

УДК 004.7:504.03-378.147:004.4

DOI [https://doi.org/10.15589/znp2025.1\(499\).18](https://doi.org/10.15589/znp2025.1(499).18)

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION STRUCTURE OF THE PROJECT FOR CREATING A WEB PLATFORM TO IMPROVE THE ECOLOGICAL CULTURE OF THE POPULATION

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ПРОЄКТУ СТВОРЕННЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ НАСЕЛЕННЯ

Vadym I. Ziuziun

vadym.ziuziun@knu.ua

ORCID: 0000-0001-6566-8798

Dmytro S. Bredikhin

bredikhinmodern@knu.ua

ORCID: 0009-0008-7225-4225

В. І. Зюзюн,

канд. техн. наук, доцент

Д. С. Бредіхін,

магістрант

*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv**Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

Abstract. The study focuses on developing the information structure for a web platform aimed at enhancing ecological awareness. Given increasing environmental challenges, digital solutions play a crucial role in education and engagement. This research presents a structured approach to designing a web-based system that promotes environmental responsibility through organized information dissemination, interactive tools, and user participation.

Key challenges in environmental awareness and the role of digital platforms are examined. A review of existing resources highlights gaps in accessibility, interaction, and personalization. Based on findings, the proposed platform integrates data insights, real-time monitoring, and interactive learning to empower users with relevant ecological knowledge.

The development follows a multi-layered architecture ensuring scalability, usability, and efficiency. The research details the technical framework, including database management, UI design, and content organization. Adaptive learning algorithms personalize content delivery based on user preferences. Gamification and community-driven features enhance engagement and knowledge retention.

A prototype undergoes user testing and feedback analysis. Results indicate significant improvements in engagement and information retention compared to traditional education methods. The study concludes that a well-designed web platform effectively fosters ecological awareness and promotes sustainable practices among diverse user groups.

This research contributes to environmental informatics by offering a digital ecological education model. Future work will optimize AI-driven personalization, expand content diversity, and integrate real-time impact tracking. Findings provide insights for developers, policymakers, and organizations leveraging digital solutions for sustainability.

Key words: Ecological awareness; digital education; sustainability; web platform; environmental informatics; adaptive learning; gamification; real-time monitoring.

Анотація. Дослідження зосереджено на розробці інформаційної структури веб-платформи, спрямованої на підвищення екологічної свідомості. З огляду на зростаючі екологічні виклики, цифрові рішення відіграють ключову роль в освіті та залученні населення. Це дослідження пропонує структурований підхід до створення веб-системи, що сприяє екологічній відповідальності через організоване поширення інформації, інтерактивні інструменти та залучення користувачів.

Розглядаються основні виклики, пов'язані з екологічною свідомістю, та роль цифрових платформ у їх подоланні. Аналіз існуючих ресурсів виявляє прогалини у доступності, взаємодії та персоналізації. На основі цих висновків запропонована платформа інтегрує аналітику даних, моніторинг у реальному часі та інтерактивне навчання, щоб надати користувачам актуальні екологічні знання.

Розробка платформи здійснюється за багаторівневою архітектурою, що забезпечує масштабованість, зручність використання та ефективність. У дослідженні розглядаються технічні аспекти, включаючи управління базами даних, дизайн інтерфейсу користувача та стратегії організації контенту. Особливу увагу приділено адаптивним

алгоритмам навчання, що персоналізують подачу матеріалу відповідно до уподобань користувачів. Також платформа включає елементи гейміфікації та функції спільноти для покращення залученості та засвоєння знань.

Прототип платформи проходить тестування користувачами та аналіз відгуків. Результати свідчать про значне покращення рівня залученості та збереження інформації порівняно з традиційними методами екологічної освіти. Дослідження робить висновок, що добре спроектована веб-платформа може ефективно сприяти підвищенню екологічної свідомості та популяризації сталих практик серед різних груп користувачів.

Ця робота робить внесок у сферу екологічної інформатики, пропонуючи цифрову модель екологічної освіти. Подальші дослідження зосередяться на вдосконаленні персоналізації на основі штучного інтелекту, розширенні різноманітності контенту та інтеграції відстеження екологічного впливу в реальному часі. Отримані результати є цінними для розробників, політиків та організацій, які використовують цифрові рішення для підтримки сталого розвитку.

Ключові слова: екологічна свідомість; цифрова освіта; сталість; веб-платформа; екологічна інформатика; адаптивне навчання; гейміфікація; моніторинг у реальному часі.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Екологічна свідомість населення відіграє важливу роль у збереженні довкілля та забезпеченні стійкого розвитку суспільства. В умовах сучасних глобальних екологічних викликів використання цифрових платформ для екологічної освіти та громадської участі набуває все більшого значення. Однак, незважаючи на високий рівень усвідомлення екологічних проблем серед українців, активна участь громадян у заходах щодо охорони довкілля залишається недостатньою.

Дослідження свідчать, що цифрові технології, такі як веб-платформи, мобільні додатки та геоінформаційні системи (ГІС), можуть сприяти підвищенню екологічної грамотності населення та створенню ефективних механізмів моніторингу стану довкілля. Проте в Україні існує низка бар'єрів на шляху до інтеграції цифрових технологій в екологічну освіту. Серед основних проблем – недостатній рівень впровадження екологічних дисциплін у навчальні програми, низький рівень доступу до якісних екологічних ресурсів у сільській місцевості та обмежене фінансування цифрових ініціатив.

Додатковим викликом для екологічної безпеки України стала повномасштабна війна, яка призвела до значних екологічних наслідків. Руйнування інфраструктури, забруднення ґрунтів і водних ресурсів, знищення лісових масивів та пошкодження промислових об'єктів стали причиною масштабної екологічної кризи. В умовах війни зростає необхідність у використанні цифрових платформ для збору та аналізу екологічних даних, відстеження забруднення територій та розробки ефективних стратегій відновлення довкілля.

Впровадження сучасних інформаційних технологій у сферу екологічної освіти та моніторингу довкілля дозволить підвищити екологічну обізнаність населення, залучити громадськість до екологічних ініціатив та сприяти відновленню природних ресурсів України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Огляд останніх наукових досліджень показує значний прогрес у використанні цифрових платформ для підвищення екологічної культури населення. В одному з досліджень [1] автори акцентують увагу на стійкості міських екосистем та інтеграції цифрових платформ в міське управління, підкреслюючи важливість застосування Інтернету речей (IoT) для збору та аналізу даних про стан довкілля. Це дозволяє не тільки підвищити екологічну свідомість серед населення, а й покращити ефективність ухвалення управлінських рішень у сфері урбаністики. Аналогічно, у роботі [2] досліджується вплив веб-платформ на екологічну політику та управління природними ресурсами. Вчені пропонують використання Google Earth Engine як основного інструменту для просторового аналізу рівня забруднення та його динаміки, що дає змогу реалізувати ефективні стратегії збереження довкілля.

