити до $(2^{m^2} - 1) / 2^{m^2}$ помилок, а отже, для великих значень m ймовірність виникнення помилки розшифрування даних майже дорівнює нулю. Коли всі елементи \overline{M} -матриці повідомлення мають однакову довжину десяткового розряду l , швидкість шифрування даних становить приблизно $l/(i + q)$, де q є максимальною десятковою довжиною елементів $Q_m^n(x)$ -матриці шифрування даних [4].

Отже, вибираючи досить велике значення для l порівняно з q , отримуємо код з високою швидкістю його реалізації. В роботі [4] було показано, що при застосуванні цього методу шифрування даних на двійковому симетричному каналі зв'язку з ймовірністю кросинговеру p , заснованому на властивості асимптотичної рівності розподілу, можна розглядати тільки дуже

обмежену групу шаблонів помилок, щоб мати розшифрування даних малої складності. Порівняно з класичними добре відомими кодами з виправленням помилок, такими як BCH-code, тобто коди Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема (БЧХ-коди) [1], перевагами запропонованого методу шифрування даних є використання тільки простих математичних структур і понять (обчислення матричного добутку та визначників), гнучкість під час генерування кодів різної швидкості (малі до високих швидкостей), дуже мала ймовірність виникнення помилки розшифрування даних і модифікований процес розшифрування даних малої складності.

1. Asci, M., & Tasci, D. (2007). *On Fibonacci, Lucas and special orthogonal polynomials*. *Journal of Computational and Applied Mathematics*. <https://doi.org/10.1016/J.CAM.2007.01.026>
2. Basu, M., & Prasad, B. (2009). *The Generalized relations among the code elements for Fibonacci coding theory*. *Chaos, Solitons and Fractals*, Vol. 41, Issue 5, 2517–2525. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2008.09.030>
3. Cover, T. M., & Thomas, J. A. (1991). *Elements of Information Theory*. Second Edition. Wiley-Interscience. 2nd ed. New York. 774 p. URL: <http://staff.ustc.edu.cn/~cgong821/Wiley.Interscience.Elements.of.Information.Theory.Jul.2006 eBook-DDU.pdf>
4. Engin Özkan, Merve Taştan, & Ali Aydoğdu. (2019). *Fibonacci Sayılarının Ailesinde 3-Fibonacci Polinomları*. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. Cilt: 12 Sayı: 2, 926–933. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.512100>
5. Falcon, S., & Plaza, A. (2009). *On k-Fibonacci sequences and polynomials and their derivatives*. *Chaos, Solitons and Fractals*. Vol. 39, Issue 3, 1005–1019. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2007.03.007>
6. Mostafa Esmaili & Morteza Esmaeili. (2010). *A Fibonacci-polynomial based coding method with error detection and correction*. *Computers and Mathematics with Applications*. Vol. 60, Issue 10, 2738–2752. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2010.08.091>
7. Omprakash Sikhwall, & Yashwant Vyas. (2014). *Fibonacci Polynomials and Determinant Identities*. *Turkish Journal of Analysis and Number Theory*, 2(5), 189–192. <https://doi.org/10.12691/tjant-2-5-6>
8. Stakhov, A. P. (2006, October). *Fibonacci matrices, a generalization of the "Cassini formula", and a new coding theory*. *Chaos, Solitons, & Fractals*, Vol. 30, Issue 1, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2005.12.054>
9. Urszula Bednar, & Małgorzata Wołowiec-Musiał. (2020). *Distance Fibonacci Polynomials*. *Symmetry*, 12(9), 1540. <https://doi.org/10.3390/sym12091540>

Каштан Віта, Гнатушенко Володимир
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАСЛІДКІВ ПРОРИВУ ГІДРОСПОРУД

Затоплення представляють серйозну загрозу, яка негативно впливає на людей, довкілля та призводить до значних економічних втрат по всьому світу. За даними Центру досліджень епідеміології катастроф (CRED) і Управління ООН зі зменшення ризику стихійних лих, повені становлять найбільшу частку зареєстрованих небезпек, що спричинили 43% від загальної кількості катастроф у період з 1998 по 2017 роки. Протягом цього періоду повені постраждали 2 мільярди людей і спричинили 142 000 смертей. За останні роки частота повеней та їх вплив стрімко зросли через зміну клімату та незаплановану забудову міст [1]. Повені зазвичай виникають у більшості районів Земної кулі через тривалі, інтенсивні дощі та зливи внаслідок циклонів, а також у зв'язку з таненням снігів на річках Північної півкулі Землі. Відповідно до масштабів та тривалості, повені можуть спричинити серйозне забруднення водойм та ґрунтів.

Вода, яка затоплює забруднені території, може переносити хімічні речовини, відходи та інші забруднюючі речовини, що потім потрапляють у водні екосистеми. Це може призвести до вимирання різноманітних видів риб, рослин та інших водних організмів, а також до забруднення джерел питної води [2].

Але затоплення територій можуть виникати не лише внаслідок повеней, а й в результаті руйнування гребель, дамб та гідровузлів, зокрема під час воєнних дій, що також призводить до серйозних наслідків, таких як затоплення низинних районів і небезпеки для життя населення. Прикладом є руйнування греблі Каховської ГЕС, що призвело до значних економічних збитків та екологічної шкоди. У Дніпропетровській, Херсонській та Запорізькій областях зазнали руйнувань 31 система зрошення, що призвело до втрати майже 600 000 гектарів орних земель, які залишилися без налагодження поливу, і зменшило врожай зернових та олійних культур. Не менше 150 метричних тонн нафти та 60 тонн хімікатів вилилися в річку Дніпро. Токсичні речовини потрапили у води нижче за течією від затоплених автозаправних станцій, заводів та систем каналізації. Тому актуальним завданням є розробка інформаційної технології моделювання наслідків можливого прориву на гідроелектростанціях, що дозволить вчасно ідентифікувати потенційні загрози та попереджати про можливість наслідки прориву. Це надзвичайно важливо для забезпечення безпеки населення та інфраструктури, а також для планування та реалізації ефективних заходів у разі виникнення кризових ситуацій. Забезпечення своєчасного прогнозування допоможе вчасно організувати пошук та порятунок постраждалих, виконати аварійно-рятувальні роботи та організувати евакуацію населення з зони потенційної небезпеки. Також це сприятиме швидкому та ефективному наданню медичної допомоги постраждалим, що може врятувати багато людських життів та зменшити загальні наслідки повеней та проривів на гідроелектростанціях [3].

Для ефективного прогнозування надзвичайних ситуацій необхідно враховувати різноманітні характеристики території, такі як її розмір, рельєф, кліматичні умови, а також наявність і стан техногенних об'єктів. З цією метою використання інформаційних технологій та геоінформаційних систем (ГІС) є доцільним, оскільки вони дозволяють оперативно виконувати моніторинг і аналіз територій для прогнозування та управління наслідками повеней. Використання ГІС для визначення можливих ризиків затоплення дозволяє сформулювати рекомендації стосовно безпечної забудови на таких територіях, що може сприяти зменшенню загроз для людей і майна. На рисунку 1 наведено структурну схему інформаційної технології моделювання наслідків прориву гідроспоруд.

Етапи виконання технології включають наступне:

1. Зібрати та проаналізувати параметри гідроелектростанцій (ГЕС): обсяг водосховища; глибина води перед греблею; ширина ділянки переливу води через гребінь греблі; середня швидкість руху хвилі прориву (попуску); відстань від греблі до створу; завантажити знімки з супутника Sentinel-1,2.

2. Виконати попередню обробку даних: фільтрацію, очищення від шумів, агрегацію, перетворення формату, необхідних для проведення подальшого аналізу даних.

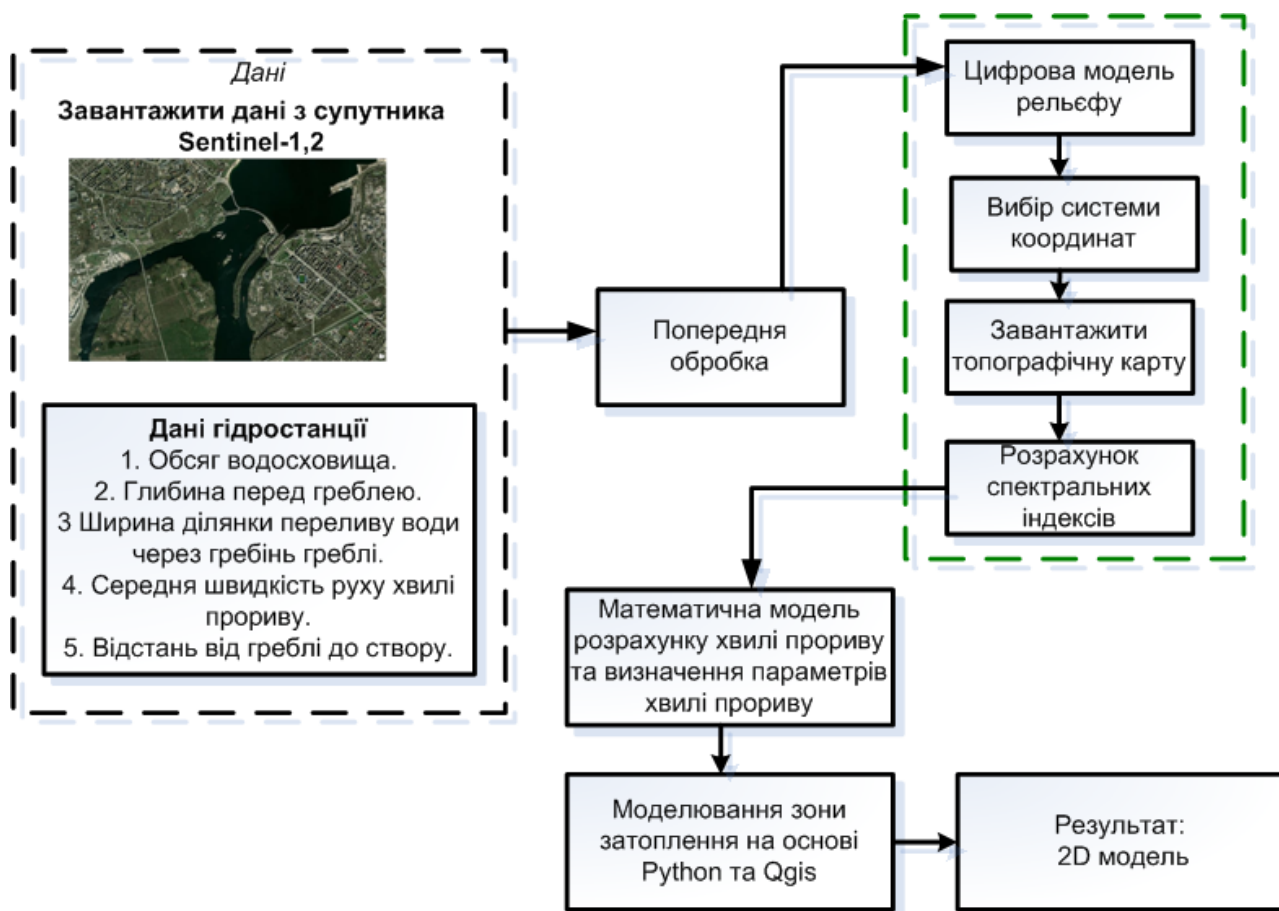


Рис. 1. Структурна схема інформаційної технології моделювання наслідків прориву гідроспоруд

3. Створення цифрової моделі рельєфу.

4. Вибір системи координат, яка повинна бути зручною для подальшого аналізу та обробки даних.

5. Розрахунок спектральних індексів (NDWI, MNDWI, WI, WDI) – це процес обчислення за допомогою обробки даних з супутникових зображень, який допомагає визначити наявність або концентрацію води на земній поверхні. Це дозволяє відрізнити водні ділянки від суходолу або інших об'єктів.

6. На етапі математичної моделі розрахунку хвилі прориву та визначення параметрів хвилі прориву було використано метод моделювання території, що базується на вирішенні одновимірних та двовимірних систем рівнянь Сен-Венана [4]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{A}{B} \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + U \cdot \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{U}{B} \left(\frac{\partial A}{\partial x} \right)_{h=const} = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + g \cdot \frac{\partial h}{\partial x} + g \cdot \left(S_f - J_f \right) = 0, \quad (2)$$

де, A – площа поперечного перерізу; T – час; B – витрати; x – горизонтальна координата в напрямку течії; g – гравітаційне прискорення; h – глибина води; J_f – поздовжній ухил dna каналу; S_f – ухил тертя; U – середня швидкість води.

7. Етап моделювання зони затоплення базується на використанні мови програмування Python та геоінформаційної системи QGIS. На основі підготовлених даних та розробленого скрипту виконується моделювання зон затоплення. Цей процес включає в себе обчислення

параметрів хвилі прориву, аналіз водного режиму та визначення зон потенційного затоплення за формулами (1) та (2).

8. На завершальному етапі формується 2D-модель зони затоплення на основі обчислень та аналізу даних. Ця модель дозволяє візуалізувати потенційні зони затоплення на карті та аналізувати їх характеристики.

На рис.2 наведено один результатів роботи запропонованої інформаційної технології моделювання хвилі прориву та визначення параметрів зони затоплення на прикладі Середньодніпровської ГЕС.

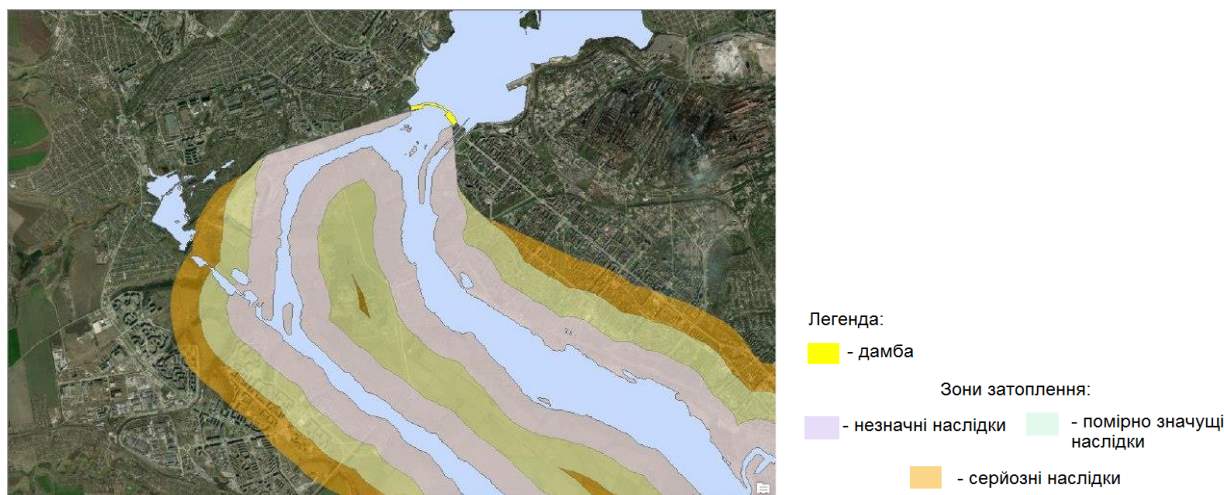


Рис. 2. 2D-модель зони затоплення Середньодніпровської ГЕС

Висновки. В результаті проведених досліджень було розроблено інформаційну технологію математичного моделювання хвилі прориву та визначення параметрів зони затоплення, впровадження якої дозволить оперативно реагувати на небезпеку повеней та наслідків техногенних катастроф й ефективно планувати необхідні заходи безпеки та захисту. Отримання 2D-моделі зони затоплення на основі розроблених методів та інструментів дозволяє наочно відображати потенційні зони ризику.

1. OECD. *Financial Management of Flood Risk*; OECD: Paris, France, 2016.
2. Hammood W.A., Asmara S.M., Arshah R.A., Hammood O.A., Halbusi H.A., Al-Sharafi M.A. *Factors influencing the success of information systems in flood early warning and response systems context. Telkomnika Telecommun. Comput. Electron. Control* 2020, 18, 2956–2961.
3. Zhou L., Wu X., Xu Z., Fujita H. *Emergency decision making for natural disasters: An overview. Int. J. Disaster Risk Reduct.* 2018, 27, 567–576.
4. Istak Ahmed, Nibedita Das (Pan), Jatan Debnath, Moujuri Bhowmik, Shaswati Bhattacharjee. *Flood hazard zonation using GIS-based multi-parametric Analytical Hierarchy Process, Geosystems and Geoenvironment, Volume 3, Issue 2, 2024.*

Кожан Сергій
Національний університет «Львівська політехніка»

ЕКОЛОГІЧНЕ СТРАХУВАННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ

Управління екологічними ризиками в умовах сталого розвитку світової економіки є надзвичайно актуальним завданням у науці й практиці, особливо в останні десятиліття. Проблемами його розвитку займалися такі науковці, як Нечипорук Л., Зеліско Н., Самошкіна І., Ждек В., Алексєєв І., Віленчук О., Заїкіна Ю., Каленіченко Ю., Криворучкіна О.

та ін. Зокрема, основні дослідження проводяться у напрямках:

- забезпечення екологічної відповідальності підприємств – об'єктів екологічної безпеки;
- імплементації європейських директив щодо екологічного страхування і розроблення відповідних законопроектів запровадження обов'язкового екологічного страхування;
- місця і ролі екологічного страхування у сталому розвитку економіки та за умов нестабільності економіки [1];
- залученість фінансових установ (банків, страхових компаній) та їх об'єднання для реалізації екологічних проектів [2];
- можливість вітчизняного страхового ринку забезпечити адекватне покриття екологічних ризиків в умовах перманентних криз та війни.

За результатами аналізу джерел про розвиток страхового захисту від погодних та екологічних ризиків у світі [3] відзначається, що існують тренди, які впливають на глобальний бізнес та пов'язані зі зміною клімату та погоди, зростанням частоти та серйозності стихійних лих. Це змушує світовий ринок покриття таких збитків змінюватися та діяти комплексно. Страхові компанії, які беруть участь у забезпеченні страхування екологічних та інших пов'язаних ризиків, повинні здійснювати глибокий аналіз та моделювання таких ризиків, розробляти ефективні стратегії розвитку, у тому числі на основі приватно-державного партнерства. Вплив клімату, погоди та техногенних аварій на здоров'я громадян будуть великими проблемами для роботодавців.

Важливими концептуальними питаннями, на нашу думку, є розвиток екологічної відповідальності підприємств у системі корпоративної відповідальності бізнесу. Основною проблемою є необхідність поєднання екологічної відповідальності, системи управління та економічної ефективності підприємств для забезпечення розвитку екологічно-орієнтованої економіки. В умовах, коли в Україні розробляється нормативно-правова база збереженості, підвищення ефективності використання природних ресурсів, зростають вимоги до фінансового забезпечення такої діяльності для всіх суб'єктів бізнесу.

У 2021 році уряд ухвалив законопроект «Про екологічне страхування» [4; 5], мета якого полягала у створенні фінансових механізмів для відшкодування заподіяної шкоди довкіллю, життю, здоров'ю, майну громадян, а також для сприяння модернізації підприємств, які містять загрозу довкіллю. Страхування є одним із інструментів, визнаних в Європейському Союзі, зокрема, це передбачено директивою ЄС «Про екологічну відповідальність за попередження та ліквідацію наслідків завданої навколишньому середовищу шкоди». Законопроект передбачає, що для підприємств, які мають високий ступінь ризику загрози екологічної шкоди навколишньому середовищу, страхування буде обов'язковим. Страхові компанії повинні стати членами Бюро екологічного страхування та тісно співпрацювати між собою у перерозподілі ризиків. На думкою уряду, обов'язкове страхування екологічної шкоди допоможе захистити довкілля, життя, здоров'я та майно громадян, які можуть постраждати, а також інтереси держави. Іншою важливою метою є підтримка екологічної модернізації підприємств в рамках державної політики.

Страхування буде виконувати превентивну функцію. Розмір страхових премій залежатиме від відповідності об'єкта безпеки природоохоронним вимогам, що стимулюватиме підприємства дотримуватись природоохоронного законодавства.

З 1 січня 2024 року в Україні набув чинності Закон України «Про страхування» у новій редакції, який суттєво змінює підходи до обов'язкового страхування. Зокрема, ним вносяться зміни до Кодексу цивільного захисту України щодо обов'язку суб'єктів господарювання та інших юридичних осіб, користування яких є об'єктами підвищеної безпеки, укладати договори страхування відповідальності за шкоду, яка може бути заподіяна внаслідок надзвичайних ситуацій, у тому числі пожеж та аварій на об'єктах підвищеної безпеки, екологічно небезпечних аварій та надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, аварій, що становлять загрозу санітарному здоров'ю населення за класом страхування 13. Договір страхування цивільної відповідальності таких суб'єктів буде

укладатись з урахуванням результатів аудиту пожежної та техногенної безпеки. Цим законом внесено деякі зміни до інших актів, які стосуються екологізації діяльності підприємств чи забезпечення екологічної безпеки.

Коментуючи впровадження обов'язкового екологічного страхування, Олена Криворучкіна [6] стверджує, що підставою для ухвалення таких ініціатив є потреба підвищення ефективності функціонування системи захисту від техногенних аварій та екологічних катастроф, кількість яких невпинно зростає, а наслідки яких у вартісному вимірі збільшуються. Авторка вказує, що страхування відповідальності за забруднення навколишнього природного середовища може ефективно захищати інтереси підприємств, суспільства та держави. Проте, в Україні наразі добровільне страхування екологічних ризиків не набуло поширення. Крім відсутності стимулів до добровільного страхування, розвиток екологічного страхування гальмується відсутністю прийнятних методик оцінки ризику та розрахунку ймовірної шкоди, нерозвиненістю страхового ринку для страхування великих небезпечних екологічних ризиків, а також нормативно-правовими чинниками. Авторка стверджує, що держава повинна комплексно підійти до вирішення даних проблем. Досвід провідних країн світу доводить, що крім нормативно-правової бази необхідно забезпечити сертифікацію суб'єктів екологічної безпеки для зниження рівня ризиків і вартості страхового захисту, а також створити систему покриття екологічних ризиків страховими компаніями шляхом їх об'єднання.

Наразі в офіційних джерелах та науковій літературі немає єдиного трактування поняття екологічного страхування. За результатами дослідження [7] автори екологічним страхуванням вважають страхування відповідальності юридичних осіб за збитки, завдані внаслідок аварії на небезпечних об'єктах або при забрудненні довкілля, майнове страхування ризиків на випадок завдання шкоди майну внаслідок технологічних аварій, а також особисте страхування громадян внаслідок ризиків, пов'язаних із заподіянням шкоди їхньому життю та здоров'ю внаслідок аварій.

Значною проблемою щодо розвитку механізму екологічного страхування є відсутність адекватної статистичної інформації про забруднення навколишнього середовища та дані моніторингу потенційних небезпечних об'єктів. Цю проблему можна вирішити шляхом удосконалення системи комп'ютерного еколого-економічного моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки, які несуть ризики техногенних катастроф та великих збитків.

Доцільність застосування механізмів управління ризиками для підприємств-об'єктів підвищеної небезпеки для зовнішнього середовища особливо в умовах війни полягає у можливості використання різних інструментів, включаючи страхування. Для цього відносини з приводу захисту довкілля в державі повинні бути зрозумілими, прозорими та однаковими для всіх. Слід вирішити питання:

- встановлення адекватних тарифів в залежності від класу небезпеки, на підставі надійної статистичної інформації про ймовірність настання та наслідки страхових випадків;
- визначення адекватної програми страхування, обсягу відповідальності та тарифів;
- забезпечення надійного захисту через страховий ринок, враховуючи його рівень капіталізації та тенденції розвитку.

1. Нечипорук, Л. (2024). *Страхова підтримка сталого розвитку економіки. Сталий розвиток економіки*, (2(49), 195-199. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-49-30/>.

2. Алексеев І. & Юнко В. (2024). *Спільність інтересів банків і страхових компаній в реалізації екологічних проєктів. Матеріали конференцій МЦНД*, (16.02.2024; Кременчук, Україна), 63–65. вилучено із <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/1026>.

3. *Зростаючі погодні ризики вимагають нових стратегій і підходів страхового захисту. Електронний ресурс - Режим доступу: <https://forinsurer.com/news/24/05/10/43789>.*

4. *Проект Закону про екологічне страхування №6018 від 09.09.2021. Електронний ресурс - Режим доступу: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=72713.*

5. Уряд схвалив законопроект «Про екологічне страхування». Електронний ресурс - Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-shvaliv-zakonoproekt-pro-ekologichne-strahuvannya>.

6. Криворучкіна О. (2021). Екологічне страхування в Україні: перспективи та проблеми впровадження // Стаття з журналу №5, 2021 «ECOBUSINESS. Екологія підприємства». Електронний ресурс - Режим доступу: <https://ecolog-ua.com/news/ekologichne-strahuvannya-v-ukrayini-perspektyvy-ta-problemy-vprovadzheniya>.

7. Самошкіна І. & Ждек В. (2023). Розвиток екологічного страхування в умовах нестабільної економіки. Молодий вчений. 3(115), 115-119. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2023-3-115-22>.

Негребецький Владислав
Науково-дослідний інститут вивчення проблем злочинності
імені академіка В.В. Сташиса НАПрН України

ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВІДЕОАНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ В ПРАВООХОРОННІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОМЕТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У зв'язку війною на Україні особлива роль відводиться роботі правоохоронних органів щодо попередження та документування фактів порушення норм та звичаїв війни, норм міжнародного права. Воєнні злочини під час війни проти України мали місце від самого початку війни 24 лютого 2022 року. Станом на 05 травня 2024 року Офісом Генеральної прокуратури зареєстровано понад 131 280 випадків воєнних злочинів та широкомасштабної агресії російської федерації проти України. Зафіксовані чисельні випадки руйнувань житлової інфраструктури, вбивств мирних жителів та мародерства.

У зв'язку з цими трагічними подіями вельми актуальним стало питання забезпечення безпеки через застосування інноваційних автоматизованих систем розшуку перевірки осіб за допомогою біометричних технологій. При цьому на цьому етапі розвитку технологій діапазон використання біометрії: як в правоохоронній діяльності взагалі, так і під час проведення окремих видів судових експертиз з метою розширення можливостей ідентифікаційних досліджень.

Відеоспостереження – це процес спостереження, що реалізується із застосуванням оптико-електронних пристроїв, призначених для візуального контролю та автоматичного аналізу [1, с. 12]. Системи відеоспостереження розповсюджені й широко використовуються в різних сферах життя людини. Завдяки автоматизації та швидкості роботи, використання біометрії для розпізнавання особи, такі технології є дуже корисними в будь-якій галузі діяльності людини, де необхідно перевірити і підтвердити особу за її біометричними характеристиками. Це може бути безпека, оборона, міграційні процеси, банківська сфера та моніторинг, та ін.

Київщина є першою областю в Україні, яка створила і запустила систему відео нагляду обласного значення. В 2019 році в рамках проекту «Безпечне місто» комунальне підприємство «Інформатика» впроваджено новий аналітичний модуль відеоспостереження (Kyiv Smart Safe City) [2]. Особливим видом такого проекту є «Smart Safe City» – інформаційно-аналітична програма нового покоління, що здійснює розпізнавання потенційних небезпек, аналіз ситуації в реальному часі та передачу вже опрацьованих даних про виявлені загрози терористичного, кримінального, техногенного характеру у місцях масового перебування громадян, на об'єктах критичної інфраструктури, транспортних розв'язках, операторам екстрених служб для швидкого реагування на надзвичайні події. Унікальний модуль дозволяє шукати злочинців не тільки завдяки спеціалізованим камерам розпізнавання особи. Він фіксує зображення з будь-якої камери, установленної в рамках мережі й порівнює їх з наявною базою правопорушників.

Якщо система виявляє подібність, оператор відразу одержує тривожний сигнал. Отже, правоохоронці зможуть швидше відслідковувати небезпечних злочинців. До складу нового аналітичного модуля розпізнавання осіб входить аналітична система й база даних, що полягає зі списку розшукуваних людей. В Україні проект Smart City активно використовується в містах: Київ, Харків, Львів, Дніпро, Вінниця, Маріуполь, Чернігів та ін.

Про ефективність впровадження системи «Smart Safe City» можна деякою мірою зробити висновки, проаналізувавши показники вуличної злочинності в Україні. Так, останніми роками, у період поступового запровадження проекту (протягом 2017–2019 рр.) рівень злочинів, що вчиняються на вулицях, різко знизився. Для порівняння: якщо у 2013 р. було обліковано 66 971 кримінальних правопорушення, вчинених на вулицях, у 2014 р. – 66 255, у 2015 р. – 61 718, у 2016 р. – 62 064, то у 2017 р. кількість таких правопорушень склала 45 707, у 2018 р. – 42 465, а у 2019 р. – 38 139 кримінальних правопорушень [3, с. 191].

З метою розшуку підозрюваних осіб поліцейськими за кордоном використовуються вельми інноваційні біометричні системи. Так, у 2018 р. співробітники поліції в Чжэнчжоу, Китай одержали для роботи незвичайні сонцезахисні окуляри, оснащені програмним забезпеченням для розпізнавання осіб [4]. Ці устрої поліція Китаю досить успішно застосовує для піймання розшукуваних злочинців.

Використання автоматизованих систем реєстрації біометричних характеристик людини в зоні бойових дій надає можливості контролювати та запобігати кримінальні правопорушення. Так, в Іраку і Афганістані для збору даних американські військові використовували системи BAT (Biometrics Automated Toolset) або HIIDE (Handheld Interagency Identity Detection Equipment) [5]. Система HIIDES була розроблена для того, щоб Збройні сили США могли легко ідентифікувати людей в польових умовах і відрізнити друга від ворога. Комплект BAT складається з чотирьох частин-ноутбука, цифрової фотокамери, сканера відбитків пальців і сканера райдужної оболонки. Зібрані дані перевіряються по базі даних, яку містить ноутбук [6]. База періодично синхронізується з центральним сервером групи біометричних технологій. HIIDE – це мобільний термінал, який дозволяє фіксувати відбитки пальців, фотографії, зображення сітківки та біографічні дані, отримані в результаті опитування. Для збору даних про екіпажі морських суден і човнів застосовується спеціальний комплект, захищений від впливу води і підвищеного вібраційного впливу. Система HIIDES була розроблена для того, щоб Збройні сили США могли легко ідентифікувати людей в польових умовах і відрізнити друга від ворога.

