

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук і технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра програмних засобів

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ДЛЯ МОНІТОРИНГУ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ СМІТТЄЗВАЛИЩ

SOFTWARE FOR MONITORING

UNAUTHORIZED LANDFILLS

Виконав: студент 4 курсу, групи КНТ-120

Спеціальності 121 Інженерія програмного

(код і найменування спеціальності)

забезпечення

Освітня програма (спеціалізація)

Інженерія програмного забезпечення

ПРОКОПОВИЧ І.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ЗАЙКО Т.А.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент КОЦУР М.І.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет КНТ
Кафедра програмних засобів
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Інженерія програмного забезпечення
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ, д.т.н, проф.
Сергій СУББОТІН
“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ПРОКОПОВИЧА Іллі Сергійовича

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Програмне забезпечення підтримки для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Software for Monitoring Unauthorized Landfills

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент, ЗАЙКО Тетяна Анатоліївна,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 24 ” квітня 2024 року № 168

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 03 червня 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз предметної області. 2. Матеріали і методи. 3. Опис програми. 4. Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) _____

Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4 Основна частина	ЗАЙКО Т.А., доцент		
Нормоконтроль	КАМІНСЬКА Ж.К., асистент		

7. Дата видачі завдання “ 24 ” квітня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдання роботи.	1 тиждень	Завдання, ТЗ
2	Аналіз предметної області.	1 тиждень	Розділ 1
3	Вибір мови програмування та інших технологій розробки.	2 тиждень	Розділ 2
4	Розробка структури програми.	2 тиждень	Розділ 3
5	Розробка програми.	3-4 тижні	Розділи 3, 4
6	Тестування та експериментальне дослідження програмного забезпечення.	5 тиждень	Розділ 4
7	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї.	6 тиждень	Додатки
8	Нормоконтроль та рецензування.	7 тиждень	
9	Захист роботи.	8 тиждень	

Студент(ка)

(підпис) Ілля ПРОКОПОВИЧ
(Імя ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Тетяна ЗАЙКО
(Імя ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра:
86 с., 34 рис., 3 табл., 3 дод., 18 джерел.

JAVASCRIPT, MONGODB, REACT, ВЕБЗАСТОСУНОК,
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, МОВА ПРОГРАМУВАННЯ, ПРОГРАМНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

Об'єкт дослідження – процес розробки програмного забезпечення для
екологічного моніторингу.

Предмет дослідження – програмні засоби для екологічного
моніторингу.

Мета роботи – розробка програмного забезпечення для моніторингу
несанкціонованих сміттєзвалищ.

Матеріали, методи та технічні засоби: мова програмування JavaScript,
бібліотека React, система керування базами даних MongoDB.

Результати. Розроблено програмне забезпечення для моніторингу
несанкціонованих сміттєзвалищ за допомогою мови програмування JavaScript,
бібліотеки React та система керування базами даних MongoDB.

Висновки. Виконано проєктування програмного забезпечення для
моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Розроблено програмне
забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Здійснено
тестування розробленого програмного забезпечення для моніторингу
несанкціонованих сміттєзвалищ.

Галузь використання – екологічний моніторинг.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the bachelor: 86 pages, 33 figures, 3 tables, 3 appendixes, 18 sources.

JAVASCRIPT, MONGODB, REACT, WEB APPLICATION, ENVIRONMENTAL MONITORING, PROGRAMMING LANGUAGE, SOFTWARE.

The object of research is the process of developing software for environmental monitoring.

The subject of the research is software for environmental monitoring.

The purpose of this work is to develop the software for monitoring unauthorized landfills.

Materials, methods and technical tools: JavaScript programming language, React library, MongoDB database management system.

Results. The software tools for monitoring unauthorized landfills using the JavaScript programming language, React library and the MongoDB database management system have been developed.

Conclusions. The software for monitoring unauthorized landfills has been designed. The software for monitoring unauthorized landfills has been developed. The developed software for monitoring unauthorized landfills has been tested.

Scope of use – environmental monitoring.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень та умовних позначок	8
Вступ	9
1 Аналіз предметної області	11
1.1 Поняття про екологічний моніторинг та програмні засоби для екологічного моніторингу	11
1.2 Аналіз програмного забезпечення для екологічного моніторингу	25
1.3 Висновки за розділом 1	34
2 Матеріали і методи	36
2.1 Вибір мови програмування.....	36
2.2 Вибір програмної бібліотеки для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.....	39
2.3 Висновки за розділом 2	41
3 Опис програми	42
3.1 Структура програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	42
3.2 Функціонування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	43
3.3 Розробка бази даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	46
3.4 Проєктування інтерфейсу програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	48
3.5 Висновки за розділом 3	52
4 Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми.....	53
4.1 Призначення й умови застосування програми	53
4.2 Характеристики програми для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	54
4.3 Інструкція по експлуатації програми.....	54
4.3.1 Звернення до програми.....	54

4.3.2 Вхідні й вихідні дані.....	55
4.3.3 Повідомлення.....	55
4.4 Виконання програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	55
4.5 Тестування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	59
4.6 Висновки за розділом 4	60
Висновки.....	61
Перелік джерел посилання	64
Додаток А Технічне завдання.....	66
Додаток Б Фрагмент тексту програми	70
Додаток В Слайди презентації	79

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

GUI – Graphical User Interface;

БД – база даних;

IoT – Інтернет речей;

СКБД – система керування базами даних;

ПЗ – програмне забезпечення.

ВСТУП

На сьогоднішній день несанкціоновані сміттєзвалища призводять до серйозних екологічних проблем, таких як забруднення ґрунту та водойм, шкідливі викиди в атмосферу та вплив на місцеві екосистеми. Використання програмних засобів для моніторингу розміщення та динаміки поширення несанкціонованих сміттєзвалищ може допомогти уникнути та вчасно виявити проблемні ділянки [1]-[3].

Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ допомагає органам влади та екологічним організаціям слідкувати за виконанням екологічних вимог та накладати відповідальність за порушення. Використання програм для виявлення та слідкування за несанкціонованими сміттєзвалищами може значно зменшити витрати часу та ресурсів, які зазвичай витрачаються на ручний моніторинг [4]-[6]. Програмне забезпечення екологічного моніторингу дозволяє швидше виявляти області з високим рівнем незаконних сміттєзвалищ та вживати заходи для їх утилізації чи переробки. Це сприяє збільшенню обсягів вторинної переробки та зменшенню шкідливого впливу на довкілля [1]-[6]. З розвитком технологій, таких як дрони, супутникові знімки та штучний інтелект, стає можливим створювати більш ефективні та точні програмні системи екологічного моніторингу, які реагують на зміни в реальному часі [1]-[6].

Проте створення та впровадження програмного забезпечення для екологічного моніторингу може бути дорогим процесом. Вартість розробки, придбання обладнання та навчання персоналу може становити значні витрати для організацій та установ, що займаються екологічним моніторингом. Деякі програми екологічного моніторингу можуть бути розроблені без врахування конкретних потреб користувачів або особливостей регіону, що може призвести до того, що програма може бути менш ефективною або навіть непридатною для використання в певних умовах. Програмне забезпечення для екологічного моніторингу часто ґрунтується на сучасних технологіях, таких як

датчики, супутникові дані та штучний інтелект, що може ставити питання стосовно його стійкості та ефективності в разі змін у технологічному середовищі [1]-[6].

Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. У дипломній кваліфікаційній роботі бакалавра розв'язується актуальне завдання розробки програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно розв'язати такі задачі:

- виконати аналіз предметної області та програмних засобів для екологічного моніторингу;
- здійснити проєктування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- створити програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- виконати тестування розробленого програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Поняття про екологічний моніторинг та програмні засоби для екологічного моніторингу

Екологічний моніторинг або моніторинг стану природи є інструментом, що використовується для оцінки умов та тенденцій в природному середовищі, надання інформації для підтримки формулювання та впровадження політики, а також для звітування перед національними урядами, міжнародними організаціями та громадськістю [1]-[3].

Програмні системи моніторингу забруднення повітря в містах, що є основним загрозою для здоров'я людей, є непосильним завданням у багатьох містах різних регіонів. Недостатність спостережень за твердими та небезпечними відходами, а також обмежений контроль за промисловими викидами, обумовлюють низьку ефективність інструментів політики, таких як оподаткування викидів та нарахування штрафів. Також важливо посилити моніторинг транскордонного забруднення повітря. Крім того, багато країн світу не мають єдиної національної методології для різних сфер моніторингу, а їхні системи класифікації часто не узгоджені з міжнародними стандартами [3], [4].