Дослідження [3] показують, як веб-інструменти можуть бути корисними для збору та аналізу великих обсягів екологічних даних, застосовуючи штучний інтелект для автоматизації екологічного моніторингу та прогнозування змін у природних системах. Стаття [4] описує інтеграцію технологій цифрових близнюків для моделювання екологічних процесів, що дозволяє створювати інтерактивні моделі довкілля та підвищувати точність прогнозів і планування екологічних заходів. У дослідженні [5] автори аналізують роль цифрових освітніх платформ у формуванні екологічної свідомості серед громадян, акцентуючи на ефективності мультимедійного контенту та інтерактивних курсів.

Важливою темою є також використання геоінформаційних систем (ГІС) для моніторингу стану довкілля, про що йдеться у праці [6], де запропоновано методику аналізу забруднення повітря на основі супутникових даних для оцінки просторово-часових тенденцій негативного впливу антропогенних факторів. Окрім цього, важливим аспектом розвитку екологічних платформ є залучення громадян до

екологічних ініціатив за допомогою мобільних додатків та соціальних мереж [7]. Ці платформи сприяють стимулюванню громадської активності у сфері охорони довкілля.

Дослідження [8] зосереджене на використанні штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизованого аналізу та прогнозування змін клімату. Пропонуються алгоритми для оцінки екологічного ризику, що дозволяють оперативно реагувати на зміни кліматичних умов. Стаття [9] розглядає розробку інформаційної системи для підтримки прийняття рішень у великих Agile-командах в IT-проектах, де особливу роль відіграє інтеграція моделі Synefin Framework для вирішення ключових управлінських викликів.

У дослідженні [10] розглядається партисипативне дослідження, яке спрямоване на розробку додатку для збору даних про якість повітря та формування проєкологічної поведінки серед мешканців Польщі, використовуючи гейміфікацію та локальні культурні особливості. Водночас робота [11] аналізує вплив інформаційних технологій на ухвалення управлінських рішень, зокрема в проєктному менеджменті, підкреслюючи, як цифрові інструменти покращують обробку даних та стратегічне планування.

Особлива увага в дослідженні [12] приділяється важливості відбору персоналу в управлінні кадрами IT-організації, а також впливу якісного підбору фахівців на продуктивність команд та успішність проєктів. Окрім того, в роботі [13] обґрунтовано доцільність використання "зелених" інформаційних технологій для створення хмарно-орієнтованого стійкого навчального середовища в українських вишах, що сприяє екологічній освіті та сталому розвитку.

Дослідження [14] фокусується на розробці програмної системи для прогнозування засмічення територій за допомогою нейронних мереж, що є важливим кроком для моніторингу ефективності екологічних заходів та організації волонтерських акцій.

Отже, аналіз останніх наукових досліджень свідчить про значний прогрес у використанні цифрових платформ для підвищення екологічної культури населення. Застосування таких технологій, як IoT, ГІС, цифрові близнюки, штучний інтелект та гейміфікація, дозволяє не лише покращити моніторинг довкілля, але й сприяти формуванню екологічної свідомості серед громадян.

ВІДОКРЕМЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ПРОБЛЕМИ

Незважаючи на активний розвиток екологічної освіти та впровадження цифрових технологій, залишається низка невіршених питань, що обмежують ефективність формування екологічної свідомості населення. Однією з головних прогалин є відсутність комплексної інтеграції IT-рішень у систему

екологічної освіти, що ускладнює адаптацію навчального процесу до сучасних викликів. Також не існує єдиного підходу до кількісної оцінки рівня залученості користувачів до екологічних ініціатив. Запропонована реалізація веб-проєкту для підвищення екологічної культури населення дозволить об'єктивно вимірювати вплив інформаційних платформ на екологічну культуру. Крім того, потребує вдосконалення механізм моніторингу екологічного стану територій, особливо в умовах військових дій, що спричиняють значне забруднення довкілля.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою даного дослідження є створення веб-платформи, яка буде включати навчальні матеріали, новини про екологію, поради щодо еко-способу життя, інформацію про рециклінг та збереження природних ресурсів. Платформа також пропонуватиме користувачам можливість взаємодії через форуми та соціальні мережі, організацію волонтерських акцій, інтерактивні проєкти, що сприятимуть глибшому розумінню екологічних викликів.

Для досягнення мети дослідження необхідно:

- створити широкий спектр освітніх матеріалів, включаючи статті, відео, інфографіку про екологічні проблеми та способи їх вирішення;
- обрати та налаштувати платформи для запуску веб-сайту, програмування необхідних функцій, інтеграція з соціальними мережами;
- провести тестування для забезпечення стабільності роботи веб-ресурсу та його доступності для різних категорій користувачів.

Регулярне оновлення контенту, моніторинг активності на платформі та внесення змін на основі зворотного зв'язку від користувачів

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

У представлений роботі використано комплексний підхід до дослідження, що включає теоретичні, емпіричні та математичні методи аналізу.

Предметом дослідження є методи та засоби інформаційних технологій для підвищення екологічної обізнаності через веб-платформу. Це включає в себе вивчення інструментів для створення навчального контенту, інтерактивних функцій, засобів залучення користувачів та методів розповсюдження інформації.

Об'єктом дослідження є процеси розробки веб-платформи для підвищення екологічної культури. Це мультифункціональний веб-ресурс, який забезпечує взаємодію між користувачами та адміністрацією сайту, обмін інформацією, освітніми матеріалами та організацію екологічних акцій.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для створення ефективної веб-платформи «Зелена Хвиля» необхідно розробити концептуальну

модель бази даних, яка дозволить зберігати та управляти інформацією, пов'язаною з користувачами, контентом та взаємодіями. Основною метою концептуальної моделі є визначення сутностей та їхніх атрибутів, а також встановлення зв'язків між ними.

Щоб ідентифікувати сутності далі наведений перелік усіх сутностей, їх назва, опис та полів, що вони в собі зберігають. Таким чином буде наглядно видно основну модель створеної бази даних.

Users (Користувачі):

- UserID: ідентифікатор користувача.
- FirstName: ім'я користувача.
- LastName: прізвище користувача.
- Email: електронна пошта користувача.
- Password: пароль користувача.
- RegistrationDate: дата реєстрації користувача.

Content (Контент):

- ContentID: ідентифікатор контенту.
- Title: заголовок контенту.
- Description: опис контенту.
- PublicationDate: дата публікації контенту.
- ContentType: тип контенту (стаття, відео, зображення).

Interactions (Взаємодії):

- InteractionID: ідентифікатор взаємодії.
- InteractionType: тип взаємодії (лайк, коментар, поділ).
- InteractionDate: дата взаємодії.
- UserID: ідентифікатор користувача, який взаємодіє.
- ContentID: ідентифікатор контенту, з яким взаємодіють.