В судово-експертній діяльності існує перспектива розширення використання біометричних технологій з метою ідентифікації особи. Так, матеріали відеозапису, де зафіксовані ознаки ходи особи, можуть потрапляти до сфери кримінального провадження із численних камер спостереження, відеореєстраторів, камери мобільних телефонів. Вивчення ходи разом з іншими ознаками дає змогу ідентифікувати особу за матеріалами відеозапису з високим ступенем імовірності. Криміналістичний аналіз ходи людини з використанням біометричних технологій використовувався як доказ у кримінальних провадженнях, приміром, у Великій Британії (Birch, Gwinnett, & Walker, 2016; Nirenberg, Vernon, & Birch, 2018), Данії (Larsen, Simonsen, & Lynnerup, 2008), Нідерландах. Розробки в цій сфері здійснюють у США та Японії [6].

1. Рувінська В.М., Девятков В.В. Відеоспостереження для систем безпеки: моделі, методи та запропоновані рішення. *Інформатика та математичні методи в моделюванні*. 2021. Том 11, №4. С.331-342. URL: [http://immm.op.edu.ua/files/archive/n4_v11_2021/2021_4\(9\).pdf](http://immm.op.edu.ua/files/archive/n4_v11_2021/2021_4(9).pdf)

2. У рамках проекту «Безпечне місто» запущено новий аналітичний модуль відеоспостереження, що прискорить пошук правопорушників. URL: https://kyivcity.gov.ua/news/u_ramkakh_proektu_bezpechne_misto_zapuscheno_noviy_analitichniy_modul_videosposterezhennya_scho_priskorit_poshuk_pravoporushnikov/.

3. Зменшення можливостей вчинення злочинів: стратегічний підхід: монографія / за заг. ред. В.В. Голіни. Харків: Право, 2020. 287 с. URL: https://ivpz.kh.ua/wp-content/uploads/2021/09//моно_Стратегія-зменшення-можливостей.pdf

4. Китайська поліція знаходить підозрюваних через окуляри. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/news-42979942>.

5. Kelsey Atherton. *The enduring risks posed by biometric identification systems* (09.02.2022). URL: <https://www.brookings.edu/techstream/the-enduring-risks-posed-by-biometric-identification-systems/>.

6. *Biometric Automated Toolset (BAT) and Handheld Interagency Identity Detection Equipment (HIIDE)*. URL: https://www.nist.gov/system/files/documents/2021/03/23/ansi-nist_archived_vermury-bat-hiide.pdf.

7. Хахановський В.Г. Ідентифікація особи за ходом, зафіксованою в матеріалах відеозапису. *Криміналістичний вісник Вип. 1 (33), 2020. С.72-80.*

URL: <https://visnyk.dndekc.mvs.gov.ua/index.php/visnyk/article/view/103/69>.

Маєвська Оксана, Кшивецький Богдан, Сторожук Віктор
Національний лісотехнічний університет України

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Повномасштабна війна в Україні та її впливи, що чиняться на довкілля, спонукають повному оцінити екологічні загрози і проблеми, які виникають і залишаються актуальними впродовж ще тривалого часу. Україна вперше від часів Другої світової війни реально зіткнулась із надзвичайними ситуаціями воєнного характеру. Вони призводять до погіршення як економічної та соціальної складової суспільства, так і катастрофічно позначаються на екологічній ситуації. Такі ситуації також впливають на перегляд показників і нормативів, за якими потрібно оцінювати якість компонентів довкілля та вимагають напрацювання заходів, завдяки яким у близькій та у подальшій перспективі можливим було б покращити стан ґрунтів, якість атмосферного повітря та води для безпечного використання їх людьми.

На сьогодні значна частина території України є охоплена воєнними діями, та навіть території, де вони безпосередньо не відбуваються, тією чи іншою мірою страждають через дії держави-агресора. Нижче запропонований умовний поділ регіонів щодо впливу війни на стан довкілля, відповідно до якого варто проводити оцінювання масштабів негативних впливів, напрацьовувати стратегії та формувати плани для подальшого подолання їх наслідків.

Класифікація регіонів щодо масштабів впливу воєнних дій:

- **Регіони, на території яких не ведуться бойові дії та які зазнали незначного впливу війни щодо екологічної безпеки** (Закарпатська, Тернопільська, Чернівецька, Рівненська та Волинська області). Дві останні області мають кордони із Білоруссю, тому мають певні обмеження щодо пересування у прикордонних територіях;

- **Регіони, які не перебували у зоні безпосередніх воєнних дій, однак достатньо постраждали/страждають від ракетних ударів** (Львівська, Івано-Франківська, Хмельницька, Вінницька, Кіровоградська, Полтавська, Черкаська області);

- **Регіони, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окуповані Російською Федерацією**, класифіковані відповідно до [1] як:

- **Території можливих бойових дій** (деякі райони Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Київської, Миколаївської, Одеської, Сумської, Харківської, Херсонської та Чернігівської областей);

- **Території активних бойових дій** (деякі райони Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Київської, Луганської, Миколаївської, Одеської, Сумської, Харківської, Чернігівської областей та місто Київ);

○ **Території активних бойових дій, на яких функціонують державні електронні інформаційні ресурси** (деякі райони Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Миколаївської, Харківської і Херсонської областей);

○ **Тимчасово окуповані Російською Федерацією території** України (були або залишаються – Автономна Республіка Крим, деякі райони Донецької, Житомирської, Запорізької, Київської, Луганської, Миколаївської, Сумської, Харківської, Херсонської, Чернігівської областей та місто Севастополь)

Зрозуміло, що найбільш вразливими є території, які перебували чи перебувають у зоні безпосередніх воєнних дій, особливо ті, які і далі є під окупацією, через що неможливо повною мірою оцінити масштаби впливу на довкілля, порахувати більш точно збитки, задокументувати негативні впливи та спроєктувати заходи з мінімізації їхніх наслідків. Масштаби руйнувань і збитки довкіллю оцінюються на квітень 2024 року приблизно в 2,4 трл. гривень і ця цифра буде тільки зростати.

Основними впливами на екологічну безпеку регіонів в умовах війни є:

• **Екологічні загрози компонентам довкілля:**

○ **Вплив на якість атмосферного повітря** – вивільнення забруднюючих речовин (оксиду та діоксиду вуглецю, діоксиду азоту, сірчистого ангідриду, дрібнодисперсного пилу, неметанових летких органічних сполук, формальдегіду та інших) внаслідок пожеж від потрапляння ракет у нафтобази, автозаправні станції, склади з поліуретаном та іншими матеріалами. Загрозливою є ситуація не тільки на локальних територіях, які безпосередньо прилягають до зони горіння, а й на дальніх територіях, оскільки залежно від вітрового режиму (сили і напрямку вітру) токсичні продукти горіння можуть переноситись на значні відстані. Відповідно до моніторингових даних обсяг викидів, що потрапили в атмосферне повітря тільки за один рік війни зріс з 2 тисяч тонн викидів у 2021 році до 46 тисяч тонн викидів у 2022 році.

○ **Вплив на якість ґрунтового покриву** – внаслідок пересування важкої військової техніки, створення оборонних споруд (окопів, бліндажів і т.п.) відбувається порушення цілісності ґрунтового покриву та його якісні зміни (втрата чи зменшення верхнього родючого шару гумусу, знищення рослинності, порушення водного балансу та інтенсифікації ерозії). Як фізичні впливи, такі як зростання температури ґрунтового покриву через потрапляння ракет і виникнення пожеж, утворення вирв від боєприпасів, так і хімічне забруднення сполуками сірки, наявними у ракетному паливі, важкими металами у складі боєприпасів, нафтопродуктами паливно-мастильних матеріалів ускладнюють проростання рослинності або призводять до її випалювання [2; 3]. На таких територіях проблематичним стає проживання тварин і такі впливи на фауну та флору позначаються на видовому біорізноманітті і ведуть до зміни природних екосистем. Небезпечні хімічні компоненти можуть мігрувати у ґрунтову вологу, накопичуватись у рослинності і через харчові ланцюжки осідати в організмах тварин і людини, спричиняючи небезпеку для життя. Відповідно ті площі ґрунтів, на яких зафіксують значне забруднення, можуть стати непридатними до використання на довгий час (у Франції на території, де відбувались особливо інтенсивні бойові дії під час Першої світової війни, законодавчо вилучені із практики проведення на них сільськогосподарських робіт попри столітній період відновлення) [4]. Варто врахувати і високий ступінь мінування (приблизно 156 тис. км² на початок 2024 року, що становить майже 5% площі України). Особливо прикорм є той факт, що значною мірою зачепленими є родючі українські чорноземи.

○ **Вплив на якість водних об'єктів** – через обстріли часткових або повних руйнувань зазнали понад 500 інфраструктурних об'єктів, які залучені у водопостачання та водокористування (гідротехнічні споруди, дамби, споруди водосховищ). Виведення з ладу каналізаційних мереж, установок водоочищення, порушення санітарних зон може мати наслідками потрапляння неочищених стічних вод до водного середовища. Такі води містять як небезпечні хімічні речовини, наявні у промислових стічних водах, так і забруднювачі біологічного походження в побутових стічних водах. Окремі регіони змушені використовувати воду незадовільної якості, яку можна використовувати тільки як технічну.

Така ситуація спостерігається в Миколаєві через руйнування водогону Дніпро-Миколаїв, централізоване водопостачання у місті буде відновлене тільки до 2025 року [5]. Через підрив Каховської ГЕС орієнтовно 700 тисяч людей залишилися без питної води належної якості. Забруднення Чорного та Азовського морів внаслідок руйнування портової інфраструктури, потрапляння речовин-забруднювачів, насамперед нафтопродуктів у воду, істотно впливає на морські екосистеми (загибель значної кількості дельфінів, масова загибель мідій, які є біоіндикаторами чистоти водного середовища) [6].

- **Утворення відходів руйнувань** – це специфічний тип відходів, до якого відносять рештки військової техніки і фрагменти вибухівки, зруйновані побутові будівлі та інфраструктурні підприємства, знищені мости, дороги, значні обсяги одноразових матеріалів. За інформацією Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України у 2022 році об'єм відходів руйнувань склав 10-12 млн. тонн, що рівнозначне кількості твердих побутових відходів на всій території України за рік, а на березень 2024 року ці обсяги зросли до понад 600 тисяч тонн. Значна частина компонентів зруйнованих будівель може бути застосована як вторинна сировина після відповідного перероблення для виробництва матеріалів, що будуть використані при відбудові. Решта відходів потрібно буде сортувати і визначитись, які з них повинні бути перероблені або захоронені.

- **Виникнення техногенно-небезпечних ситуацій**, що пов'язано насамперед з ризиком хімічного та радіаційного забруднення, спричиненого як порушеннями роботи еколого-небезпечних підприємств в зоні бойових дій, так і можливими руйнуваннями внаслідок ракетних ударів по розташованих у тилу виробництвах (показовою є ситуація із неодноразовими знеструмленнями непідконтрольної Україні Запорізької АЕС; часті знеструмлення шахт і невчасне відкачування ґрунтових вод, яке веде до хімічного забруднення ґрунтів та їх просідання) [7].

- **Небезпечні впливи на біорізноманіття, стан екосистем та живих організмів** – орієнтовно третина площ природо-заповідного фонду потрапили у територію активних бойових дій чи розташовані поблизу них (окупованими наразі є 8 заповідників і 10 національних природних парків), тому неможливо забезпечити належне виконання заходів щодо збереження біорізноманіття, збереження рідкісних видів, що призводить до руйнування унікальних екосистем. Варто врахувати, що війна в Україні впливає не тільки на екологічну безпеку окремих регіонів чи країни в цілому, оскільки певні території відносяться до Смарагдової мережі і мають охоронний статус загальноєвропейського рівня [8]. Окрім прямих впливів – смертей і поранень через обстріли, підриви на мінах, пожежі, потрапляння під завали, варто враховувати і віддалені наслідки на здоров'я людей.

Першочергові заходи з відновлення екологічної безпеки регіонів України у воєнний та післявоєнний період викладені у розділі Плану відновлення України у воєнний та післявоєнний період, присвяченому екологічній безпеці. Пріоритетними напрямками визначено: реформування державного управління у природоохоронній галузі; кліматичну політику; екологічну безпеку та ефективне управління відходами; збалансоване використання природних ресурсів в умовах підвищеного попиту і обмежених можливостей; збереження природних екосистем і біологічного різноманіття; відновлення та розвиток природоохоронних територій та об'єктів [9]. Заходи щодо забезпечення екологічної безпеки регіонів повинні супроводжуватись ретельним проведенням моніторингу щодо різних компонентів довкілля. Першочерговим є отримання вичерпної інформації щодо забруднень та виявлення ефективності прийнятих рішень щодо мінімізації та ліквідації негативних впливів. Моніторинг необхідно проводити із застосуванням нових методик щодо оцінювання збитків, які стосуватимуться вразливих регіонів та враховувати ті рішення, які вимагаються Європейським Союзом для адаптації національного екологічного законодавства у відповідності з європейськими нормативними документами. Частина таких нормативних документів вже розроблена і доступна для проведення розрахунків [10-12].

Важливими для покращення і пришвидшення такого оцінювання є можливість використання інформаційних систем, зокрема систем дистанційного зондування Землі та ГІС-систем, за допомогою яких можна отримувати карти з візуалізацією рівнів забруднюючих речовин та парникових газів в атмосферному повітрі, прогнозувати можливість впливу метеорологічних явищ на поширення забруднюючих сполук на території, віддаленій від безпосередніх джерел забруднення, проводити моніторинг екологічної ситуації на водних об'єктах та аналізу забруднення ґрунтів, стану зелених насаджень і т.п. [13, 14].

Висновки. Забруднення компонентів довкілля (ґрунтів, водного середовища та атмосферного повітря), утворення відходів руйнувань, зменшення біорізноманіття і знищення екосистем – основні екологічні проблеми, розв'язання яких потребуватиме значних коштів і нових рішень щодо подолання їхніх наслідків. Масштаби забруднень настільки великі, що не обмежуються тільки територією України, а й мають транскордонний вплив. Складно спрогнозувати, наскільки тривалим буде вплив забруднюючих речовин і строки відновлення належних показників стану компонентів довкілля і природних екосистем. Важливим буде не тільки правильне оцінювання збитків, але і детальні плани і заходи по відновленню, а також наявність ефективної системи моніторингу.

1. Про затвердження Переліку територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих Російською Федерацією: Наказ М-ва з питань реінтеграції тимчасово окуп. територій України від 22.12.2022 р. № 309: станом на 19 квіт. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1668-22#Text> (дата звернення: 02.05.2024).

2. Іващенко О.В. Оцінка екологічної небезпеки від хімічного впливу військової діяльності на довкілля: дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01. Львів, 2020. 180 с.

3. Полторацька А., Бабаджанова О.Ф. Техногенна небезпека підприємства зберігання ракетного палива. Збірник наукових праць XVII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності», Львів, 2022. С.351–353.

4. Шишак І. Понад 100 років закрита від людей: небезпечна «Червона зона» відчуження, яка отруєна війною. 24 канал. URL: https://24tv.ua/pomad-100-rokiv-zakrita-vid-lyudey-smertonosna-ostanni-novini_n1454247 (дата звернення: 02.05.2024).

5. Кравченко О. Централізоване постачання питної води у Миколаєві можна очікувати не раніше 2025 року. LB.ua. URL: https://lb.ua/society/2024/04/05/607125_tsentralizovane_postachannya_pitnoi.html (дата звернення: 02.05.2024).

6. Фарія Дж. Випалена земля і забруднена вода: катастрофічні екологічні наслідки війни Росії проти України. Радіо Свобода. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/ekolohichna-katastrofa-cherez-viynu-rosiyi/31921705.html> (дата звернення: 02.05.2024).

7. Гоцуляк Є. Ризики надзвичайних ситуацій, які несе війна на Сході України. Армія Inform. URL: <https://armyinform.com.ua/2021/06/02/ryzyky-nadzvyhajnyh-sytuacij-yaki-nese-vijna-na-shodi-ukrayiny> (дата звернення: 02.05.2024).

8. Природа та війна: як російська агресія вплинула на довкілля. Слово і діло. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/11/08/infografika/suspilstvo/pryroda-ta-vijna-yak-rosijska-ahresiya-vplynula-dovkillya> (дата звернення: 03.05.2024).

9. План повоєнного відновлення України. Питання Національної ради з відновлення України від наслідків війни: Указ Президента України від 21.04.2022р. № 266/2022: станом на 17 черв. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266/2022#Text> (дата звернення: 09.05.2024).

10. Про затвердження методики розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди: Наказ М-ва захисту довкілля та природних ресурсів від 13.04.2022 р. №175: станом на 19 квіт. 2024 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE37769> (дата звернення: 03.05.2024).

11. Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації: Постанова Каб. Міністрів України від 20.03.2022 р. № 326: станом на 02 груд. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-n#Text> (дата звернення: 03.05.2024).

12. Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків та внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України: Постанова Каб. Міністрів України від 27.09.2022 р. № 1073: станом на 03 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-n#Text> (дата звернення: 03.05.2024).

13. Abdollahi S., Madadi M., Ostad-Ali-Askari, K. Monitoring and investigating dust phenomenon on using remote sensing science, geographical information system and statistical methods. *Applied Water Science*. 2021. 11, 111. <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01419-z> (date of access: 03.05.2024).

14. Boesch H., Liu Y., Tamminen J. et al. Monitoring Greenhouse Gases from Space. *Remote Sensing*. 2021, 13, 2700. <https://doi.org/10.3390/rs13142700> (date of access: 03.05.2024).

Мельник Богдан, Рудий Юрій
Національний університет «Львівська політехніка»

СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО ДОЗИМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ

В умовах війни державна система оповіщення населення про загрози життю і здоров'ю людини техногенного чи природного характеру не завжди спрацьовує як слід. Внаслідок обстрілів чи бомбардувань нерідко знищуються канали комунікації між відповідними державними структурами і населенням, через які можна отримати вивірену офіційну інформацію про поточну ситуацію, пов'язану, зокрема, з екологією у певному регіоні. Це, а також тенденційне, доволі часто необґрунтоване, висвітлення такої ситуації засобами масової інформації чи навмисне спотворення фактів, яке здійснюється у рамках інформаційної війни, сприяють зневірі людей до традиційних для невоєнного часу способів отримання важливої для життя і здоров'я інформації. Як наслідок цього в окремих громадах можуть виникати панічні настрої, які провокують неадекватні вчинки.

Найбільш яскравим прикладом з сучасного життя є нагнітання багатьма журналістами і блогерами теми радіофобії, яка спровокована безпековими ризиками функціонування в зоні бойових дій Запорізької атомної електростанції (ЗАЕС). Очевидно, що повноцінний і об'єктивний дозиметричний контроль території навколо ЗАЕС є ускладнений, а часом, неможливий узагалі. Офіційні джерела конфліктуючих сторін нерідко дають суперечливу інформацію щодо радіаційної безпеки у зоні ЗАЕС. Причиною цього є не лише політично вмотивована пропаганда кожної сторони. Об'єктивною реальністю є те, що жодна зі сторін не може контролювати усю прилеглу до ЗАЕС територію, оскільки її розділено лінією фронту. Тому жодна з сторін може з більшою вірогідністю спостерігати за підконтрольною саме їй частиною території, а загальної радіаційної картини не бачить ніхто. Не зважаючи на зусилля Міжнародної агенції з атомної енергії наразі не вдалося навіть міжнародним спостерігачам налагодити повноцінний дозиметричний контроль над усією територією навколо ЗАЕС. Перш за все це пов'язано з потенційними ризиками для цих спостерігачів, які змушені будуть працювати в зоні, де проводяться чи можливі бойові зіткнення між воюючими сторонами.

Очевидно, що описана ситуація наразі є винятковою. Однак, враховуючи, що кількість ядерних об'єктів у світі з часом зростає, і те, що вони будуть з'являтися у воєнно-політично нестабільних регіонах планети, може перевести цю ситуацію у категорію типових. Тому уже зараз необхідно шукати шляхи вирішення проблем пов'язаних з дозиметричним моніторингом

окремих територій. При цьому результати цього моніторингу повинні бути доступні і зрозумілі для населення цих територій.

На наш погляд, для моніторингу радіаційної ситуації на обмеженій території доречно використовувати систему віддаленого дозиметричного контролю. Така система повинна передавати дані з давачів, які розміщені на спостережуваній території, до пристрою, який обробляє ці дані і інформує користувача про радіаційний стан. Користувач при цьому знаходиться у певному приміщенні: у себе вдома чи на робочому місці. У системі повинні використовуватися звичні засоби комунікації, що базуються на інтернет-технологіях. Система повинна інтегруватися з іншими комп'ютеризованими системи користувача. Повинна бути зручною у користуванні.

Як давач у системі віддаленого дозиметричного контролю пропонуємо використовувати стандартний блок детектування гама-випромінення БДБГ-09, до складу якого входять детектор, з'єднувальний кабель, кронштейн і фіксатор (рис. 1). У детекторі гамма-випромінення використовують лічильник Гейгера-Мюллера. Потік імпульсів з лічильника обробляється контролером, який формує кадри даних. Кадри передаються через вузол інтерфейсу RS-485. З'єднувальний кабель забезпечує транспортування кадрів від детектора до приймаючого пристрою. Кронштейн і фіксатор забезпечують кріплення детектора на певній поверхні.



Рис. 1. Блок детектування гама-випромінення БДБГ-09
1 – детектор, 2 – з'єднувальний кабель, 3 – кронштейн, 4 – фіксатор

Блок детектування зазвичай під'єднують до блоку сигналізації гамма-випромінення БС-09 (рис. 2). Він призначений для світлового, та звукового сповіщення персоналу про рівні гамма-випромінення на радіаційно небезпечних об'єктах, а також для індикації локального значення радіаційного фону [2]. Оскільки він забезпечує передавання даних через інтерфейс Ethernet, то його можна використати як проміжну ланку між блоком детектування гамма випромінення і комп'ютером користувача.



Рис. 2. Блок сигналізації гамма-випромінення БС-09

Блок БС-09 доречно встановлювати на робочому місці користувача чи неподалік від блоку детектування. Для індикації гамма-випромінення у домашніх умовах зручніше використовувати комп'ютеризовані елементи системи.

Інформацію можна виводити на спеціалізований екран (рис. 3) [3] чи на екран монітора (рис. 4) [4].



Рис. 3. Індикація на екрані RDX0004-P2P-#00 фірми Raystar



Рис. 4. Індикація на екрані монітора

Система віддаленого дозиметричного контролю може бути складовою комп'ютеризованої системи розумного будинку (рис. 5) [5].

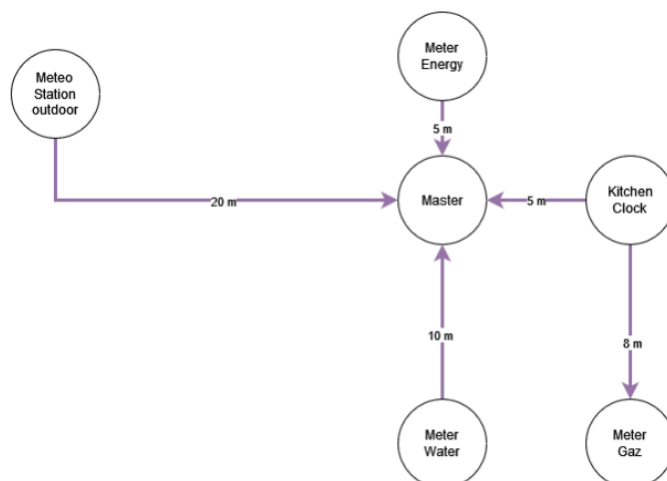


Рис. 5. Приклад інтеграції комп'ютеризованих систем згідно з концепцією розумного будинку

На рис. 5 відображено інтеграцію системи віддаленого метеорологічного спостереження (Meteo Station outdoor), у якій підсистемою є система дозиметричного контролю, з іншими будинковими системами, а саме: системами вимірювання споживання електричної енергії (Meter Energy), газу (Meter Gaz), води (Meter Water), системою управління кухонним обладнанням (Kuchen Clock). Інтеграцію забезпечує відповідний комп'ютерний комплекс (Master).

1. Блок детектування гама-випромінення БДБГ-09. Настанова щодо експлуатування ВІСТ.418266.006 НЕ. <https://ecotest.ua/wp-content/uploads/2014/08/BDBG-09-Nastanova-shhodo-ekspluatuvannya.pdf>

2. БС-09. Блок сигналізації гамма-випромінення. <https://ecotest.ua/products/bs-09/>

3. IoT екран – контроль радіації. Частина 2. <https://blog.uaaid.net.ua/radiation-lcd-monitor/>

4. IoT екран – контроль радіації. Частина 1. <https://blog.uaaid.net.ua/radiation-lcd/>

5. Станція дозиметричного контролю на БДБГ-09. <https://blog.uaaid.net.ua/bdbg-09-radiation-outdoor-sensor/>

Олексюк Ганна, Попадинець Назарій
Національний університет «Львівська політехніка»

БЕЗПЕКА ДОВКІЛЛЯ У ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ: НАСЛІДКИ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ)

Відчутні проблеми розвитку вугільних регіонів країни та енергетичної галузі країни виникли ще в кінці 80-х років минулого століття, найбільшого загострення набули питання соціального захисту гірників, прояви негативного впливу на здоров'я як самих працівників шахт, так і мешканців населених пунктів у зоні вуглевидобутку, що пов'язано із незадовільним захистом навколишнього природного середовища, внаслідок чого посилювалась екологічна небезпека в регіоні.

Експлуатація вугільних шахт залежать від наявності вичерпних, невідновлювальних природних підземних корисних копалин, які попередньо розвіданих та визначених для видобування.

Загальна площа Львівсько-Волинського вугільного басейну становить 1400 кв. км, протяжністю 190 км, шириною 60 км. Перші тони вугілля були видані на-гора в кінці 1957 року на одній, із 12-ти поступово збудованих та введених в експлуатацію шахт. Кам'яне вугілля розробляють в межах Львівсько-Волинського вугільного басейну, який є південно-східним продовженням Люблінського басейну (Польща). У регіоні розміщено два з трьох геолого-промислових районів (ГПР) басейну: *Червоноградський* (Забузьке, Сокальське і Межирічанськеродовища) і *Південно-Західний* (Тяглівське і Любельське родовища) [1].

Видобуте вугілля із надр та підняте на поверхню як правило є у вигляді гірничої маси, показники якості якої не відповідають встановленим параметрам для використання на електростанціях чи як побутове паливо, що потребує відповідного збагачення (відділення не вугільної маси від вугілля за технологіями сухого та вологого процесу. Підземний спосіб вуглевидобутку здійснюється вийманням робочих пластів з повним обвалом бокових порід, із застосуванням вуглевидобувної техніки та технологій, наявних в підприємств для розробки певної товщини пластів.

Зазначається що сьогодні докорінно змінюються підходи та бачення щодо формування енергетичної політики України, які диктуються сучасними екологічними викликами, негативом повномасштабного вторгнення російських військ на територію країни. Вибір євроінтеграційного вектору розвитку держави стимулює до розв'язання цих проблем на основі позитивного світового порядку збереження довкілля, соціального захисту, належної якості рівня життя людини [2].

Як стверджує М. Смолярчук на сьогодні існує гостра необхідність проведення еколого-економічної оцінки в межах гірничопромислових територій, оскільки наслідки гірничих розробок відображаються на стані ландшафтів, які є середовищем існування людини [3].

За оперативними даними Державного підприємства «Львіввугілля» за період функціонування шахт у Львівській області (1958–2024 р.р.) на поверхню видобуто, відповідним чином збагачено та реалізовано як енергетичне та побутове паливо 358, 6 млн. тон вугілля, об'ємна вага якого приблизно складає 256 млн. м³ [4].

Разом із цим, видобуто та нагромаджено на поверхні землі поруч із населеними пунктами Червоноградського району приблизно 38 млн. куб. м гірничої маси породних відвалів (териконів). Таким чином об'єм порожнин, які утворювалися внаслідок діяльності закритих та діючих шахт до теперішнього часу орієнтовно можна вважати приблизно 300 млн. куб. метрів.

Площа підземного простору покладів та видобування кам'яного вугілля, де створюються порожнини (шахтні поля) відводяться для кожної шахти окремо, 186,92 м². Утворену порожнину поступово заповнюють верхні породи, сумарна товщина вийнятих вугільних пластів може сягати до 5-ти метрів (рис. 1). Обвалення і просідання підземних порід під тиском земних мас спричиняє просідання земної поверхні над ними, розширюється просторово, незважаючи на населені пункти, виробничі об'єкти, транспортні шляхи, залізниці, житлові будинки, земельні угіддя, ріки, ліси та інші поверхневі споруди тощо, що є причиною та наслідками:

1. Втрата значних площ природних та агрокультурних екосистем, які відіграють надзвичайно важливу локальну екостабілізуючу функцію, підтоплення та заболочення територій змінюють (знищують) лісові ділянки, луки, флору і фауну, яка мала місце у природньому середовищі до цього.

2. Просідання земної поверхні із ефектом «загального котла» великої площі, неконтрольоване затоплення та небезпека порушення стійкості наземної інфраструктури та підземних інженерних і комунікаційних мереж.

3. Зміна балансу та зміна хімічного складу ґрунтових вод під впливом виникнення штучних водних підземних потоків (озер) і мінералізацією шахтних вод, які перебувають у

постійному русі на діючих шахтах, так і закритих. При цьому через змішані ґрунтові води відбувається деструкція ґрунтів, порушуються харчовий, мікробіологічний, водно-повітряний режими.

4. Порушення природної циркуляції вод та їх забруднення у більш широкому масштабі.

5. Забруднення атмосфери при активній господарській діяльності шахт шляхом викиду шкідливих речовин від спалювання вугілля у котельнях, горіння териконів.