Відомий негативний вплив забруднювачів повітря на здоров'я людини та екосистеми. Деякі забруднювачі також призводять до пошкодження технічної інфраструктури та культурних пам'яток. Викиди оксидів азоту та неметанових органічних сполук є основними складовими приземного озону, які негативно впливають на здоров'я людини та екосистеми. Індикатор забруднення повітря оцінює тиск від конкретних забруднень повітря в різних країнах, а також відображає тиск від конкретних національних секторів, таких як енергетика, транспорт, промислові процеси, сільське господарство та управління відходами [3]-[9].

За важливими показниками рівня забруднення, що відслідковуються за допомогою спеціальних програмних засобів, органи державного управління

можуть коригувати національну політику охорони навколишнього середовища, включаючи перегляд стандартів викидів та лімітів, посилення дозволів на потенційно забруднювальну діяльність та розширення використання фінансових інструментів. Інформація про викиди забруднюючих речовин, що подається та зберігається за допомогою відповідного програмного забезпечення (ПЗ) є необхідною для оцінки транскордонного забруднення повітря та розвинення міжнародного співробітництва для вирішення цього питання [1]-[9].

Важливе екологічне та економічне значення має моніторинг стійких ресурсів прісної води, що виконується за допомогою спеціалізованого ПЗ. Розподіл цих ресурсів значно відрізняється між різними країнами та всередині їхніх меж. Надмірне використання та забруднення становлять тиск на ці ресурси. Ключовим аспектом сталого управління ресурсами прісної води є зв'язок між видобутком та поповненням цих ресурсів. У випадку, коли значна частина води в країні походить із транскордонних річок, виникає можливість напруженості між країнами, особливо, якщо водні ресурси верхньої частини річкової системи перевищують обсяги водних ресурсів нижньої частини. Залежність країн від водних ресурсів є значною [1]-[9].

Конвенція про охорону та використання транскордонних водотоків і міжнародних озер покладає на сторони вимогу впровадження сталого управління водними ресурсами, що включає системний підхід та справедливе використання транскордонних вод [1]-[9].

Стале зростання ґрунтується на здоровому середовищі, а воно, у свою чергу, залежить від різноманітності екосистем. Природоохоронні зони, і зокрема всі види таких зон визначених у міжнародних документах, мають важливу роль у збереженні різноманіття природи та сприяють сталому розвитку [1]-[9]. Індекс різноманіття природи, визначений за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, являє собою ступінь деградації екосистеми та втрати різноманіття життя у країні. Цей показник свідчить про те, наскільки екосистеми, які є важливими для збереження різноманіття

природи, культурної спадщини, наукових досліджень, відпочинку, збереження природних ресурсів та інших екологічних цінностей, захищені від неприпустимого використання [1]-[9].

Важливим є використання програмного забезпечення моніторингу відходів, зокрема, відстеження сміттєзвалищ. Відходи представляють собою значні втрати ресурсів у формі матеріалів та енергії. Обробка та утилізація відходів може спричиняти забруднення навколишнього середовища та піддає людину впливу шкідливих речовин та інфекційних організмів. Утворення відходів тісно пов'язане з рівнем економічної активності в країні та віддзеркалює моделі виробництва та споживання у суспільстві. Таким чином, зменшення обсягу створених відходів є показником переходу економіки до менш матеріаломістких моделей виробництва та споживання [1]-[9].

Основною метою індикатора відходів є визначення впливу на навколишнє середовище, який виникає від загального обсягу сформованих відходів та їхнього розподілу за категоріями. Густина відходів є показником сили руху та реакції на антропогенну діяльність [1]-[9].

Дистанційне зондування та використання спеціалізованого ПЗ може виконувати значну роль у відстеженні екологічних проблем та складанні звітів про них, особливо коли метою є оцінка впливу забруднення на великих просторах протягом тривалих періодів. Це може виявитися корисним на регіональному, континентальному та навіть глобальному рівні протягом довготривалого сезонного циклу [1]-[9].

Дистанційне зондування може доповнювати існуючі наземні програмно-апаратні системи моніторингу навколишнього середовища, надаючи додаткову інформацію. Такий підхід використовується для задоволення поточних інформаційних потреб і забезпечує чітку транскордонну інформацію. Дані та інформація, зібрані за допомогою спостережень, можуть використовуватися у географічних програмних системах для аналізу та порівняння з іншою наявною географічною інформацією [1]-[9].

Автоматизований моніторинг за допомогою відповідного програмного забезпечення та звітність стосовно навколишнього середовища представляють собою систему заходів, яку здійснюють та фінансують оператори, що можуть бути фізичними або юридичними особами і мають реальні повноваження з технічної експлуатації обладнання. Ця система передбачає постійний та періодичний контроль, запис, зберігання та обробку інформації щодо охорони навколишнього середовища та звітність результатів управління для всіх працівників у компаніях, державних органах та громадськості у формі первинних, розрахункових або загальних даних і загальної інформації [1]-[9].

Програмні засоби моніторингу та звітності про навколишнє середовище в компаніях призведе до ефективнішого відстеження виконання екологічних норм. Підвищення доступності екологічної інформації для підприємств за допомогою відкритих даних та програмного забезпечення, її удосконалення та легший доступ до неї допоможуть накладати більший тиск на забруднювачів з метою зменшення їхнього негативного впливу на навколишнє середовище [1]-[9].

Моніторинг стану природи охоплює інструменти і методи, спрямовані на слідкування за навколишнім середовищем, оцінку його якості та визначення екологічних параметрів для точного вимірювання впливу діяльності на природу. Отримані результати аналізуються за допомогою програмних засобів статистично та оприлюднюються у звіті про оцінку ризиків, екологічний моніторинг та оцінку впливу [1]-[9].

Основною метою використання програмних засобів екологічного моніторингу є виявлення поточного стану природи: якості повітря, води, ґрунту та різноманіття природи. Однією з основних цілей моніторингу навколишнього середовища для розуміння його поточних умов є збір даних, які можна використовувати для прогнозування подій у майбутньому, що, в кінці кінців, допомагає приймати кращі рішення політикам, вченим, зацікавленим сторонам і дослідникам. У перспективі ми всі зможемо навчитися пристосовувати своє життя до змін клімату [1]-[9].

Програмні засоби моніторингу стану навколишнього середовища відіграють важливу роль в сучасному суспільстві, оскільки вони дозволяють адекватно коригувати дії для зменшення впливу на природу [1]-[9].

Існують три основні підходи до моніторингу навколишнього середовища: ґрунтовий, атмосферний та водний. Ці методи використовують різні програмні засоби та техніки, такі як електростатичний збір проб, седиментація, конденсація та відбір композитних проб. Отримані дані з цих досліджень потім передаються до системи управління базою даних, для подальшого аналізу інформації та прийняття більш обґрунтованих рішень за допомогою відповідного програмного забезпечення [1]-[9].

Проаналізуємо види екологічного моніторингу. Моніторинг ґрунту: цей вид моніторингу охоплює збір проб для визначення кислотності ґрунту, оцінки різноманіття, ерозії, схилу та забруднення ґрунту. Глибокий аналіз ґрунту дозволяє отримати багато інформації про навколишнє середовище [1]-[9].

Програмне забезпечення моніторингу повітря використовує різні інструменти, такі як сенсорні мережі з відповідними моделями, для збору екологічних даних і визначення концентрацій забруднювачів повітря в атмосфері. Таке програмне забезпечення допомагає визначити найбільш шкідливі продукти та частки у повітрі [1]-[9].

Для моніторингу рівнів забруднення води використовуються різні методи відбору проб, а також інтелектуальні засоби для обробки результатів, зокрема, кластерний аналіз, стратифікація, класифікація, прогнозування та ін. Додаткові методи моніторингу навколишнього середовища включають моніторинг ерозії, моніторинг забруднення та моніторинг солоності [1]-[9].

Існує велика кількість переваг використання програмного забезпечення екологічного моніторингу, зокрема, такі засоби надають можливість отримати детальну оцінку поточного стану навколишнього середовища, такого як якість повітря, води та ґрунту для визначення джерел забруднення та відповідності поточних екологічних стандартів [1]-[9].