Activities (Активності):

- ActivityID: ідентифікатор активності.
- ActivityType: тип активності (реєстрація, вхід у систему, перегляд контенту).
- ActivityDate: дата активності.
- UserID: ідентифікатор користувача, який виконав активність.

DailyStatistics (Щоденна статистика):

- ID: ідентифікатор запису.
- Date: дата.
- TotalUsers: загальна кількість користувачів.
- ActiveUsers: кількість активних користувачів.
- NewRegistrations: кількість нових реєстрацій.
- TotalInteractions: загальна кількість взаємодій.
- TotalContent: загальна кількість контенту.

MonthlyStatistics (Щомісячна статистика):

- ID: ідентифікатор запису.
- Month: місяць.
- TotalUsers: загальна кількість користувачів.
- ActiveUsers: кількість активних користувачів.
- NewRegistrations: кількість нових реєстрацій.
- TotalInteractions: загальна кількість взаємодій.
- TotalContent: загальна кількість контенту.

Для наглядного відображення концептуальної моделі було створено концептуальну діаграму Баз Даних для сайту «Зелена Хвиля» (рис. 1).

Сутність Users представляє собою зареєстрованих користувачів веб-платформи «Зелена Хвиля». Вона зберігає основні персональні дані, такі як ім'я, прізвище, електронна пошта та пароль. Ця сутність також містить інформацію про дату реєстрації користувача на платформі. Всі користувачі мають унікальний ідентифікатор, який використовується для зв'язку з іншими сутностями, такими як Interactions та Activities.

Сутність Content містить дані про весь контент, що публікується на платформі. Це можуть бути статті, відео або зображення. Кожен контент має свій унікальний ідентифікатор, заголовок, опис, дату публікації та тип. Ця сутність дозволяє відслідковувати та управляти інформаційними ресурсами платформи, а також взаємодіями користувачів з цим контентом.

Сутність Interactions представляє собою всі можливі взаємодії користувачів з контентом. Вона зберігає інформацію про те, який користувач взаємодівав з яким контентом і яким чином (наприклад, лайк, коментар чи поділ). Кожна взаємодія має свій унікальний ідентифікатор, тип взаємодії та дату, коли вона відбулася. Ця сутність допомагає аналізувати активність користувачів та ефективність контенту.

Сутність Activities відображає різні види активностей користувачів на платформі, такі як реєстрація, вхід у систему та перегляд контенту. Кожна активність має унікальний ідентифікатор, тип та дату виконання. Ця сутність дозволяє відстежувати дії користувачів та їхню активність на платформі, що є важливим для аналізу поведінки користувачів та покращення користувацького досвіду.

Сутність DailyStatistics зберігає дані про щоденну активність на платформі. Вона включає інформацію про загальну кількість користувачів, активних користувачів, нові реєстрації, кількість взаємодій та обсяг контенту за кожен день. Ця сутність допомагає проводити щоденний аналіз активності та ефективності платформи.

Сутність MonthlyStatistics зберігає дані про активність на платформі за кожен місяць. Вона включає інформацію про загальну кількість користувачів, активних користувачів, нові реєстрації, кількість взаємодій та обсяг контенту за місяць. Ця сутність дозволяє проводити довгостроковий аналіз активності та ефективності платформи, виявляти тенденції та приймати стратегічні рішення щодо розвитку платформи.

Розробка логічної моделі бази даних є критично важливим етапом проектування, який слідує після створення концептуальної моделі. Логічна модель деталізує концептуальну модель, фокусуючись на структурі даних і зв'язках між ними. Вона не залежить від конкретної системи управління базами даних

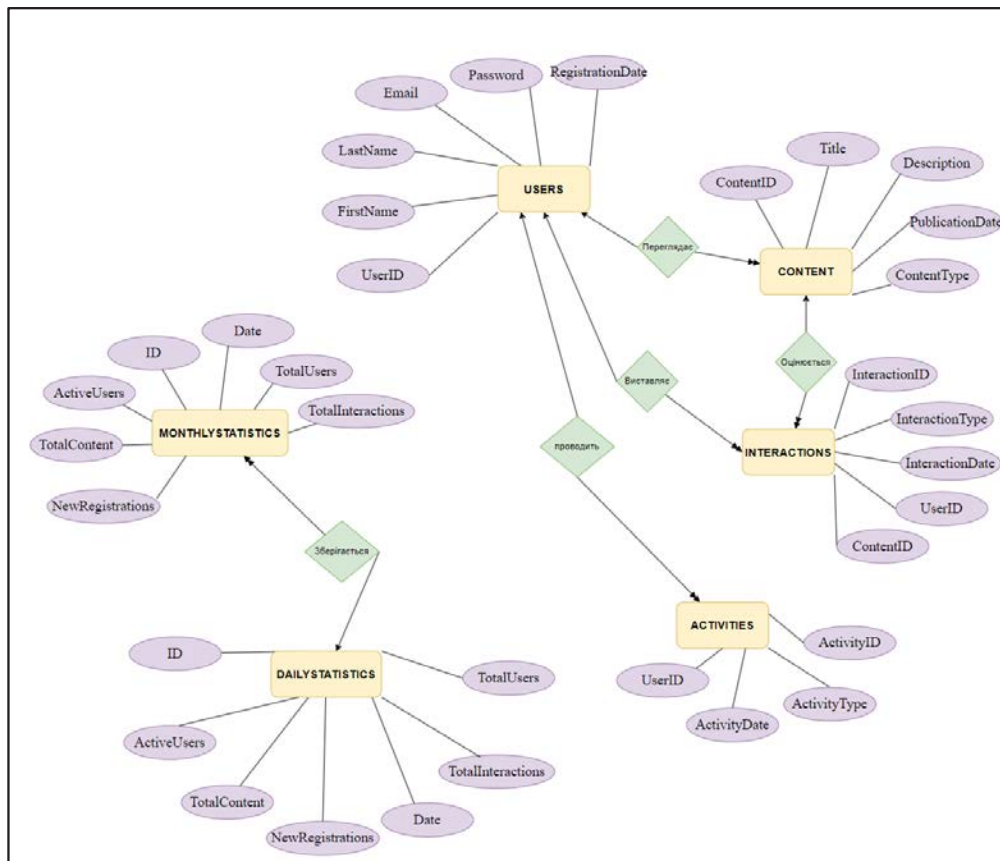


Рис. 1. Концептуальна модель бази даних веб-платформи «Зелена Хвиля»

(СУБД) і націлена на представлення даних у спосіб, що дозволяє розробникам та аналітикам зрозуміти, як організовані дані та як вони взаємодіють між собою.