6. Зміна мікроклімату внаслідок руху (просідання) земної поверхні, забруднення поверхневого шару ґрунтів, теплового впливу викиду в атмосферу шкідливих речовин тощо, зокрема сірчистого ангідриду, що є причиною випадання кислотних дощів.

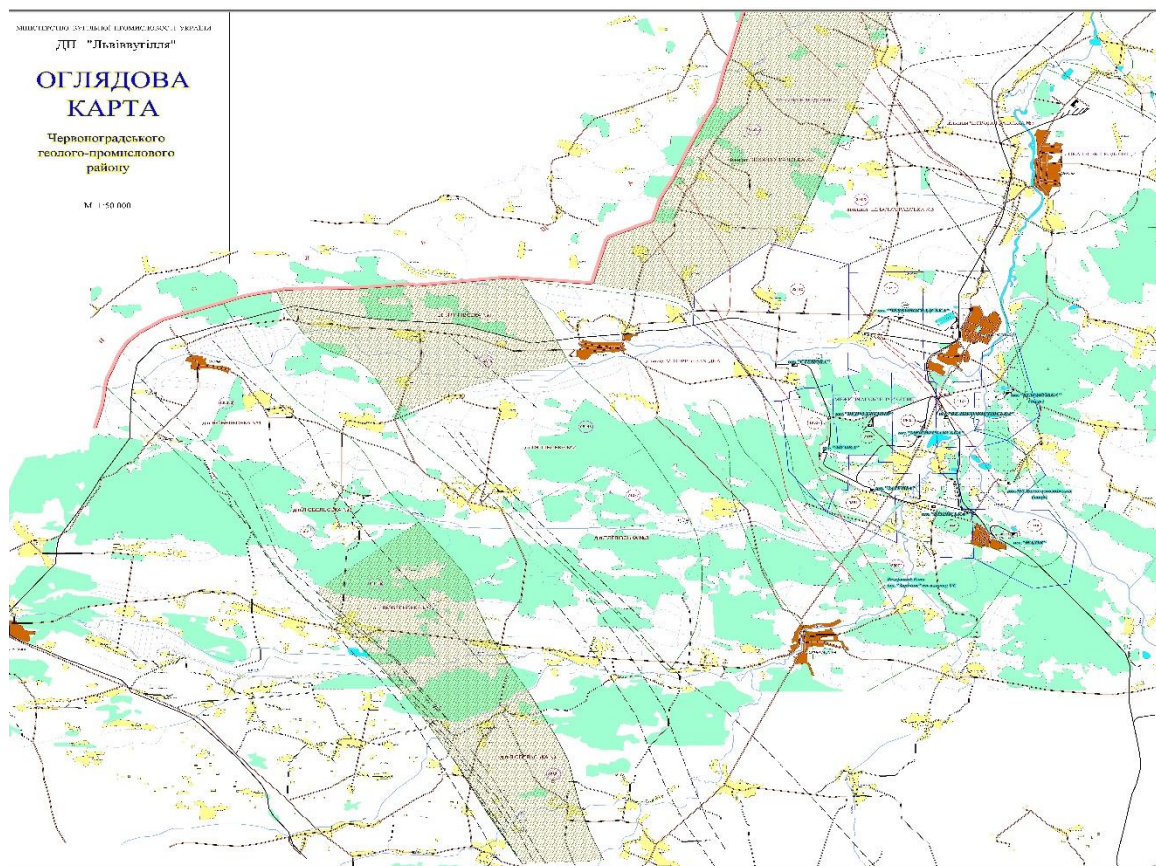


Рис. 1. Підземний простір шахтних полів вуглевидобувних підприємств Львівщини

Підземний простір, як єдина сукупність шахтних полів складає площу 186,92 км² та складає 75% території населених пунктів Червоноградської МТГ та частково Белзької ТГ площею 250 км² (рис. 2). Можна стверджувати про масштаби впливу загальної тенденції просідання земної поверхні у регіональному визначенні. Разом із цим, значна кількість населення підлягає негативному впливу на життя і здоров'я, частіше виявляються хвороби професійного характеру й специфічні хвороби, пов'язані переважно із перебуванням людини в зоні впливу екологічних проблем вуглевидобування (гіпоплазія).

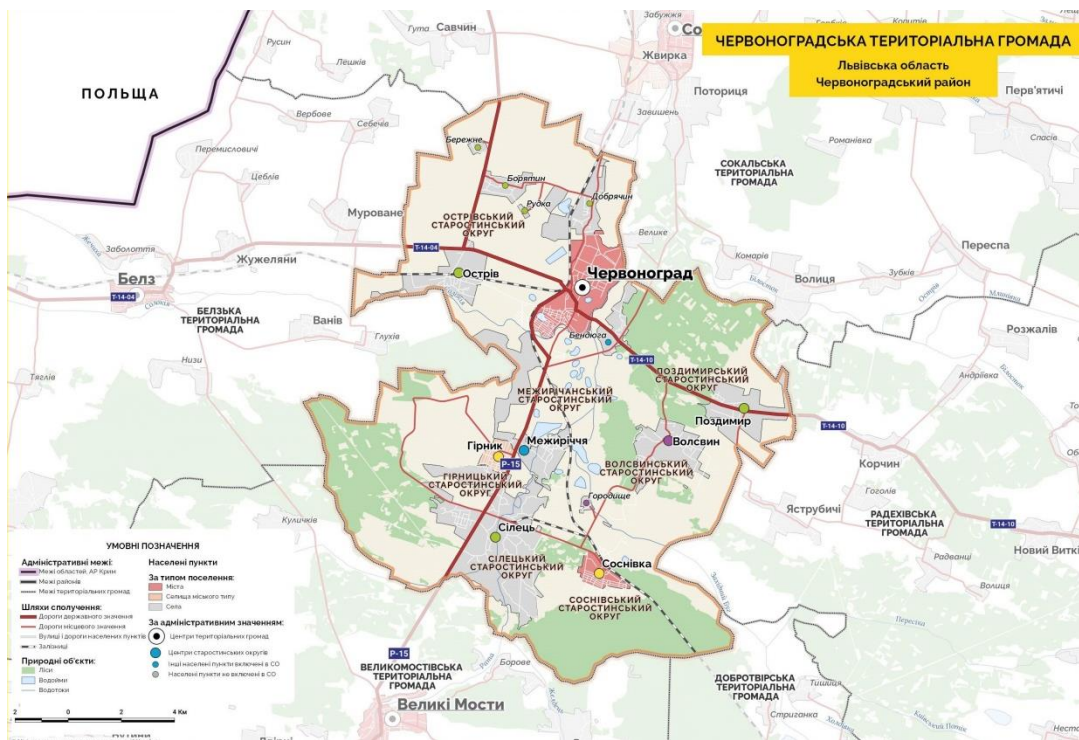


Рис. 2. Територія Червоноградської МТГ Червоноградського району

Можливі шляхи подолання екологічних проблем вугільного регіону на основі комплексної оцінки наслідків закритих шахт та територій, на яких вони були розміщені, діяльності існуючих підприємств з вуглевидобутку та збагачення щодо забруднення довкілля у реальному часі та заходи, що здійснюються ними у період основної діяльності.

Необхідно розглянути перспективу будівництва нових копалень з огляду на існуючі розвідані перспективні запаси Львівсько-Волинського вугільного басейну, але у концепції декарбонізації економіки, зростання темпів виробництва енергетичних ресурсів із відновлювальних джерел, «зеленої енергетики» та скорочення викопних видів палива, пори це враховуючи руйнування інфраструктури та зупинку вуглевидобутку на тимчасово окупованих територіях України;

Важливо здійснювати системний еколого-економічний, техніко-технологічний моніторинг екологічних процесів на території вугільного регіону із використанням сучасних комп'ютерних технологій у просторовому та часовому вимірі, використовуючи їх науково обґрунтовані обмеження. Зокрема, своєчасно виявляти загрози та ризики майбутніх змін поверхні землі, ґрунтів, підземних та поверхневих вод, небезпеки виходу газу-метану на поверхню на територіях закритих шахт, забруднення атмосферного повітря внаслідок незворотних процесів у породних відвалах, оцінити можливість та надійність поверхневого будівництва наземних об'єктів, споруд, підземних комунікацій, оцінити соціальну складову, зокрема шляхи покращення здоров'я населення, соціального захисту внаслідок негативного впливу навколишнього природного середовища;

Одним із шляхів підходу подолання проблем та наслідків підземного вуглевидобутку на державному рівні є прийняття постанови Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2021 р. №1024 «Про схвалення Концепції Державної цільової програми справедливої трансформації вугільних регіонів України на період до 2030 року». (надалі – Концепція) [5].

Згідно з Національною економічною стратегією на період до 2030 року, яка затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 3.03.2021 року №179 передбачається декарбонізація економіки (підвищення енергоефективності, розвиток відновлювальних джерел енергії, розвиток циркулярної економіки та синхронізація із ініціативою «Європейський зелений курс» [6].

Надалі, із прийняттям Енергетичної стратегії України на період до 2050 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2023 року №373-р, яка поглинула положення Енергетичної стратегії на період до 2030 року, перехід на шлях сталого розвитку в енергетиці має на увазі процес змін, за якого експлуатація природних ресурсів, напрями інвестицій, орієнтація науково-технічного розвитку здійснюватиметься на основі досягнення максимального рівня кліматичної нейтральності, максимального скорочення використання вугілля, розвитку альтернативних джерел енергії, нових продуктів та інноваційних рішень в енергетичному секторі [7].

Екологічні проблеми у вуглевидобувних регіонах створюються системно як у процесі поточного підземного видобутку кам'яного вугілля, так в впродовж тривалого періоду після закриття шахти, та мають негативний вплив на соціально економічний розвиток територій.

Просідання земної поверхні створює проблеми стосовно порушення стійкості будинків, споруд, шляхів, інженерних мереж, що потребує відповідних засобів для ремонту та відновлення.

Для вирішення екологічних проблем вугільних регіонів, попередження наслідків негативного впливу підземного вуглевидобування у майбутньому, функціонування територій для диверсифікації економіки внаслідок згортання обсягів вуглевидобутку, необхідно провести комплексну оцінку екологічної ситуації територій, сформувані відповідну програму, план дій, необхідність усіх видів ресурсів, зокрема із врахуванням сучасних тенденцій зміни балансу на енергетичному ринку країни.

1. Назарук М.М. Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. д-ра геогр. Наук, проф. М.М. Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.

2. Олексюк Г.В., Попадинець Н.М. Від реструктуризації вугільної галузі до справедливої трансформації вугільних регіонів: досвід і перспективи. Економіка України. 2023. №9 (742). С. 30-54.

3. Смолярчук М.В. Еколого-економічна оцінка техногенних родовищ. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Випуск 9. 2016. С. 137-140.

4. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року. Постанова КМУ від 3 березня 2021 року №179. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text>

5. Про схвалення Концепції Державної цільової програми справедливої трансформації вугільних регіонів України на період до 2030 року. Постанова КМУ від 22 вересня 2021 року №1024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2021-%D0%BF#Text>

6. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року. Розпорядження КМУ від 21 квітня 2023 року № 373-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>

7. Державне підприємство «Львіввугілля»: статистична звітність. URL: https://zvitnist.com/32323256_DERZHAVNE_PDPRYYEMSTVO_LVIVVUHILLYA

¹Остенда Александер, ²Угрин Леся

¹Сілезька Академія у м. Катовіце, Польща

²Національний університет «Львівська політехніка»

АНАЛІЗ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ ПАРАМЕТРІВ СТАНІВ ПРИРОДОЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ

Інтелектуальні системи, в тому числі і штучний інтелект, можна широко використовувати в безпекових питаннях екологічного характеру. Землі природозаповідного фонду в Україні зменшуються в разі у зв'язку з військовими діями які ведуться на її території. Тому на державному рівні проводиться політика спрямована на збереження, дослідження і

розвиток тих територій де можна проводити профілактично – відновлювальну оздоровчу діяльність як військовослужбовців так і всього населення України.

Сьогодні інтелектуальними системами можна вважати ті системи які використовують технології штучного інтелекту для розуміння та відповіді на запитання користувачів

Інтелектуальні системи можуть бути використані для обробки статистичних екологічних даних для аналізу змін в середовищі при прогнозуванні екологічних тенденцій природозаповідних територій і розробки стратегій управління ресурсами даних територій.

Такими системами можуть бути: системи навчання для класифікації типів екологічних даних на основі зображень з дронів або супутникових знімків; аналітичні системи для прогнозування змін на основі метеорологічних даних за певний період; експертні системи для визначення екологічних впливів діяльності людини на основі відомостей про землекористування та біорізноманіття; системи аналізу даних для виявлення зв'язків між забрудненням довкілля і показників здоров'я населення даних територій.

За допомогою інтелектуальних інформаційних систем можна вирішити такі задачі [1]:

- Інтерпретація даних. Тобто визначити зміст даних їх коректність і достовірність що передбачає багатоваріантний аналіз.

- Діагностика. Провести діагностику співвідношення об'єкту дослідження з тим класом об'єктів які можуть викликати відхилення від норми в дослідженнях і привести до хибних результатів.

- Моніторинг. Здійснити моніторинг екологічного стану природозаповідної території, інтерпретувати дані в реальному часі і реагувати на вхідні і вихідні параметри.

- Проектування. На етапі проектування можна провести специфікацію на створення об'єктів із заздалегідь визначеними властивостями, підготувати документацію. Проектування дозволяє тісно поєднати два процеси процес виведення рішення і процес пояснення.

- Прогнозування. Прогнозування один із важливих етапів використання інтелектуальних інформаційних систем дозволяє передбачити наслідки впливу тих чи інших чинників на екологічну ситуацію, події або явища на підставі аналізу наявних даних. Така система зможе вивести ймовірні наслідки, використовуючи параметрично-динамічну модель яка буде основою для прогнозу за ймовірнісними оцінками планування і застосовує модель поведінки реальних об'єктів з тим, щоб логічно вивести наслідки планованої діяльності на території природозаповідного фонду. Значення параметрів чітко відповідатимуть заданій ситуації.

- Навчання. Задача навчання полягає у діагностуванні помилок і прийнятті правильного рішення.

- Керування. Керування – ще одна задача інтелектуальної системи, яка включає функцію управління поведінкою складних екосистем відповідно до заданих специфікацій

- Підтримка прийняття рішень. Задача підтримки прийняття рішень містить сукупність процедур які забезпечують фахівця необхідною інформацією що дозволяє вибрати з безлічі варіантів потрібне рішення.

При використанні інформаційних систем застосовують підходи які дозволяють ефективно аналізувати параметри стану території природозаповідного фонду [2]:

- Аналіз супутникових знімків. Системи обробки зображень можуть автоматично визначати зміни у природньому середовищі, включаючи вирубку лісів, зміни в рослинності, забруднення води і повітря.

- Прогнозування змін. Моделі інтелектуального навчання можуть використовувати статистичні дані для прогнозування змін на досліджуваній території.

- Моніторинг. Системи розпізнавання образів можуть автоматично визначати різноманітні види рослин і тварин на основі зображення та аудіозаписів, що допомагає відстежувати зміни в стані досліджуваної екосистеми.

- Оцінка екологічних індексів. Інтелектуальні системи можуть обробляти різні параметри екосистем щоб розрахувати індекси такі як індекс стабільності екосистеми або індекс різноманітності, що допомагає в оцінці стійкості цієї екосистеми.

Основа увага повинна бути зосереджена [3]:

- на вирішенні загальних закономірностей і механізмів взаємодії організмів з факторами навколишнього природного середовища;
- на розробці методології встановлення кількісних і якісних зв'язків між ступенем впливу різних шкідливих факторів на стан здоров'я окремих контингентів населення та прогнозування цих процесів;
- удосконалення теорії та практики регламентації кліматичних, фізичних та інших факторів в різних середовищах;
- напрямків пошуку шляхів підвищення резистентності організмів, його надійності при впливі шкідливих факторів;
- методи і технології запобігання та усунення впливу цих факторів на організм людини, яка знаходиться на в цьому середовищі.

Інтелектуальні системи можуть аналізувати широкий спектр параметрів: різноманіття видів їх розподіл та зміни в часі; географічні параметри такі як типи ґрунтів, рельєф місцевості та гідрологічні особливості; дані про клімат природоохоронних територій; моніторинг рівня забруднення повітря води та ґрунту; екологічні показники, такі як екологічна стабільність і здоров'я екосистеми/

Всі ці параметри допомагають зрозуміти різноманітні аспекти стану досліджуваної екосистеми, а також виявити потенційні проблеми та ризики для екосистемної стійкості. Тому детальне вивчення організації взаємодії живих систем з природним середовищем вимагає для комплексного дослідження та аналізу їх станів системного підходу – усестороннього аналізу території природозаповідного фонду за допомогою інтелектуальних систем, які можна навчити аналізувати з найрізноманітніших сторін впливу антропогенних факторів на елементи біосфери.

Таким чином, проведено аналіз можливостей інтелектуальних систем з метою їх використання в оцінці екологічних станів природозаповідних територій, розглянуто методи, моделі і алгоритми оцінки аналізу і прогнозування станів таких територій, запропоновано організацію інтелектуальної технології керування станами територій природозаповідного фонду.

1. Ткаленко О.М. та інші. Інтелектуальні технології та системи штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень. URL: <https://tit.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2247>

2. Нестеренко О.В., Ковтунець О.В., Фаловський О.О. Інтелектуальні системи і технології. Ввідний курс: Навчальний посібник. К.: Національна академія управління. 2017. 90с.

3. Угрин Л.Є. Аналіз станів територій природозаповідного фонду загальнодержавного значення // Інформаційні та інноваційні технології XXI століття: проблеми та перспективи розвитку: матеріали VI Міжнародної наукової конференції (Котовіце, 19-20 вересня 2023 р.). 2023. С. 41–42.

¹Сенета Мар'яна, ²Скольський Ігор, ^{1,3}Сенета Зоряна
¹Національний університет «Львівська політехніка»
²Природний заповідник «Розточчя», NGO «Forestcom»
³Національний лісотехнічний університет України

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ КВАДРОКОПТЕРІВ

З поширенням діджиталізації та зростанням ролі цифрових технологій дедалі важливішими у різних сферах стають безпілотні літальні апарати (БПЛА, дрони, квадрокоптери). У поєднанні з прогресом у програмному забезпеченні вони є цінним

інструментом для інвентаризації та моніторингу навколишнього середовища. Квадрокоптери дозволяють за короткий час здійснювати огляд великих територій та отримувати доступні для постобробки дані, зокрема із застосуванням штучного інтелекту та нейронних мереж. Безпілотні літальні апарати дозволяють спостерігати великі площі довкілля для оцінки показників з високою достовірністю з подальшою їх обробкою. Такі апарати дають геодезичну точність при сантиметровій просторовій роздільній здатності, а застосування нанотехнологій для камер знімання дає можливість робити їх досить компактними.

Серед сучасних досліджень є багато робіт, що описують використання БПЛА для аналізу якості довкілля, моніторингу та інших дослідженнях. Зокрема, автори роботи [1] розглядають моніторинг пасовищ за допомогою дронів, а у роботі [2] проведено аналіз методів розпізнавання об'єктів та компресії зображень під час аерофотозйомки з БПЛА. Крім того, важливим є дослідження природних явищ і для ефективного планування руху дронів. Зокрема, автори роботи [3] описують алгоритми поведінки зграй у природі для можливості застосування в групових польотах безпілотних літальних апаратів. Так званий "роїний метод" є одним з прогресивних методів досліджень, особливо в галузі моніторингу довкілля. Цей метод використовує групу квадрокоптерів, які працюють разом для збору даних та виконання завдань, що представляє потенціал для вдосконалення та розширення можливостей моніторингу довкілля, дозволяючи збирати більше даних з більшою точністю та швидкістю.

Застосування квадрокоптерів у дослідженнях стану навколишнього середовища має широке коло завдань, зокрема:

- моніторинг лісових екосистем;
- виявлення середовищ пожеж та допомога при здійсненні протипожежних заходів;
- картографування, уточнення та актуалізація існуючих карт;
- спостереження за змінами досліджуваних площ за допомогою порівняння отриманих в різний час ортофотопланів;
- контроль за несанкціонованим будівництвом в природоохоронних зонах;
- спостереження за тваринами з метою дослідження їх чисельності на певних територіях (безпілотник дозволяє вести зйомку непомітно);
- планування робіт на земельних ділянках і їх розподіл на частини;
- обприскування лісів та полів від шкідників.

Дрони можуть допомогти виявити безліч руйнівних факторів, наприклад, знищення лісу через рубки або незаконну діяльність. Вони дозволяють вчасно реагувати на такі проблеми та вживати заходів для їх вирішення.

Варто зазначити, що отримання даних з квадрокоптера в реальному часі може бути здійснене за допомогою різних методів передачі даних. Виділимо деякі з них:

- Безпроводні технології передачі даних. Квадрокоптер може бути обладнаний безпроводними технологіями (Wi-Fi, Bluetooth), які дозволяють передавати дані в реальному часі на землю. Ці технології можуть бути використані для передачі відео- та фотоматеріалів або інших типів даних.

- Радіозв'язок. БПЛА може бути обладнаний радіопередавачем, який передає дані на землю за допомогою радіохвиль. Цей метод передачі даних може бути ефективним для великих відстаней та в умовах обмеженого доступу до мережі Інтернет.

- Супутникове з'єднання. Деякі квадрокоптери обладнані системами, що дозволяють передавати дані через супутникове з'єднання. Цей метод дозволяє передавати дані в будь-який пункт планети, де є зв'язок із супутником, але може бути менш ефективним з точки зору швидкості передачі даних.

- Вбудовані накопичувачі даних. Квадрокоптери можуть здійснювати запис даних на вбудований накопичувач під час польоту, а потім передавати ці дані на землю після завершення місії. Цей метод може бути корисним для збереження даних у випадку втрати зв'язку або інших технічних проблем.

Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження, і вибір конкретного методу залежить від конкретних вимог та умов використання. Наприклад, для реального часу

трансляції відео може бути обрана безпроводна технологія передачі даних, а для передачі великого обсягу даних на великі відстані може бути використане супутникове з'єднання.

Використання квадрокоптерів для дослідження довкілля передбачає декілька етапів. Основні переваги:

- Огляд з висоти – квадрокоптери дозволяють отримати зображення з висоти, що дозволяє отримувати повний огляд території.

- Досяжність - можливість досягти до важкодоступних місць, таких як гірські райони або зони, де інші транспортні засоби не можуть легко дістатися.

- Відстеження змін – здатність здійснювати повторні місії та відстежувати зміни у довкіллі з часом, наприклад, зміни в розташуванні лісів або забруднення водоймищ.

- Точність – можливість здійснювати дуже точне картографування та збирання даних завдяки високій стабільності та керованості квадрокоптерів.

- Вартість – здатність виконувати завдання моніторингу довкілля за значно менші кошти порівняно з традиційними методами, такими як пілотовані літаки.

- Автоматизація – можливість автоматизувати деякі аспекти місій, такі як автоматичний підйом, рух по заданій траєкторії та автоматичне збирання даних.

- Доступ у реальному часі – за допомогою вбудованих у квадрокоптер GPS або інерційних систем навігації є можливість спостереження за досліджуваними об'єктами у режимі реального часу.

Існує багато варіантів програмного забезпечення для обробки отриманих з квадрокоптерів зображень та створення цифрових карт. Такі програми дають можливість планувати маршрут знімання на основі карт та використовуючи прив'язку до квартально-видільної сітки, а також додаткових параметрів польоту: висоти знімання, різностороннє перекриття знімків, яке надає можливість не тільки створювати картографічні ортофотоплани, а й будувати 3D проєкції місцевості. Програма повністю планує політ безпілота, розраховуючи заряд батареї та за необхідності її заміну. Широкого застосування набули:

Pix4D – один з найпопулярніших програмних засобів у галузі обробки зображень з повітря та створення тривимірних моделей територій. Він дозволяє створювати точні цифрові карти, моделі рельєфу та оцінювати об'єкти на землі.

DroneDeploy – хмарне програмне забезпечення, яке дозволяє автоматизувати обробку та аналіз аерофотозйомок, а також створювати цифрові карти та моделі з високою точністю [4].

Agisoft Metashape – інструмент обробки та аналізу зображень, отриманих з квадрокоптерів. Вона дозволяє створювати точні цифрові моделі, ортофотоплани та 3D моделі зображень.

QGIS – безкоштовний інструмент географічної інформаційної системи (ГІС) для створення, редагування аналізу та інтерпретації даних у географічному контексті.

ArcGIS Pro – геопросторове програмне забезпечення, яке має вбудовані інструменти для обробки аерофотозйомок та створення цифрових карт. Воно дозволяє аналізувати географічні дані та створювати високоякісні карти з різними шарами і аналітичними можливостями.

Global Mapper – програмне забезпечення для обробки геопросторових даних, яке підтримує обробку аерофотозйомок та створення цифрових карт. Воно дозволяє виконувати аналіз та візуалізацію географічних даних з різних джерел.

OpenDroneMap – відкрите програмне забезпечення для обробки зображень, отриманих з дронів. Воно надає можливості для створення ортофотопланів, цифрових моделей рельєфу та 3D-моделей на основі відкритих стандартів.

Ці програмні засоби надають широкі можливості для цифрового моніторингу навколишнього середовища, обробки зображень з квадрокоптерів та створення цифрових карт з високою точністю та деталізацією. Вибір конкретного програмного забезпечення залежить від потреб користувача, обсягу та складності проекту, а також від фінансових ресурсів.

Отже, використання квадрокоптерів у дослідженнях навколишнього середовища, зокрема для моніторингу довкілля, є важливим способом отримання більш точної інформації для обробки даних та аналізу результатів. Варто зазначити, що важливим є отримання даних в режимі реального часу з використанням відеостріму чи бездротових засобів зв'язку. Перспективним є використання нейронних мереж для обробки аерофотозйомок, що відкриває безліч можливостей для кращої обробки та аналізу інформації з цих зображень.

1. Gillan J.K., Karl J.W., Van Leeuwen W.J.D. *Integrating drone imagery with existing rangeland monitoring programs. Environmental Monitoring and Assessment*, 192(5), 2020, 269: 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8216-3>

2. Holenko M., Ivanov D., Yefimenko A., Vorotnikov V. *Analysis of methods of object recognition and image compression during aerial photography from unmanned aerial vehicles. Technical Engineering*, 1(91), 2023, 146–155. [https://doi.org/10.26642/ten-2023-1\(91\)-146-155](https://doi.org/10.26642/ten-2023-1(91)-146-155)

3. Barabash O., Kyrianov A. *Research of algorithms of flock behavior in nature for the possibility of application in group flights of unmanned aircraft. Measuring and computing devices in technological processes*, 3, 2023, 40–49. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-75-4>

4. Як зробити ортофотоплан за допомогою дрона. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=2pj2cHz3iw0>

СЕКЦІЯ 3. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО МАЙБУТНЬОГО КРАЇН ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Ангелко Ірина

Національний університет «Львівська політехніка»

ЕКОЛОГІЧНІ ІМПЕРАТИВИ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Після завершення будь-якого конфлікту чи війни, питання відновлення і розвитку економіки стає одним із найбільш актуальних завдань для країни. Однак, в контексті сучасних екологічних викликів та загострення проблеми зміни клімату, досягти позитивного результату в економіці можливо лише з урахування екологічних аспектів. Для повоєнного відновлення економіки України врахування останніх є ще й критично необхідним, адже бойові дії негативно впливають на довкілля, завдають йому шкоди та несуть непоправні наслідки для життя та здоров'я майбутніх поколінь.

Варто зазначити, що наразі оцінити в повному масштабі збитки, які «несе» війна для довкілля України, неможливо – адже не відомо, як довго ще триватимуть бойові дії та які природні ресурси і об'єкти інфраструктури «постраждають». Однак, вже сьогодні з впевненістю можна сказати, що на певних територіях України довкілля уже ніколи не відновиться до попереднього стану, а на деяких ділянках – воно радикально деградує. Очевидним також є той факт, що окремі території, на яких велися чи ведуться ще сьогодні активні бойові дії, потребуватимуть очищення від вибухонебезпечних предметів (мін, бомб, артилерійських боєприпасів, гранат тощо). У цілому, площа територій України, які несуть у собі потенційну мінну небезпеку, оцінюється у 174 тис. квадратних кілометрів (а це майже третина загальної території країни) [1]. При цьому очищенню підлягає не лише наземна частина природного середовища (ліси, поля, степи, луки та болота), але й водні об'єкти (річки, водосховища, інші водойми, узбережжя Чорного і Азовського морів), житлові та промислові забудови, об'єкти інфраструктури тощо.

Незважаючи на неможливість повної оцінки збитків, які війна завдала та ще завдасть довкіллю України, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України подає попередні оцінки. За їх даними, від початку повномасштабного вторгнення росії на територію України, довкілля України зазнало збитків більш ніж на 2 трлн грн, половину з яких – через забруднення повітря від лісових пожеж (1,02 трлн грн). Власне через виникнення останніх, Україна втратила майже 67 тис. га лісів [2]. А це непоправні масштабні втрати.

Цілком зрозуміло, що наслідки війни для довкілля України – руйнівні. Їх вплив є викликом, а мінімізація та повне усунення – ключовим завданням для повоєнного відновлення економіки країни. Тому важливо, вже сьогодні, максимально орієнтуватися на екологізацію економіки, формування екологічної свідомості та відповідальності. Безперечно орієнтиром у цьому напрямі повинна стати позитивна практика європейських країн.

Як відомо, у країнах Європейського Союзу щорічно зростає кількість компаній, які перебудовують своє виробництво в напрямку сталої індустрії. Ці компанії готуються до здійснення діяльності в умовах, коли природних ресурсів стає все менше, а вимоги до екологічної відповідальності зростають. Керівництво інноваційних компаній активно інвестує у ресурсозберігаючі технології та розвиток відновлювальної енергетики з метою отримання значних фінансових вигод у майбутньому, зокрема, у вигляді зниження енерговитрат власного виробництва та торгівлі інноваційними технологіями та продукцією [3, с. 103].