В епоху зростаючих кліматичних змін важко передбачити майбутній вплив наших дій на оточуюче середовище; однак програмні засоби моніторингу навколишнього середовища можуть допомогти краще розуміти можливі наслідки. Завдяки тому, що програмні засоби моніторингу навколишнього середовища можуть виявляти зміни та тенденції, а також надавати можливість передбачати майбутні екологічні умови. Таким чином, програмні засоби моніторингу навколишнього середовища є важливим елементом для отримання інформації, яка в іншому випадку може бути втрачена, і запобігання подальшому забрудненню [1]-[9].

Програмні засоби екологічного моніторингу можуть підтримувати процеси попереднього сповіщення, що допомагають регіонам готуватися до найнебезпечніших ситуацій. Здатність проведення зазначеного моніторингу завчасно може зменшити вплив негативних подій і навіть сприяти впровадженню нових заходів для зменшення майбутнього негативного впливу, який може виникнути на людство, такий як рівень забруднення або нездорова екосистема [1]-[9].

Моніторинг навколишнього середовища може допомогти зберегти і захистити різноманіття природи, яке безпосередньо впливає на зміну клімату. Такий моніторинг може бути корисним, оскільки він дозволяє відслідковувати види та умови середовища проживання; обидва ці аспекти можуть допомагати політикам, зацікавленим сторонам та іншим особам визначити пріоритетні заходи для запобігання шкоди оточуючому середовищу [1]-[9].

Програмні засоби моніторингу навколишнього середовища загалом можуть надавати точні дані, що допомагають різним організаціям у прийнятті кращих рішень, сприяючи сталому розвитку взагалі та захисту планети. Враховуючи це, однак, моніторинг навколишнього середовища не завжди легкий у виконанні [1]-[9]. Екологічний моніторинг може стати важливим для підприємств, політиків та інших зацікавлених сторін [1]-[9].

Проаналізуємо проблеми, пов'язані із застосуванням програмного забезпечення моніторингу навколишнього середовища, які включають [1]-[9]:

– якість даних: використання різних методів збору даних може призвести до низької якості та точності результатів [1]-[9];

– зміни в навколишньому середовищі: непередбачувані зміни або стійке забруднення можуть вплинути на достовірність зібраних даних [1]-[9];

– вартість: реалізація моніторингу навколишнього середовища з використанням спеціалізованого програмного забезпечення вимагає фінансових витрат на обладнання та час, що може виявитися великим фінансовим обтяженням для компаній та організацій [1]-[9];

– час та аналіз даних: подібно до того, як збір даних для моніторингу навколишнього середовища вимагає часу, також потребує витрат для точного аналізу отриманих даних. Для досягнення найкращого результату у моніторингу навколишнього середовища використовуються спеціалізовані програмні засоби та різноманітні методики, використання яких може бути пов'язано з можливим додатковим навчанням, що забирає більше грошей та часу для особи, яка намагається проводити екологічний моніторинг [1]-[9];

– зусилля у спілкуванні з зацікавленими сторонами: зацікавлені сторони є ключовим елементом багатьох проектів та підприємств, роблячи їх необхідною частиною процесу моніторингу навколишнього середовища. Це передбачає складні зусилля у комунікації для всіх сторін, які беруть участь у процесі екологічного моніторингу [1]-[9];

– постійні та довгострокові витрати зусиль: удосконалення методів та програмних засобів моніторингу навколишнього середовища є постійним завданням, яке вимагає постійного витрачання часу та коштів, що може бути важким для деяких організацій [1]-[9];

– моніторинг навколишнього середовища може бути складною задачею, оскільки він вимагає великої кількості часу, фінансів та зобов'язань від різних сторін. Однак у довгостроковій перспективі переваги переважають труднощі [1]-[9].

Переваги впровадження моніторингу навколишнього середовища полягають у тому, що він може сприяти покращенню рівня життя суспільства,

діючи як активний захід для підтримки екологічної безпеки та глобальної обізнаності про те, як дії людства впливають на планету в умовах зміни клімату [1]-[9].

Проаналізуємо процес створення програмного забезпечення для розв'язання завдань екологічного моніторингу навколишнього середовища.

Успішне впровадження програмних засобів моніторингу навколишнього середовища у бізнесі вимагає уважного розгляду всіх питань та процесів [1]-[9]. При розробці програмного забезпечення моніторингу навколишнього середовища важливо чітко визначити цілі моніторингу навколишнього середовища (тобто області даних про їхню діяльність, які є найбільш важливими для збору). Наприклад, компанія, розташована біля водойми, може вирішити вивчати стан сусідньої річки чи озера, щоб визначити їхній вплив на навколишнє середовище [1]-[9].

Після визначення ключових цілей та задач моніторингу при розробці відповідного програмного забезпечення необхідно провести базову оцінку, щоб краще зрозуміти вихідний рівень, який слід використовувати для вимірювання майбутніх даних екологічного моніторингу. Важливо визначити, який вид екологічного моніторингу буде найбільш ефективним у забезпеченні точних даних, щоб приймати кращі рішення в подальшому. Важливо розуміти, що програмне забезпечення екологічного моніторингу повинно працювати постійно для підтримки регулярного збору екологічних даних. Підприємства, які вирішують впроваджувати програмне забезпечення екологічного моніторингу у свою практику, мають формувати послідовний план, щоб забезпечити, що зібрані дані будуть завжди актуальними, інформативними та корисними [1]-[9]. Підготовка звітів для обміну результатами екологічного моніторингу за допомогою програмного забезпечення є особливо зручним для підприємств, які вирішують використовувати методи моніторингу навколишнього середовища [1]-[9].

Однією з найважливіших складових успішного моніторингу навколишнього середовища є постійна здатність програмного забезпечення в

зборі, аналізі та розумінні зібраних даних. Відповідне програмне забезпечення повинно призвести до прийняття більш етично відповідальних бізнес-рішень і практик [1]-[9].

Відстеження навколишнього середовища може виявитися важливим інструментом для спостереження за тим, як поточні дії будуть впливати на екосистему у майбутньому [1]-[9].

Незважаючи на різноманітність програмних застосувань екологічного моніторингу, його можна визначити як систему розподілених датчиків, бездротового зв'язку, периферійних обчислень і інструментів видимості, які відстежують умови, процеси та обладнання для контролю за порушеннями та помилками, пов'язаними з навколишнім середовищем та/або здоров'ям, що можуть впливати на об'єкт моніторингу [1]-[9].

Навіть якщо технології моніторингу навколишнього середовища існують довгий час, організаціям, які мають швидко реагувати на зміни у середовищі, важко використовувати ці дані для прийняття рішень, які найкраще можна розробити поза традиційними локальними або хмарними середовищами. Такі галузі, як виробництво, сільське господарство та енергетика, активно використовують мережі пристроїв Інтернету речей (IoT) для інтеграції моніторингу навколишнього середовища у свою діяльність, радикально змінюючи спосіб взаємодії компаній і реагування на навколишнє середовище [1]-[9]. Впровадження програмних засобів моніторингу навколишнього середовища охоплює використання різноманітних методів спостереження та інструментів, таких як датчики, бездротовий зв'язок і програмне забезпечення дистанційного керування, для виявлення, контролю та вимірювання умов оточуючого середовища на місці чи в конкретній області. Варіації використання цих процесів можуть значно відрізнятися в залежності від конкретного застосування [1]-[9].

У наш час завдяки програмним та апаратним платформам, які підтримують пристрої IoT, можливо здійснювати бездротове підключення та отримувати миттєвий доступ до інформації з будь-якого місця, розширюючи

застосування моніторингу навколишнього середовища на нові області, такі як контроль за водоочисними спорудами та підземними водами або виявлення витоків у нафто- та газопроводах [1]-[9].

У процесі моніторингу навколишнього середовища кожна організація повинна чітко визначити свої основні та вторинні цілі, що дозволить їм стратегічно впроваджувати добре плановані IoT-пристрої [1]-[9].

Програмні системи моніторингу навколишнього середовища на основі Інтернету речей підтримують послідовний збір вимірювань і даних з фізичного оточення, використовуючи датчики і підключені пристрої. Датчики, розташовані в іригаційних системах, трубопроводах, резервуарах, метеостанціях, океанських додатках і промислових об'єктах на будь-якій точці планети, можуть реєструвати температуру, вологість, рівень води, витoki та інші фізичні характеристики [1]-[9].