Основною метою логічної моделі є визначення структури таблиць, атрибутів та зв'язків між ними, що дозволяє забезпечити цілісність даних та підтримувати їхню зв'язність. Логічна модель включає визначення первинних та зовнішніх ключів, що допомагає забезпечити унікальність записів та зв'язки між різними таблицями. Цей етап також включає розробку правил цілісності даних, які допомагають запобігати помилкам та забезпечувати консистентність даних.

Нижче графічно представлено логічну модель бази даних «Зелена Хвиля» (рис. 2.).

Логічна модель бази даних веб-платформи «Зелена Хвиля» включає такі сутності, як користувачі, контент, взаємодії, активності, щоденна та місячна статистика. Кожна з цих сутностей представляє ключові елементи функціональності платформи та взаємодії користувачів з нею. Визначення зв'язків між цими сутностями забезпечує можливість комплексного аналізу даних, що допомагає у прийнятті стратегічних рішень щодо розвитку платформи.

Підсумовуючи логічна модель бази даних слугуватиме основою для подальшої розробки фізичної моделі, яка реалізує ці структури та зв'язки у конкретній СУБД. Це дозволяє забезпечити ефективне

управління даними та підтримку всіх необхідних функцій платформи.

Розробка фізичної моделі бази даних є заключним етапом проектування бази даних, що передбачає реалізацію логічної моделі на конкретній системі управління базами даних (СУБД). На цьому етапі визначаються конкретні деталі реалізації, такі як типи даних, індекси, обмеження цілісності та інші аспекти, що забезпечують ефективне зберігання та управління даними. Фізична модель бази даних веб-платформи «Зелена Хвиля» розроблена з використанням СУБД PostgreSQL, що забезпечує високу надійність та продуктивність.

Фізична модель бази даних визначає структуру таблиць, типи даних для кожного атрибуту, а також первинні та зовнішні ключі для забезпечення цілісності даних. Для кожної сутності, визначеної в логічній моделі, створюється відповідна таблиця в базі даних. Також додаються індекси для покращення швидкості виконання запитів.

Нижче наведено SQL-запити для створення таблиць бази даних веб-платформи «Зелена Хвиля» у СУБД PostgreSQL (рис. 3).

Як зображено вище (рис. 3.) була успішна створена база даних для веб-платформи «Зелена Хвиля», під час написання та виконання SQL запитів не виникло жодної помилки чи складності. В результаті ми маємо 6 базових таблиць, що відповідають нашим сутностям.

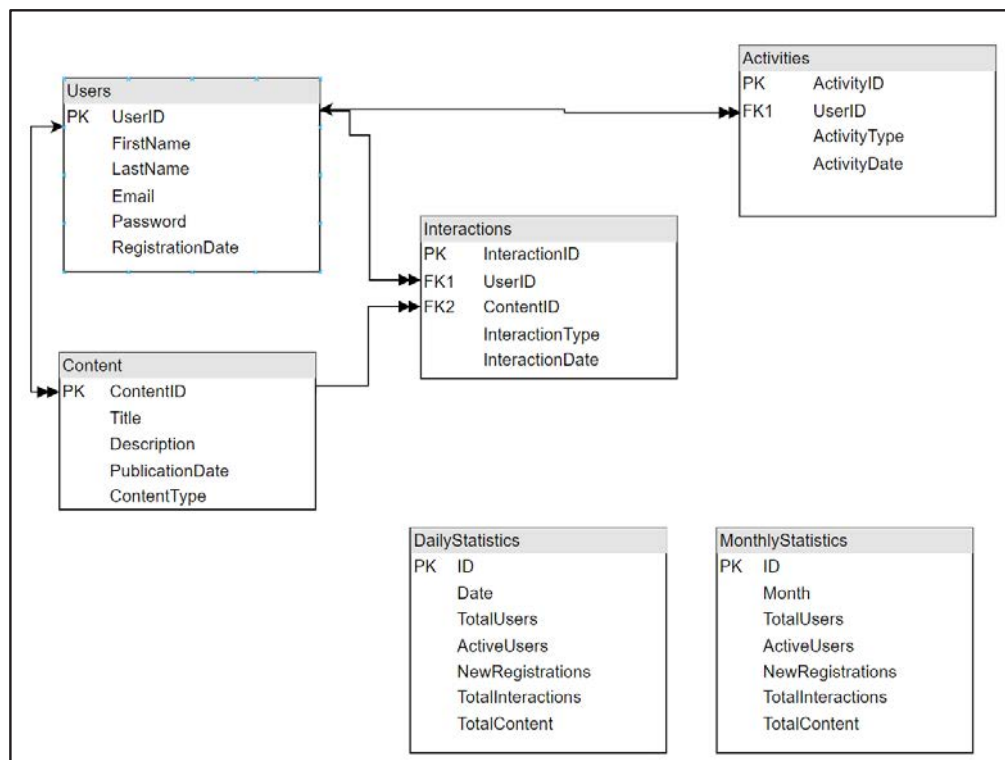


Рис. 2. Концептуальна діаграма бази даних веб-платформи «Зелена Хвиля»

```

1  -- Users
2  CREATE TABLE Users (
3      UserID SERIAL PRIMARY KEY,
4      FirstName VARCHAR(50) NOT NULL,
5      LastName VARCHAR(50) NOT NULL,
6      Email VARCHAR(100) NOT NULL UNIQUE,
7      Password VARCHAR(100) NOT NULL,
8      RegistrationDate TIMESTAMP NOT NULL
9  );
10
11 -- Content
12 CREATE TABLE Content (
13     ContentID SERIAL PRIMARY KEY,
14     Title VARCHAR(100) NOT NULL,
15     Description TEXT NOT NULL,
16     PublicationDate TIMESTAMP NOT NULL,
17     ContentType VARCHAR(10) CHECK (ContentType IN ('article', 'video', 'image'))
18 );
19
20 -- Interactions
21 CREATE TABLE Interactions (
22     InteractionID SERIAL PRIMARY KEY,
23     InteractionType VARCHAR(10) CHECK (InteractionType IN ('like', 'comment', 'share')),
24     InteractionDate TIMESTAMP NOT NULL,
25     UserID INT NOT NULL,
26     ContentID INT NOT NULL,
27     FOREIGN KEY (UserID) REFERENCES Users(UserID) ON DELETE CASCADE,
28     FOREIGN KEY (ContentID) REFERENCES Content(ContentID) ON DELETE CASCADE
29 );
30
31 -- Activities
32 CREATE TABLE Activities (
33     ActivityID SERIAL PRIMARY KEY,
34     ActivityType VARCHAR(15) CHECK (ActivityType IN ('registration', 'login', 'view')),
35     ActivityDate TIMESTAMP NOT NULL,
36     UserID INT NOT NULL,
37     FOREIGN KEY (UserID) REFERENCES Users(UserID) ON DELETE CASCADE
38 );
39
40 -- DailyStatistics
41 CREATE TABLE DailyStatistics (
42     ID SERIAL PRIMARY KEY,
43     Date DATE NOT NULL,
44     TotalUsers INT NOT NULL,
45     ActiveUsers INT NOT NULL,
46     NewRegistrations INT NOT NULL,
47     TotalInteractions INT NOT NULL,
48     TotalContent INT NOT NULL
49 );
50
51 -- MonthlyStatistics
52 CREATE TABLE MonthlyStatistics (
53     ID SERIAL PRIMARY KEY,
54     Month VARCHAR(10) NOT NULL,
55     TotalUsers INT NOT NULL,
56     ActiveUsers INT NOT NULL,
57     NewRegistrations INT NOT NULL,
58     TotalInteractions INT NOT NULL,
59     TotalContent INT NOT NULL
60 );
  