У загальному основною метою екологічної політики країн Європейського Союзу залишається запобігання негативному впливу на природне середовище. В цьому контексті велика увага приділяється вдосконаленню систем управління виробничими процесами та контролю за ними на підприємствах. Як відомо, провідні компанії активно займається пошуком і впровадженням екологічно орієнтованих технологій та обладнання. Це дозволяє реалізувати комплексний підхід до охорони довкілля.

Варто також виділити пріоритетні інструменти екологізації економіки в країнах Європейського Союзу, а саме [3, с. 103]:

- оподаткування діяльності підприємств, яка здійснює негативний вплив на навколишнє природне середовище. Часто використовується диференційований підхід, який передбачає зміну обсягів оподаткування в залежності від показників екологічної ефективності виробництва та впровадження екологічних інновацій;

- фінансування та кредитування природоохоронних заходів. Джерелами можуть бути як державні та місцеві бюджети, так і кошти підприємств, банківських установ, природоохоронних фондів тощо;

- пільгові позики для підприємств, які впроваджують сучасні ресурсо- та енергозберігаючі технології чи «зелене» виробництво. Це можуть бути як безвідсоткові, так і підсубсидовані відсотки позики;

- платежі та збори за спеціальне використання природних ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища та інші шкідливі впливи на довкілля;

- притягнення до відповідальності за порушення екологічного законодавства, що може включати значні суми штрафів за порушення екологічних норм.

Безумовно Україні варто перейняти кращий світовий досвід щодо впровадження природоохоронних заходів у виробничу сферу на всіх рівнях функціонування економічної системи. Значний прогрес розвитку українського суспільства у напрямку екологічно збалансованого росту стане реальним лише за умови імплементації найкращих світових стандартів у сфері діяльності нашої країни. Це означає впровадження екологічної компоненти у всі сфери життєдіяльності, формування відповідної екологічної свідомості та культури серед населення, а також модернізацію виробничих процесів з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

В напрямі ефективної імплементації найкращих світових стандартів у сфері діяльності нашої країни, варто звернути увагу на актуальні тенденції впровадження природоохоронної складової в економіку країн Європи:

- зростання популярності циркулярної економіки, яка передбачає вторинну переробку відходів з подальшим їх використанням у виробництві;

- максимальне подовження періоду збереження цінності продукції та матеріалів, з яких вона виготовлена;

- популяризація сервісної моделі обслуговування клієнтів, при якій покупець купує не сам продукт, а послугу з його використання. Це сприяє виробництву товарів високої якості для багаторазового використання за відповідну плату;

- орієнтація на декаплінг – економічний підхід, що передбачає розробку та впровадження комплексу ефективних заходів і нових технологій, за яких тиск на довкілля може зменшитися навіть при швидкому економічному зростанні та споживанні ресурсів.

Європейський досвід екологізації економіки безперечно є цінним для України. Однак, при його реалізації, необхідно враховувати особливості вітчизняної економічної системи, яка десятиріччями переживає глибоку системну кризу та потребує розв'язання цілої низки соціально-економічних, технологічних та регіональних проблем. Не винятком є й подолання викликів, які залишить по собі війна росії проти України.

У цілому, для успішної екологізації економіки України на найближчу перспективу необхідно спрямовувати основні зусилля державних інституцій, бізнесу та представників громадськості на наступні напрямки:

- забезпечення належного рівня екологічної свідомості громадян шляхом підвищення рівня освіти у сфері природоохоронної діяльності та проведення відповідної просвітницької роботи;

- адаптація екологічного законодавства України до стандартів Європейського Союзу та посилення відповідальності за порушення цих законів;

- розробка та впровадження державної програми відновлення довкілля, ураженого війною, залучення коштів іноземних інвесторів та стимулювання інноваційної діяльності в цих регіонах;

- удосконалення системи платежів за використання природних ресурсів;

- залучення громадськості до розробки та прийняття рішень щодо охорони довкілля та природокористування;

- удосконалення загальнодержавної екологічної інформаційно-аналітичної системи та розвиток ефективної мережної взаємодії між органами влади, підприємствами та громадою;

- сприяння впровадженню результатів фундаментальних досліджень у сфері екологізації виробництва та розвиток співробітництва між науковими установами та державними інституціями;

- підтримка екологічно орієнтованої модернізації підприємств, спрямована на зменшення негативного впливу на довкілля та використання сучасних технологій;

- розробка та впровадження ефективної системи промислового відновлення та переробки відходів з врахуванням кращих європейських стандартів.

Враховуючи зазначене очевидно, що необхідною умовою повоєнного відновлення економіки України та її інтеграції у європейський простір є усвідомлення екологічного імперативу. Перед Україною постають складні завдання трансформації екологічної свідомості суспільства, проведення ефективної реструктуризації виробничої сфери, впровадження системи раціонального природокористування, удосконалення законодавства щодо охорони довкілля, стимулювання інноваційних процесів.

1. Кіреєв М., Горбан Ю. Як швидко розмінувати Україну? Скільки потрібно «псів Патронів»? Фонд Демократичні ініціативи імені Ілька Кучеріва. 05.04.2024. URL: <https://dif.org.ua/article/yak-shvidko-rozminuvati-ukrainu-skilki-potribno-psiv-patroniv>

2. Міністр Руслан Стрілець у студії телеканалу Рада розповів про вплив війни на довкілля. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 21.12.2023. URL: <https://mepr.gov.ua/ekologichni-reparatsiyi-treba-gotuvaty-yakomoga-shvydshe-rozpoviv-ministr-ruslan-strilets-v-efiri-natsionalnogo-telemarafonu-yedyni-novyny/>

3. Печенюк А.В. Перспективи екологізації економіки України в умовах європейської інтеграції. Інноваційна економіка. 2023. №1(93). С. 99-108.

Білик Ростислав, Сарафінчан Андрій
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ЕКОЛОГІЧНІ СКЛАДОВІ РОЗВИТКУ СУБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

Процеси управління економічною діяльністю суб'єктів господарювання можна представити як серію послідовно розташованих етапів, кожен з яких відображає підвищення рівня екологізації виробництва. Кожен етап характеризується власним змістом та специфікою, при цьому ілюструючи вплив ключових факторів. Загалом, ці етапи сприяють зменшенню розриву між існуючими та бажаними параметрами стану об'єкта управління, підсилюючи ефективність загального процесу управління.

Концепція еколого-економічного управління має базуватися на синергії екологічних та економічних факторів, що сприяє підвищенню ефективності діяльності суб'єктів

господарювання. Це передбачає трансформацію існуючої системи управління на основі ширшого використання інновацій та організаційно-економічних механізмів, які стимулюють розвиток таких суб'єктів через зниження екологічного навантаження на середовище.

На сьогодні можна запропонувати концептуальну схему еколого-економічного управління суб'єктів господарювання в такому вигляді (рис. 1). Центральним елементом цієї схеми є процес управління, який полягає в розробці та реалізації управлінських рішень, що впливають на об'єкт управління. До механізму управління входять збір, обробка та передача інформації, а також прийняття відповідних рішень.

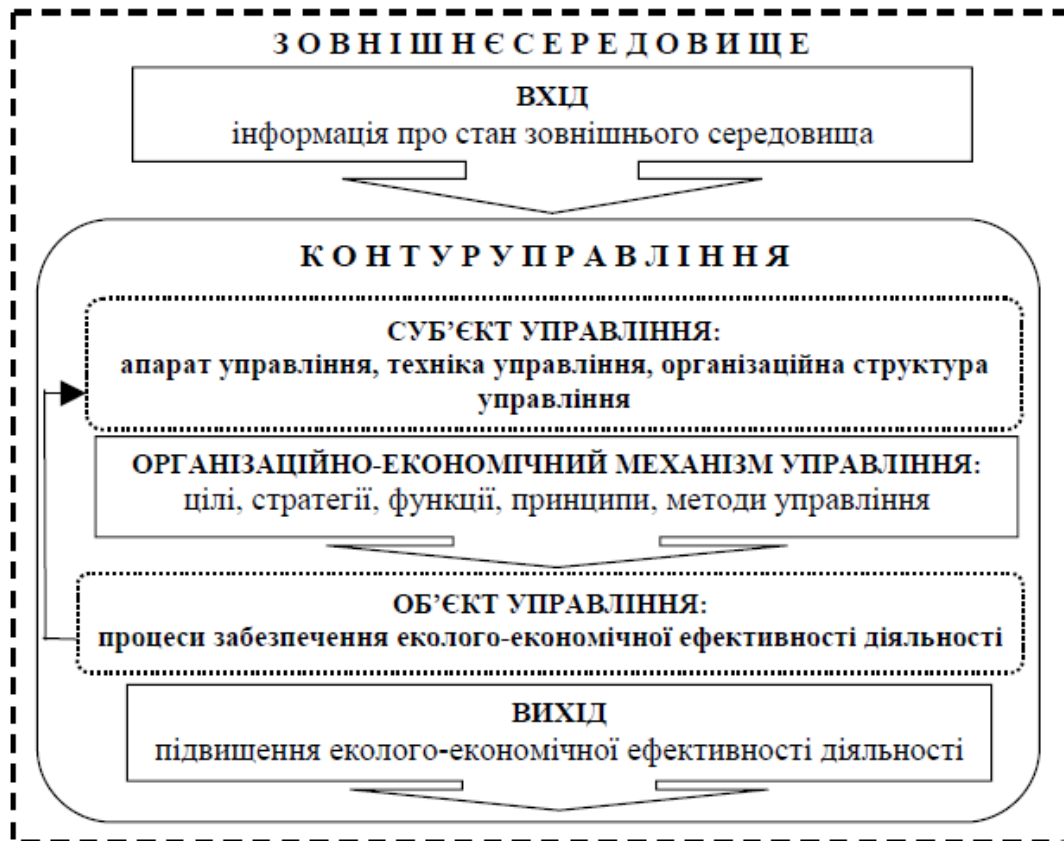


Рис. 1. Концептуальна схема еколого-економічного управління суб'єкта господарювання

Джерело: [1].

Варто також відмітити, що ключовою умовою для процесу еколого-економічного управління є наявність суб'єкта управління, що включає апарат управління, методики управління та організаційну структуру. Об'єктом управління при цьому є процеси, які забезпечують еколого-економічну ефективність діяльності підприємства. Відповідно до принципу функціональної повноти, система еколого-економічного управління поділяється на підсистему загальних управлінських функцій, підсистему специфічних функцій та підсистему підтримуючих функцій управління.

Аналіз сучасної системи управління суб'єктами господарювання дозволяє виявити її ключові функціональні компоненти. Невід'ємними та взаємозалежними елементами такої системи є: структура управління, процеси управління, управлінські рішення та кадри. Ці елементи взаємодіють між собою, сприяючи ефективній роботі загального механізму управління, який є вирішальним для досягнення стратегічних цілей діяльності суб'єкта.

Варто зазначити, що сучасна стратегія еколого-економічного розвитку для вітчизняних підприємств включає декілька ключових функціональних напрямків:

1. Маркетингова стратегія – включає заходи, спрямовані на реалізацію основ соціальної відповідальності та збільшення екологічної безпеки продукції.

2. Виробнича стратегія – орієнтована на раціональне використання природних ресурсів, забезпечення їхнього ефективного контролю на усіх етапах виробництва, а також на комплексне використання мінеральної сировини.

3. Фінансова стратегія – фокусується на прогнозуванні фінансових результатів стратегічного плану, оцінці інвестиційних проєктів, плануванні майбутніх продажів, ефективному розподілі та контролі фінансових ресурсів, зниженні виробничих витрат і фінансуванні природоохоронних заходів.

4. Інноваційна стратегія – направлена на впровадження передових технологій у процесах видобутку та переробки корисних копалин.

Ці стратегії в сукупності формують комплексний підхід до еколого-економічного управління, що дозволяє не лише підвищити екологічні стандарти діяльності, але й сприяти стійкому розвитку підприємств.

Таким чином екологічні складові в сукупності з економічними елементами формують еколого-економічний розвиток суб'єктів господарювання та формують стратегію їх розвитку.

1. Розвиток підприємства на еколого-економічних засадах: [Електронний ресурс]. монографія / [Швиданенко Г. О., Криворучкіна О. В., Матукова Д. Г.]. К.: КНЕУ, 2017. 184 с.

Білик Руслана, Кіцак Микола
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА РОЗВИТОК ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

На сьогодні питання екологічного менеджменту є актуальним і широко досліджується як практиками, так і науковцями, які стверджують про кризову ситуацію в цьому процесі. Ці проблеми насамперед зумовлені наступними факторами: розвитком промислових галузей, які мають високий рівень використання природних ресурсів та створюють значні екологічні ризики; застосуванням застарілих технологій, які сприяють великим втратам матеріальних ресурсів і забрудненню навколишнього середовища; екстенсивним методом використання природних ресурсів без врахування їхньої сталості. Внаслідок цього спостерігалося значне погіршення стану здоров'я населення, зокрема збільшення кількості випадків онкологічних захворювань, вроджених вад, а також захворювань серцево-судинної та дихальної систем.

Наукові дослідження розкривають кілька концепційних підходів до визначення терміну «екологічний менеджмент». Цей термін інтерпретується як:

8. Діяльність економічних суб'єктів, яка має на меті досягнення екологічних цілей, таких як оптимізація взаємодії людини і природи, забезпечення екологічної безпеки, раціональне використання природно-ресурсного потенціалу та збереження навколишнього природного середовища [1-2].

9. Форма управління, спрямована на формування та розвиток екологічно спрямованого виробництва, екологічної культури та покращення екологічної якості життя людей [3-4].

10. Складова системи управління, спрямована на керування екологічними аспектами діяльності організацій [5].

На наш погляд, найбільш вичерпне визначення екологічного менеджменту пропонується міжнародним стандартом ISO 14000, де система екологічного менеджменту визначається як інтегрована частина загальної системи управління, що охоплює організаційну структуру, планування активностей, асигнування відповідальностей, виконавчу роботу, а також процедури, процеси і ресурси для розроблення, імплементації, оцінки виконання та поліпшення екологічної політики, цілей і завдань [6]. Згідно з міжнародними стандартами, розвиток системи екологічного менеджменту відбувається за спіралеподібним підходом, який

передбачає поетапне формування, виконання і періодичні корективи екологічної політики, а також безперервне вдосконалення параметрів, що віддзеркалюють екологічні аспекти діяльності економічних суб'єктів чи територіальних громад загалом.

Вважається, що ключові принципи екологічного менеджменту включають наступні аспекти: право кожної людини на здорове і продуктивне життя у гармонії з природою; глобальне партнерство, направлене на збереження, захист та відновлення земної екосистеми; відповідальність за екологічні наслідки управлінських рішень; запобігання екологічним ризикам та негативним наслідкам господарської діяльності; компенсація повної вартості екологічних збитків споживачем.

До спеціалізованих функцій екологічного менеджменту, можна віднести такі: 1) ідеологічна (формування принципів, напрямків, стратегічних засад та порядку денного); 2) організаційно-координаційна (впровадження рішень, керівництво та координація роботи різних установ); 3) правова (створення відповідної правової основи); 4) фінансова (збір необхідних ресурсів для виконання цілей та завдань); 5) ревізійно-контрольна (здійснювана через діяльність органів із відповідними повноваженнями та періодичне проведення планових зборів); 6) моніторинг та оцінка (здійснюється за допомогою широкого спектру систем вимірювань для оцінки стану довкілля та ефективності екологічної політики).

У реальних умовах, механізм екологічного менеджменту втілюється через використання інструментів екоменеджменту (див. рис. 1), які представляють собою методи впливу на соціально-економічні процеси з метою запобігання або зменшення негативних наслідків від господарської діяльності на навколишнє середовище.



Рис. 1. Класифікація інструментів екологічного менеджменту

Джерело: [7].

Впровадження системи екологічного менеджменту в управління громадою є необхідним не тільки через значне погіршення екологічного стану та кризові умови довкілля, але й у зв'язку з властивими сучасним громадам тенденціями розвитку. Ці тенденції включають диференціацію локацій виробництва, зростання виробничих потужностей, які необхідні для новітніх технологій, інтенсифікацію впливу промисловості не тільки на місцеве природне середовище, але й на національний екологічний простір. Також спостерігається збільшення обсягів виробництва небезпечних відходів та їх концентрація, а також зростання політичного значення екологічної свідомості та світогляду.

Основні напрямки екологічної політики територіальної громади включають:

- Розв'язання проблеми утилізації побутових та промислових відходів;
- Покращення стану атмосфери, водних басейнів, земель, лісових ресурсів та якості питної води;
- Запровадження радіаційного захисту для населення і довкілля, мінімізація негативного впливу наслідків катастрофи на Чорнобильській атомній електростанції;
- Створення збалансованої системи використання природних ресурсів і структурна перебудова економічного потенціалу з акцентом на екологізацію технологій в промисловості, енергетиці, будівництві та транспорті;
- Збереження біорізноманіття та ландшафтної різноманітності;
- Благоустрій та озеленення територій громади;
- Розвиток екологічної освіти та виховання;
- Удосконалення системи екологічного управління в громаді.

Таким чином імплементація системи екологічного менеджменту у різноманітних сферах діяльності територіальних громад, таких як управління, використання природних ресурсів, облаштування зелених зон, закупівлі товарів та послуг, визнається економічно вигідною та практичною за умови систематичного здійснення ряду кроків. Ці кроки включають розробку та затвердження громадою екологічної політики, екологічний аналіз діяльності підрозділів, кількісне визначення значущості їхнього екологічного впливу, створення реєстру екологічних впливів для поліпшення управлінських процесів, аналіз національного та міжнародного передового досвіду, розробку та реалізацію програм поліпшення, формалізацію нових управлінських процедур, проведення внутрішніх екологічних аудитів, а також коригування існуючих процедур.

1. Буканов Г.М. *Екологічний менеджмент як еколого-центристська система державного управління. Наукові перспективи. Серія: Державне управління. 2020. №4(4). С 17-29.*

2. Бунякова Ю.Я. *Екологічний менеджмент : конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2018. 126 с.*

3. Мартиненко В.О. *Екологічний менеджмент як нова парадигма муніципального управління. Теорія та практика державного управління. 2009. Вип. 2(25). С. 116-120.*

4. Буканов Г.М. *Формування та реалізація державної екологічної політики на регіональному рівні: автореф. дис. ... д-р наук з держ. упр. : 25.00.02. Запоріжжя, 2021. 43 с.*

5. Бабчинська О.І. *Інструменти формування механізму екологічного менеджменту в сучасних умовах. Ефективна економіка. 2020. №10. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8250>*

6. Демяненко К.А. *Сутність екологічного менеджменту та конкурентоспроможності підприємства. Економічний аналіз: зб. наук. праць. 2015. Том 19. №3. С. 114-121.*

7. Гринчук Ю.С., Коваль Н.В., Вовкотруб Я.В. *Впровадження механізму екологічного менеджменту в систему управління територіальних громад. Електронний журнал «Ефективна економіка». 2023. №9. URL: DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.9.14>*

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОДАЛЬНОСТІ БІЗНЕСУ

Ефективний та збалансований розвиток бізнесу обумовлюється створенням концепції еколого-економічного управління. Ця концепція вважається конструктивною системою, яка забезпечує соціально-економічні вигоди для підприємства з одночасною оптимізацією споживання природних ресурсів і використанням асиміляційної спроможності навколишнього середовища. Розробка цієї системної концепції вимагає нових механізмів для оцінки ефективності природокористування на рівні різних форм бізнесу, що стане основою для прийняття науково обґрунтованих рішень. Ці рішення мають на меті створення екологічно орієнтованої економіки з мінімізацією негативного впливу на довкілля та зниженням загальної ресурсоемності.

Такі етапи відповідають основним принципам соціальної відповідальності бізнесу, яка має бути виражена через комбінацію обов'язкових та добровільних складових (рис. 1). Ці елементи разом сприятимуть створенню умов для розробки гнучкої системи еколого-економічного управління, що є важливим для підтримки сталого розвитку та екологічного благополуччя.

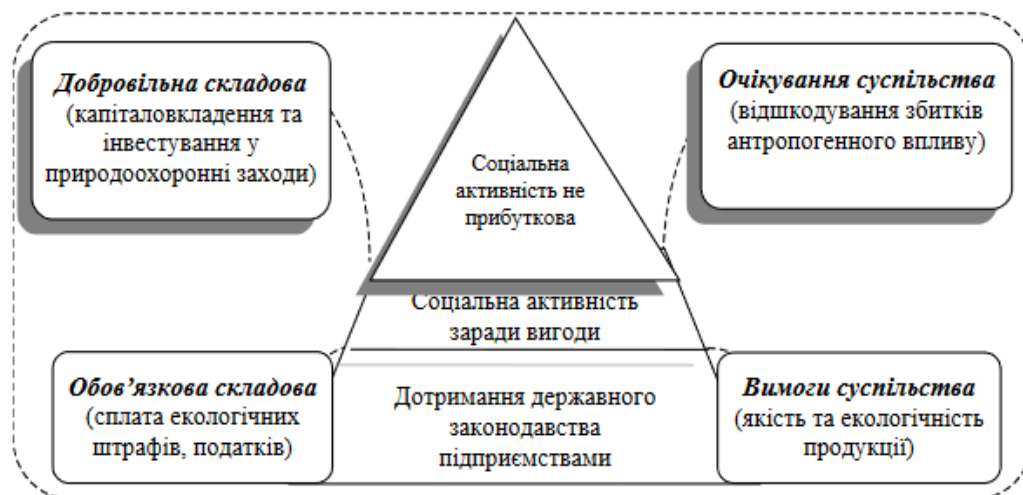


Рис. 1. Екологічний аспект соціальної відповідальності бізнесу

Джерело: [1]

Не існує універсально прийнятого підходу до розуміння концепції «соціальна відповідальність бізнесу», проте загальноприйнята основа полягає в тому, що вона стосується способу управління комерційною діяльністю компаній з метою досягнення позитивного впливу на суспільство. Визначення цієї концепції часто включають зв'язки між економічними, екологічними та соціальними аспектами діяльності, які разом формують відповідь на виклики сталого розвитку. Компанії можуть реагувати на ці виклики як реактивно, тобто через спонтанні дії у відповідь на непередбачені зміни, так і проактивно, розробляючи стратегії, що систематично включають сталість у їхній бізнес-процеси. Реактивний підхід може бути обумовлений страхом перед наслідками для репутації чи ділового статусу, що може призвести до втрати ліцензії або бізнесових можливостей у разі ігнорування ключових соціальних або екологічних питань.

Концепція еколого-економічного управління має базуватися на парадигмі сталого розвитку, яка інтегрує три ключові сфери діяльності суб'єктів господарювання: економічну,

екологічну та соціальну. Ці аспекти мають розвиватися синхронно та постійно, що створить передумови для зростання бізнесу при одночасному збереженні природних екосистем. Відповідно до теорії стейкхолдерів, яка розглядає усі заінтересовані сторони як легітимних партнерів у бізнесі, підприємства мають враховувати вплив своїх дій на всі групи стейкхолдерів. При цьому, враховуючи планету як остаточного стейкхолдера, бізнес несе відповідальність за будь-яку шкоду, завдану навколишньому середовищу.

Імплементация екологічної відповідальності в бізнес-процеси з метою досягнення сталого розвитку повинна стати ключовою стратегічною ініціативою, що зміцнює внутрішній розвиток компаній, покращує взаємини зі стейкхолдерами, а також взаємодію з організаціями і владними структурами. Ця ініціатива передбачає мінімізацію екологічного впливу, який виникає в результаті діяльності підприємств. Екологічна відповідальність має стати не лише частиною корпоративної стратегії, але й засадничим принципом культури компанії, яка орієнтована на забезпечення екологічного балансу та довгострокової вигоди для суспільства і природи. Втілення таких підходів допомагає забезпечити не тільки відповідність до сучасних екологічних стандартів, але й сприяє створенню інновацій, зниженню операційних витрат і покращенню ринкової конкурентоспроможності. Отже, стратегічне зосередження на екологічній відповідальності відкриває нові можливості для бізнесу, підвищує його стійкість до зовнішніх викликів та сприяє сталому розвитку на глобальному рівні.

Ключовим компонентом концепції еколого-економічного управління є наявність відповідних індикаторів, які виконують ряд критично важливих функцій:

- Встановлення цілей екологічної стратегії та детальних планів дій, спрямованих на захист навколишнього середовища;
- Оцінка ефективності реалізації визначених екологічних цілей та планів, моніторинг динаміки екологічних результатів діяльності організації, а також порівняння здобутків з результатами інших підприємств;
- Виявлення будь-яких відхилень від запланованих екологічних цілей та завдань;
- Виявлення ринкових можливостей та потенціалу для зниження витрат;
- Функціонування як інструменту зовнішньої (при розробці екологічної стратегії та політики) та внутрішньої комунікації (сприяння зворотньому зв'язку з персоналом, інформування та мотивація працівників).

Ці індикатори, тим самим, сприяють створенню умов для прозорого та відповідального управління в рамках зобов'язань екологічної відповідальності, що є важливим для досягнення сталого розвитку.

Таким чином еколого-економічне управління сприяє гармонізації економічних та екологічних інтересів організації, що, в свою чергу, дозволяє досягнути вагомих конкурентних переваг і забезпечити додану вартість для зацікавлених сторін.

1. Розвиток підприємства на еколого-економічних засадах: [Електронний ресурс]. монографія / [Швиданенко Г.О., Криворучкіна О.В., Матукова Д.Г.]. К. : КНЕУ, 2017. 184 с.

¹Василина Оріся, ²Садура Оксана

¹Львівський національний університет природокористування

²Національний університет «Львівська політехніка»

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА – ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Сутнісні проблеми людства відображають основні труднощі в економіці, енергетиці, демографії, соціумі, екології та інших аспектах людського існування, що виникають через діяльність, пов'язану з суспільною свідомістю. Розвиток науково-технічного прогресу вважається однією з ключових причин зростання глобальних проблем, виявляючи свої

наслідки у всіх сферах життя. Людство продовжує шукати способи вирішення проблем, що виникають у сучасній цивілізації.

Однією з головних глобальних проблем є сфера енергетики. Ця проблема привертає постійну увагу державних лідерів не лише у розвинених країнах, але й у тих, які перебувають на етапі переходу або розвиваються. Енергетична безпека вважається ключовим елементом економічної стабільності будь-якої країни, а можливість забезпечити її визначає, наскільки ця країна може діяти самостійно на міжнародній арені.

В сьогоденні енергетика є основою майже всіх сфер життєдіяльності та не лише відіграє вирішальну роль в економічному прогресі країни, а також є основою для сталого розвитку суспільства в цілому. Проте вважати, що рівень енергетичного забезпечення держави (суспільства) є абсолютно надійним у будь-яких соціально-політичних умовах неможливо. Як наслідок, перед країнами, які були й залишаються енергетичними споживачами, постає необхідність розбудови власних систем гарантування енергетичної безпеки, ефективність яких мала б урівноважувати дисфункціональні впливи (виклики, загрози, небезпеки), які будуть продукуватися міжнародним середовищем. За прогнозами вчених, які вказують на те, що до 2050 р. можна очікувати подвоєння попиту на енергоресурси, буде сформовано методикою доцільності дослідження енергетичної безпеки як функціональної складової частини економічної, а також національної безпеки держави [1].

Слід зазначити, що у 2019 році Україна увійшла у ТОП-10 країн світу за темпами розвитку відновлюваної енергетики, а у 2020 році – у ТОП-5 європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики. У тому ж 2019 році, у рейтингу Climatescope від Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg NEF), Україна посіла почесне 8 місце (піднявшись з 63-го) серед 104 країн світу за інвестиційною привабливістю країни саме у питанні розвитку низьковуглецевих джерел енергії і будівництва «зеленої» економіки. У 2021 році Україна була на 48 місці за загального інвестиційного потенціалу держави серед 136 країн світу в рейтингу Bloomberg NEF [2].

Важливо, що енергетична безпека – це пріоритет для України під час та після завершення війни, яку розв'язала росія. Адже ця війна – це, в тому числі, масовані атаки на енергетичну інфраструктуру, атомний тероризм та пошкодження більше половини енергосистеми держави в цілому. Також було зафіксовано понад 2300 випадків екологічної шкоди, спричиненої війною, включаючи вибухи снарядів, забруднення ґрунту та підземних вод, мінування, лісові пожежі тощо. На цьому році в рамках міжнародної конференції ООН зі зміни клімату було представлено дослідження, яке показало, що військові дії Росії в Україні в останні роки вторгнення вже призвели до викиду 49 мільйонів тонн CO₂.

Перехід до нових джерел енергії буде впливати на геополітичний баланс, переміщуючи владу від власників вугілля та нафти до тих, хто розвиває чисті енергетичні технології. Це вимагатиме від країн, що зараз залежать від експорту вугілля та нафти, диверсифікації їхньої економіки. Перехід до нульових викидів є критично важливим для збереження нашої планети і матиме позитивний вплив на зовнішню політику: світ, який використовує чисту енергію, буде більш стабільним та кращим для всіх. У той же час, цей перехід створить нові форми залежності через ресурси, необхідні для виробництва такої енергії.

Насамперед має відбуватися солідарність та підтримка партнерів у Європейському Союзі. Перший рік повномасштабної війни росії проти України підтвердив наслідки залежності від російських нафти, газу та вугілля, а також вказав на вигоду від енергоефективності та децентралізації. А ще продемонстрував, яку саме загрозу для всієї Європи може становити залежність від російських ресурсів, та яку кількість жертв може спричинити неспроможність відмовитися від них одразу.

В теперішній час нам буде дуже складно цілковито перейти на відновлювані джерела енергії лише за допомогою власних сил. Саме тому доцільним є заручитись підтримкою Європейського Союзу та закордонних партнерів.

Окрім цього, необхідно чітко спрямовувати кошти, які ми отримаємо на відбудову. Своїми рішеннями на урядовому рівні, в законодавчих процесах Україна має довести, що вона

зацікавлена в енергетичному переході, тобто в тому, аби забезпечити добрий інвестиційний клімат для інвесторів в процесі відбудови. Проте, ми розуміємо, що під час війни залучити фінансові ресурси інвесторів дуже складно.