Підключені розумні пристрої з вбудованими модулями зв'язку можуть обробляти цю інформацію за допомогою технології периферійних обчислень і швидко передавати критичні дані в хмару або центр обробки даних для подальших дій або аналізу [1]-[9].

Програмні системи моніторингу можна налаштовувати на виявлення несправностей або певних умов, а потім ініціювати сповіщення електронною поштою або текстовими повідомленнями за допомогою автоматизованих процесів, від запуску повідомлень служби до вимикання систем для запобігання катастрофам. Програмна система моніторингу навколишнього середовища, яка використовує IoT, забезпечує відстеження та формування звітів про різноманітні процеси, а також за необхідністю вживає запобіжні заходи [1]-[9].

Програмні засоби підтримки процесу моніторингу навколишнього середовища у промислових сферах забезпечують розв'язання таких завдань:

- підвищення операційної безпеки та ефективності: програмна система моніторингу навколишнього середовища дозволяє підприємствам надійно

контролювати та реагувати на зміни умов на робочому місці, що зменшує ризик виникнення поломок обладнання, аварій та можливих травм [1]-[9];

– спільна відповідальність перед природою: промислові підприємства можуть використовувати програмні засоби моніторингу для виявлення та зменшення викидів забруднень або вуглецю, застосовуючи різні методи екологічного моніторингу [1]-[9];

– перевірка відповідності протоколам безпеки: у галузях, де необхідні специфічні умови для оптимальної продуктивності, компанії за допомогою відповідного програмного забезпечення можуть періодично оцінювати свою практику, користуючись звітами, сформованими програмами моніторингу навколишнього середовища [1]-[9].

Щодо методів сканування та моніторингу навколишнього середовища, що використовуються при роботі програмних систем моніторингу, існує багато варіантів для вибору, проте важливо вибрати ті, що найбільше відповідають конкретним потребам та завданням, враховуючи обсяг даних та характер операцій. Ці методи можна поділити на три основні категорії екологічних викликів. Для моніторингу якості повітря у відповідних програмно-апаратних комплексах використовуються датчики для вимірювання температури, вологості та ефективності [1]-[9]. Для моніторингу якості води у відповідних програмно-апаратних комплексах використовуються датчики для вимірювання температури, хімічного складу та радіоактивності, засоби збори проб з навколишнього середовища для вимірювання біологічних та хімічних параметрів. Для моніторингу якості ґрунту у відповідних програмно-апаратних комплексах використовуються засоби збирання та аналізу зразків для вимірювання органічної речовини, забруднення, рівня біологічного різноманіття [1]-[9].

Завдяки доступності програмних рішень для дистанційного моніторингу та новітніх бездротових технологій, підприємства у сферах нафтогазової діяльності, сільського господарства та галузі охорони здоров'я можуть використовувати переваги моніторингу навколишнього середовища.

Впроваджуючи програмні системи моніторингу навколишнього середовища на основі Інтернету речей, підприємства можуть впроваджувати прогресивний моніторинг навколишнього середовища та оцінювати його вплив на їхні процеси управління та операцій на місці [1]-[9].

Впровадження програмних систем моніторингу навколишнього середовища на основі Інтернету речей може сприяти прискоренню та поліпшенню реакції на ситуації, які вимагають негайного втручання (наприклад, витoki чи збої у роботі обладнання), а також вирішенню довгострокових проблем (наприклад, забруднення та зміни умов водопостачання) [1]-[9].

Моніторинг забруднення став надзвичайно цінним інструментом у виробництві, плануванні будівництва та сільському господарстві. Програмні системи моніторингу забруднення дозволяють організаціям відстежувати, вимірювати та зменшувати вплив забруднювачів, що впливають на природне та штучне водопостачання, якість повітря та якість ґрунту. Моніторинг рівня кислотності та загального хімічного складу цих елементів середовища може забезпечити цінну інформацію для різних організацій. Проте для прийняття своєчасних рішень відповідні організації повинні мати якісне програмне забезпечення підтримки процес екологічного моніторингу для забезпечення можливості ефективно обробляти цю інформацію та швидко реагувати на виявлені проблеми [1]-[9].

Інтеграція та керування програмними засобами моніторингу навколишнього середовища за допомогою платформ Інтернету речей дозволяє підприємствам та органам місцевого самоврядування швидше реагувати на вплив забруднення та забезпечувати прийнятну тривалість безвідмовної роботи об'єктів, громадське здоров'я, безпеку працівників та заходи щодо сталого розвитку. Наприклад, будівельні компанії та сільськогосподарські підприємства, які потребують оцінки впливу на навколишнє середовище для ініціювання та завершення регульованих проектів, можуть проводити

систематичний моніторинг навколишнього середовища для підтримки інформованості та реагування на зміни умов на місці [1]-[9].

Програмні системи виявлення витоків грають ключову роль у забезпеченні безпеки працівників, запобіганні екологічним збиткам та мінімізації економічних втрат. Програмні системи моніторингу навколишнього середовища, на які спираються нафтогазові компанії, повинні бути налаштовані для раннього виявлення підземних і надземних витоків у трубопроводах [1]-[9].

Ще один спосіб використання програмних засобів моніторингу навколишнього середовища на базі Інтернету речей для поліпшення здоров'я населення та продуктивності сільського господарства полягає у збереженні ґрунтових вод. Наслідки та особливості забруднення навколишнього середовища підземних вод та водоносних горизонтів можуть стати зрозумілими значно пізніше, проте, як тільки таке забруднення стає фактом, вирішення або повернення його може виявитися надзвичайно складним завданням [1]-[9].

Компанії та державні установи можуть реалізовувати моніторинг довкілля в різних областях за допомогою програмних засобів та пристроїв Інтернету речей, спроектованих для вимірювання та контролю конкретних умов навколишнього середовища. Незалежно від того, чи аналізують якість води, ґрунту чи повітря, ці програмне забезпечення та датчики IoT можуть надавати інформацію щодо умов на місці на основі даних, що допомагає ефективніше та оперативніше вирішувати екологічні проблеми [1]-[9].

Оскільки все більше компаній та державних установ приділяють увагу розробці та впровадженню інтелектуальних програмних засобів, спрямованих на підтримку сталого розвитку, програмні засоби та технології екологічного моніторингу стають важливим інструментом для досягнення цих цілей [1]-[9]. Завдяки моніторингу довкілля на основі Інтернету речей організації у сільському господарстві, виробництві, утилізації відходів, комунальному господарстві та інших критичних галузях можуть зменшити ризик виходу

обладнання з ладу шляхом обмеження неправильних операцій, запобігти накопиченню небезпечних забруднюючих речовин у ґрунтових водах, ґрунті, повітрі в приміщенні та на вулиці, мінімізувати нещасні випадки на виробництві, впроваджуючи системи виявлення витоків і моніторингу забруднення в зонах високого ризику, таких як нафтові та газові родовища, захищати місцеву флору та фауну, сільськогосподарське виробництво та здоров'я населення, поліпшуючи захист ґрунтових вод [1]-[9].

Отримання інформації про стан навколишнього середовища на розподілених об'єктах означає, що компанії можуть використовувати програмні рішення для віддаленого моніторингу, щоб заздалегідь виявити забруднення або зміни в довкіллі. У довгостроковій перспективі використання програмних засобів екологічного моніторингу робить екологічну систему менш вразливою, зменшує ризик аварій та робить її більш зручною для населення [1]-[9].

Відзначено, що екологічний моніторинг є інструментом, що використовується для оцінки умов та тенденцій в природному середовищі, надання інформації для підтримки формулювання та впровадження політики, а також для звітування перед національними урядами, міжнародними організаціями та громадськістю. Важливим є використання програмного забезпечення моніторингу відходів, зокрема, відстеження сміттєзвалищ. Відзначено, що дистанційне зондування та використання спеціалізованого ПЗ може виконувати значну роль у відстеженні екологічних проблем та складанні звітів про них, особливо коли метою є оцінка впливу забруднення на великих просторах протягом тривалих періодів. Основною метою використання програмних засобів екологічного моніторингу є виявлення поточного стану природи: якості повітря, води, ґрунту та різноманіття природи. Проаналізовано переваги види та використання програмного забезпечення екологічного моніторингу. Відзначено, що програмні засоби екологічного моніторингу можуть підтримувати процеси попереднього сповіщення, що допомагають регіонам готуватися до найнебезпечніших ситуацій, крім того

програмні засоби моніторингу навколишнього середовища загалом можуть надавати точні дані, що допомагають різним організаціям у прийнятті кращих рішень, сприяючи сталому розвитку взагалі та захисту планети. Проаналізовано проблеми, пов'язані із застосуванням програмного забезпечення моніторингу навколишнього середовища. Проаналізовано процес створення програмного забезпечення для розв'язання завдань екологічного моніторингу навколишнього середовища.