```

Рис. 3. SQL-запит для створення таблиц у СУБД PostgreSQL

Після розробки фізичної моделі бази даних наступним кроком є створення діаграми фізичної моделі (рис. 4.) за допомогою інструменту pgAdmin4. Використовуючи pgAdmin4, ми можемо візуалізувати структуру бази даних, включаючи таблиці, зв'язки між ними, а також визначені обмеження та індекси. Це дозволяє зручно переглядати логічну організацію даних та забезпечити правильну структуру бази даних перед її впровадженням.

Діаграма допомагає розробникам та адміністраторам баз даних краще розуміти взаємозв'язки між таблицями та оптимізувати схему для підвищення продуктивності і забезпечення цілісності даних.

Розробка фізичної моделі бази даних для веб-платформи «Зелена Хвиля» стала важливим етапом у забезпеченні надійного та ефективного зберігання даних. Використання СУБД PostgreSQL дозволило реалізувати високопродуктивну та масштабовану систему, що підтримує необхідні функціональні можливості. Створені таблиці з визначеними типами даних, ключами та індексами забезпечують цілісність даних і оптимізують їх зберігання та обробку. Фізична модель бази даних є фундаментом для подальшої реалізації функціоналу платформи, забезпечуючи надійну основу для її розширення та вдосконалення.

Архітектура програмного забезпечення веб-платформи «Зелена Хвиля» базується на сучасних підходах до розробки веб-додатків, що забезпечують

гнучкість, масштабованість і надійність системи. Архітектура включає кілька рівнів, кожен з яких виконує певну функцію і взаємодіє з іншими рівнями для забезпечення безперебійної роботи платформи.

Компоненти архітектури:

1. Клієнтська частина (Frontend):

– UI/UX. Відповідає за відображення інформації та забезпечення взаємодії користувача з системою. Реалізується за допомогою HTML, CSS та JavaScript-фреймворку React.

– Зв'язок з сервером. Використовує REST API для комунікації з серверною частиною.

2. Серверна частина (Backend):

– API. Забезпечує інтерфейс для взаємодії між клієнтською частиною та базою даних. Реалізується за допомогою Flask (Python).

– Бізнес-логіка. Включає реалізацію алгоритмів і правил, що відповідають за обробку даних та виконання основних функцій платформи.

– Аутентифікація та авторизація. Забезпечує безпеку доступу до ресурсів платформи.

3. База даних (Database):

– СУБД. PostgreSQL для зберігання структурованих даних.

– Кешування. Використання Redis для зменшення навантаження на базу даних і прискорення доступу до часто використовуваних даних.

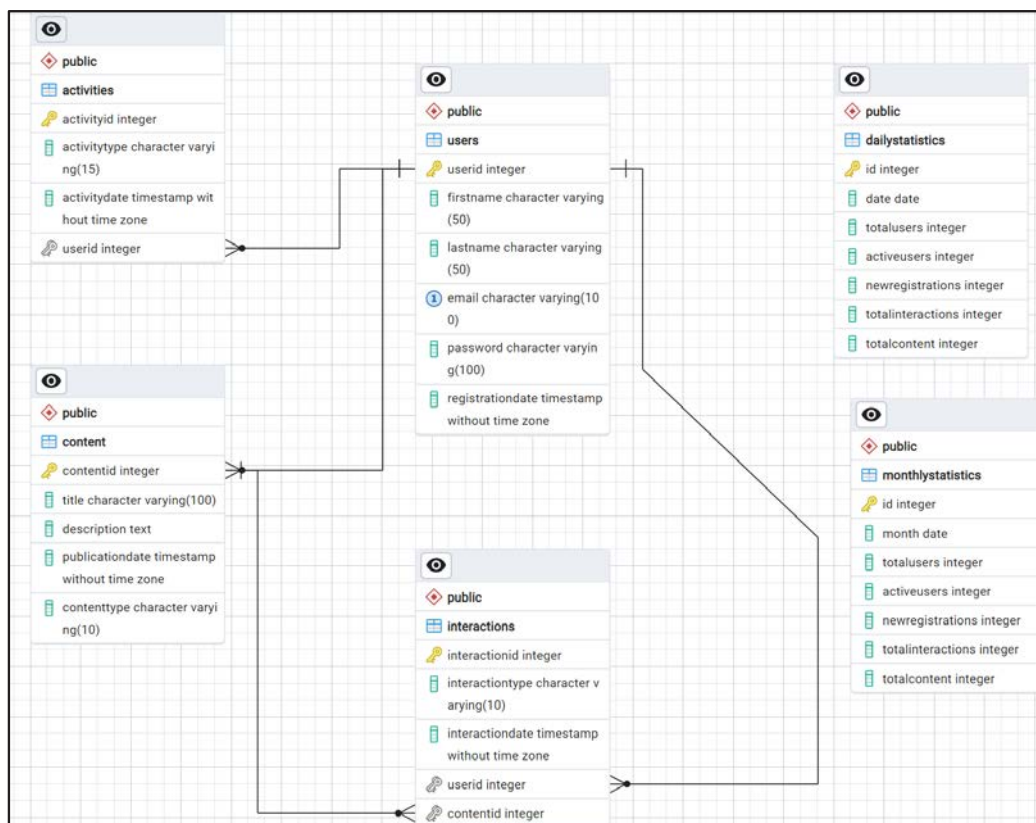


Рис. 4. Фізична модель бази даних створена у PostgreSQL

4. Хмарна інфраструктура (Cloud Infrastructure):

– Сервери. Використання хмарних провайдерів для розгортання та управління серверною інфраструктурою.

– Контейнеризація. Використання Docker для контейнеризації додатків та Kubernetes для оркестрації контейнерів.

– CI/CD. Автоматизація процесів розгортання та інтеграції за допомогою GitLab CI/CD.

Архітектура платформи забезпечує модульність, що дозволяє легко додавати нові функціональні можливості та масштабувати систему у разі зростання кількості користувачів.

Нижче відображено схематична модель взаємодії архітектурних компонентів веб-платформи «Зелена Хвиля» (рис. 5).