Оскільки Україна матиме велику фінансову підтримку від міжнародних партнерів, то потрібно гарантувати ефективне витрачання цих коштів. Зокрема, через прозорі механізми та доступ громадськості до моніторингу

Отже, як висновок можна стверджувати, що Україна володіє різноманітними джерелами енергії на Землі, займає сьоме місце у світі за обсягами корисних копалин, проте більшість розвіданих енергоресурсів потребують проведення розробок. Загрозу енергетичній безпеці України становить велика енергетична залежність від імпорту нафти і газу. Не зважаючи на розвідані скромні запаси газу, наша країна спроможна забезпечити себе на 30 чи 40% цим паливом в найближчому десятиріччі, за умови закладення до бюджету більше коштів на геологорозвідку у Полтавській, Харківській областях, а також спрямовувати їх на освоєння вуглеводних ресурсів українського сектора Чорного та Азовського морів.

Тому вдосконалення методології формування й управління енергоресурсами, у першу чергу, вітчизняними з урахуванням особливостей економіки України, є першорядним завданням сучасного періоду.

1. Дячук О., Чепелев М., Подолець Р., Трипольська Г. та ін. *Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року. 2017. (online). URL: <https://ua.boell.org/uk/2017/10/24/perehid-ukrayini-na-vidnovlyuvanu-energetiku-do-2050-r>*
2. Дячук О.А. *Внесок України до нової Глобальної кліматичної угоди. Економіка і прогнозування. 2016. №1. С. 129-141.*

Жук Петро

ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України»

ЕКОНОМІЧНІ РЕГУЛЯТОРИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ СОЮЗ ТА УКРАЇНА

Екологічна безпека є одним з ключових завдань, квінтесенцією сучасної теорії сталого розвитку, яка здобула глобальне визнання. Її досягнення забезпечується через використання дієвих механізмів, серед яких важлива роль відведена економічним регуляторам екологічної безпеки. Особливої уваги розробленню та реалізації заходів з досягнення екологічної безпеки через економічні механізми, зокрема – податкові, приділяється в країнах Європейського Союзу.

Завдання з охорони навколишнього природного середовища від забруднень та досягнення екологічної безпеки з використанням методів економічного регулювання є однією з ключових складових Спільної екологічної політики (СЄП) у Європі.

Дотримання низки принципів сучасної екологічної політики ЄС, зокрема принципу профілактики (запобігання) та принципу «винного», згідно з яким витрати на усунення забруднення навколишнього природного середовища мають лягати на того, чия діяльність спричинює забруднення, забезпечується засобами економічного впливу. Принцип економічної відповідальності, який отримав назву «забруднювач-платить» послідовно реалізується європейськими країнами у їх податковій політиці. Для реалізації цих принципів у ЄС впроваджено відповідні інструменти, зокрема:

- програми дій ЄС з довкілля (восьма програма дій до 2030 р.);
- екологічні мита та податки;
- субсидії на цілі охорони навколишнього середовища;
- перепродаж (передача) дозволу, права або квоти;

- програма LIFE – фінансовий інструмент ЄС, спрямований на захист довкілля та кліматичні дії (2021-2027 рр., 5,4 млрд євро);
- еко-маркування продукції.

Серед запроваджених інструментів особливого значення надається екологічному оподаткуванню. Екологічні податки використовуються з метою стимулювання інвестиційно-інноваційної діяльності у сфері охорони навколишнього природного середовища. Крім того, вони є фіскальним інструментом, який спрямований на забезпечення фінансування природоохоронних програм.

Директорат із податків і митних зборів Європейської Комісії розподілив екологічні податки за сферою використання на сім основних груп: енергетичні податки (на моторне паливо, на енергетичне паливо, на електроенергію); транспортні податки (податки на пройдені кілометри, акцизи під час купівлі авто, щорічний податок із власника); плата за забруднення (емісії забруднюючих речовин в атмосферу та скиди у водні басейни); плата за розміщення відходів (платежі за розміщення відходів на звалищах, за їх переробку і податки на низку спеціальних продуктів: упаковка, батареї, шини, мастила тощо); податки на викиди речовин, що призводять до глобальних змін середовища (речовини, що руйнують озоновий шар і парникові гази); податок на шумову дію; платежі за користування природними ресурсами [1].

Надходження екологічних податків у державах-членах ЄС зростають. У період з 2010 р. вони становили понад 2,4% від сумарного ВВП. В Україні частка екологічного податку у період до повномасштабного вторгнення росії становила у відношенні до ВВП не більше 0,3% (2014 р.), а у 2022-23 рр. знизилася до 0,1%.

Частка екологічних податків у загальній сумі податкових надходжень у державах-членах ЄС становить понад 6%. В Україні вона не перевищувала 1,5%, а у 2023 р. знизилася до 0,3%.

При запровадженні в Україні з початку 1990-их років екологічних платежів, їх величина була співмірною з аналогічними платежами у країнах Європи. Однак інфляційні процеси нівелювали їх, мінімізуючи превентивну й фіскальну функцію цього важливого інструменту досягнення цілей екологічної безпеки. Для відновлення природоохоронної функції екологічного оподаткування в Україні нами було розроблено схему трансформації системи оподаткування (рис. 1), яка передбачала поетапне збільшення надходжень екологічного податку більше як у 10 разів насамперед шляхом доведення ставок податку за викиди двоокису вуглецю стаціонарними джерелами до рівня європейських, за рахунок чого можна отримувати не менше половини надходжень екологічного податку.

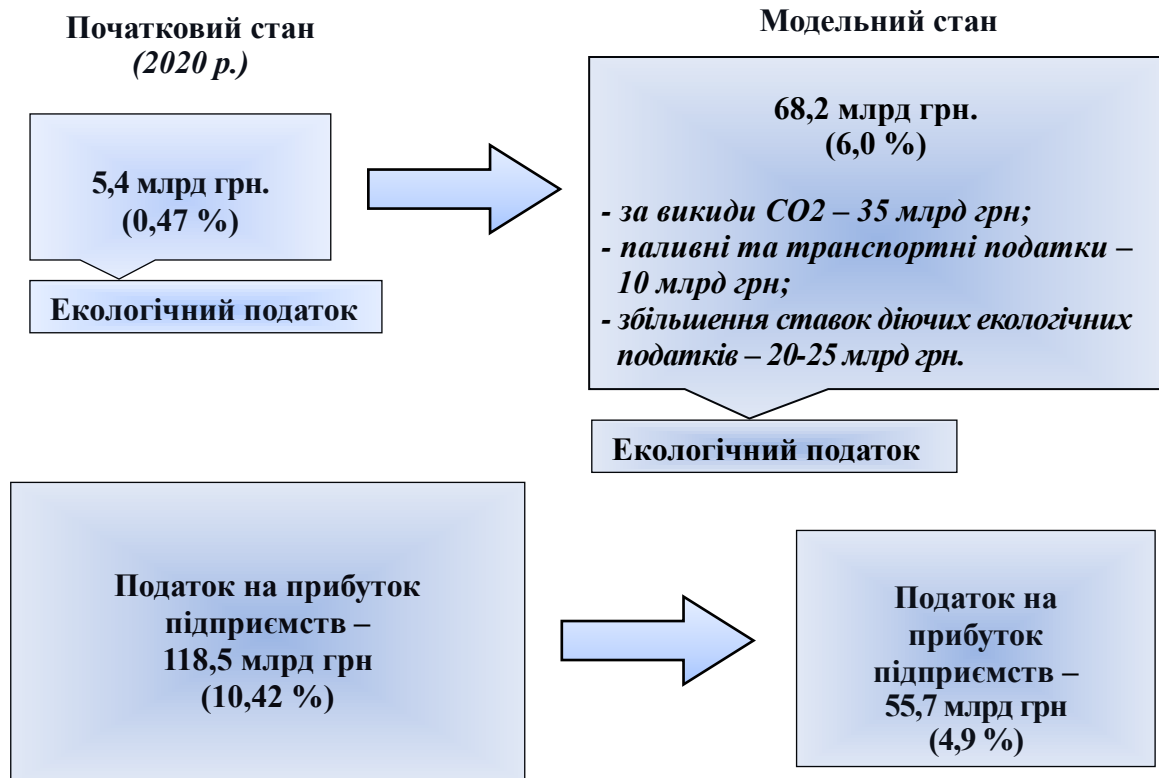


Рис. 1. Схема трансформації системи оподаткування в Україні на засадах екологізації
Також пропонувалося включити до складу екологічних паливні й транспортні податки, підвищити у 5 разів ставки інших діючих екологічних податків.

З огляду на проблеми збільшення на 60 млрд грн. податкового навантаження на виробничий сектор у разі реалізації схеми, пропонувалося одночасно зменшувати оподаткування прибутку.

Вважаємо, що до реалізації пропонованої схеми варто повернутися у повоєнний період..

1. Екологічна безпека в європейських країнах: методи економічного регулювання й досвід для України: наукова доповідь [В.С. Кравців, П.В. Жук, Ю.І. Стадницький та ін.]; ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України»; [наук. ред. В.С. Кравців]. Львів, 2020. 97 с.

Куленко Олена
Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО МАЙБУТНЬОГО ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇН

Соціально-економічний розвиток суспільства на початку XXI століття був пов'язаний з виснаженням природних ресурсів, вироджуваністю та пригніченням природного довкілля, збільшенням загального ступеня смертності та захворюваності людства. Складна екологічна обстановка була створена в результаті нераціонального, марнотратного природокористування і служить сьогодні значним показником і складовою соціально-економічної, політичної, духовної та культурної кризової ситуації не тільки в Україні, а й у світі в цілому.

Тривалий час людство ставилося до природи, як до невичерпного джерела необхідних йому матеріальних благ. Сьогодні, спостерігаючи негативні наслідки своєї діяльності, люди помалу стали переконуватись у потребі її раціонального споживання та охорони. Наразі

прийнято вважати, що вичерпними ресурсами є ті ресурси, кількість яких при заданому рівні точності може бути встановлений і обмежений, при цьому їх запаси в процесі видобутку можуть зменшитися до рівня, при якому їх подальший видобуток призведе до повного їх зникнення. У даний час відомі такі види ресурсів: водні; земельні; лісові; мінеральні; енергетичні; біологічні [1].

Безперервний розвиток народного господарства супроводжується великим споживанням перерахованих ресурсів, до яких входять матеріальні, енергетичні, фінансові ресурси. До ресурсів хіміко-технологічних структур належить сировина, енергія, праця, фінанси та фонди (обладнання). Звернімо увагу на існуючі проблеми залучення сировинних та енергетичних ресурсів у промисловості. За останні кілька десятиріч років використання нафти, газу та вугілля зросло у світовому масштабі приблизно вдвічі, при цьому потреба в енергії постійно збільшується вдвічі через проміжок часу 12–14 років.

Нині до 70% нафти та 50% вугілля, що видобувають з надр, було вилучено протягом останніх 15–20 років. Внаслідок цього стало спостерігатися виснаження багатих родовищ. Гірничодобувним підприємствам доводиться сьогодні орієнтуватися на видобуток дедалі більш бідних копалин, як у своєму хімічному і мінералогічному складі, так і у географічних районах, у межах території окремих родовищ.

У даний час існує певна проблема зменшення енергетичних ресурсів та деякої мінеральної сировини, що відбувається через нераціональне видобування людьми природних ресурсів. Шляхи виснаження ресурсів проглядається у кількох напрямках. Спочатку відбувається виснаження природних енергетичних ресурсів біогенного походження, що не відновлюються. До них відносяться вугілля та нафта, незважаючи на те, що їхні загальні запаси залишаються поки що на достатньому рівні.

Одне з найважливіших питань, пов'язане зі світовими запасами природних ресурсів, – це на скільки років вистачить людству світових запасів нафти, газу та інших корисних копалин. На жаль, точної відповіді на це питання ніхто дати не може. Найбільш песимістичні прогнози називають цифру близько 20 років для нафти, трохи більше для газу і 200 років для вугілля, виходячи з розлучених ресурсів і споживання, що постійно зростає [2]. Тому сьогодні значна увага приділяється питанню використання альтернативних джерел енергії, таких як [2]: електромагнітне випромінювання сонця; кінетична енергія вітру; рух води в річках та океанах; енергія хвиль морів та океанів; теплова енергія гарячих джерел планети; хімічна енергія викопного палива; хімічна енергія відновлюваного палива; тепло, що виділяється при ядерному розпаді.

Разом з удосконаленням альтернативних джерел енергії, викопне паливо також має велике значення, і ще протягом тривалого часу матиме провідне значення у паливному балансі нашої планети. Відповідно до прогнозів експертних працівників ExxonMobil, використання енергетичних ресурсів протягом наступних 30 років у світі може зрости певною мірою.

Сьогодні продуктивність існуючих родовищ вуглеводнів стає дедалі меншою, відкриття нових, значних родовищ відбувається дуже рідко, а користування вугіллям негативно впливає на екологію. При цьому зменшуються запаси звичайних вуглеводнів можна відшкодувати шляхом пошуку варіантом застосування їх нетрадиційних видів. Серед таких перспективних нових видів вуглеводневої сировини сьогодні можна відзначити гідрат метану, запаси його на Землі дуже великі.

Газові гідрати (клатрати) є твердими кристалічними сполуками низькомолекулярних газів з водою, до яких належать: метан, етан, пропан, бутан та ін. На вигляд вони схожі на сніг або пухкий лід. Такі гідрати мають стійкість при низьких температурах та підвищеному тиску. У разі зміни зазначених умов газові гідрати миттєво розпадаються на воду та газ. Одним, що найчастіше зустрічається природним газом-гідратоутворювачем, служить метан. Концентрація метану в гідратах дуже велика: з 1 м³ (у стандартних умовах) утворюється близько 160 м³ метану. За кількістю енергії (теплотворної здатності) газові гідрати можна порівняти з бітумінозною нафтою та нафтоносними пісками.

Гідратом метану називається супрамолекулярна сполука метану з водою. Біля молекули метану будується грати молекул води (льоду). З'єднання є стійким при дії низьких температур та підвищеному тиску. Як приклад можна сказати, що гідрат метану буде стабільний при температурі навколишнього середовища 0°C і тиску близько 25 бар і вище. Такий тиск зберігається в глибинах океану від 250 м. Для атмосферного тиску гідрат метану може знаходитись у стійкому стані, якщо температура становитиме – 80°C.

При нагріванні гідрату метану або збільшенні тиску, з'єднання розпадатиметься на воду та природний газ (метан). Як уже говорилося раніше, з 1м³ гідрату метану, за нормальних умов, утворюється 164м³ природного газу. Гідрат метану може залягати на глибині більше кількох сотень метрів. Відомі райони його покладів розташовані в зоні вічної мерзлоти на суші та біля океанського дна у різних сферах світу.

Ще одним альтернативним шляхом подолання проблеми сировини при виснаженні природних ресурсів може бути промислове виробництво багатоваріантного палива. Проблема скорочення витрати нафтопродуктів на паливні цілі може бути вирішена шляхом заміни мазуту у великій енергетиці природним газом та вуглеводно-мазутними сумішами, застосуванням стиснутого та зрідженого природного газу на транспортних засобах, введенням до складу бензинів метанолу та його похідних та одержанням через мета. Частина цих завдань повинна вирішуватись шляхом створення відповідних конструкцій двигунів, але основна роль належить хімії. Слід створити великі типові заводи з виробництва метанолу, розробити каталізатори та технологічні процеси одержання метанолу, збагаченого вищими спиртами, присутність яких стабілізує метанолобензинові суміші. Метанол підвищує октанове число бензину, покращує процес згоряння палива, є дешевою та доступною добавкою до палива. Для виробництва метанолу використовують синтез-газ, який може бути одержаний газифікацією нафтових залишків, природного газу, вугілля, а в перспективі, мабуть, і газифікацією деревини та сільськогосподарських відходів. З використанням метанолу пов'язано виробництво багатьох цінних продуктів: білково-вітамінних концентратів, ефірів третбутилового спирту, які є високооктановою добавкою до бензинів, розчинників, пластифікаторів, лікарських препаратів.

Як автомобільне паливо планується використання попутного газу та водню. Хіміки беруть активну участь у створенні міцних та легких паливних баків для зріджених газів, розробляють нові каталізатори, що дозволяють за помірних температур (в активній зоні атомних реакторів) розкласти воду на елементи. Таким чином, завдання забезпечення хімічної та нафтохімічної промисловості сировиною вирішується шляхом заміни частини нафтопродуктів, що використовуються як паливо, на синтетичні палива за рахунок глибокої комплексної переробки нафти та попутного газу. Це дозволить збільшити обсяг виробництва мономерів та вихідних речовин для промислового органічного синтезу без збільшення видобутку вуглеводневої сировини.

Небезпека екологічної кризи збіглася з науково-технічною революцією невідповідно. Науково-технічна революція створює умови зняття технічних обмежень у використанні природних ресурсів. Індустріалізація значно збільшила владу людей над природою і водночас зменшила чисельність населення, яке живе у безпосередньому контакті з нею. У результаті люди, особливо в промислово розвинених країнах, ще сильніше переконалися, що їхнє призначення полягає в підкоренні природи. Багато серйозних вчених переконані, що, доки зберігатиметься подібне світовідчуття, продовжуватимуть руйнуватися й системи життєзабезпечення Землі.

Пошук альтернативних джерел енергії не припиняється, наукові спільноти перебувають у постійному пошуку та вдосконаленні способів одержання безпечних енергетичних продуктів. Поки що відповісти на питання, чи безпечні альтернативні джерела для людства, дуже складно, але те, що виснаження природних невідновлюваних запасів зрештою призведе до глобальної катастрофи можна стверджувати з великою ймовірністю.

1. Бутко М.П., Акименко О.Ю., Петровська А.С. *Відновлювальні джерела енергії та їх вплив на збалансований сталий розвиток господарського комплексу регіонів України. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти: колективна монографія // за заг. ред. П.М. Макаренка, О.В. Калініченка, В.І. Аранчій. Полтава: ПП «Астроя». 2019. С. 97–103.*

2. Кудря С.О. *Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підручник. Київ: НТУУ «КПІ». 2012. 492 с.*

Кшивецький Богдан, Скороход Павло
Навчально-науковий інститут деревообробних технологій і дизайну
Національного лісотехнічного університету України

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРУ В УКРАЇНІ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Цукрова галузь відіграє важливу роль у економіці України. Виробництво цукру є однією з найбільш розвинених галузей харчової промисловості країни. Сектор забезпечує робочі місця для великої кількості працівників та сприяє розвитку сільських регіонів.

Культивування цукрових буряків та їх переробка є основою цукрової галузі. Україна має сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування цієї технічної культури. Виробництво цукру забезпечує внутрішній попит та дозволяє експортувати надлишки продукції, що позитивно впливає на торговельний баланс країни [1-2].

Крім того, цукрова промисловість тісно пов'язана з іншими секторами економіки. Вона споживає продукцію машинобудівної, хімічної та енергетичної галузей. Відходи цукроваріння використовуються у тваринництві та виробництві біопалива. Таким чином, цукрова галузь є стратегічно важливою для економічного розвитку України.

Цукрова галузь має великий потенціал для подальшого розвитку в Україні. Впровадження сучасних технологій та модернізація застарілих потужностей дозволить підвищити ефективність виробництва та збільшити врожайність буряків. Це сприятиме зниженню собівартості цукру та підвищенню його конкурентоспроможності на світових ринках.

Важливим напрямком є також розширення асортименту продукції цукрової промисловості. Виробництво цукрового сиропу, патоки, а також функціональних та дієтичних видів цукру може стати перспективним бізнесом. Це дозволить диверсифікувати експортні потоки та зміцнити позиції України на світовому ринку цукро продуктів.

Необхідно приділяти увагу розвитку інфраструктури для зберігання та логістики цукрової продукції. Будівництво сучасних елеваторів та оптимізація транспортних шляхів допоможе мінімізувати втрати і знизити витрати на доставку цукру до споживачів як всередині країни, так і за кордоном. Загалом, цукрова галузь залишається важливим драйвером економічного зростання України.

Виробництво цукру є галуззю, що має вагомий вплив на навколишнє середовище. Кожен етап цього процесу, від вирощування цукрових буряків до остаточної переробки, може спричиняти забруднення та порушувати екологічну рівновагу, якщо не вживати належних заходів.

На етапі сільськогосподарської діяльності використовуються добрива та пестициди для забезпечення належного росту та врожайності цукрових буряків. Надмірне та неконтрольоване застосування цих речовин може призвести до забруднення ґрунтів і водою. Крім того, буряківництво вимагає великих обсягів водних ресурсів для зрошення, що може виснажувати запаси прісної води [3-4].

Під час переробки буряків на цукрових заводах утворюється значна кількість відходів, таких як жом, дефекат, фільтраційний осад. Неналежна утилізація чи зберігання цих відходів

може спричинити забруднення повітря, ґрунту та водойм. Також у процесі виробництва цукру використовується велика кількість енергії, що може збільшувати викиди парникових газів.

Важливим аспектом є раціональне водокористування на цукрових заводах, адже цей процес вимагає значних обсягів води для очищення, транспортування та охолодження. Скидання неочищених стічних вод може завдавати шкоди водним екосистемам [1-4].

Для мінімізації негативного впливу на довкілля, цукрова промисловість має впроваджувати передові екологічно чисті технології, системи водоочищення та рециркуляції води, а також забезпечувати належну утилізацію відходів. Ретельний моніторинг викидів та екологічний аудит виробничих процесів також є вкрай важливими.

Загалом, виробництво цукру пов'язане з численними екологічними викликами, але за умови дотримання належних норм та стандартів і впровадження природоохоронних заходів негативний вплив на навколишнє середовище може бути значно зменшений.

Використання водних ресурсів у виробництві цукру в Україні є одним із ключових питань, що потребує вирішення з огляду на його вплив на навколишнє середовище та економічну ефективність галузі. Впровадження заходів з оптимізації споживання води та її раціонального використання є нагальною необхідністю.

Варто зазначити, що процес виробництва цукру є досить водомістким. Для переробки однієї тони цукрових буряків потрібно близько 10 кубічних метрів води. Основними споживачами води на цукрових заводах є технологічні процеси, такі як транспортування, промивання, охолодження та інші операції. Значні обсяги води також використовуються для миття та дезінфекції обладнання і комунальних потреб.

Однією з головних проблем є застарілість виробничих потужностей та зношеність обладнання на багатьох цукрових заводах України. Це призводить до неефективного використання водних ресурсів та підвищених втрат води. Часто застосовуються застарілі технології очищення стічних вод, що не забезпечують належного рівня їх очищення перед скиданням у водойми.

Важливим кроком в оптимізації водокористування є впровадження сучасних систем водоочищення з використанням новітніх технологій, таких як мембранні та іонообмінні методи. Це дозволить не лише зменшити забруднення водойм, але й забезпечити можливість повторного використання очищеної води у виробничому циклі.

Розробка та імплементація систем рециркуляції води також є перспективним напрямком. Шляхом встановлення обладнання для збору та очищення стічних вод вони можуть бути повторно використані для технологічних потреб, що значно скоротить споживання свіжої води.

Впровадження автоматизованих систем контролю та обліку водоспоживання дозволить ефективно виявляти втрати води та своєчасно вживати заходів для їх усунення. Крім того, важливим є проведення регулярного моніторингу стану водних об'єктів у районі розташування цукрових заводів для своєчасного виявлення та усунення можливих джерел забруднення.

Нарешті, необхідно забезпечити дотримання принципів ресурсозбереження та водної безпеки на всіх етапах виробництва цукру – від вирощування буряків до переробки. Це вимагає підвищення екологічної свідомості персоналу, впровадження відповідних навчальних програм та постійного контролю за дотриманням екологічних норм і стандартів.

Таким чином, проблема оптимізації використання водних ресурсів у цукровій промисловості України є комплексною та потребує системного підходу, що включає технологічні, організаційні та освітні заходи. Лише за умови ефективного реалізації цих заходів можна досягти сталого розвитку галузі та мінімізувати її негативний вплив на довкілля.

Оптимізація використання водних ресурсів у виробництві цукру в Україні має величезний потенціал та перспективи для підвищення ефективності галузі, зменшення її негативного впливу на навколишнє середовище та забезпечення сталого розвитку.

Одним із ключових напрямків оптимізації є модернізація та реконструкція існуючих цукрових заводів із впровадженням новітніх технологій та обладнання. Застосування

передових систем очищення, таких як зворотний осмос, іонний обмін та ультрафільтрація, дозволить значно скоротити споживання свіжої води та забезпечити ефективне очищення стічних вод для їх подальшого повторного використання у виробничому циклі.

Впровадження замкнутих систем водопостачання із максимальною рециркуляцією води є перспективним рішенням для оптимізації водокористування. Це передбачає збір, очищення та повторне використання стічних вод у технологічному процесі, мінімізуючи скидання забруднених стоків та споживання свіжої води.

Важливим аспектом є автоматизація процесів контролю та обліку водоспоживання на цукрових заводах. Встановлення сучасних систем моніторингу та датчиків витрати води дозволить оперативно виявляти витоки та нераціональне використання води, сприяючи своєчасному реагуванню та вжиттю відповідних заходів.

Перспективним напрямком є також впровадження технологій безстічного водокористування, які передбачають повне очищення та рециркуляцію стічних вод, виключаючи їх скидання у водойми. Це можливо завдяки застосуванню комплексних систем очищення, що поєднують різні методи, такі як біологічне очищення, ультрафільтрацію та зворотний осмос.

Для забезпечення сталого розвитку галузі необхідно приділяти увагу впровадженню систем збору та утилізації дощових і талих вод, а також повторного використання очищених стічних вод для зрошування сільськогосподарських угідь. Такий підхід дозволить не лише заощадити водні ресурси, але й повернути поживні речовини у ґрунт.

Ще одним перспективним напрямком є використання альтернативних джерел води, таких як підземні води або очищені стічні води інших виробництв. Це може стати вигідним рішенням для цукрових заводів, розташованих у регіонах з обмеженими ресурсами поверхневих вод.

Нарешті, важливою є реалізація освітніх програм та підвищення екологічної свідомості персоналу цукрових підприємств. Це сприятиме формуванню культури ресурсозбереження та мотивації до впровадження водозберігаючих технологій на всіх етапах виробництва.

Отже, перспективи оптимізації використання водних ресурсів у виробництві цукру в Україні є багатограничними та охоплюють технологічні, організаційні та освітні аспекти. Ефективна реалізація цих напрямків дозволить значно підвищити ефективність галузі, мінімізувати її вплив на довкілля та забезпечити сталий розвиток у майбутньому.

Ефективне використання водних ресурсів набуває особливої актуальності в умовах євроінтеграційного напрямку розвитку України. Прагнення нашої держави до зближення із європейськими стандартами та нормами вимагає ретельного перегляду підходів до управління водними ресурсами в усіх галузях економіки, включаючи промисловість.

Європейський Союз приділяє значну увагу питанням сталого використання води, обмеження забруднення водойм та захисту водних екосистем.

У контексті виробництва цукру, ефективне використання води є одним із ключових факторів забезпечення екологічної сталості галузі. Впровадження передових технологій водоочищення, замкнутих систем водопостачання та максимальної рециркуляції води дозволить значно скоротити забруднення водойм та споживання свіжої води, що відповідає принципам раціонального водокористування, закладеним у європейських директивах.

Крім технологічних рішень, важливим є забезпечення належного моніторингу та контролю за використанням водних ресурсів на цукрових заводах. Впровадження автоматизованих систем обліку водоспоживання та регулярний екологічний аудит виробництва сприятимуть дотриманню встановлених норм та своєчасному виявленню порушень.

Необхідно також приділяти увагу питанням екологічної освіти та підвищення обізнаності персоналу цукрових підприємств щодо важливості ресурсозбереження. Формування відповідальної корпоративної культури та мотивації до впровадження водозберігаючих практик на всіх етапах виробництва є невід'ємною складовою сталого розвитку галузі.

Отже, ефективне використання водних ресурсів у виробництві цукру є важливим кроком на шляху євроінтеграції України. Гармонізація національного законодавства та практики із європейськими нормами та стандартами у сфері водокористування дозволить забезпечити екологічну безпеку галузі, зменшити навантаження на водні екосистеми та наблизити українську економіку до моделі сталого розвитку, що є основоположним принципом Європейського Союзу.

Цукрова промисловість є водомісткою галуззю, що ставить серйозні виклики щодо раціонального використання водних ресурсів. Застаріла матеріально-технічна база багатьох цукрових заводів, неефективні системи водоочищення та втрати води через зношене обладнання є головними проблемами, що потребують вирішення.

Однак, галузь має значний потенціал для оптимізації водокористування завдяки впровадженню новітніх технологій та обладнання. Модернізація виробничих потужностей, застосування замкнених систем водопостачання з максимальною рециркуляцією, використання альтернативних джерел води та безстічних технологій – це перспективні шляхи підвищення ефективності використання води та зменшення навантаження на навколишнє середовище.

Важливу роль відіграють також автоматизовані системи контролю та обліку водоспоживання, які дозволяють оперативно виявляти витoki та нераціональне використання води. Крім технологічних змін, необхідно забезпечити підвищення екологічної свідомості персоналу шляхом реалізації освітніх програм та стимулювання культури ресурсозбереження.

Таким чином, поєднання інноваційних технологічних рішень, організаційних заходів та освітніх ініціатив є запорукою успішної оптимізації використання водних ресурсів у виробництві цукру в Україні, що сприятиме сталому розвитку галузі та мінімізації її негативного впливу на довкілля.

1. Зінченко М., Пономаренко Е., Букатенко Н., Голубкіна О. (2020). Анаеробна біологічна очистка стічних вод виробництва цукру. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Хімія, хімічні технології та екологія.* 2(4). 3-10.

2. Сталінська І.В., Хандогіна О.В. (2023). Управління екологічними ризиками відходів виробництва цукру. *Науковий вісник НЛТУ України.* 33(1). 39-44.

3. Дрижак К.А., Тарасенко А.Е., Гусятинська Н.А. & Крапивницька І.О. (2018). Удосконалення технології очищення т транспортно-мийної води бурякоцукрового виробництва. *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи,* 236.

4. Хоменко М.Д. (2019) Отримання дифузійного соку високої якості – основна задача у виробництві цукру. *Науково-практичний центр цукробурякового виробництва.* №6(24), 4-10.

