



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-вимірjувальних 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»	
Tkachuk 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	

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.

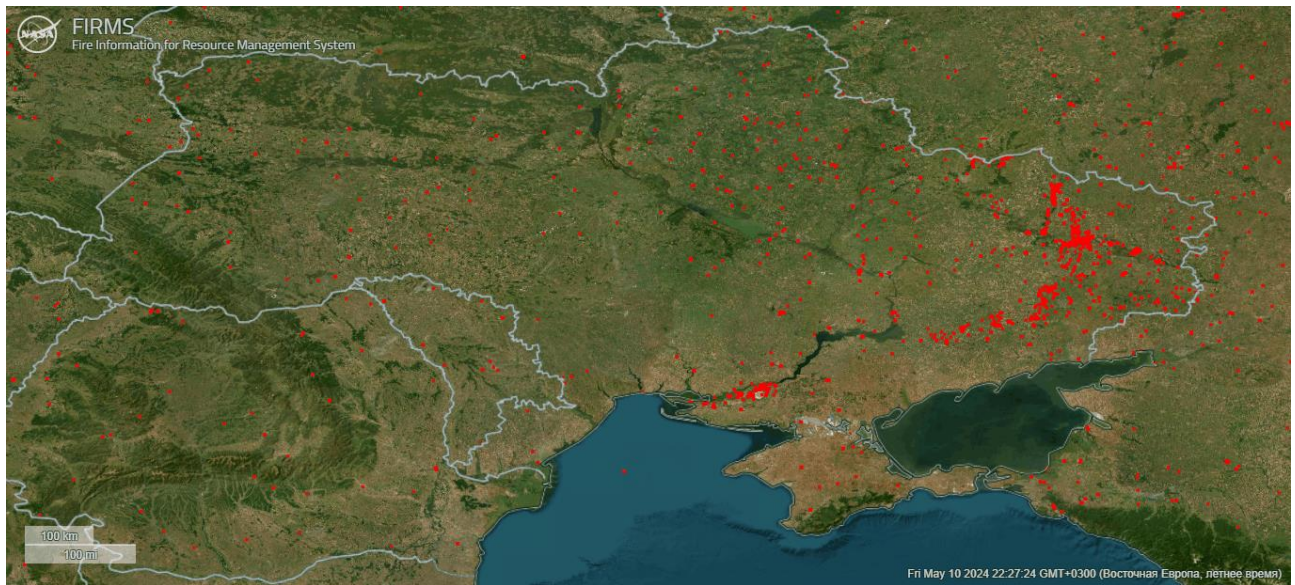


Рис. 1 Розповсюдження пожеж за даними сервісу FIRMS (02.05-09.05.2024 рік)

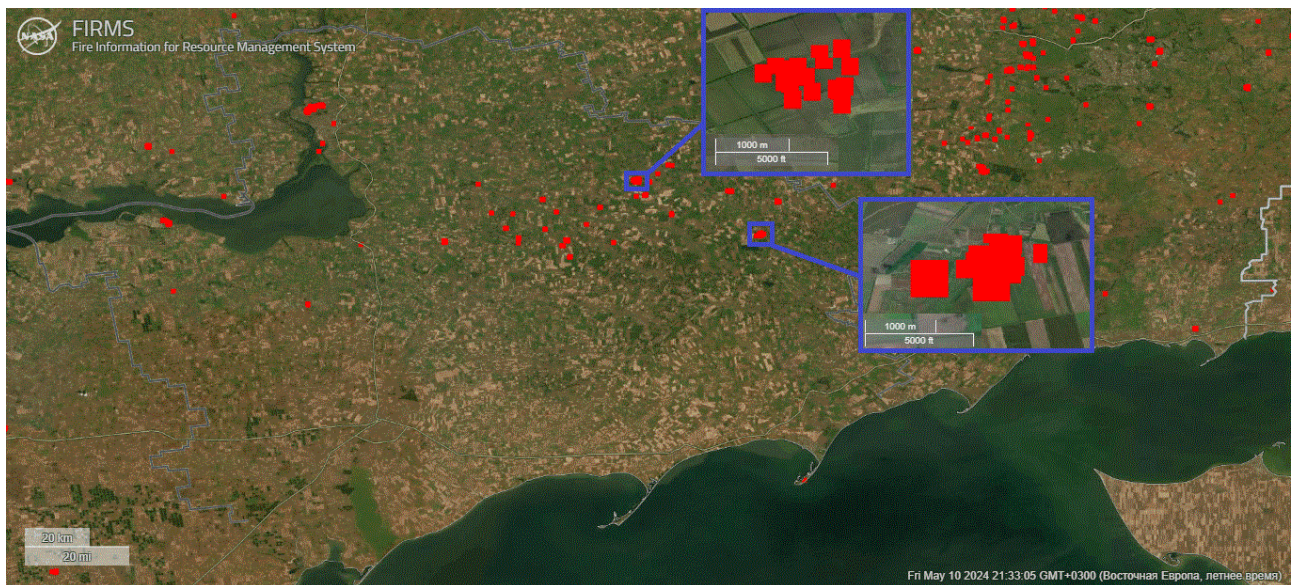


Рис. 2 Розміщення пожеж в межах Запорізької області за даними сервісу FIRMS (02.05-09.05.2024 рік)

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.