Архітектура програмного забезпечення веб-платформи «Зелена Хвиля» базується на сучасних технологіях і підходах, що включають фронтенд, бекенд, базу даних, кеш, контейнеризацію, CI/CD і хмарну інфраструктуру. Фронтенд реалізований за допомогою React, HTML, CSS і JavaScript, що дозволяє створювати динамічні та інтерактивні сторінки, забезпечуючи зручність і інтуїтивність користувацького інтерфейсу. Він взаємодіє з бекендом через REST API. Бекенд, побудований на Flask (Python), обробляє запити від клієнтської частини, реалізує бізнес-логіку та взаємодіє з базою даних PostgreSQL.

Для покращення продуктивності використовується Redis для кешування даних, що зменшує

навантаження на базу даних і прискорює доступ до часто використовуваних даних. Контейнеризація з Docker і оркестрація з Kubernetes забезпечують легке розгортання та масштабування системи. Використання GitLab CI/CD автоматизує процеси інтеграції та розгортання, що дозволяє безперервно впроваджувати зміни. Хмарні провайдери (AWS, Google Cloud, Azure) забезпечують масштабованість і надійність інфраструктури, дозволяючи швидко реагувати на зміни у навантаженні.

Переваги даної архітектури включають високу гнучкість і масштабованість, що дозволяє легко додавати нові функціональні можливості та розширювати систему. Використання сучасних технологій і підходів забезпечує високу продуктивність і надійність, що критично важливо для підтримки великої кількості користувачів. Автоматизація процесів розгортання та інтеграції зменшує ймовірність помилок і підвищує швидкість впровадження змін. Хмарна інфраструктура дозволяє оптимально використовувати ресурси та зменшити витрати на обслуговування.

Однак така архітектура має й певні недоліки. Висока складність системи може вимагати значних зусиль для налаштування і підтримки, особливо в контексті інтеграції різних компонентів. Використання багатьох технологій може потребувати значних ресурсів на навчання персоналу та забезпечення відповідної кваліфікації. Також, залежність від хмарних провайдерів може створити додаткові ризики, пов'язані з безпекою та конфіденційністю даних. Незважаючи

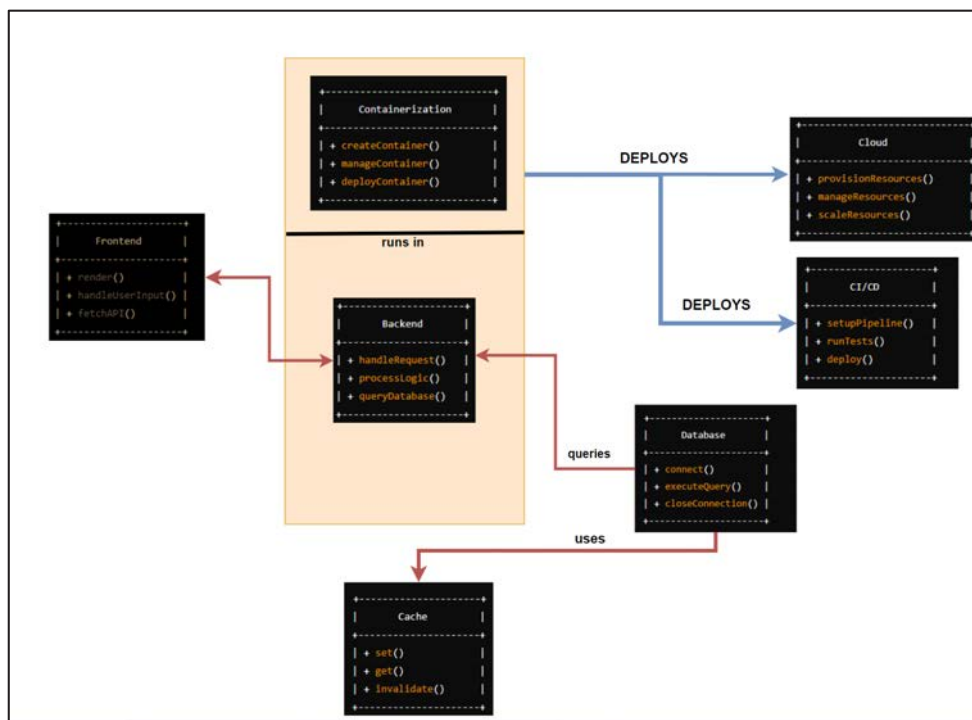


Рис. 5. Схематичне відображення архітектурних компонентів

на ці виклики, архітектура веб-платформи «Зелена Хвиля» забезпечує ефективну і масштабовану основу для розвитку функціональних можливостей і підтримки великої кількості користувачів.

Програмна реалізація веб-платформи «Зелена Хвиля» включає кілька ключових аспектів: реалізацію математичних моделей, розробку інтерфейсу користувача та реалізацію зовнішньої та внутрішньої логіки.

Для оцінки ефективності платформи використовуються математичні моделі, які розроблені у розділах 2 та 3. Реалізація цих моделей виконується на серверній частині платформи з використанням мови програмування Python та бібліотек NumPy, Pandas, SciPy. Моделі включають розрахунок коефіцієнта корисності, залученості користувачів та ефективності контенту.

Даний алгоритм (рис. 4.2) визначає функцію `calculate_efficiency`, яка обчислює коефіцієнт корисності на основі кількості користувачів, взаємодій та контенту. Функція використовує формулу: $(0.5 \cdot \text{users} + 0.3 \cdot \text{interactions} + 0.2 \cdot \text{content})$ і повертає результат. Нижче наведено приклад використання цієї функції з тестовими даними, де функція викликається з параметрами `users = 1500`, `interactions = 1200`, `content = 100`, і результат виводиться на екран.

```
1 import numpy as np
2
3 def calculate_efficiency(users, interactions, content):
4     kk = 0.5 * users + 0.3 * interactions + 0.2 * content
5     return kk
6
7 users = 1500
8 interactions = 1200
9 content = 100
10 efficiency = calculate_efficiency(users, interactions, content)
11 print(f"Efficiency: {efficiency}")
12
```

Рис. 6. Python код (для обчислення коефіцієнта корисності)

Наступний алгоритм (рис. 7) використовує Flask для створення простого веб-сервера. Він визначає маршрут `/api/efficiency`, який обробляє GET-запити. Коли цей маршрут викликається, він обчислює коефіцієнт корисності на основі переданих значень користувачів, взаємодій та контенту за допомогою функції `calculate_efficiency`, яка імпортується з модуля `models`. Результат обчислення повертається у форматі JSON. Сервер запускається у режимі налагодження (`debug mode`) для зручності розробки.

```
1 from flask import Flask, jsonify
2 from models import calculate_efficiency
3
4 app = Flask(__name__)
5
6 @app.route('/api/efficiency', methods=['GET'])
7 def get_efficiency():
8     users = 1500
9     interactions = 1200
10    content = 100
11    efficiency = calculate_efficiency(users, interactions, content)
12    return jsonify({'efficiency': efficiency})
13
14 if __name__ == '__main__':
15     app.run(debug=True)
16
```

Рис. 7. Python код (для бекенду на Flask)

Даний алгоритм (рис. 8) виконується, коли сторінка повністю завантажена (подія `DOMContentLoaded`). Він виводить повідомлення в консоль, що сайт «Зелена Хвиля» завантажено. Далі, він симулює дані для відображення на сторінці:

Встановлює кількість користувачів онлайн (42) і обчислює коефіцієнт корисності, коефіцієнт залученості користувачів та коефіцієнт ефективності контенту за допомогою відповідних функцій (`calculateEfficiency`, `calculateEngagement`, `calculateContentEfficiency`) і відображає їх на сторінці.