1.2 Аналіз програмного забезпечення для екологічного моніторингу

Проаналізуємо програмне забезпечення для екологічного моніторингу [10]-[14].

Програмне забезпечення SafetyCulture (рис. 1.1) може використовуватися для розв'язання завдань екологічного моніторингу.

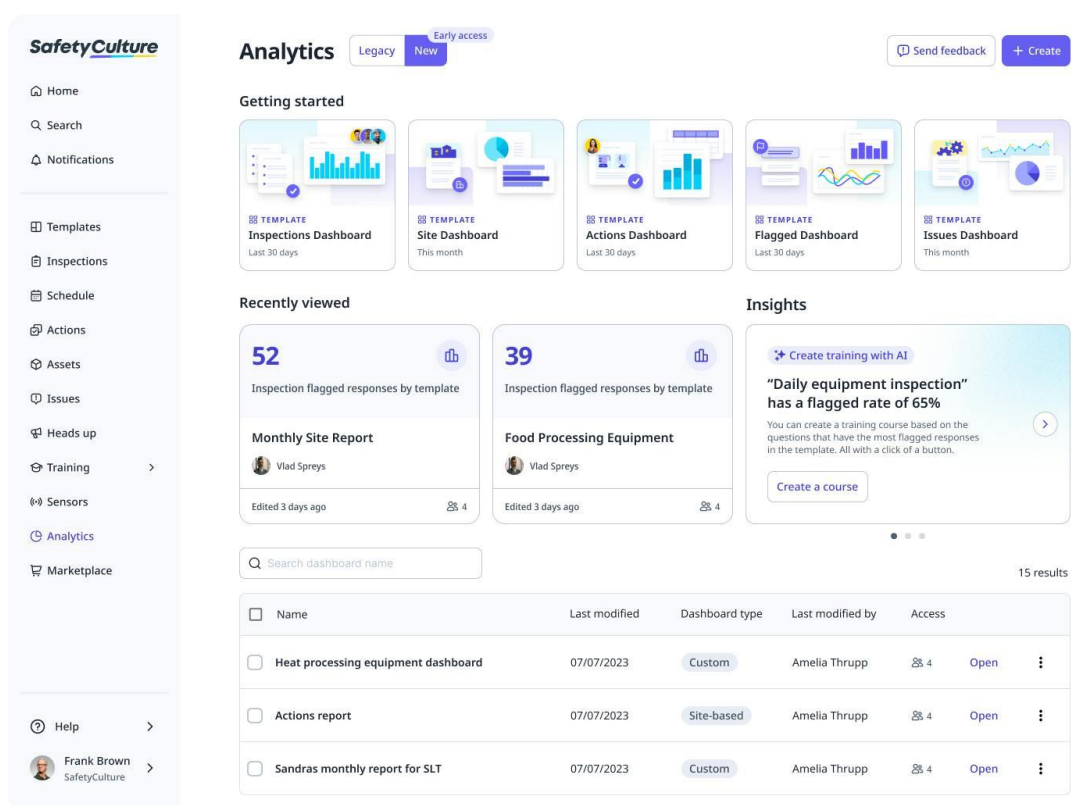


Рисунок 1.1 – Програмне забезпечення SafetyCulture LMS [12]

Програмне забезпечення SafetyCulture являє собою цифрове рішення для виконання завдань, таких як проведення аудитів та перевірок ключових аспектів, виявлення та вирішення проблем, управління та моніторинг активів. Програмне забезпечення SafetyCulture може встановлювати стандарти для охорони навколишнього середовища, здоров'я та безпеки і підвищувати рівень операційної досконалості [10]-[12].

Програмне забезпечення SafetyCulture підтримує процеси аудиту екологічної безпеки на місці, навчання з використанням інструментів, перевірки відповідності екологічним стандартам та є простим у використанні мобільним інструментом [10]-[12].

Із впровадженням цифрових та автоматизованих рішень програмне забезпечення SafetyCulture дозволяє оптимізувати процеси збору, вимірювання та оцінки екологічних даних на об'єктах та їхніх прилеглих територіях. Система моніторингу навколишнього середовища SafetyCulture забезпечує цілодобовий контроль за операціями відповідних команд, дозволяючи компаніям зменшувати вплив на природу, вдосконалювати політику сталого розвитку та виконувати законодавчі вимоги [10]-[12].

Програмне забезпечення SafetyCulture дозволяє відстежувати рівень екологічної безпеки за допомогою датчиків із сповіщеннями про встановлені значення та сигналами тривоги, отримуючи реальні дані про навколишнє середовище. Програмне забезпечення SafetyCulture дозволяє автоматично збирати дані та зберігати історичну інформацію в безпечному централізованому сховищі з використанням великої кількості шаблонів та контрольних списків із загальних бібліотек [10]-[12]. Програмне забезпечення SafetyCulture дозволяє інформувати керівництво негайно при виникненні проблеми для оперативних корегувальних та запобіжних заходів [10]-[12]. Програмне забезпечення SafetyCulture підтримує генерацію комплексних звітів про навколишнє середовище, використовуючи мультимедійні покращення, щоб допомогти зацікавленим сторонам інтерпретувати дані, отримати розуміння та виявляти тенденції [10]-[12].

Основними характеристиками програмного забезпечення SafetyCulture LMS є такі [10]-[12]:

- наявність засобів автоматизації: програмне забезпечення SafetyCulture впроваджує цифрові та автоматизовані рішення для оптимізації збору, вимірювання та оцінки екологічних даних на об'єктах і прилеглих територіях [10]-[12];

- можливість цілодобового контролю: програмне забезпечення SafetyCulture забезпечує постійний контроль за операціями, що дозволяє командам зменшувати вплив на навколишнє середовище, покращувати політику сталого розвитку та дотримуватися законодавчих вимог [10]-[12];

- засоби моніторингу в реальному часі: датчики із сповіщеннями про порогові значення та сигналами тривоги надають дані про навколишнє середовище в режимі реального часу, дозволяючи програмному забезпеченню SafetyCulture оперативно реагувати на події [10]-[12];

- автоматичний збір та зберігання даних: програмне забезпечення SafetyCulture автоматично збирає дані та зберігає історичну інформацію в безпечному централізованому сховищі, використовуючи шаблони та контрольні списки [10]-[12];

- широкий функціонал звітності: програмне забезпечення SafetyCulture дозволяє генерувати вичерпні звіти про навколишнє середовище з використанням мультимедійних елементів, щоб полегшити інтерпретацію даних та визначення тенденцій [10]-[12];

- система сповіщень: інтегрована система сповіщень програмного забезпечення SafetyCulture дозволяє оперативно інформувати керівництво та сприяти швидкому вжиттю коригувальних заходів [10]-[12];

- засоби підтримки співпраці: взаємодія з різними командами через Heads Up сприяє співпраці та забезпечує ефективну комунікацію [10]-[12].

Серед недоліків програмного забезпечення SafetyCulture можна відзначити те, що відсутність постійних змінних робить шаблон більшим за рахунок того, що вони не можуть ефективно зберігати стан або значення

протягом тривалого періоду. Це може призводити до неефективного управління об'єктами та ускладнювати процес створення шаблонів екологічного моніторингу [10]-[12].

Програмне забезпечення EHS Insight (рис. 1.2) сприяє накопиченню, відстеженню, вимірюванню та удосконаленню споживання енергії та ресурсів, викидів в навколишнє середовище, дотриманню нормативних вимог, викидів вуглецю та інших екологічних тенденцій. З простим у використанні інтерфейсом програмного забезпечення EHS Insight, а також усіма необхідними засобами для автоматизації та удосконалення системи екологічного менеджменту, EHS Insight сприяє компаніям у досягненні відповідності вимог міжнародних стандартів [10], [11], [13].