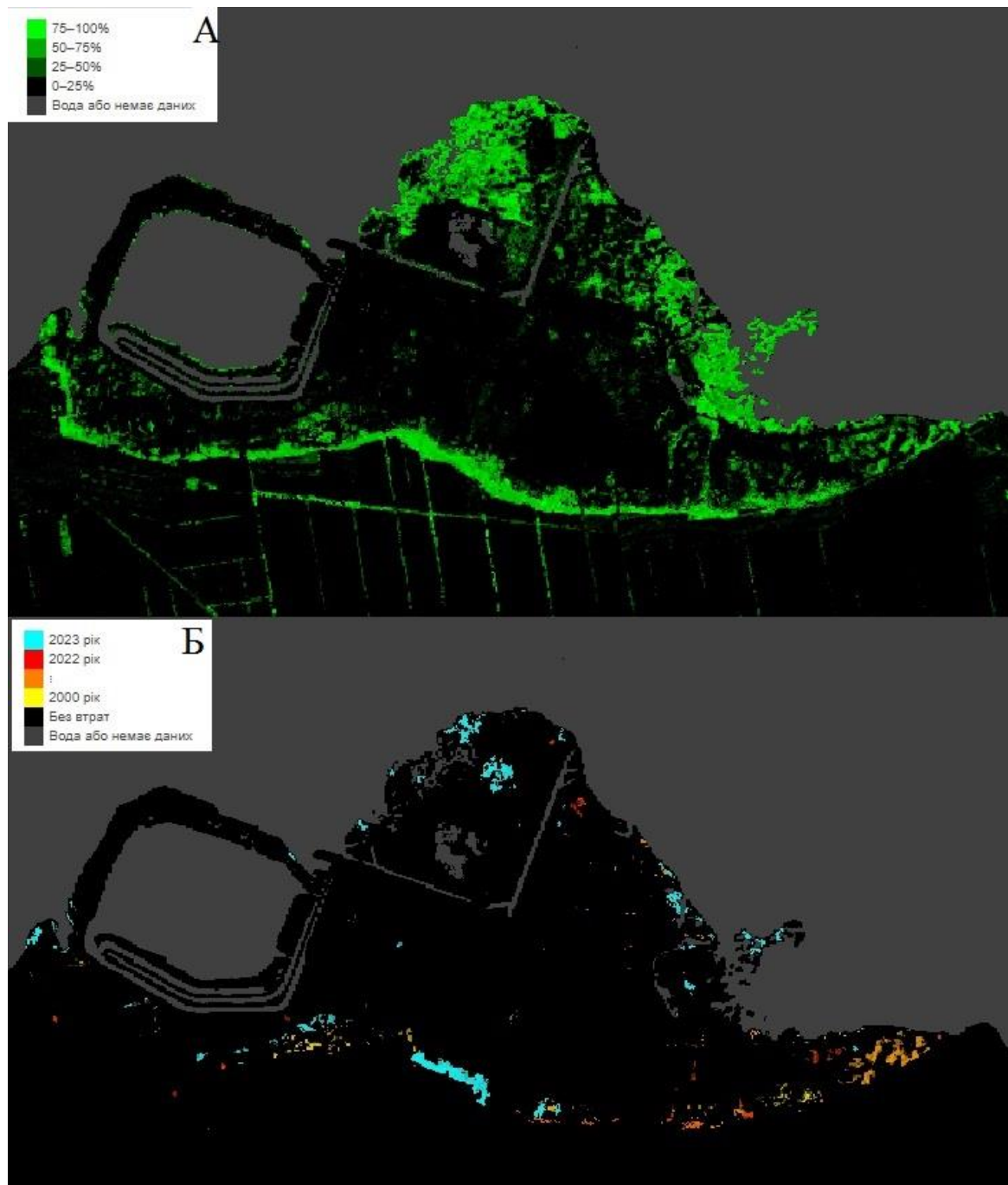


Рис. 3/ Аналіз втрат лісовкритих площ за допомогою Global Forest Change
 А – лісовкриті площі; Б – втрати лісових насаджень

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

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