Також є дві функції для демонстрації повідомлень при вході (`login`) та реєстрації (`register`). Три функції обчислюють відповідні коефіцієнти на основі переданих параметрів:

- `calculateEfficiency(users, interactions, content)`. Обчислює коефіцієнт корисності як зважену суму користувачів, взаємодій та контенту.

- `calculateEngagement(users, interactions)`. Обчислює коефіцієнт залученості як відношення кількості взаємодій до кількості користувачів.

- `calculateContentEfficiency(interactions, content)`. Обчислює коефіцієнт ефективності контенту як відношення кількості взаємодій до кількості контенту.

```
document.addEventListener('DOMContentLoaded', function() {
    console.log("Сайт 'Зелена Хвиля' завантажено!");

    // Симулюємо дані
    document.getElementById('online-users').innerText = 42; // Кількість онлайн користувачів
    document.getElementById('efficiency').innerText = calculateEfficiency(1500, 1200, 100); // Коефіцієнт корисності
    document.getElementById('engagement').innerText = calculateEngagement(1500, 1200); // Коефіцієнт залученості користувачів
    document.getElementById('content-efficiency').innerText = calculateContentEfficiency(1200, 100); // Коефіцієнт ефективності контенту

    function login() {
        alert('Віта на сайті!');
    }

    function register() {
        alert('Почаїна на сайті!');
    }

    function calculateEfficiency(users, interactions, content) {
        return (0.5 * users + 0.3 * interactions + 0.2 * content).toFixed(2);
    }

    function calculateEngagement(users, interactions) {
        return (interactions / users).toFixed(2);
    }

    function calculateContentEfficiency(interactions, content) {
        return (interactions / content).toFixed(2);
    }
});
```

Рис. 8. JavaScript код (для фронтенду)

Зовнішній вигляд платформи характеризується чистим та мінімалістичним дизайном, що сприяє зручній навігації та легкому сприйняттю інформації. Основні кольори дизайну – зелені та білі відтінки, які асоціюються з екологічною тематикою та природою, створюють відчуття спокою та гармонії (рис. 9).



Рис. 9. Зображення дизайну сайту «Зелена Хвиля» (1)

На головній сторінці розташовані ключові елементи, такі як новини, статті, відео та інші матеріали,

які допомагають користувачам дізнаватися про останні події та тенденції у сфері екології. Верхнє меню забезпечує швидкий доступ до основних розділів сайту, таких як «Про нас», «Контактна інформація», «Блог» та «Підтримка». Крім того, на головній сторінці є блок з інформацією про кількість користувачів онлайн, що дозволяє бачити активність платформи в реальному часі (рис. 10).



Рис. 10. Зображення дизайну сайту «Зелена Хвиля» (2)

Платформа має інтерактивні елементи, які забезпечують зручність використання та взаємодії. Наприклад, користувачі можуть залишати коментарі під статтями та відео, ставити лайки та ділитися контентом у соціальних мережах. Для входу на платформу передбачена проста система реєстрації та аутентифікації, що забезпечує безпеку персональних даних користувачів.

ВИСНОВКИ

У ході виконання даного курсового проєкту була розроблена веб-платформа «Зелена Хвиля», метою якої є підвищення екологічної культури населення. Проєкт

охоплював аналіз екологічних проблем, розробку математичних моделей оцінки ефективності, створення бази даних та програмну реалізацію платформи.

Розроблені математичні моделі дозволили кількісно оцінити ключові показники ефективності, такі як коефіцієнт корисності, залученість користувачів та ефективність контенту. Це допомогло визначити сильні та слабкі сторони платформи. Наукова новизна роботи полягає у створенні цих математичних моделей, які дозволяють здійснювати точний підрахунок коефіцієнтів ефективності та залученості, що є важливим інструментом для аналізу та покращення роботи платформи.

Створення концептуальної, логічної та фізичної моделей бази даних забезпечило ефективне зберігання та управління інформацією про користувачів, їхні дії та контент. Використання PostgreSQL і Redis забезпечило високу продуктивність та надійність системи.

Програмна реалізація платформи була здійснена з використанням сучасних технологій. Клієнтська частина на React забезпечує динамічний і інтуїтивний інтерфейс користувача. Серверна частина на Flask (Python) обробляє запити та взаємодіє з базою даних. Використання Docker і Kubernetes забезпечує легке розгортання та масштабування системи.

У майбутньому планується розширити функціонал платформи, додавши нові модулі для інтерактивного навчання, аналітики даних та розширення можливостей користувачів щодо участі у екологічних ініціативах. Це дозволить зробити платформу ще більш корисною та привабливою для широкого кола користувачів.

REFERENCES

- [1] Zucaro, A., & Agostinho, F. (2025). Urban sustainability: Challenges and opportunities for resilient and resource-efficient cities. *Frontiers in Sustainable Cities*. Retrieved from: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-cities/articles/10.3389/frsc.2025.1556974/full>
- [2] Naji, M., Azizi, G., & Karimi, M. (2025). Temporal changes and spatial distribution of suspended particulate matter in the Southern Alborz Mountains based on satellite data. *Physical Geography Research*. Retrieved from: https://jphgr.ut.ac.ir/article_100518_en.html?lang=fa
- [3] Sheik, A. G., Kumar, A., Srungavarapu, C. S., & Azari, M. (2025). Insights into the application of explainable artificial intelligence for biological wastewater treatment plants: Updates and perspectives. *Expert Systems with Applications*, 250, 1320. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197625001320>
- [4] St-Onge, G., Davis, J. T., Hébert-Dufresne, L., & Allard, A. (2025). Pandemic monitoring with global aircraft-based wastewater surveillance networks. *Nature Medicine*. Retrieved from: <https://www.nature.com/articles/s41591-025-03501-4>
- [5] Boshnjaku, A., Krasniqi, E., & Kamberi, F. (2025). The emerging need to integrate digital health literacy as a course into health-related and care-related profession curricula. *Frontiers in Public Health*. Retrieved from: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2025.1534139/full>
- [6] Xu, H., & Yu, X. Y. (2025). UI sketches to web-based applications: Pattern-driven code generation for GIS dashboard development using knowledge-augmented LLMs, context-aware AI, and automated design retrieval. Retrieved from: <https://arxiv.org/abs/2502.08756>
- [7] Al-Ababneh, H. A., Alkhudierat, N. A., & Mohamad, A. H. (2025). Promoting green technologies through digital marketing platforms and social media. *E3S Web of Conferences*, 14, 01015. Retrieved from: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2025/14/e3sconf_icaw2024_01015/e3sconf_icaw2024_01015.html
- [8] Mantula, F., Toefy, Y., & Sewram, V. (2025). Strategies for strengthening cervical cancer screening programmes in Gwanda district, Zimbabwe: A qualitative study. *BMC Public Health*. Retrieved from: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-025-21373-8>
- [9] Ziuziun, V., Kulkovets, V., & Parasiuk, L. (2024). Development of a Decision Support Information System for Managing Large Agile Teams in IT Projects. *Collection of Scientific Papers of Admiral Makarov National University of Shipbuilding*, 4(497), pp. 166–172. [https://doi.org/10.15589/znp2024.4\(497\).23](https://doi.org/10.15589/znp2024.4(497).23)