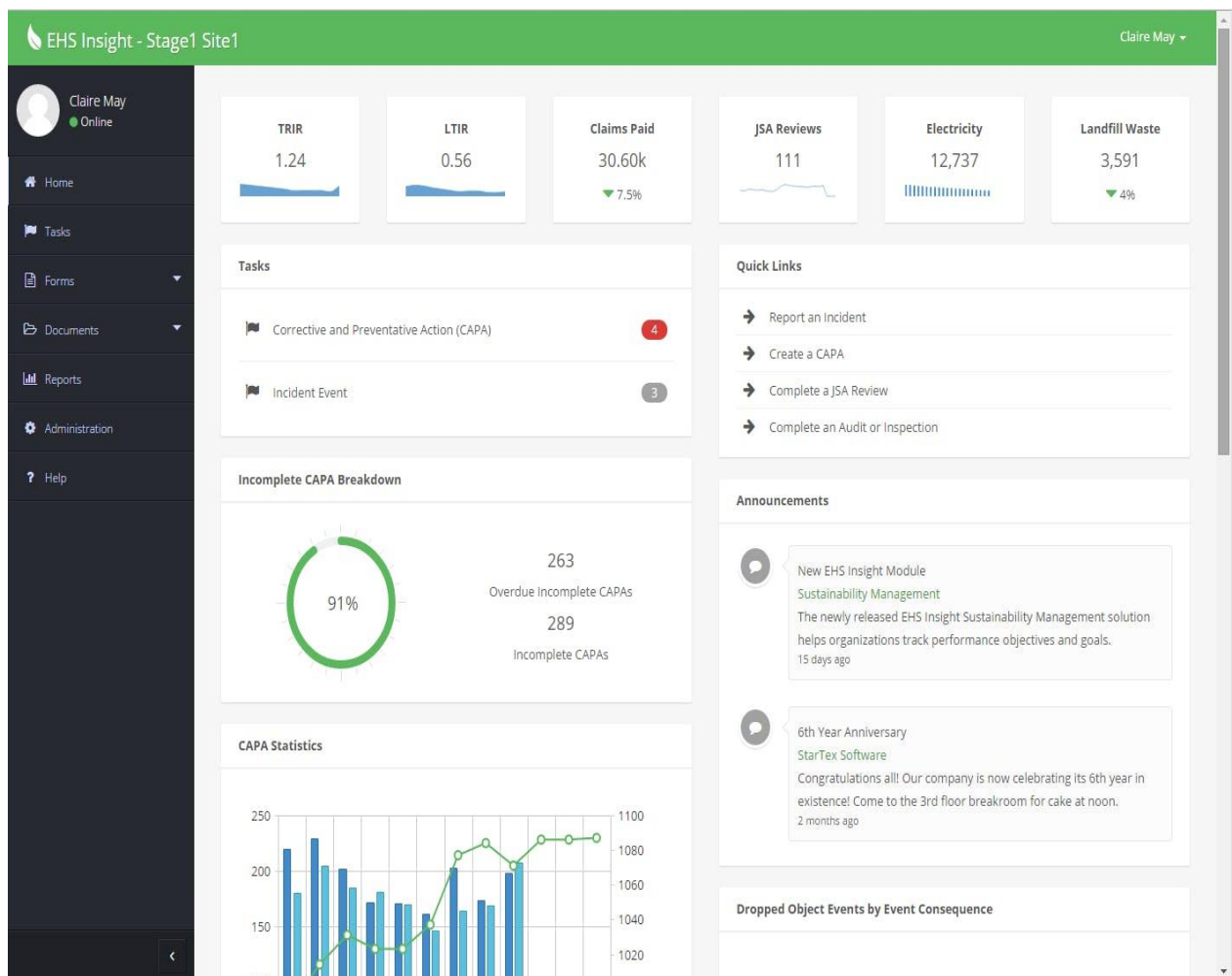


Рисунок 1.2 – Програмне забезпечення EHS Insight [10], [11], [13]

Програмне забезпечення EHS Insight відповідає потребам як малих і середніх підприємств з кількома місцями розташування, так і великих глобальних організацій із широким спектром користувачів по різних місцях розташування. Компанії, що прагнуть дотримуватися екологічних стандартів та галузевих норм, зокрема, прагнуть зменшити вуглецевий слід, можуть ефективно використовувати програмне забезпечення EHS Insight. Зовнішня система моніторингу навколишнього середовища програмне забезпечення EHS Insight автоматизує різноманітні процеси, такі як збір даних, моніторинг, вимірювання та спостереження [10], [11], [13]. Програмне забезпечення EHS Insight підтримує процеси управління стійкістю через збір даних, автоматичного відстеження викидів, інтеграції з вимогами міжнародних стандартів [10], [11], [13].

Програмне забезпечення EHS Insight має такі особливості [10], [11], [13]:

- засоби збору та аналізу даних: програмне забезпечення EHS Insight дозволяє збирати, аналізувати та відстежувати різні дані, пов'язані з охороною навколишнього середовища, безпекою та гігієною праці [10], [11], [13];

- наявність модулів для моніторингу та вимірювання: програмне забезпечення EHS Insight дозволяє автоматизувати процес моніторингу навколишнього середовища та вимірювання параметрів, таких як рівень витрати енергії, викиди та інші екологічні показники [10], [11], [13];

- дотримання міжнародних екологічних нормативів: програмне забезпечення EHS Insight допомагає компаніям дотримуватися екологічних норм та вимог. Програма інтегрується з міжнародними стандартами, що сприяє зручності у веденні екологічного менеджменту та відповідності стандартам [10], [11], [13];

- автоматизація процесів екологічного моніторингу: програмне забезпечення EHS Insight надає можливість автоматизувати різноманітні процеси, пов'язані з моніторингом, аудитами, тренуваннями та іншими аспектами управління середовищем. Програмне забезпечення EHS Insight

призначене як для малих і середніх підприємств з кількома локаціями, так і для великих глобальних організацій, що дозволяє використовувати його на різних рівнях масштабу [10], [11], [13];

– система сповіщень та звітності: програмне забезпечення EHS Insight надає систему сповіщень для оперативної реакції на проблеми, а також можливості створення вичерпних звітів з екологічних питань для внутрішнього та зовнішнього використання [10], [11], [13].

Серед недоліків програмного забезпечення EHS Insight можна відзначити довільне введення даних без можливості подальшого редагування даних, що може призвести до певних проблем на подальшому етапі обробки даних, якщо введені дані є некоректними [10], [11], [13].

Програмне забезпечення Envirosuite (рис. 1.3) дозволяє вдосконалювати екологічні стратегії компанії або вживати заходів для вирішення нових проблем у випадку, коли отримані екологічні дані неповні або неточні. Програмна система моніторингу навколишнього середовища Envirosuite дозволяє компаніям знати, коли оптимізувати потужність або сповільнювати роботу, використовуючи засоби автоматичного попередження та сповіщення користувачів [10], [11], [14].

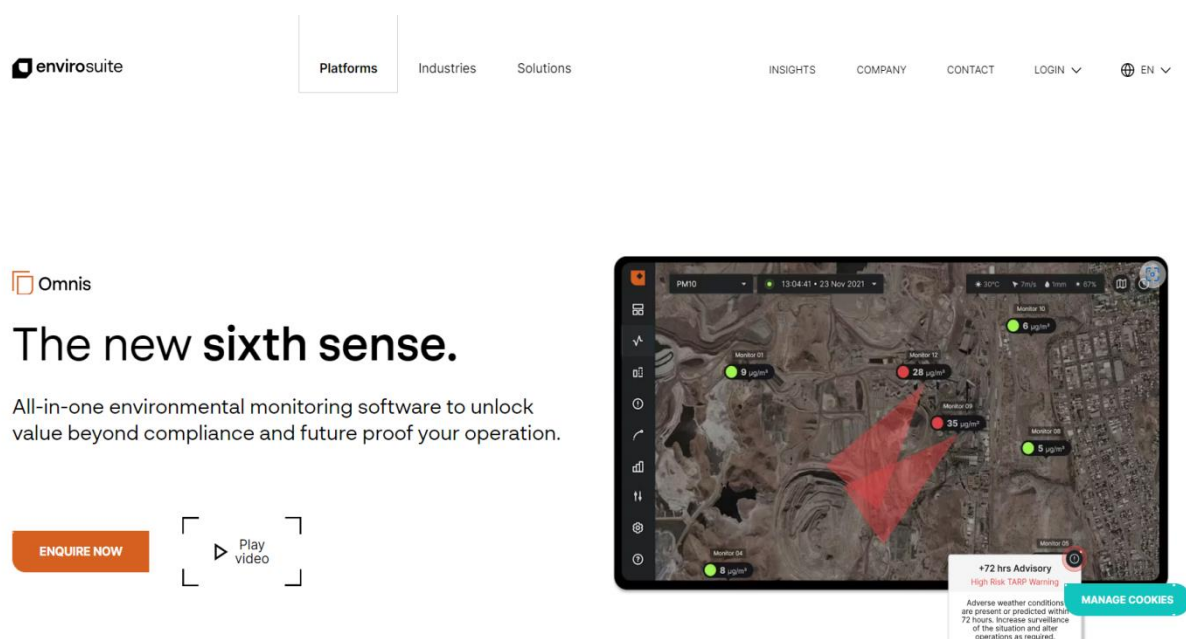


Рисунок 1.3 – Програмне забезпечення Envirosuite [14]

Програмне забезпечення EnviroSuite підтримує процеси попередження про викиди, надає попередження при перевищенні порогових значень викидів, допомагаючи компаніям ефективно контролювати та управляти своїм впливом на навколишнє середовище [10], [11], [14].