Лисяк Наталія, Самотій Наталія
Національний університет «Львівська політехніка»

ПРІОРИТЕТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ В МІСТАХ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ «РОЗУМНОГО МІСТА»

Технології на різних етапах історичного розвитку відігравали значну роль у розвитку міст. Відомо, що в історії існує що найменше три періоди стрибкоподібного розвитку технологій, які визначально вплинули на розвиток і просторову структуру міст. Четверта промислова революція, як її охарактеризували в наукових колах, представляє собою корінне якісне перетворення всіх сфер діяльності людини. Інформаційні технології акумулюють принципово іншу сукупність характеристик, ніж всі попередні промислові винаходи. За словами Клауса Шваба, президента Всесвітнього економічного форуму в Давосі Як стверджує К.Шваб «характер змін, що відбуваються, настільки є фундаментальним, що світова історія ще не знала подібної епохи – епохи як великих можливостей, так і потенційних загроз» [2]. Нові

технології і нові способи сприйняття світу викликають фундаментальні зміни в урбанізованих системах. Вирішальне значення для розвитку міст мають інформаційно-телекомунікаційні технології (використання цифрової техніки, мережі «Інтернет»). Йдеться не просто про застосування цифрових пристроїв для виконання конкретних завдань (збір та облік даних, передавання інформації тощо), а ширшого розуміння цього процесу в розвитку міст як засобів оптимізації використання ресурсів і джерел енергії, підвищення якості надання послуг, усунення корупційної складової. Особливо вагомий вплив сучасних технологій проявляється стосовно вирішення завдань екологічної політики в містах.

Аналіз стану екологічної ситуації на прикладі міста Львова вказує, що значний вплив на навколишнє середовище міста спостерігається в результаті:

- викидів в атмосферне повітря від автомобільного транспорту (45.8 тис. т. за рік, 95% від валового викиду), рівень якого за останні 20 років зріс у 5 разів;

- шуму, спричинений високою інтенсивністю руху автомобільного і залізничного транспорту, аеропорт;

- випарів та викидів шкідливих речовин від стаціонарних джерел забруднення, а також таких, які утворюються при експлуатації каналізаційних колекторів й очисних споруд;

- порушень у забудові та непорядкованих транспортних навантажень, нераціонального використання природних особливостей і ресурсів міста; неконтрольованого ущільнення забудови і зростання антропогенного впливу на природні комплекси;

- санітрана очистка міста є активним джерелом забруднення навколишнього середовища, загрозою для здоров'я мешканців цих територій. Утворення відходів збільшується, а потужності з їх розміщення на існуючих полігонах значною мірою вичерпали свій ресурс, самі ж звалища стали фактором забруднення довкілля, несуть серйозні наслідки для громадського здоров'я, оскільки відходи є основних носії інфекційних захворювань (другим носієм є вода);

- вразливість міста до зміни клімату, спричинена зростанням температури повітря, кількості днів з температурами понад +30°C в літній період та збільшенням повторюваності хвиль тепла в останнє десятиріччя. Особливості забудови міста – значні площі штучних поверхонь у центральній частині міста, незначні площі водойм та нерівномірність їх розташування по території міста, а також малі площі зелених зон у центральній частині міста – сприяють формуванню острова тепла в центрі і, відповідно, посилюють вразливість міста до теплового стресу.

Вирішення екологічних задач забезпечується комплексом технічних, планувальних та економічних методів та інструментів. Враховуючи сучасну екологічну ситуацію та стан основних компонентів довкілля у містах, вагому роль у цьому процесі належить технологіям, використання яких може суттєво вплинути як на умови використання ресурсів, так і на екологічний стан міста в цілому. Наведемо найбільш поширені приклади використання технологій для реалізації основних пріоритетів екологічної політики в містах:

- штучний інтелект – дозволяє прогнозувати наперед стихійні лиха: урагани, пожежі, управління системами життєзабезпечення міста в екстремальних ситуаціях;

- цифрові лічильники – для обліку використання води, тепла, газу;

- альтернативні джерела енергії – задля мінімізації викидів у атмосферу CO₂, зниження формуванню острова тепла і теплового стресу;

- технології «розумного будинку» – комплексне вирішення проблем економії енергії, пожежної безпеки, освітлення, управління тощо;

- інтернет речей – для ефективного використання ресурсів в місті, наприклад система контролю за вивезенням відходів в містах;

- запровадження безвідходних, маловідходних, водозберігаючих, екологічночистих технологій, ефективних методів санітарної очистки;

- технології «розумного транспорту» (світлофори, паркування) – для регулювання руху транспорту, уникнення заторів, підвищення ефективності роботи транспорту;

- програмне забезпечення – для ефективного управління системами транспорту в місті, відстеження рівня забруднення повітря в реальному часі;
- нові матеріали – для використання в будівництві, підвищення енергозбереження житлової забудови.

Таким чином розглядаючи напрями використання технологій у сферах екологізації міст, необхідно враховувати не лише наявні можливості збереження навколишнього середовища, а й прогнозувати наслідки впливу економічних, політичних і екологічних криз, загострення уваги щодо вичерпності природних ресурсів. Значний екологічний ефект у містах може досягатися завдяки розробленню схеми функціонування електричного та екологічно чистого громадського транспорту, та заходів щодо його запровадження; визначення пріоритетів у розвитку вулично-дорожньої мережі, будівництві магістралей і транспортних розв'язок; розробка програми придорожніх зелених насаджень для мінімізації негативного впливу на мешканців автомобільного транспорту. Забезпечення енергетичної безпеки міста визнається доцільним шляхом розроблення концепції енергетичної безпеки, розвитку альтернативної енергетики (геотермальна та гідротермальна, вітрова, сонячна), а також єдиної системи його енергозабезпечення, зокрема, створення комунальних підприємств. Використання технологій є необхідним для врахування ризиків, що можуть виникати через кліматичні зміни, властиві містам.

1. Florida R. *Cities and the Creative Class*. New York: Routledge. 2004.
2. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum: Geneva, 2016. 184 p.
3. Габрель М. *Просторова організація містобудівних систем (2004)*. Інститут регіональних досліджень НАН України. 400 с.
4. Генеральний план м. Львова. Державний інститут проектування міст «Містопроект». Львів, 2001.
5. За рік Україна втратила 17 позицій у світовому рейтингу якості повітря. URL: <https://focus.ua/uk/ukraine/477997-na-odnom-dyhanii-kak-romyshlennost-avtomobili-i-smena-vremen-goda-vliyayut-na-chistotu-vozduha>
6. *Коригування генерального плану м. Львова. Т. 2 / Державний інститут проектування міст «Містопроект». Львів, 2008.*

Литвин Аліна
Державний торговельно-економічний університет

ПРІОРИТЕТ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ ЄС В РАМКАХ ЗЕЛЕНОЇ УГОДИ

Питання зниження викидів парникових газів (декарбонізація) та переходу до низьковуглецевої економічної моделі перебуває у фокусі політики Європейського Союзу тривалий час. ЄС активно долучається до міжнародних ініціатив з протидії змінам клімату, зокрема, шляхом заохочення використання відновлюваних джерел енергії. У процесі поглиблення інтеграції було розроблено модель співробітництва та поширення спільних норм в енергетичній сфері, закріпленої Лісабонським договором 2007 року. Енергетика визнана компетенцією спільного відання ЄС та держав-членів, для чого було розроблено комплекс заходів з підвищення безпеки енергопостачання, функціонування ринку, енергоефективності, розвитку відновлюваних джерел та взаємопов'язаності мереж. Проте, попри вжиті зусилля, залежність від викопного палива досі залишається однією з найбільших економічних та проблем Євросоюзу. Тож, прагнучи досягти цілей сталого розвитку та подолати виклик кліматичних змін, 11 грудня 2019 року ЄС ініціював Європейську Зелену Угоду — комплексну стратегію «озеленення» економіки на засадах ресурсоефективності та захисту довкілля. Серед ключових пріоритетів – декарбонізація економік держав-членів як

фундаментальна передумова досягнення кліматичної нейтральності в ЄС до 2050 року та формування справді сталої економічної моделі майбутнього [6; 7].

Квартальна оцінка Євростату демонструє певні досягнення держав-членів Європейського Союзу в декарбонізації своїх економік, однак засвідчує і наявність низки суттєвих викликів у цьому процесі. Згідно з опублікованими даними щодо викидів парникових газів за економічними видами діяльності, у другому кварталі 2023 року сукупні викиди економікою ЄС становили 821 мільйон тонн еквівалента CO₂, що на 5,3% менше в порівнянні з аналогічним періодом 2022 року (867 мільйонів тонн еквівалента CO₂). Разом з тим, валовий внутрішній продукт ЄС у зазначений квартал залишався практично незмінним, продемонструвавши незначне зростання на рівні 0,05%. Найбільшими секторами-емітентами парникових газів у ЄС у другому кварталі 2023 року виступали виробнича сфера (23,5% загальних викидів), домогосподарства (17,9%), сектор постачання електроенергії та газу (15,5%). Так у порівнянні з аналогічним періодом 2022 року скорочення викидів спостерігалось у 6 з 9 економічних секторів, найвагомніше – у секторі постачання електроенергії та газу, де зменшення склало 22,0%. Єдиним видом економічної діяльності, в якому зафіксовано зростання викидів, був транспорт і логістика (+1,7%). На рівні окремих держав-членів ЄС у другому кварталі 2023 року скорочення викидів парникових газів порівняно з відповідним кварталом 2022 року були у 21 країні. Найбільші обсяги зниження були зареєстровані у Болгарії (на 23,7%), Естонії (на 23,1%) та Нідерландах (на 10,3%). Водночас зростання викидів спостерігалось на Мальті (+7,7%), у Латвії (+4,5%), Ірландії (+3,6%). З-поміж 21 держави-члена ЄС, які зменшили обсяги викидів парникових газів, 10 країн водночас продемонстрували зниження показника ВВП. Це свідчить про існування суттєвих викликів у забезпеченні економічного зростання в умовах декарбонізації економіки. Втім, 10 інших країн-членів ЄС змогли досягти скорочення викидів при одночасному нарощуванні ВВП, що демонструє можливість поєднання цілей декарбонізації та економічного розвитку. Тобто, держави-члени ЄС перебувають на різних етапах процесу декарбонізації економіки та стикаються з неоднаковими викликами. Для прискорення прогресу в цій сфері необхідними є скоординовані зусилля на рівні Євросоюзу, спрямовані на імплементацію дієвих стратегій і заходів у галузі декарбонізації економік країн-членів майбутнього [2].

З метою реалізації кліматичної політики та прискорення процесів декарбонізації національних економік держав-членів, у контексті виконання Угоди, Європейський Союз запровадив комплексну стратегію, яка передбачає реформування законодавчої та нормативно-регуляторної бази, створення належних фінансово-економічних стимулів, а також впровадження секторальних ініціатив у пріоритетних галузях.

По-перше, Європейською Комісією ініційовано ревізію значної кількості директив, регламентів та інших правових актів, що регулюють питання енергетики, промисловості, транспорту, сільського господарства та інших секторів економіки. Серед ключових змін – внесення поправок до Директиви 2018/2001 про заохочення використання енергії з відновлюваних джерел, Директиви 2012/27/ЄС про енергоефективність, Регламенту 2018/842 про розподіл зусиль зі скорочення викидів парникових газів, Директиви 2010/31/ЄС про енергетичну ефективність будівель тощо. Метою законодавчих змін є гармонізація відповідних норм з оновленою ціллю ЄС щодо скорочення викидів парникових газів на 55% до 2030 року порівняно з базовим 1990 роком [1].

По-друге, Європейський Союз активно залучає масштабні інвестиції для фінансування «зелених» проєктів. З цією метою функціонують спеціалізовані фінансові інструменти, зокрема Інноваційний фонд та Європейський фонд модернізації. Загалом, за оцінками Єврокомісії, досягнення цілей Зеленої Угоди потребуватиме мобілізації близько 1 трильйона євро інвестицій як з публічних, так і приватних джерел упродовж найближчого десятиліття.

По-третє, пріоритетними напрямками декарбонізації економіки ЄС визначено розвиток відновлюваної енергетики та водневих технологій. Так, Стратегія морської відновлюваної енергетики передбачає залучення 800 млрд євро до 2050 року в розбудову офшорної

енергетичної інфраструктури та НДДКР, зі стратегічною метою нарощування потужності морської вітроенергетики до 300 ГВт, а енергії океанічних хвиль – до 40 ГВт. Крім того, реалізується Воднева стратегія ЄС, метою якої є створення до 2030 року потужностей «зелених» електролізерів для виробництва щонайменше 10 млн тонн водню. Таким чином, системний підхід Європейського Союзу, що поєднує реформування нормативно-правової бази, залучення масштабних інвестицій та розвиток перспективних «зелених» технологій, покликаний сформулювати підґрунтя для ефективної декарбонізації економіки згідно із Європейською Зеленою Угодою [4].

Європейська Комісія наголошує на важливості наукових досліджень та інновацій у досягненні цілей курсу. Програма «Горизонт Європа» на період 2021-2027 років передбачає значний бюджет на дослідження та інновації, який перевищує 30 мільярдів євро. Це забезпечує стабільний попит на інновації у різних сферах, що стосуються реалізації проєкту, таких як економіка, транспорт, енергетика, будівництво, сільське господарство і багато інших. Партнерства та Місії є новими елементами програми, які спрямовані на об'єднання науковців, бізнесу та промисловості для досягнення амбітних цілей. Вони забезпечують ефективні механізми співпраці та інтеграції різних секторів для створення інноваційних рішень у зеленому напрямку. Україна, як асоційований учасник програми «Горизонт Європа» має можливість брати участь у цих проєктах, що не лише забезпечить їй фінансову підтримку, а й сприятиме обміну знаннями та перенесенню сучасних європейських технологій. Використання цієї можливості допоможе українським компаніям та науковим установам отримати доступ до передових технологій і підвищити їх конкурентоспроможність на міжнародному ринку [6].

Україна перебуває на етапі євроінтеграції, що передбачає гармонізацію національного законодавства відповідно до норм і стандартів Європейського Союзу в різних сферах, зокрема у сфері кліматичної політики та досягнення цілей сталого розвитку. У цьому контексті надзвичайно доцільна імплементація до національного законодавства розробок ЄС, які регулюють відносини у сфері охорони клімату та протидії змінам клімату. Зокрема, пропонується прийняття окремого спеціального закону про охорону клімату, положення якого міститимуть європейські норми, стандарти та вимоги щодо контролю за викидами парникових газів, станом навколишнього середовища, розвитком відновлюваної енергетики тощо.

Важливим кроком інтеграції України до кліматичної політики ЄС є ратифікація Верховною Радою угоди про участь у програмі Європейського Союзу «Життя для клімату і довкілля». Приєднання до цієї програми дозволить залучити додаткове фінансування від ЄС для відновлення екосистем, постраждалих внаслідок воєнних дій на території України. Крім того, участь у програмі сприятиме переходу вітчизняної економіки на відновлювані та екологічно чисті джерела енергії, впровадженню принципів кліматичної нейтральності та забезпеченню сталого розвитку. Варто зауважити, що є потреба у якісному вивченні та запозиченні досвіду Європейського Союзу в царині кліматичної політики, декарбонізації економіки та переходу до принципів «зеленої» економіки. В свою чергу, це дозволить Україні виробити комплексну стратегію у сфері охорони клімату, максимально наближену до європейської моделі. Зокрема, можна говорити про закріплення вектору на законодавчому рівні шляхом прийняття спеціальних законів та підзаконних актів, а також реалізацію спільних із ЄС проєктів та ініціатив у галузі відновлюваної енергетики, енергоефективності, розвитку «зелених» технологій тощо.

Водночас є певний рух, що вже здійснений Україною на шляху до досягнення кліматичної нейтральності та наближення до стандартів ЄС. Зокрема, Кабінетом Міністрів було ухвалено постанову №265 про створення робочої групи для узгодження застосування в Україні механізму коригування вуглецю на кордоні – одного з ключових елементів Європейського зеленого курсу. Цей механізм передбачає обмеження імпорту та продажу на ринку ЄС товарів, виробництво яких супроводжується значними викидами вуглекислого газу. Крім того, урядом схвалено Концепцію реалізації державної політики у сфері зміни клімату до 2030 року, яка визначає підстави для подальшого розроблення проєкту законодавчих актів у цій галузі [3;5].

Підсумовуючи вище викладене, можна стверджувати, що декарбонізація економіки є рушієм політики Європейського Союзу в рамках Європейської Зеленої Угоди. Для реалізації цієї мети ЄС здійснює реформування законодавчої та нормативно-регуляторної бази у відповідних сферах, гармонізуючи норми з оновленою ціллю скорочення викидів парникових газів на 55% до 2030 року. Паралельно Європейський Союз залучає масштабні інвестиції близько 1 трильйона євро протягом найближчого десятиліття для фінансування «зелених» проєктів через спеціалізовані фонди. Пріоритетними напрямками декарбонізації економіки ЄС визначено розвиток відновлюваної енергетики, зокрема морської вітроенергетики та енергії океанічних хвиль, а також водневих технологій. Попри певні досягнення, держави-члени стикаються з викликами поєднання економічного зростання та скорочення викидів парникових газів, що потребує скоординованих зусиль на рівні всього ЄС. В цьому контексті для України, яка перебуває на шляху євроінтеграції, важливою є гармонізація національного законодавства відповідно до стандартів ЄС у сфері кліматичної політики. Зокрема, пропонується прийняття спеціального закону про охорону клімату, положення якого міститимуть європейські норми та вимоги. Крім того, доцільним є ретельне вивчення та запозичення кращих практик Європейського Союзу в царині декарбонізації економіки для реалізації комплексної національної стратегії, максимально наближеної до підходів ЄС.

1. *Clean energy. European Council Council of the European Union.*
URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/clean-energy/> (date of access: 06.05.2024).

2. *EU economy greenhouse gas emissions: -5.3% in Q2 2023. Language selection | European Commission.* URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20231115-1> (date of access: 07.05.2024).

3. *Ryshniak A.O., Kondratieva V.V. THE GREEN DEAL INDUSTRIAL PLAN: EXPERIENCE OF CLIMATE NEUTRALITY FOR UKRAINE. Juridical scientific and electronic journal. 2023. No. 11. P. 282–285.*

4. *The EU Green Deal explained. Norton Rose Fulbright | Germany | Global law firm.*
URL: <https://www.nortonrosefulbright.com/en-nl/knowledge/publications/c50c4cd9/the-eu-green-deal-explained> (date of access: 07.05.2024).

5. *Гнедіна К., Сорока А. Декарбонізація економіки як чинник забезпечення кліматично нейтрального майбутнього: сучасні виклики і перспективи в Україні та світі. Економіка та суспільство. 2023. № 54. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-54-76 (дата звернення: 07.05.2024).*

6. *Європейський Зелений Курс. Представництво України при Європейському Союзі.*
URL: <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobotnictvo/klimat-yevropejska-zelena-ugoda> (дата звернення: 06.05.2024).

7. *Маркевич К. «Зелений» тренд сучасних структурних змін в європейській економіці: особливості імплементації та виклики для України. Український щорічник з європейських інтеграційних студій. 2020. № V. С. 108–126.*

Мартинюк Марія, Оліярник Іван
Українська академія друкарства

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ КАРТОННИХ ПАКОВАНЬ МЕТОДОМ ОЦІНКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

Пакування є важливою частиною нашого повсякденного життя, але їх виробництво може мати негативний вплив на навколишнє середовище. Споживачі стають більш обізнаними і вибірковими, віддаючи перевагу компаніям, які дбають про довкілля. Компанії, які приділяють увагу екології, отримують численні переваги. Вони можуть привертати нових клієнтів, підвищувати лояльність існуючих та знижувати витрати на виробництво. Згідно звіту

FuturePrint (контент-платформа, присвячена розвитку нових технологій друку), який базується на опитуванні експертів, важливість сталого розвитку у виробництві паковань підтвердили 63% респондентів, що значно випереджає інші пріоритети [1]. Попри те, що поліграфічний сектор можна сміливо назвати дружнім до навколишнього середовища, тривають пошуки способів ще більшої екологізації і приведення до стандартів Zero Waste (нульових відходів), CO₂ Free (повної компенсації вуглецевого сліду) у виробництві пакувальної продукції на всіх етапах життєвого циклу.

Для визначення екологічних аспектів виготовлення паковань використовують складання матеріального та енергетичного балансу. Такий баланс відображає розподіл ресурсів між виробничими ділянками: кількість, вид ресурсу, маршрут, кінцеве призначення і дозволяє не тільки виокремити ресурсоємні ділянки/процеси, але й оцінити кількість відходів, облік яких, зазвичай, не проводиться. Складені баланси надають вихідні дані для розрахунків і обґрунтування ресурсоефективних заходів.

Метод Оцінки життєвого циклу (LCA) надає детальну інформацію про екологічні аспекти та потенційний вплив на навколишнє середовище впродовж життєвого циклу, відповідно до якого аналізуються потенційний вплив протягом всього життєвого циклу продукту і включає аналіз сировини для витратних матеріалів, виробництва, використання, повторного використання, переробки та остаточної утилізації. Вимоги до виконання оцінки життєвого циклу регламентуються стандартом ISO 14001 [2]. Для визначення екологічних аспектів картонного пакування методом LCA узагальнено життєвий цикл можна представити через 4 основні етапи: (1) Сировина → (2) Виробництво → (3) Споживання → (4) Утилізація.

На першому етапі життєвого циклу оцінюється походження сировини і процес виготовлення витратних матеріалів для виготовлення паковань (картон і фарба тощо) їх екологічність, безпечність і можливість повторної переробки. На етапі виробництва аналізується споживання енергії, використання води та інших ресурсів, а також кількість і безпечність утворюваних відходів. На наступному етапі – Споживання – аналізується екологічність і безпечність виготовлених паковань і можливість їх використання для продуктів харчування і дитячих товарів, відповідно до Європейських регламентів. Для останнього етапу життєвого циклу – Утилізації – важливим екологічним аспектом для паковань є здатність повністю перероблятися або компостуватись. Пакування задруковані безпечними фарбами на водній основі, можна компостувати, не загрожуючи процесу шкідливими компонентами, проте не завжди можуть ефективно повторно перероблятися.

Обсяг, межі системи та рівень деталізації оцінки життєвого циклу залежить від предмета і цільового використання вивчення. Таким чином, глибина дослідження може бути різною залежно від мети конкретного дослідження. Як наслідок, дослідження LCA або розрахунки вуглецевого сліду не можна порівнювати один з одним без ретельного розгляду системи, межі та припущення, пов'язані з розрахунками. Процедура розрахунку вуглецевого сліду базується на методології Оцінки життєвого циклу. Показник вуглецевого сліду визначається відносно до кількості парникових газів, що виробляються протягом життєвого циклу продукту. Викиди парникових газів розраховуються в еквіваленти вуглекислого газу.

Незважаючи на те, що методологія LCA стандартизована розрахунок вуглецевого сліду потребує окремих інструкцій для врахування певних особливостей для паперової поліграфічної продукції, що визначені Конфедерацією Європейської паперової промисловості (CERPI), в яких виділяються основні етапи життєвого циклу паперового виробу, що слід враховувати при розрахунку вуглецевого сліду [3].

За даними досліджень з розрахунку вуглецевого сліду для поліграфічної продукції, що проводились у Фінляндії, фаза друку становить близько 20% від загальних викидів, які утворюються в основному від споживання енергетичних ресурсів поліграфічним устаткуванням, а також від утворення виробничих відходів [4]. Найбільші викиди у воду відбуваються через виробництво волокнистих пакувальних матеріалів (картон, гофрокартон). Поліграфічний процес виготовлення паковань, залежно від використовуваних процесів, має незначне використання водних ресурсів завдяки переважному використанню технологій StP,

на протипагу «мокрим» способам виготовлення формних пластин. Найбільш екологічними вважаються цифрові способи друку, в яких повністю відсутні формні процеси. Проте, слід зазначити, що виробництво і утилізація картриджів для цифрового друку призводять до збільшення впливу на навколишнє середовище та викидів. Також слід звернути увагу на технології затвердіння і замість сумнівних ртутних ламп для ультрафіолетового затвердіння використовувати світлодіодні лампи, які є більш енергоефективні, екологічно чисті та безпечні.

Потенційний вплив пакування на навколишнє середовище, в основному пов'язаний з виробництвом пакувальних матеріалів і фарб. Екологічні аспекти для різних волокнистих матеріалів подібні, але ступінь впливу відрізняється відповідно до кількості матеріалів, необхідних для пакування: найбільший вплив має маса пакування, далі друк і транспортування, вплив якого залежить від відстані, способу транспортування і, також, від маси пакування. Доставка споживачам також відіграє дуже важливу роль в екологічних впливах. Розрахунки результатів інвентаризації життєвого циклу повинні включати викиди в повітря, що впливають на утворення забруднень атмосфери і парникових газів, використання і викиди у воду, а також утворення твердих відходів.

Аналіз вуглецевого сліду на кожному етапі життєвого циклу виготовлення пакування (виготовлення основних і додаткових витратних матеріалів, процес друкування, транспортування) показує, що, найбільшу частку займає виготовлення пакувального матеріалу – 44%. Етап друкування має внесок близько 25% від загального обсягу парникових газів [5]. Значну частку можуть займати транспортні витрати та інші аспекти (допоміжні матеріали, кондиціонування виробничих приміщень, поводження з виробничими відходами тощо) – тут матиме значення розміщення друкарні і виробництва матеріалів, походження сировини (екологічнішим є локальний продукт), а також культура виробництва. Найважче піддаються аналізу етапи споживання та завершення життєвого циклу пакування, які залежать від культури споживання і усвідомленого поводження з відходами, коли після використання пакування не потрапляє на сміттєзвалище, а здається на переробку. Також, потребують окремого дослідження процеси повторної переробки та можливість видалення фарби з відбитків.

Отже, на екологічні аспекти можна вплинути використовуючи нові екологічніші матеріали та технології. Щоб ще більше підвищити екологічну ефективність друкування пакувань, вдосконалення має відбуватися на всьому виробничому ланцюжку і зосереджуватись на критичних ділянках. Також необхідна інформація про споживання і вимірювання споживання енергії для всіх машин на додрукарській, друкарській і післядрукарській дільницях. У друкарнях енергоспоживання має відображатися операторам в режимі реального часу. Коли споживання енергії візуалізується для кожної одиниці устаткування окремо, можна знайти місця для очевидної економії енергії, щоб досягнути раціональної роботи устаткування з метою зменшення викидів парникових газів. Також слід враховувати підтримання постійного волого-температурного режиму в друкарні, адже кондиціонування повітря потребує значного використання енергії, а ще енергоспоживання серверів для додрукарської підготовки, які можуть споживати майже так само, як процес друку. Таким чином, оскільки загальна енергетична та матеріальна ефективність процесу друкування буде ще більш значуща у майбутньому, важливою є оцінка і точний облік енергії та матеріалів, пов'язаних з виробництвом пакувань для виявлення критичних місць в технологічному процесі або/і робочих практиках для зменшення викидів.

1. *The Vision Report 2024*. URL: <https://www.futureprint.tech/surveys-reports> (дата звернення: 16.04.2024)

2. *ISO 14001: Identifying and evaluating environmental aspects*. URL: https://www.sccm.nl/sites/default/files/BM18-SCCM_informatieblad_milieuaspecten_ENG_16apr19v2.pdf (дата звернення: 12.04.2024).

3. *Framework for the development of carbon footprints for paper and board products. Confederation of European Paper Industries. URL: <https://www.cepi.org/wp-content/uploads/2021/02/ENV-17-035.pdf> (дата звернення: 11.04.2024).*

4. *Nors, M., Pajula, T., Pihkola, H. Calculating the carbon footprints of a Finnish newspaper and magazine from cradle to grave. URL: https://www.researchgate.net/publication/288594458_Calculating_the_carbon_footprints_of_a_Finnish_newspaper_and_magazine_from_cradle_to_grave (дата звернення: 11.04.2024).*

5. *Young Kong K.-A. Sustainability in Print - what are the new challenges facing the print and packaging sector. URL: <https://www.fespa.com/en/sustainabilityspotlight/podcasts/sustainability-in-print-what-are-the-new-challenges-facing-the-print-and-packaging-sector> (дата звернення: 10.04.2023).*

**Maryam Massoud Ahmed, Bijayata Shrestha, Tyler Fewer,
Michael Lim, Nikolay Ivanov
Rowan University**

REDUCING THE CONSUMPTION OF COMPUTATIONAL RESOURCES BY SMART CONTRACTS

Smart contracts are distributed programs that allow for the execution of credible transactions without the need for intermediaries. Modern smart contracts heavily rely upon blockchain technology for maintaining the integrity of their state transitions. In this work, we assess the computational footprint of synchronization of state transitions of modern smart contracts and argue that such a computational intensity is unsustainable. We further assess the existing computational sustainability solutions for smart contracts and find them insufficient to address the problem. To make smart contracts more computationally sustainable, we go back to the drawing board and challenge some prevailing assumptions related to smart contract state transitions. We identify that a BFT distributed system, such as blockchain, is not always necessary for state transitions of smart contracts, as smart contract liveness can be sustained within a limited-party channel. Furthermore, by envisioning the graph of overlapping smart contract state transition channels, we make the first step towards the new generation of computationally sustainable smart contracts.

Introduction

The idea of smart contracts was first proposed in 1994 by Nick Szabo [1]. Szabo's concept was for smart contracts to be protocols where users could execute transactions or carry out contractual conditions digitally, without the need for an intermediary. This new technology's goals were to reduce fraud, lower costs associated with setting up contracts, and provide transparency in a contract. Today, smart contracts are at the heart of some of the largest digital economies, boasting market capitalizations in the hundreds of billions [2]. In 2014, Vitalik Buterin introduced Ethereum, a new decentralized platform on which smart contracts could be created and stored [3]. Smart contracts would become the programs on which users could build decentralized applications, also known as DApps, as well as fully decentralized autonomous organizations, called DAOs. Many smart contracts on the platform would be written in Solidity and run on the Ethereum Virtual Machine (EVM), a «quasi-Turing-complete state machine»[4]. In Ethereum, smart contracts are immutable, deterministic, and can only be run in the context of the EVM. Ethereum, built upon the ideas of Szabo, further shows the capabilities and potential of smart contracts. Today, new technology takes smart contracts further than ever before. One example of this is Hyperledger Fabric, a distributed ledger system designed for businesses. This system changes the way smart contracts can be used in three key areas: it allows smart contracts to be written in a variety of widely used programming languages, enables an organization to choose the consensus protocol for the system, and does not require a native cryptocurrency for smart contract execution [5]. Through the constant development

of new technologies, smart contracts now constitute a new field in computer science. Yet there are still major issues that need to be addressed such as scalability and computational sustainability.