- [10] Jaskulska, A., Skorupska, K., Bubrowska, Z., Kwiatkowska, K., Stawski, W., Krzywicki, M., Kornacka, M., & Kopeć, W. (2022). Participatory Action for Citizens' Engagement to Develop a Pro-Environmental Research Application. *Computer Science*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.03856>
- [11] Ziuziun, V. (2023). Analysis of the impact of information technologies for making management decisions, including project ones. 2nd International Scientific and Practical Internet Conference, «Recent Trends in Science», 53–55. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/371439387>
- [12] Ziuziun, V. (2023). Importance of personnel selection in personnel management of an IT organization. 2nd International Scientific and Practical Internet Conference «Global Society in Formation of New Security System and World Order», 41–42. Retrieved from: <http://www.wayscience.com/konferentsiya-2-27-28-lipnya-2023/>
- [13] Vakaliuk, T., Antoniuk, D., Morozov, A., Medvedieva, M., & Medvediev, M. (2020). Green IT as a tool for design cloud-oriented sustainable learning environment of a higher education institution. *he International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020)*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610013>.
- [14] Cjupak, O., & Fedasjuk, D. (2023). Vidkryta veb-systema dlja ekologichnogo monitoryngu z prognozuvannjam za dopomogoj neyronnyh mrezh [An open web-based system for environmental monitoring with prediction using neural networks]. V International Scientific and Practical Conference «Scientific Practice: Modern and Classical Research Methods», <https://doi.org/10.36074/logos-22.12.2023.048>

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Zucaro, A., & Agostinho, F. (2025). Urban sustainability: Challenges and opportunities for resilient and resource-efficient cities. *Frontiers in Sustainable Cities*. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-cities/articles/10.3389/frsc.2025.1556974/full>
- [2] Naji, M., Azizi, G., & Karimi, M. (2025). Temporal changes and spatial distribution of suspended particulate matter in the Southern Alborz Mountains based on satellite data. *Physical Geography Research*. URL: https://jphgr.ut.ac.ir/article_100518_en.html?lang=fa
- [3] Sheik, A. G., Kumar, A., Srungavarapu, C. S., & Azari, M. (2025). Insights into the application of explainable artificial intelligence for biological wastewater treatment plants: Updates and perspectives. *Expert Systems with Applications*, 250, 1320. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197625001320>
- [4] St-Onge, G., Davis, J. T., Hébert-Dufresne, L., & Allard, A. (2025). Pandemic monitoring with global aircraft-based wastewater surveillance networks. *Nature Medicine*. URL: <https://www.nature.com/articles/s41591-025-03501-4>
- [5] Boshnjaku, A., Krasniqi, E., & Kamberi, F. (2025). The emerging need to integrate digital health literacy as a course into health-related and care-related profession curricula. *Frontiers in Public Health*. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2025.1534139/full>
- [6] Xu, H., & Yu, X. Y. (2025). UI sketches to web-based applications: Pattern-driven code generation for GIS dashboard development using knowledge-augmented LLMs, context-aware AI, and automated design retrieval. URL: <https://arxiv.org/abs/2502.08756>
- [7] Al-Ababneh, H. A., Alkhudierat, N. A., & Mohamad, A. H. (2025). Promoting green technologies through digital marketing platforms and social media. *E3S Web of Conferences*, 14, 01015. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2025/14/e3sconf_icaw2024_01015/e3sconf_icaw2024_01015.html
- [8] Mantula, F., Toefy, Y., & Sewram, V. (2025). Strategies for strengthening cervical cancer screening programmes in Gwanda district, Zimbabwe: A qualitative study. *BMC Public Health*. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-025-21373-8>
- [9] Ziuziun, V., Kulkovets, V., & Parasiuk, L. (2024). Development of a Decision Support Information System for Managing Large Agile Teams in IT Projects. *Collection of Scientific Papers of Admiral Makarov National University of Shipbuilding*, 4(497), pp. 166–172, [https://doi.org/10.15589/znpp2024.4\(497\).23](https://doi.org/10.15589/znpp2024.4(497).23)
- [10] Jaskulska, A., Skorupska, K., Bubrowska, Z., Kwiatkowska, K., Stawski, W., Krzywicki, M., Kornacka, M., Kopeć, & W. (2022). Participatory Action for Citizens' Engagement to Develop a Pro-Environmental Research Application. *Computer Science*, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.03856>
- [11] Ziuziun, V. (2023). Analysis of the impact of information technologies for making management decisions, including project ones. 2nd International Scientific and Practical Internet Conference, «Recent Trends in Science», 53–55. URL: <https://www.researchgate.net/publication/371439387>
- [12] Ziuziun, V. (2023). Importance of personnel selection in personnel management of an IT organization. 2nd International Scientific and Practical Internet Conference «Global Society in Formation of New Security System and World Order», 41–42. URL: <http://www.wayscience.com/konferentsiya-2-27-28-lipnya-2023/>
- [13] Vakaliuk, T., Antoniuk, D., Morozov, A., Medvedieva, M., & Medvediev, M. (2020). Green IT as a tool for design cloud-oriented sustainable learning environment of a higher education institution. *he International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020)*, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610013>.
- [14] Cjupak, O., & Fedasjuk, D. (2023). Відкрита веб-система для екологічного моніторингу з прогнозуванням за допомогою нейронних мереж. V International Scientific and Practical Conference «Scientific Practice: Modern and Classical Research Methods», <https://doi.org/10.36074/logos-22.12.2023.048>

© Зюзюн В. І., Бредіхін Д. С.

Дата надходження статті до редакції: 17.02.2025

Дата затвердження статті до друку: 27.02.2025