Програмне забезпечення EnviroSuite забезпечує доступ до динамічної та актуальної інформації, що дозволяє компаніям оперативно реагувати на зміни та події у навколишньому середовищі [10], [11], [14]. Програмне забезпечення EnviroSuite допомагає компаніям ефективно керувати дотриманням екологічних норм і стандартів, забезпечуючи точні та надійні дані для прийняття управлінських рішень [10], [11], [14].

Програмне забезпечення EnviroSuite, отримуючи дані від датчиків, які встановлені на відповідному обладнанні для системи моніторингу, забезпечує підприємства актуальною інформацією для збільшення обізнаності про ситуацію, щоб підприємства могли працювати безпечно та ефективно, мінімізуючи час простою через екологічні обмеження [10], [11], [14].

Програмне забезпечення EnviroSuite зосереджено на зборі даних у режимі реального часу з датчиків, щоб забезпечити наших клієнтів у сфері аерокосмічної промисловості, утилізації відходів, стічних вод, очищення води, гірничодобувної промисловості та інших галузях із зворотнім зв'язком у реальному часі. Це охоплює такі аспекти, як контроль якості води, управління якістю повітря, шум, вібрації, пил та запах [10], [11], [14].

Програмне забезпечення EnviroSuite розроблено з метою оптимізації операційних результатів, збільшення виробництва, реалізації значних економічних вигод та надання соціальної ліцензії для взаємодії з оточуючими громадами для управління навколишнім середовищем, прогнозування та діагностики в реальному часі [10], [11], [14].

Програмне забезпечення екологічного моніторингу EnviroSuite має такі особливості [10], [11], [14]:

– засоби збору та моніторингу даних: програмне забезпечення EnviroSuite здатне ефективно збирати та відстежувати дані з різних джерел і

датчиків в режимі реального часу. Це дозволяє користувачам отримувати актуальну інформацію про стан навколишнього середовища [10], [11], [14];

– засоби прогнозування: програмне забезпечення EnviroSuite використовує аналітичні і прогностичні моделі для передбачення можливих змін у якості повітря, води, рівнів шуму, вібрацій та інших параметрів середовища. Це дозволяє компаніям планувати та приймати превентивні заходи [10], [11], [14];

– підтримка в режимі реального часу та засоби зворотного зв'язку: програмне забезпечення EnviroSuite забезпечує інформацію в режимі реального часу, що дозволяє користувачам оперативно реагувати на зміни в середовищі. Зворотній зв'язок дозволяє вирішувати проблеми та вживати заходів для поліпшення умов [10], [11], [14];

– управління дотриманням нормативів: програмне забезпечення EnviroSuite автоматично відстежує та нагадує про виконання екологічних нормативів та вимог, допомагаючи компаніям уникнути штрафів та забезпечити відповідність стандартам [10], [11], [14];

– візуалізація та звітність: програмне забезпечення EnviroSuite пропонує інтерактивні інструменти візуалізації даних та забезпечує створення детальних звітів. Це допомагає користувачам зрозуміти та представити дані ефективно [10], [11], [14];

– гнучкість та інтеграція: програмне забезпечення EnviroSuite може адаптуватися до різних сценаріїв та інтегруватися з іншими системами, забезпечуючи гнучкість в управлінні та обробці даних [10], [11], [14];

– оптимізація процесів: програмне забезпечення EnviroSuite допомагає компаніям оптимізувати свої екологічні плани та процеси, максимізуючи ефективність та мінімізуючи вплив на навколишнє середовище [10], [11], [14].

Серед недоліків програмного забезпечення EnviroSuite можна відзначити те, що ця програма може бути складною для використання або вимагати додаткового часу для навчання. Крім того, вартість впровадження та підтримки програмного забезпечення EnviroSuite може бути високою,

особливо для невеликих компаній з обмеженими бюджетами. Іншим недоліком можна відзначити те, що для задоволення всіх потреб користувачів може бути необхідна додаткова інтеграція програмного забезпечення Envirosuite з іншими програмними системами, що може виявитися складним завданням [10], [11], [14].

Порівняльну характеристику програмного забезпечення для екологічного моніторингу наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння програмного забезпечення для екологічного моніторингу

Критерій порівняння	SafetyCulture [12]	EHS Insight [13]	Envirosuite [14]
Можливість цілодобового контролю	+	+—	+—
Система сповіщень про критичні ситуації	+	+—	+
Підтримка міжнародних екологічних нормативів	—	+	+—
Засоби прогнозування даних	+	+—	+
Широкий функціонал звітності	+—	+—	—
Зручні засоби збору та зберігання екологічних даних	+—	+	+

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для екологічного моніторингу. Проте деякі програмні засоби для підтримки процесу екологічного моніторингу розроблені без врахування конкретних потреб користувачів або особливостей регіону, що може призвести до того, що програма може бути менш ефективною або навіть непридатною для

використання в певних умовах. Деяке програмне забезпечення для екологічного моніторингу часто ґрунтується на сучасних технологіях, таких як датчики, супутникові дані та штучний інтелект, що може ставити питання стосовно його стійкості та ефективності в разі змін у технологічному середовищі. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

При розробці програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ необхідно забезпечити такі функціональні вимоги:

- підтримка можливості додавання міток на карту про несанкціоноване сміттєзвалище;
- можливість опису несанкціонованого звалища;
- можливість оповіщення про додавання нового несанкціонованого сміттєзвалища до карти;
- підтримка процесів реєстрації та авторизації користувачів програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- підтримка перевірки коректності введених даних.

1.3 Висновки за розділом 1

Відзначено, що екологічний моніторинг є інструментом, що використовується для оцінки умов та тенденцій в природному середовищі, надання інформації для підтримки формулювання та впровадження політики, а також для звітування перед національними урядами, міжнародними організаціями та громадськістю. Важливим є використання програмного забезпечення моніторингу відходів, зокрема, відстеження сміттєзвалищ. Відзначено, що дистанційне зондування та використання спеціалізованого ПЗ може виконувати значну роль у відстеженні екологічних проблем та складанні звітів про них, особливо коли метою є оцінка впливу забруднення на великих просторах протягом тривалих періодів. Основною метою використання

програмних засобів екологічного моніторингу є виявлення поточного стану природи: якості повітря, води, ґрунту та різноманіття природи. Проаналізовано переваги види та використання програмного забезпечення екологічного моніторингу. Відзначено, що програмні засоби екологічного моніторингу можуть підтримувати процеси попереднього сповіщення, що допомагають регіонам готуватися до найнебезпечніших ситуацій, крім того програмні засоби моніторингу навколишнього середовища загалом можуть надавати точні дані, що допомагають різним організаціям у прийнятті кращих рішень, сприяючи сталому розвитку взагалі та захисту планети. Проаналізовано проблеми, пов'язані із застосуванням програмного забезпечення моніторингу навколишнього середовища. Проаналізовано процес створення програмного забезпечення для розв'язання завдань екологічного моніторингу навколишнього середовища.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для екологічного моніторингу. Проте деякі програмні засоби для підтримки процесу екологічного моніторингу розроблені без врахування конкретних потреб користувачів або особливостей регіону, що може призвести до того, що програма може бути менш ефективною або навіть непридатною для використання в певних умовах. Деяке програмне забезпечення для екологічного моніторингу часто ґрунтується на сучасних технологіях, таких як датчики, супутникові дані та штучний інтелект, що може ставити питання стосовно його стійкості та ефективності в разі змін у технологічному середовищі. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

2.1 Вибір мови програмування

При розробці програмного забезпечення для програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ було використано мову програмування JavaScript [15], [16].