Synchronized State Transitions

Synchronized state transitions are fundamental to maintaining order within blockchain networks. Consider the blockchain's «state» as a comprehensive ledger that records entities such as cryptocurrency ownership and the operational parameters of autonomous programs known as smart contracts. These contracts, akin to programmatically defined vending machines, execute based on embedded rules. Interactions with a smart contract – comparable to a purchase from a vending machine – initiate a state transition. Such transitions update the internal data of the smart contract and the primary blockchain ledger concurrently. For example, a purchase in the vending machine scenario triggers a state transition that decrements the inventory by one and logs the transaction within the smart contract. All participating computers, or «nodes», on the network must concurrently validate and accept this updated state. This unanimity ensures uniformity of information across the network, thereby preventing fraudulent activities. The analogy here is akin to a collaborative project where all participants must simultaneously update their document versions to avoid discrepancies. However, this process can be resource-intensive, necessitating significant computational power and extensive network communication, particularly for complex smart contracts that undergo frequent state transitions. The challenge lies in achieving flawless consensus among the nodes, a task that becomes increasingly difficult with rising complexity.

Mechanism of state transition in smart contracts: State transitions in smart contracts refer to the changes in a contract's data resulting from the execution of functions and the fulfillment of specific conditions. Built on blockchains like Ethereum, smart contracts automatically enforce predefined rules. Upon deployment, a smart contract assumes an initial state determined by its variables and data. Transactions initiate functions within the contract. Prior to execution, the contract verifies if the function's conditions are satisfied. If validated, a state transition updates the contract's data. These transitions are atomic, meaning they either complete entirely or fail entirely. The blockchain logs every state transition, ensuring a transparent and immutable history of the contract's actions. Smart contracts can also signal state changes by emitting events, which allow other contracts or applications to respond. Ultimately, state transitions are the fundamental mechanism that enables smart contracts to function autonomously and reliably enforce agreements.

Sustainability issues in modern smart contracts: Synchronizing state transitions in smart contracts necessitates significant resource allocation across all nodes within a blockchain, posing notable challenges to both scalability and sustainability. The inherent architecture of current blockchains imposes computational limits, such as the gas mechanism in Ethereum, which restricts the complexity of operations that can be executed. Additionally, these platforms are constrained by the minimal amount of data that smart contracts can efficiently store on-chain. This limitation extends to the transaction throughput, further bottlenecking the performance of blockchain-based smart contracts. Moreover, as blockchains maintain a complete history of all state transitions, the cumulative storage needs, and the computational effort required to search and process this history escalate continuously. Consequently, the scalability issues, alongside the extensive computation and storage demands, render existing blockchain solutions unsustainable in the long term.

Existing Computational Sustainability Solutions

Several solutions have been proposed to address the limitations of current blockchain implementations for decentralized autonomous applications, one of which is Plasma [7]. Plasma introduces a method that extends beyond mere financial applications to include incentives for persistent data services, potentially offering alternatives to traditional centralized server farms. It achieves this by structuring blockchain computations into sets of MapReduce functions and incorporating an optional Proof-of-Stake (PoS) token atop existing blockchain architectures. Another noteworthy approach is Blockumulus [7], a framework that leverages a technique known as overlay consensus. This framework is designed to facilitate decentralized smart contracts through a centralized cloud over peer-to-peer (P2P) nodes, offering a novel integration of centralized and decentralized technologies. A third approach is presented by Ekiden [8], which merges blockchain

technology with Trusted Execution Environments (TEE). However, this integration introduces new vulnerabilities, such as the potential for contract forgeries through the creation of forged blocks. Lastly, SigVM [9] offers a blockchain virtual machine that enables developers to create autonomous smart contracts using their proprietary blockchain platform, SigChain, and a contract language compiler named SigSolid. While each of these solutions employs a distinct methodology, they share similar outcomes due to their underlying reliance on blockchain technology for implementing smart contracts. The goal of our research is to explore alternatives that facilitate the transactions of smart contracts without depending on blockchain technology, thereby addressing the inherent limitations posed by existing solutions.

Sans-Chain Smart Contracts

In this work, we introduce for the first time the novel concept of Sans-Chain Smart Contracts. These contracts aim to execute contractual logic without being directly tied to the structure of blockchains such as Ethereum or Solana. The main emphasis is on self-executing code and the agreed-upon rules between participants, rather than on the underlying technology. The core insights of Sans-Chain Smart Contracts are as follows:

1. **Localized Synchronization:** Network-wide synchronization of state transitions in smart contracts is unnecessary, given that the dependency graph of a smart contract network typically exhibits far fewer edges than the maximum possible.
2. **State Retention:** Parties involved in a transaction (accounts) can locally retain and cross-certify the state transitions of the smart contract.
3. **Transactional Precedence:** Without the need to aggregate the state transitions of all smart contracts into a single global state, the proposed per-channel state transitions (with pre-determined participants) utilize calibrated Unix timestamps signed by the channel members to establish the precedence of state transitions.

The sans-chain smart contracts are enabled by the following three major components:

- **Channels:** Channels represent separate agreements between two or more parties, as demonstrated in Fig. 1.
- **Participants:** Each channel involves participants from either side, with the participants varying across channels. For instance, in «Channel 1», the participants are named «Charlie» and «Dee».
- **Smart Contracts:** Each channel has its own smart contract, facilitating interactions between participants and securing agreements among various parties.

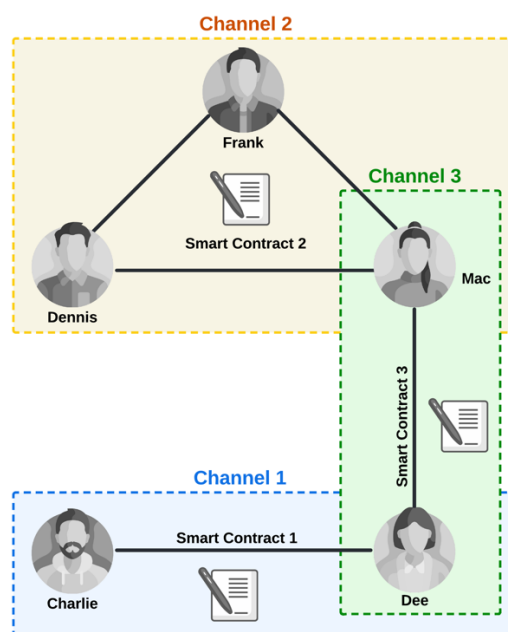


Fig. 1. Example of a network of local contract channels

1. Nick Szabo et al. 1994. *Smart contracts*.
2. 2024. <https://www.coingecko.com/en/categories/smart-contract-platform>
3. Vitalik Buterin et al. 2013. *Ethereum white paper*. GitHub repository 1 (2013), 22–23.
4. A.M. Antonopoulos and G. Wood. 2018. *Mastering Ethereum: Building Smart Contracts and DApps*. O'Reilly.
5. Elli Androulaki, Artem Barger, Vita Bortnikov, Christian Cachin, Konstantinos Christidis, Angelo De Caro, David Enyeart, Christopher Ferris, Gennady Laventman, Yacov Manevich, et al. 2018. *Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains*. In *Proceedings of the thirteenth EuroSys conference*. 1–15.
6. Joseph Poon and Vitalik Buterin. 2017. *Plasma: Scalable autonomous smart contracts*. White paper (2017), 1–47.
7. Nikolay Ivanov, Qiben Yan, and Qingyang Wang. 2021. *Blockumulus: a scalable framework for smart contracts on the cloud*. In *2021 IEEE 41st International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*. IEEE, 607–617.
8. Raymond Cheng, Fan Zhang, Jernej Kos, Warren He, Nicholas Hynes, Noah Johnson, Ari Juels, Andrew Miller, and Dawn Song. 2019. *Ekiden: A platform for confidentiality-preserving, trustworthy, and performant smart contracts*. In *2019 IEEE European Symposium on Security and Privacy (EuroS&P)*. IEEE, 185–200.
9. Ryan Song, Zihan Zhao, Yuxi Cai, Andreas Veneris, and Fan Long. 2021. *SigVM: Toward Fully Autonomous Smart Contracts*. arXiv preprint arXiv:2102.10784 (2021).

Носова Наталія
ДУ «Інститут ринку і економіко-екологічних
досліджень Національної академії наук України»

ЗЕЛЕНЕ МАЙБУТНЄ РОЗВИТКУ РИНКУ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНИ У КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ

Сьогодні загострення екологічних проблем дається взнаки в усьому світі. Багато країн вибрали подальший шлях свого розвитку у напрямку дотримання Європейського екологічного зеленого курсу задля збереження навколишнього середовища для нинішнього та прийдешніх поколінь. Це питання є вкрай актуальним, оскільки загострюються проблеми ощадливого використання природних ресурсів, зменшення забруднення навколишнього середовища і споживання екологічно безпечних продуктів харчування. ЄС в рамках кліматичної повістки активно працює в напрямку зеленого курсу, розробляючи різноманітні директиви, регламенти, рішення, рекомендації, що регулюють цей процес.

Єврокомісією в травні 2020 р. було презентовано Європейську зелену стратегію «Від ферми до виделки» (або «Від лану до столу»), спрямовану на справедливу, здорову та екологічно чисту систему харчування [1]. Ця стратегія засновується на тому, що під час вирощування (овочів або курей) вони можуть вбирати в себе шкідливі речовини. Ведення господарства також шкодить довкіллю, забруднює землю та воду, знищує ліси, вбиває пестицидами та гербіцидами живих істот. Все зводиться до того, що у людей має бути вільний доступ до здорової їжі, а виробництво не має шкодити навколишньому середовищу [2]. При цьому Стратегія заохочує запровадження сучасних екологобезпечних форм господарювання, зокрема розповсюдження органічного фермерства.

Стратегія «Від ферми до виделки» має на меті прискорити перехід до сталої системи харчування, яка повинна:

- мати позитивний або нейтральний вплив на навколишнє середовище;
- сприяти пом'якшенню змін клімату та адаптації до їх наслідків;
- уникати втрат біорізноманіття;

- забезпечити продовольчу безпеку;
- забезпечувати здорове харчування населення та гарантувати кожному доступ до безпечної, поживної, стійкої їжі;
- збереження доступності продуктів харчування [3, с. 47].

З 1 січня 2022 року в ЄС почало діяти нове законодавство щодо органічного виробництва і маркування органічних продуктів [4].

Євросоюз поступово впроваджує Стратегії зеленого курсу, підтримуючи політику сталого здорового харчування та збереження навколишнього середовища. У зв'язку з цим висунуто пропозицію щодо розробки законодавчої бази для стабільних харчових систем. Європейська зелена угода забезпечує можливість узгодження системи харчування ЄС з потребами планети та позитивного реагування на прагнення європейців до здорової, справедливої та екологічно чистої їжі. Мета цієї стратегії – зробити продовольчу систему ЄС глобальним стандартом сталого розвитку [3].

У зв'язку із цим виникає необхідність для вирішення цього завдання залучення органів державної влади на всіх рівнях управління, суб'єктів приватного сектору в усьому ланцюжку створення вартості продовольства, а також неурядових організацій, соціальних партнерів, науковців та громадян. Європейська Комісія забезпечить реалізацію стратегії у тісній узгодженості з іншими елементами Зеленої угоди, зокрема зі Стратегією біорізноманіття на 2030 р. та прагненням до нульового забруднення [3].

Слід відзначити, що у Євросоюзі здійснюється моніторинг переходу до сталої системи харчування з метою зменшення екологічного та кліматичного сліду. Такий регулярний збір даних та їх аналіз надає змогу здійснювати комплексну оцінку впливу всіх чинників на навколишнє середовище та здоров'я людей. Така стратегія дозволяє виявити зв'язок між здоровими людьми, здоровим суспільством, здоровою планетою.

Україна готова дотримуватися Європейського зеленого курсу, незважаючи на російську агресію. Життя за стандартами європейської родини – частина майбутньої перемоги нашої країни [5]. Україна має намір рухатися шляхом кліматичної нейтральності та енергоефективності. Задля цього у червні 2021р. Україна та ЄС уклали Меморандум про стратегічне партнерство у сировинній галузі [6].

Органічне виробництво в Україні регулюється Законом України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [7], а також відповідними підзаконними нормативно-правовими актами. Вимоги щодо виробництва та обігу органічної продукції регулюються статтею 4 цього Закону, де «...визначено основні права та обов'язки операторів, що займаються виробництвом та обігом органічної продукції» [7]; стаття 13 визначає галузі органічного виробництва, до яких зокрема належить органічне рослинництво, вимоги до якого прописані у статті 18; сертифікація органічного виробництва визначається статтею 27, а вимоги до маркування органічної продукції передбачені статтею 34.

Уряд України, навіть у складний воєнний період, дбаючи про дотримання європейського курсу, прикладає значних зусиль для імплементації законодавства ЄС у вітчизняний законодавчий простір.

В сучасних умовах загострення екологічних проблем та вирішення завдань продовольчої безпеки особливої актуальності набуває збільшення обсягів вирощування овочів, зокрема сприяння розвитку ринку органічної продукції. До того ж, останнім часом органічне сільське господарство набуває все більшої популярності у розвинених країнах. Вітчизняна органічна продукція знаходить попит за кордоном. Вона користується великим попитом у всьому світі, у першу чергу у країнах Євросоюзу та США.

Україна, маючи великий природний потенціал (кліматичні умови, родючі землі, наявність трудових ресурсів), має нагоду розвивати органічне овочівництво. У 2019 році в Україні нараховувалося 617 виробників органічних продуктів, з них 470 – сільськогосподарські виробники, у той час як у 2013 році їх налічувалося 175 господарств [8], тобто зріст склав понад 2,5 рази.

Експорт української органічної продукції у 2020 р. становив приблизно 204 млн. дол., 73 % якого припадало на європейські країни, 24 % – на Північну Америку. По країнах експорт склав: до США – 48,5 млн. дол., до Нідерландів – 29,5 млн. дол., до Німеччини – 27 млн. дол., до Канади – 25,3 млн. дол., до Польщі – 19,6 млн. дол. [9].

За даними ТОВ «Органік Стандарт», протягом 2022 року, попри повномасштабне військове вторгнення росії на територію України, Україна експортувала 245600 тонн органічної продукції на суму 219 млн. дол. до 36 країн світу, що майже дорівнює експорту органічної продукції у 2021 році (261000 тонн, 222 млн. дол.). Переважна більшість органічної продукції з України була експортована в країни Європи (95 %) [10].

Всього на внутрішньому ринку України в 2021 році реалізовано 9,8 тис. т органічної продукції власного виробництва на суму близько 900 млн. грн. [11].

Через повномасштабну війну внутрішні продажі української органічної продукції скоротилися на 36 % за обсягом (6280 тонн) та на 48 % за вартістю (близько 17 млн. дол. США) у 2022 році порівняно з 2021 роком (відповідно до результатів дослідження органічного ринку України, проведеного ТОВ «Органік Стандарт» у партнерстві з Organicinfo.ua за підтримки Швейцарії в рамках швейцарсько-українських програм «Розвиток торгівлі з вищою доданою вартістю в органічному та молочному секторах України» (QFTP) та «Органічна торгівля заради розвитку» (OT4D)). Детальніше про внутрішній органічний ринок України [10].

Найбільшими країнами-імпортерами української органічної продукції у 2022 році були Нідерланди, Німеччина, Австрія, Швейцарія, Польща, Литва, США, Італія, Велика Британія та Чеська Республіка. Українські органічні виробники також експортували в деякі країни Азії та Північної Америки.

До ТОП-3 експортованих органічних продуктів з України, які постачалися на міжнародні ринки, увійшли кукурудза, соя та пшениця. Також експортувалися олія соняшникова, макуха соняшника, соняшник, чорниця заморожена, ячмінь, ріпак, пшоно та інша продукція.

Слід відзначити, що неабияким попитом на європейському ринку користується органічна овочева продукція українського виробництва, причому попит на неї щорічно зростає.

Відповідно до звіту Європейської Комісії, у 2022 році Україна піднялася на дві сходинки, порівняно з 2021 роком, і посіла 3-є місце зі 125 країн за обсягами імпортованої органічної продукції до ЄС [10].

Органічна продукція має суттєві переваги у порівнянні з сільськогосподарською продукцією, вирощеною за інтенсивним зрошенням. Вона не містить пестицидів, що позитивно впливає на здоров'я споживачів. Органічна продукція вирощується із застосуванням мінімального обробітку ґрунту і без застосування отрутохімікатів і мінеральних добрив. До того ж матеріали для упакування органічної продукції мають бути вироблені із органічної сировини.

Слід відзначити, що розвиток ринку органічної продукції стримує висока вартість кінцевого продукту. Так, у європейських країнах ціна на органічну продукцію становить на 20-30 % більше ніж на неорганічні аналоги, у той час як в Україні вона може бути вищою на 50-300 % [11].

Україна має великий потенціал для вирощування органічної продукції. У набутку України є земельні площі, на яких можливо вирощувати сільськогосподарську продукцію, у тому числі й органічну. Але лише вирощування не гарантує отримання високого і стабільного прибутку, особливо під впливом перепадів погоди та кліматичних факторів.

Тут також виникає необхідність вкладати фінансові ресурси у модернізацію виробництва, використання якісного посівного матеріалу, застосування сучасних технологій. Великого значення набуває модернізація виробничих потужностей, використання парка сучасної сільськогосподарської техніки а також устаткування для подальшого зберігання

сільгосппродукції та забезпечення споживачів. При цьому варто враховувати досвід іноземних країн в плані фінансової підтримки і субсидій з боку держави.

Ринок овочів потребує особливої уваги і не лише з причини збагачення організму людини вітамінами, мінералами та корисними елементами, а й з причини того, що він вимагає особливої великих фінансових витрат на впровадження новітніх технологій. Використання сучасних технологій дозволяє збільшувати врожайність та якість сільськогосподарських культур, а такі методи, як селекція, гібридизація рослин, генна інженерія сприяють створенню найбільш продуктивних видів агрокультур. З кожним роком на поля виїжджають все більш високотехнологічні агрегати, обладнані GPS-навігацією. А впровадження сучасного інструментарію діагностики надає можливість контролювати стан сільгоспугідь, здійснювати моніторинг різних процесів: рівня водозабезпечення, коригування заходів обробки рослин, що дає можливість визначати оптимальні умови для виробництва. Також у системі ринкового відтворювального циклу використання сучасних технологій забезпечує відстеження у реальному часі надходження сільгосппродукції до торгових мереж та її реалізацію, що створює сприятливі умови для усунення логістичних розривів в ланках товароруку продукції.

Слід відзначити, що останнім часом агрологістика широкого використовується у сфері закупівлі посівних матеріалів і сировини, добрив, кормів та ін.; у сфері переробки, складування і зберігання готової продукції, розподілу ресурсів, транспортування, доведення сільгосппродукції до вимог міжнародних стандартів якості тощо, тобто на всіх етапах логістичного ланцюга «закупівля сировини – виробництво продукції – насичення споживчого ринку». Функціонування переважної більшості ланок на всіх етапах виробничого процесу потребує матеріальних, інвестиційних, інформаційних та інших ресурсів, потоковий рух та використання яких можна відстежити у реальному часі за допомогою інформаційного забезпечення.

1. *Farm to Fork strategy*. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2020/08/EU_-Farm-to-Fork-Strategy-UA_fin.pdf

2. *Що таке Європейський зелений курс*. URL: <https://ecoaction.org.ua/eu-green-deal.html>

3. *Європейський зелений курс і кліматична політика України: аналіт. доп.* / [С.П. Іванюта, Л.М. Якушенко]; за заг. ред. А.Ю. Сменковського. Київ: НІСД 2022. 95 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-07/dopov-greendeal-1-red-pogod-doverstki_12_07_2022_gotove.pdf

4. *Вимоги ЄС до органічної продукції*. URL: <https://export.gov.ua/good/review/290>

5. *Україна готова дотримуватися Європейського «зеленого» курсу, незважаючи на російську агресію – глава Мінприроди*. Interfax-Україна. 02.02.2023. URL: <https://interfax.com.ua/news/greendeal/888682.html>

6. *Прем'єр-міністр України та Віце-президент Єврокомісії підписали Меморандум про стратегічне партнерство у сировинній галузі*. Урядовий портал URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/premyer-ministr-ukrayini-ta-vice-prezident-yevrokomisiyi-pidpisali-memorandum-pro-strategichne-partnerstvo-u-sirovinnij-galuzi>

7. *Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: Закон України № 2496-VIII від 10.07.2018 р. редакція від 26.10.2023, підстава – 3221-IX*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>

8. *Кузьменко О.Б. Розвиток органічного землеробства в умовах ринку землі в Україні*. Економіст. 2013. №3. С. 38–39.

9. *Експорт органічної продукції з України в 2020 р. – понад 200 мільйонів доларів США* URL: <https://organicinfo.ua/news/ukrainian-organic-export-2020>

10. *Органічне виробництво в Україні* Міністерство аграрної політики та продовольства України 09.02.2024. URL: <https://minagro.gov.ua/napryamki/organichne-virobnictvo/organichne-virobnictvo-v-ukrayini>

¹Onyshkevych Volodymyr, ²Barabash Galyna
¹Ukrainian National Forestry University
²Ivan Franko National University of L'viv

USING OF STOCHASTIC FACTORS IN THE ENVIRONMENTAL ECONOMIC MATHEMATICAL MODELS

It is well-known that human environment and natural resources constitute physical basis both for economic and environmental systems. But the classic economic system considers natural resources to be the only factor that forms the raw material basis for various sectors of economy whereas the environmental economics of nature use treats this issue as a triune process of use, protection and reproduction of integrated components of the environmental-and-economic system—the environment and natural resources [1]. Nature use as well as the whole process of production of material goods is accompanied not only by financial costs but also by environmental impacts: time-and-spatial alterations of the environmental quality as well as the quantity and quality of natural resources. These changes may be either of positive or negative character: deterioration of environmental conditions, increase or decrease in the quantity and quality of natural resources. The environmental changes can influence the economic results of material production and non-material sphere; therefore, environmental costs (aggregate expenditures and losses both in the sphere of nature use and nature conservation as well as economic activity in general) need to be taken into consideration, these costs are inevitably to be growing up. Appropriate compensation costs for recovering high-quality environmental conditions should be in keeping with the intensity level of natural resources use and the environmental pollution. The understanding and realization of this fact will make it possible to keep balance between the ecological and economic systems as well as to ensure a steady socio-economic progress of the human society; on the other hand, disregard for these facts may result in degraded quality of the environment, natural resources depletion, needs for additional environmental costs, possible environmental losses and in the long run to the slowdown of socio-economic development if it does not cease at all.

Thus, the severity of the problem is in the fact that market economy ruins nature while Nature destruction ruins the economy itself. The absence of the environmental component in the classic economic system can be explained by the fact that the considerable part of environmental impacts from economic activity is not subject to accurate economic assessment.

Mathematical model. Hence, further socio-economic advance of the society is impossible without solving the present-day environmental problems. The existing natural systems are rather resilient and robust, however, these qualities of theirs may not be long lasting. At the early stages of the society's development, effects of human activity on the environment were insignificant and did not produce any marked changes to the environment, but today's anthropogenic pressure is so intense that humans cannot afford to neglect (as it was before) its adverse effects. The extent of human impact on various components of the biosphere is increasing year after year, and these results in changes of vitally important parameters of the environment. Accordingly, the construction of environmental-and-economic mathematical models of the global development of the modern world is a pressing task to do.

The difficulties of such modeling involve an adequate reflection of environmental and economic laws, a full set of statistics data, the resolution of the issues of allowing for functional extrapolation and other similar problems [2].

One of the first attempts of such economic-and-environmental modeling was Forrester model [3] that contains five time-variable parameters: P – Earth's population size, V – productive capital (capital assets), S – share of agricultural capital in the total productive capital, R – non-renewable natural resources, Z – environmental pollution. These parameters determine 20 specific functions that

describe the interaction of the most important economic-and environmental factors of the society's development:

1) Change in the population size. Reflects the balance between birth-rate B and death-rate (with consideration for the main demographic characteristics)

$$dP/dt = B - D = f_1(B, D) \quad (1)$$

2) Differential equation for a decrease in non-renewable natural resources

$$dR/dt = -PR_M = f_2(P, V, S, M_S, E_R) \quad (2)$$

It is believed that natural resources are depleted at the rate which is proportional to population size growth and to a certain factor R_M that takes into account the slowdown of resources extraction rates with a rise of living standards' M_S . This dependence is related to natural resources use, namely for manufacturing consumer goods the demand for which is asymptotically approaching saturation as the population's standard of living M_S rises. In its turn, M_S is expressed through the parameters P , V , S and the function $E_R(R_R)$ which reflects the increase in the cost of mineral resources extraction as their supplies decrease.

3) The dynamics of capital investment is described by the equation

$$dV/dt = PC_V V_M(M_S) - V/T_V = f_3(P, M_S, C_V, T_V) \quad (3)$$

The function $V_M(M_S)$ describes the growth of the population's financial resources investments into production as a result of rising living standards M_S ; constants C_V and T_V are the coefficients identified on the basis of study of investment processes and the processes of capital consumption (depreciation).

4) The dynamics of agricultural capital

$$dS/dt = (S_F S_Q - S)/T_S = f_4(S_F, F_R, S_Q, Z, T_S) \quad (4)$$

is described by the functions: S_F – impact of nourishment level F_R on the amount of agricultural capital; T_S – the length of time required for reallocation of capital; S_Q – relationship between agricultural capital and quality of life. In its turn, the quality of life is determined by the living standards M_S , the amount of food stuff per capita, population density, and the environmental pollution level Z .

5) The dynamics of population is modeled by the equation

$$dZ/dt = PZ_N Z_V - Z/T_Z = f_5(P, Z_N, V_R, T_Z) \quad (5)$$

The first item describes generation of pollution and is proportional to the population size P , constant Z_N which refers to normal pollution level, and the function $Z_V(V_R)$ - the rate of the environmental pollution with an increase of marginal capital. The second item characterizes the process of natural decomposition of pollutants T_Z , and identifies the length of time required for an n-fold decrease of the pollution index providing no fresh portion of pollutants is added.

Consideration for stochasticity in mathematical modeling. Since time change in the major portion of parameters that appear in the differential equations (1)-(5), is of random character, this mathematical model can be improved. Enter the stochastic coefficients γ_i , that express the probability for corresponding phenomena (processes) to appear. In so doing we assume that $0 \leq \gamma_i \leq 1$, ($i = \overline{1,5}$). The boundary value $\gamma_i=0$ corresponds to the unfeasibility of the process while $\gamma_i=1$ – shows the certainty of its occurrence. The relations so modified produce a system of differential equations, which is the stochastic model of global development:

$$\begin{cases} dP/dt = \gamma_1 f_1(B, D) \\ dR/dt = \gamma_2 f_2(P, V, S, M_S, E_R) \\ dV/dt = \gamma_3 f_3(P, M_S, C_V, T_V) \\ dS/dt = \gamma_4 f_4(S_F, F_R, S_Q, Z, T_S) \\ dZ/dt = \gamma_5 f_5(P, Z_N, V_R, T_Z) \end{cases} \quad (6)$$

Changes in Forrester function's behavior at different values of stochastic coefficients are presented in Fig. 1:

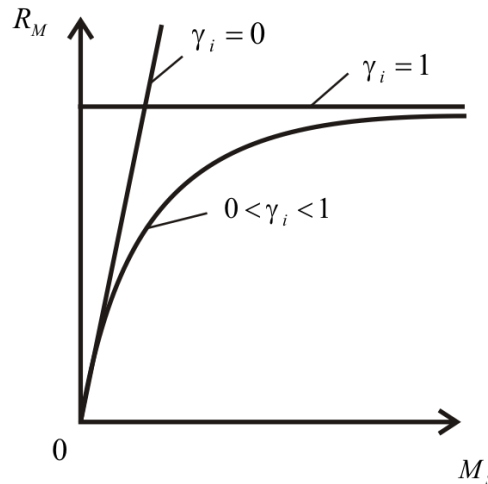


Fig. 1. Forrester function with consideration for stochasticity

The data to determine functional relations between the system's parameters are averaged data of the world's statistics. For boundary values $\gamma_i = 1, (i = \overline{1,5})$ we obtain the analog of Forrester model curves [4].

Conclusions. The decrease in the amount of natural resources supplies causes industrial decline: an increase in the cost of raw materials, due to the depletion of their supplies, slows down the growth of capital investments and results in contraction of production. This has an effect on the living standards level, the impairment of which first leads to slower rates of its growth, and later on to a decrease in the population size. Thus, the society with market economy is facing the necessity of changing its mode of life and to adapt itself to the reproductive capacity of natural ecosystems. Important though the economic goals may seem, they are leveled by environmental problems. The contemporary society for the sake of its health and life must have a new goal –environmental standard with economic restrictions.

1. Tunytsya, Yu. Yu. (2006) «Ecoeconomics and market: overcome of contradictions», Kyiv: Znannya, 314 pp. (in Ukrainian)

2. Lyashenko, I.M., Korobova, M.V., Stolyar, A.M. (2006) «The base of mathematical modeling of economic, environmental and social processes», Ternopil': Navchal'na knyha – Bogdan, 304 pp. (in Ukrainian)

3. Forrester, Jay W. (1973) «World dynamics», (2 ed.): Waltham, MA: Pegasus Communications, 144 pp.

4. Onyshkevych, V., Barabash, G. (2020) «Consideration of stochastic factors in the global environmental economic mathematical models», Perspectives of world science and education. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. CPN Publishing group, Osaka, Japan, pp.147-153.

СІЛЬСЬКИЙ ТУРИЗМ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ВІДРОДЖЕННЯ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗГІДНО КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Унікальні природні умови і ресурси та потенційні можливості для розвитку туристичної сфери свідчать, що сільський туризм в Україні є одним із важливих інструментів забезпечення сталого розвитку сільських територій. Сільський туризм відноситься до екологічно орієнтованих видів туризму, оскільки спрямований на збереження довкілля та культурно-історичної спадщини сільських населених пунктів, а також на підтримку місцевого населення шляхом створення нових робочих місць.

Відмінності сільських регіонів у межах однієї країни вказують на неможливість створення уніфікованої моделі розвитку сільського туризму для всіх місцевостей. Кожен регіон має власну мету розвитку, пріоритети та засоби для досягнення поставлених цілей. Ресурсами, що використовуються для розвитку сільського туризму, є: довкілля; ландшафт; архітектурна та культурна спадщина; релігійні обряди і традиції; місцеве населення; економічна діяльність; інфраструктура та послуги [1].

Сталий розвиток сільського туризму передбачає рівновагу трьох основних складових життєдіяльності: економічної, екологічної та соціальної. Це означає, що необхідно знаходити оптимум у кожному випадку прийняття управлінських рішень щодо певної сфери діяльності. На основі даної концепції можна окреслити концептуальну рамку сталого розвитку сільського туризму (рис. 1).



Рис. 1. Концептуальна рамка сталого розвитку сільського туризму*

*Примітка: розроблено автором.

Сучасні світові тенденції розвитку сфери туризму свідчать про зростання зацікавленості туристів щодо відпочинку, який безпосередньо пов'язаний з природою. Саме тому, говорячи про перспективи розвитку сільського туризму в Україні, необхідно орієнтуватися на досвід провідних держав Європейського Союзу, де цей вид туризму успішно розвивається. Беручи до уваги національні традиції, різноманітні природні умови та ресурси,

можемо сказати, що в Україні існує значний потенціал для розвитку сфери сільського туризму, а також можливості для його успішної реалізації. Активна участь сільського населення вкрай необхідна для впровадження ефективних підходів та шляхів розвитку сталого сільського туризму. Зрештою, це сприятиме підвищенню рівня та якості життя сільського населення, збереженню природних ресурсів, культурного надбання, зростанню місцевої економіки і підтриманню екологічної рівноваги.

Варто зауважити, що розвиток сільського туризму в Україні розпочався у 1996 році, коли була заснована громадська організація «Спілка сприяння розвитку сільського зеленого туризму в Україні». Саме тоді сільський туризм починає ставати окремим видом туристичної діяльності. Ідея започаткування відпочинку в українському селі (сільського туризму) для українських реалій на той час була не новою, але безумовно актуальною, зважаючи на проблеми розвитку сільських населених пунктів. Історія розвитку сільського туризму в Україні має певні етапи розвитку [2] (рис. 2).

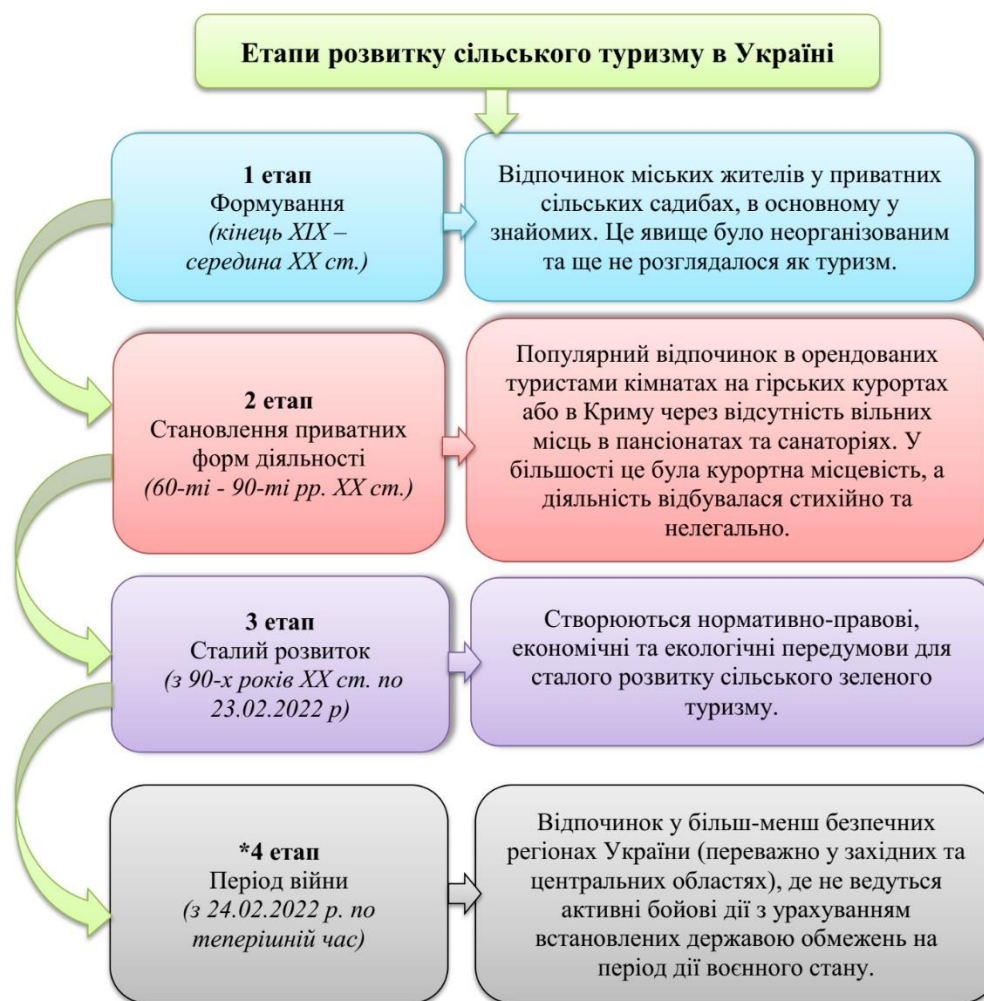


Рис. 2. Етапи розвитку сільського туризму в Україні*

Примітка. Сформовано автором на основі [2]; доповнено автором.

Розвиток певних видів туризму в кожному регіоні України залежить від географічних, соціальних та економічних факторів. Появі та поширенню нових видів туризму також сприяють процеси глобалізації та науково-технічний прогрес. Зрештою, інтернаціоналізація економіки та впровадження новітніх досягнень науки і техніки сприяли появі та розвитку абсолютно нових напрямків у туризмі [3].

Шляхом узагальнення наявних підходів вітчизняних і зарубіжних вчених до класифікації видів туризму та моніторингу основних складових сільського туризму

запропоновано класифікацію підвидів сільського туризму та особливостей надання ними відпочинкових послуг (рис. 3).



Рис. 3. Комплекс прямих зв'язків сільського туризму з видами туризму*
*Примітка. Розроблено автором.

На основі розглянутих наукових досліджень бачимо, що сільський туризм є одним із видів туризму, який поєднує в собі інші підвиди. Велика кількість класифікацій підвидів сільського туризму вказує на багатогранність та багатовекторність туристичної галузі. На сьогодні сільський туризм є ефективним методом поширення знань про природні, історичні, культурні, етнографічні та кулінарні особливості України.

Отже, сільський туризм – це багатоаспектний відпочинковий вид туризму, який відбувається у сільській місцевості та організований людьми, що перебувають у сімейних чи родинних відносинах на території особистого селянського господарства (у сільській садибі) з урахуванням принципів сталого розвитку. Він включає в себе пішохідні та кінні прогулянки, екскурсії, подорожі вихідного дня, фотополування, риболовлю, ознайомлення з місцевим побутом, національною кухнею, фольклорною творчістю, традиціями проведення народних свят та унікальними особливостями відповідної місцевості.

Для активізації туристичної діяльності у сільській місцевості, необхідно:

- посилити промоцію туристичних можливостей у сільській місцевості на місцевому, регіональному, національному та міжнародному рівнях;
- сприяти вивченню зарубіжного досвіду щодо розвитку різноманітних видів сільського туризму, ознайомлення зацікавлених підприємців і мешканців сільських населених пунктів з особливостями започаткування та ведення бізнесу у сфері сільського туризму;
- здійснювати цілеспрямовану діяльність стосовно відновлення, збереження та відродження місцевих традицій і звичаїв з метою реалізації конкурентних переваг сільського туризму;
- сприяти участі представників агротуристичного бізнесу в міжнародних, національних та регіональних виставках і ярмарках;
- за участю дітей шкільного віку та молоді організовувати природоохоронні заходи з метою спільного прибирання сільських територій, лісів та водойм від побутових відходів;
- ініціювати створення можливостей, необхідних для задоволення туристичних умов людей з особливими потребами [4; 5].

Україна має значний туристичний потенціал. Сільський туризм є перспективним напрямом розвитку індустрії туризму в будь-якому регіоні, який приваблює туристів своїми природними особливостями та багатою історико-культурною спадщиною. Але в той же час кожен регіон має ще значний невикористаний людський і рекреаційний потенціал для розвитку сільського туризму, який можна було б ефективно використовувати в туристичних цілях у майбутньому. Для цього держава має створити необхідні умови для сприяння розвитку малого підприємництва у відпочинковій сфері у сільській місцевості та всебічного заохочення участі населення у розвитку сільського туризму.

Незважаючи на унікальні природні умови і ресурси та потенційні можливості для розвитку туристичної сфери, Україна на даний час ще не може створювати конкуренцію провідним світовим державам. Саме тому пріоритетні напрями розвитку державної політики у сфері туризму повинні базуватися на принципах сталого розвитку, що будуть підтримуватися на місцевому, регіональному та міжнародному рівнях. Це дасть можливість створити сприятливі умови для розвитку сфери туризму в довгостроковій перспективі відповідно до міжнародних стандартів якості та з урахуванням європейських цінностей, що сприятиме підвищенню якості життя населення, гармонійному розвитку і консолідації суспільства, формування іміджу України у світі.

Післявоєнний туризм в Україні, особливо сільський, має всі передумови для успішного розвитку, адже він сприяє підтримці економіки країни, створенню нових робочих місць, покращенню сільської інфраструктури та захисту культурно-історичної спадщини кожного регіону. Після закінчення війни, яка завдає непоправної шкоди людям, навколишньому середовищу та інфраструктурі країни, туристи заново оцінять можливості для відпочинку в сільській місцевості і різноманітність послуг сільського туризму, які роблять цю сферу туризму універсальною та незалежною від географічного розташування і наявності цінних природних ресурсів. Сільський туризм виступає ефективним інструментом допомоги сільському населенню покращити соціо-еколого-економічний розвиток сільських населених пунктів та є перспективним шляхом розвитку та відбудови українських сіл в умовах війни та післявоєнного періоду.

1. *Сільський туризм та сталий туризм.* URL: <https://www.uacarpathians.org/%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0>
2. Васильєв В. 25 років сільському зеленому туризму України. Науково-популярний журнал «туризм сільський зелений». 2021. №4(61). С. 8–9.
3. Коржилов Л.І. Туризм в Україні. Класифікація та види. Ефективна економіка. 2014. №9. URL: <http://www.economy.-nauka.com.ua/?op=1&z=3345>.
4. Dubovich I., Seneta Z. *Current state and prospects of the development of cross-border cooperation between Ukraine and the European Union countries in the field of rural tourism. Romanian-Ukrainian relations. History and contemporaneity. 10-th Edition. Satu Mare: Editura Muzeului Satmarean – Bucuresti: Editura RCR Editorial. 2021. P. 263-277.*
5. Васильців Т.Г., Бойко В.В. *Напрями та засоби розвитку сільських територій в контексті зміцнення соціально-економічної безпеки України: монографія.* Львів: Ліга-Прес, 2016. 262 с.

Спаська Олена
Національний авіаційний університет, Київ, Україна
Сілезійський університет, Катовіце, Польща

ОЦІНКА ПОТОКІВ ВИПАРОВУВАННЯ ЛЕТКИХ НЕБЕЗПЕЧНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КІНЕТИКИ ВИПАРОВУВАННЯ ЧИСТИХ РІДИН

Випаровування – це процес фазового переходу, який відіграє важливу роль у багатьох сферах життя і науки. Цей процес переміщення між рідиною та газом, зазвичай зустрічається в природі та має багато застосувань у промисловості, життєво важливий для екологічної науки. Випаровування сирої нафти та нафтопродуктів у промислових резервуарах для зберігання має не лише велике економічне значення [1], але й забруднює навколишнє середовище [2]. Забруднення повітря та ґрунту гербіцидами впливає на довкілля [3]. Використання небезпечних сполук у сільському господарстві, на хімічних заводах чи лабораторіях і навіть у помешканнях, створює ризики для здоров'я та безпеки людей і тварин. Наприклад, одним із критичних параметрів є час випаровування твердих або рідких пестицидів із сільськогосподарських культур, рослин і ґрунту [4; 5]. Це виклики для науки про навколишнє середовище, що стимулює розробку методів прогнозування часових масштабів втрат від випаровування хімічних речовин, розливів, оцінювання концентрації небезпечних матеріалів у повітрі. Випаровування небезпечних матеріалів, пестицидів, розливів нафти тощо дуже негативно впливають на навколишнє середовище та біосферу.

Молекулярні механізми випаровування для більшості випадків досі не з'ясовані. Теоретичні дослідження кінетики рідини обмежені через складність завдань [6]. Найпопулярнішими теоріями випаровування є теорія Герца-Кнудсена (ГК) [7; 8] і теорія статистичної швидкості (ТСШ) [9; 10]. Однак їх застосування є обмеженим майже рівноважним і низьким тиском пари. У нерівноважних умовах, випаровування і конденсація пов'язані між собою. Випаровування залежить від властивостей поверхні рідини, тоді як конденсація залежить від властивостей рідини та пари [11]. Як наслідок, коефіцієнти випаровування та конденсації, які використовуються в теорії ГК, відрізняються, і їх надзвичайно важко виміряти [8]. Коефіцієнти залежать від природи рідини і температури пари, теплового потоку та геометрії розділу [12].

ТСШ надає альтернативний вираз для потоку випаровування і не містить пристосованих параметрів. Для деяких систем, розраховані потоки відповідають вимірним значенням [8]. Нами була використана теорія для вирішення зворотного завдання. Використовуючи експериментальні потоки, тиски пари над межею поділу, було розраховано та порівняно з експериментальними [11]. Однак розрахунки можна зробити для конкретних експериментальних умов, і термодинамічні та спектроскопічні властивості сполук (частоти коливань) повинні бути відомі.

Як правило, потік випаровування залежить від фактичних температур вище та нижче межі поділу рідина-пар, тиску пари та забруднення межі поділу. Навіть розмір і форма зразків рідини впливають на випаровування. Теорії випаровування крапель міліметрового чи мікронного розміру та випаровування з тонких плівок обговорюються в оглядових статтях [13,14]. Атомістичне комп'ютерне моделювання можливе лише для нанорозмірних систем, властивості яких значно відрізняються від макросистем [9; 15; 16].

Для розрахунку потоків випаровування для майже рівноважних станів використовувались узагальнені рівняння статистичної фізики. Ґрунтуючись на власних експериментах і опублікованих даних, продемонстровано, що лише одного регульованого параметра достатньо для оцінювання потоків випаровування сполук у широкому діапазоні, що охоплює кілька порядків величини. Цей параметр сильно залежить від умов навколишнього середовища і слабо від властивостей матеріалу. За отриманими експериментальними даними побудовано графіки, що лінійно пристосовані відповідно до рівнянь ГК та ТСШ. Результати наведено на рисунку 1. Якщо потоки випаровування відрізняються на декілька порядків, то коефіцієнт детермінації здебільшого залежить від випаровування легколетких рідин.

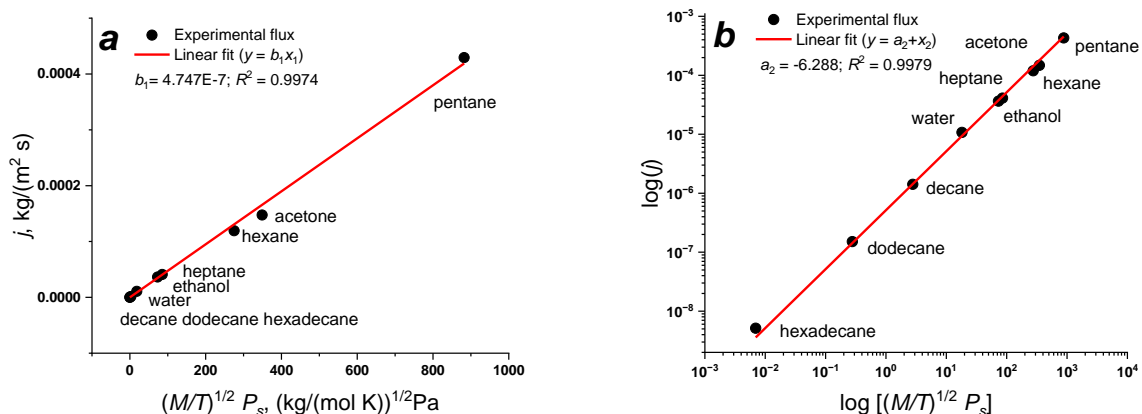


Рис.1. Експериментальні потоки випаровування з плоских поверхонь рідини, виміряні за температури 293 °К і безвітряних умовах (процедура 1), лінійно пристосовані відповідно до рівняння ГК (а) або рівняння ТСШ (b).

Для оцінювання повинні бути відомі еталонні та оцінені молярні маси та тиски насичення чистих сполук. Для розчинених сполук необхідно знати розчинність і летючість Генрі. Було запропоновано простий метод вимірювання потоку випаровування. Швидкість випаровування рідин, налитих у склянки, можна регулювати не тільки температурою та швидкістю потоку повітря, але й їх об'ємом. Вимірювання, проведені в реальних умовах навколишнього середовища для еталонних рідин, можна доповнити результатами, отриманими в лабораторії для більшого набору сполук. Це підвищить точність прогнозів. Еталонними системами можуть бути нетоксичні легколеткі рідини.

Прогнозування потоків випаровування в конкретних умовах навколишнього середовища є складним завданням з теоретичної та емпіричної точок зору. На основі отриманих експериментальних результатів і раніше опублікованих даних запропоновано новий практичний метод оцінювання потоків. Продемонстровано, що деякі параметри в теоретичних рівняннях для майже рівноважного випаровування можна оцінити з експериментів, і ці формули використати для прогнозування стаціонарних потоків випаровування в повітрі в діапазоні восьми порядків величини на основі одного проведеного експерименту для нетоксичних летких сполук. На основі отриманих результатів можна запропонувати новий метод оцінювання швидкості випаровування для реальних умов середовища. Для цього умови для рідин, обраних для експериментальних вимірювань, повинні бути однаковими. Відповідно до рівнянь ГК або ТСШ, лише один регульований параметр, необхідний для оцінювання потоку та швидкості випаровування інших сполук. Таким чином, під час проведення експерименту, замість вимірювань швидкості небезпечних або малолетких матеріалів можна використати параметри випаровування для нетоксичних сполук з високою летючістю. Це може бути будь-яка еталонна рідина, навіть вода, але в цьому випадку вологість повітря буде впливати на точність прогнозування. Для розрахунків необхідні лише молекулярна маса та тиск насичення повітря.

1. Fingas, M. *Oil and Petroleum Evaporation. In Handbook of Oil Spill Science and Technology; Fingas, M., Ed.; Wiley, 2015; pp 205–223. <https://doi.org/10.1002/9781118989982.ch7>.*

2. Stiver, W.; Mackay, D. *Evaporation Rate of Spills of Hydrocarbons and Petroleum Mixtures. Environ. Sci. Technol. 1984, 18 (11), 834–840. <https://doi.org/10.1021/es00129a006>.*

3. Woodrow, J. E.; Seiber, J. N.; Baker, L. W. *Correlation Techniques for Estimating Pesticide Volatilization Flux and Downwind Concentrations. Environ. Sci. Technol. 1997, 31 (2), 523–529. <https://doi.org/10.1021/es960357w>.*

4. Woodrow, J. E.; Seiber, J. N.; Dary, C. *Predicting Pesticide Emissions and Downwind Concentrations Using Correlations with Estimated Vapor Pressures. J. Agric. Food Chem. 2001, 49*

(8), 3841–3846. <https://doi.org/10.1021/jf010358u>.

5. Van Wesenbeeck, I.; Driver, J.; Ross, J. Relationship between the Evaporation Rate and Vapor Pressure of Moderately and Highly Volatile Chemicals. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2008, 80 (4), 315–318. <https://doi.org/10.1007/s00128-008-9380-2>.

6. Rana, A. S.; Saini, S.; Chakraborty, S.; Lockerby, D. A.; Sprittles, J. E. Efficient Simulation of Non-Classical Liquid-Vapour Phase-Transition Flows: A Method of Fundamental Solutions. *J. Fluid Mech.* 2021, 919, 1–36. <https://doi.org/10.1017/jfm.2021.405>.

7. Nahar, M. M.; Ma, B.; Guye, K.; Chau, Q. H.; Padilla, J.; Iyengar, M.; Agonafer, D. Review Article: Microscale Evaporative Cooling Technologies for High Heat Flux Microelectronics Devices: Background and Recent Advances. *Appl. Therm. Eng.* 2021, 194 (February), 117109. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117109>.

8. Persad, A. H.; Ward, C. A. Expressions for the Evaporation and Condensation Coefficients in the Hertz-Knudsen Relation. *Chem. Rev.* 2016, 116 (14), 7727–7767. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00511>.

9. Kieu, H. T.; Tsang, A. Y. C.; Zhou, K.; Law, A. W. K. Evaporation Kinetics of Nano Water Droplets Using Coarse-Grained Molecular Dynamic Simulations. *Int. J. Heat Mass Transf.* 2020, 156. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.119884>.

10. Kapoor, A.; Elliott, J. A. W. Nonideal Statistical Rate Theory Formulation to Predict Evaporation Rates from Equations of State. *J. Phys. Chem. B* 2008, 112 (47), 15005–15013. <https://doi.org/10.1021/jp804982g>.

11. Rahimi, P.; Ward, C. A. Kinetics of Evaporation: Statistical Rate Theory Approach. *Int. J. Thermodyn.* 2005, 8 (1), 1–14.

12. Jafari, P.; Masoudi, A.; Irajizad, P.; Nazari, M.; Kashyap, V.; Eslami, B.; Ghasemi, H. Evaporation Mass Flux: A Predictive Model and Experiments. *Langmuir* 2018, 34 (39), 11676–11684. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.8b02289>.

13. Erbil, H. Y. Evaporation of Pure Liquid Sessile and Spherical Suspended Drops: A Review. *Adv. Colloid Interface Sci.* 2012, 170 (1–2), 67–86. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2011.12.006>.

14. Plawsky, J. L.; Fedorov, A. G.; Garimella, S. V.; Ma, H. B.; Maroo, S. C.; Chen, L.; Nam, Y. Nano- and Microstructures for Thin-Film Evaporation—A Review. *Nanoscale Microscale Thermophys. Eng.* 2014, 18 (3), 251–269. <https://doi.org/10.1080/15567265.2013.878419>.

15. Polikarpov, A. P.; Yunusov, I. O.; Polikarpov, P. J. Molecular Dynamics Simulations of Unsteady Evaporation of Thin Liquid Argon Layer into a Vacuum. *Vacuum* 2023, 208 (October 2022), 111733. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2022.111733>.

16. Lotfi, A.; Vrabec, J.; Fischer, J. Evaporation from a Free Liquid Surface. *Int. J. Heat Mass Transf.* 2014, 73, 303–317. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2014.02.010>.

Щербаков Ігор, Щербаков Андрій, Печериця Іванна
Національний університет «Львівська політехніка»

ПРАКТИКА АДАПТИВНОГО ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬ В КОНТЕКСТІ ПАРАДИГМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Найбільш цитоване визначення Сталого розвитку (sustainable development) походить зі Звіту Брундтланд (Всесвітня комісія з навколишнього середовища та розвитку 1987 року), – це «розвиток, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби» [1].

В останні роки концепція сталого розвитку стала предметом спільного інтересу багатьох дисциплін, в тому числі теорії і практики архітектури. Архітектурною рефлексією на глобальні виклики сучасності стала розробка так-званої концепції «зеленої архітектури», також відомої як «стійка архітектура». Це – теорія, наука та стиль будівель, спроектованих і

побудованих відповідно до екологічних принципів [2]. Зелена (стала) архітектура прагне мінімізувати негативний вплив будівель на навколишнє середовище за рахунок підвищення ефективності та поміркованості у використанні матеріалів, енергії, простору для розвитку екосистеми та в цілому, тим самим зменшити шкоду, завдану навколишньому середовищу через викиди, забруднення та відходи будівельного виробництва.

У природоохоронних колах існує кліше: «Найзеленіша будівля – та, яка вже існує». Ця фраза належить американському архітектору Карлу Елефанте [3], який довгий час працював керівником проектів у сфері архітектури, збереження та відродження громад. У цьому твердженні є багато правди, оскільки нова будівля, незалежно від того, наскільки екологічною є її технологія, потребує освоєння нових ресурсів, тобто використання нових матеріалів та енергії, які вже були інвестовані в стару будівлю. Збереження того, що вже існує, замість того, щоб руйнувати та будувати нове, зменшує кількість будівельного сміття (деякого з них небезпечного), яке наповнює міські звалища. Відоме правило 3R: «Reduce, Reuse, Recycle» безперечно стосується збереження історичних пам'яток. Як зазначив відомий економіст зі збереження Донован Ріпкема: «Збереження історичних пам'яток – це найкраща стратегія переробки» [4].

Ідея адаптивного повторного використання як галузі дослідження та практики, пов'язана з довготривалою історією збереження будівель. Будівлі завжди використовувалися повторно як з прагматичних, так і з символічних міркувань. Однак, в останнє десятиліття спостерігається нове зростання інтересу до адаптивного повторного використання на фоні потужних природоохоронних громадських рухів. Сьогодні, ця практика спостерігається в усьому архітектурному спектрі, від професійних проектів регенерації, реконструкції і реставрації міської тканини до несанкціонованих перебудов існуючих будівель. Одночасно вона підживлюється зростаючою модою на естетику, пов'язану з популяризацією в масовій культурі історичних наративів.

В контексті теорії сталості, в широкому спектрі проблем, пов'язаних з адаптивним повторним використанням, акцент робиться на оціненні та аналізі екологічних, соціальних та економічних факторів. Власники будівель, архітектори, забудовники та інші зацікавлені сторони проходять поглиблений процес прийняття рішень, перш ніж визначити, чи слід зберегти та реконструювати будівлю для іншого використання чи просто знести заради землі, на якій вона розташована, а потім побудувати нову будівлю на цій землі. Екологічна доцільність втілення проектів повторного використання будівель містить аргументацію пов'язану в першу чергу з економією енергії яку будівлі споживають протягом свого життєвого циклу. Нове будівництво – це нові будівельні матеріали та інші ресурси, які мають високу втілену енергію на етапах їх видобутку, виробництва, транспортування, пакування та складування. Крім того, нове будівництво завдає значної шкоди навколишньому середовищу, як-от глобальне потепління, руйнування озонового шару, викиди вуглецю, що, у свою чергу, шкодить здоров'ю та якості життя людини. З цієї точки зору існує кілька екологічних переваг, пов'язаних з переробкою будівель або адаптивним повторним використанням.

Соціальні наслідки адаптивного повторного використання існуючих будівель проявляться у багатьох сферах суспільного життя: від стримування урбаністичного розростання міст, збереження природи та історичної спадщини до сприяння розвитку громадських ініціатив і соціальних контактів. З погляду культурології адаптивне повторне використання є важливою практикою, оскільки старі будівлі мають вирішальне значення для культурного іміджу та історії суспільства. Старі будівлі додають естетики архітектурному пейзажу, тому їх слід зберігати та використовувати повторно.

В економічному дискурсі концепція адаптивного повторного використання будівель пов'язана з теорією циркулярної економіки [5], яка стверджує, що шляхом розробки системи замкнутих процесів, у яких відходи одного процесу використовуються як сировина для іншого. Виходячи з даного твердження можна зробити висновок, що споживання сировини, кількість відходів і втрати енергії можна мінімізувати.

Що стосується оціночних тверджень стосовно прийняття рішень «повторно використовувати» чи «будувати нове» слід зазначити, що на сьогоднішній час не існує загальної методології розрахунку рентабельності повторного використання будівель. Дискусії, що тривають навколо цієї проблеми містять як радикальне заперечення стратегій адаптації будівель з твердженням, що «нове будівництво завжди економніше», а «ремонт загалом дорожче», так і підрахунок заощадження витрат на 10–12 % порівняно з новим будівництвом [6].

У сьогоденні сталий розвиток став метою для всіх країн, які прагнуть знайти баланс між соціальними, екологічними та економічними потребами. Що стосується архітектурно-будівельної практики, то бачення сталого побудованого майбутнього полягає в розробці проектів інноваційної архітектури будівель, яка ефективно використовує енергію та матеріали і не випускає з поля зору історичні будівлі, які були побудовані століття тому.

1. <https://www.un.org/en/our-work/support-sustainable-development-and-climate-action>
2. <https://www.britannica.com/art/green-architecture>
3. <https://www.constructionspecifier.com/sustainability-champion-receives-aia-highest-honor/>
4. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=mrG3S4YAAA&AJ&citation_for_view=mrG3S4YAAA:AJ:r0BpntZqJG4C
5. <https://web.archive.org/web/20190731195422/https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/circularity-indicators>
6. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20441241111143768/full/html>

ЕЛЕКТРОННЕ НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ENVIRONMENTAL PROTECTION

Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
16-17 травня 2024 р., Україна, м. Львів

Режим доступу: <https://ippt-lpnu.herokuapp.com/> вільний

Відповідальний за випуск – Ангелко І. В.

Видавець і виготівник: Видавництво Львівської політехніки
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4459 від 27.12.2012 р.

вул. Ф. Колесси, 4, Львів, 79013

тел. +380 32 2584103, факс +380 32 2584101
vlp.com.ua, ел. пошта: vnr@vlp.com.ua