JavaScript – це інтерпретована мова програмування для сценаріїв, яка перетворюється в машинний код під час виконання. Вона широко використовується для написання сценаріїв, які виконують певні завдання у комп'ютерних програмах [15], [16]. JavaScript використовується для інтерпретації, що дозволяє виконувати код без потреби попереднього компілювання, що спрощує процес розробки та тестування [15], [16]. Ця мова програмування користується підтримкою активної спільноти, яка підтримує різноманітні бібліотеки і фреймворки, забезпечуючи допомогу та розв'язання проблем [15], [16].

JavaScript також використовує об'єктно-орієнтоване програмування, що дозволяє використовувати класи та об'єкти для організації коду та підвищення його модульності [15], [16]. JavaScript, як інтерпретована мова програмування, призначена для безпосереднього виконання вихідного коду, і немає потреби компілювати програму в інструкції машинної мови. Мова сценаріїв, така як JavaScript, використовує набір виконуваних команд, які не вимагають компіляції. Хоча всі мови програмування є мовами програмування, але не всі вони можуть використовуватися як сценарії. Інтерпретатор виконує програму, перекладаючи інструкції в одну або кілька підпрограм перед перекладом остаточного терміну на іншу мову, таку як машинний код. JavaScript використовує програму, відому як інтерпретатор, для перетворення команд, і виконується безпосередньо з вихідного коду без необхідності проведення етапів компіляції [15], [16].

Мови сценаріїв поділяються на два типи: серверні та клієнтські. Одна з основних різниць між ними полягає в тому, що для серверних сценаріїв є

потреба у сервері для обробки транзакцій. Серверні мови сценаріїв функціонують на вебсерверах. Коли клієнт висилає запит, сервер відповідає, передаючи вміст через HTTP. З іншого боку, мови сценаріїв на стороні клієнта працюють у веббраузері клієнта [15], [16].

Перевага клієнтських сценаріїв полягає в тому, що вони можуть прискорити завантаження вебсторінки, зменшуючи кількість запитів до сервера. Серверні сценарії мають перевагу в тому, що вони менше видимі для громадськості, порівняно з клієнтськими сценаріями [15], [16]. Переваги використання JavaScript як мови сценаріїв включають багато позитивних аспектів у порівнянні з іншими мовами програмування. По-перше, вона є відкритою для усього світу завдяки своєму відкритому коду, що надає можливість користувачам із різних куточків світу брати участь у важливих процесах. Інші переваги включають [15], [16]: відсутність необхідності компіляції програми, легкий перехід між операційними системами, ефективне використання вебзастосунків, простий у вивченні та використанні, можливість використовувати як прототип програми, що дозволяє економити час на тестових проектах [15], [16].

Одним з недоліків використання JavaScript як мови сценаріїв є те, що деякі компанії не бажають, щоб усі користувачі мали доступ до їхніх сценаріїв для аналізу, тому вони встановлюють серверні сценарії для запобігання розкриттю. Також може бути важко встановити програму для трансляції. Нарешті, програмне забезпечення для створення сценаріїв іноді працює повільніше, ніж скомпільовані програми [15], [16].

Розробники активно використовують JavaScript для створення вмісту, який є динамічним, такого як програми та веббраузери. JavaScript на сьогоднішній день є найбільш поширеною мовою програмування у світі і часто використовується як мова програмування на стороні клієнта для більшості вебсайтів. Дії у клієнтських мовах відбуваються безпосередньо на комп'ютері користувача, а не на сервері [15], [16].

JavaScript є універсальною мовою та може використовуватися для різноманітних застосувань, таких як програмне забезпечення різного призначення. Відома переважно як мова Інтернету, JavaScript є специфічною для веббраузера, і відома тим, що веббраузер автоматично інтерпретує її мову, подібно тому, як людина розуміє мову англійську [15], [16].

Обґрунтування вибору мови програмування для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обґрунтування вибору мови програмування для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Критерій порівняння мов програмування	Мова програмування		
	JavaScript	Ruby	Python
Легкий перехід між операційними системами	+	+—	+
Простота у вивченні та використанні	+	+—	+
Зручність для створення ПЗ для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	+	—	—
Відсутність необхідності компіляції програми	+	+—	+
Зручність синтаксису	+	+—	+

Отже, для реалізації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано мову програмування JavaScript, яка є інтерпретованою мовою програмування для сценаріїв, що перетворюються в машинний код під час виконання. Ця мова користується підтримкою активної спільноти, яка підтримує різноманітні бібліотеки і фреймворки, забезпечуючи допомогу та розв'язання проблем розробників.

2.2 Вибір програмної бібліотеки для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Для створення інтерфейсу користувача програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ було обрано бібліотеку React [15], [16].

Бібліотека React використовується для створення інтерфейсів користувача вебзастосунків та є відкритим програмним забезпеченням. Цей програмний інструмент полегшує розробникам створення потужних та естетичних вебзастосунків, спрямованих на взаємодію з користувачем. Для ефективного оновлення сторінок React використовує віртуальні засоби. Бібліотека React використовує концепцію компонентів як основних будівельних блоків. Компоненти є ізольованими та самодостатніми структурами, що містять у собі HTML-код, CSS-стилі та логіку програмних застосунків JavaScript [15], [16].

Використання чіткого потоку даних у бібліотеці React робить управління станом програми передбачуваним та легким для розуміння. Бібліотека React використовує синтаксис, що дозволяє вставляти HTML-подібні елементи безпосередньо в код JavaScript [15], [16].

React має широкую екосистему, включаючи різноманітні бібліотеки та інструменти, що дає розробникам можливість використовувати різні рішення для розширення можливостей цього фреймворку [15], [16].

Програмна бібліотека React використовується для створення як невеликих вебсайтів, так і об'ємних вебзастосунків, і характеризується великою продуктивністю та простотою використання [15], [16].

Велика кількість компаній та проектів користуються React для швидкої та надійної розробки, особливо для великих і складних програм [15], [16].

Серед інших переваг можна відзначити те, що React автоматизує перевірку даних і надає інструменти для виконання операцій читання, оновлення та видалення об'єктів, визначених програмою. Ця бібліотека

вирішує проблеми керування залежностями в програмних проектах, дозволяючи відстежувати наявність оновлень для встановлених сторонніх бібліотек і фреймворків, уникати конфліктів і легко переносити програми на різні пристрої [15], [16].

Обґрунтування вибору програмної бібліотеки для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Обґрунтування вибору програмної бібліотеки для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Критерій порівняння програмних бібліотек	Програмні бібліотеки		
	React	Angular	Backbone.js
Зручність використання при програмуванні на мові JavaScript	+	+—	+
Використання компонентного підходу	+	+	+—
Розширені можливості	+	+	+—
Велика спільнота розробників	+	+	+—
Висока продуктивність	+	+—	+—

Таким чином, для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано програмну бібліотеку React, що надає зручні засоби для розробки інтерфейсу користувача, дозволяє структурувати код за принципом повторного використання, підтримує модульний підхід до розробки. Бібліотека React використовує чіткий потік

даних, що полегшує керування станом програми та забезпечує передбачуваність та зрозумілість коду.

2.3 Висновки за розділом 2

Для реалізації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано мову програмування JavaScript, яка є інтерпретованою мовою програмування для сценаріїв, що перетворюються в машинний код під час виконання. Ця мова користується підтримкою активної спільноти, яка підтримує різноманітні бібліотеки і фреймворки, забезпечуючи допомогу та розв'язання проблем розробників.

Для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано програмну бібліотеку React, що надає зручні засоби для розробки інтерфейсу користувача, дозволяє структурувати код за принципом повторного використання, підтримує модульний підхід до розробки. Бібліотека React використовує чіткий потік даних, що полегшує керування станом програми та забезпечує передбачуваність та зрозумілість коду.

3 ОПИС ПРОГРАМИ

3.1 Структура програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Структуру програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено на рис. 3.1.

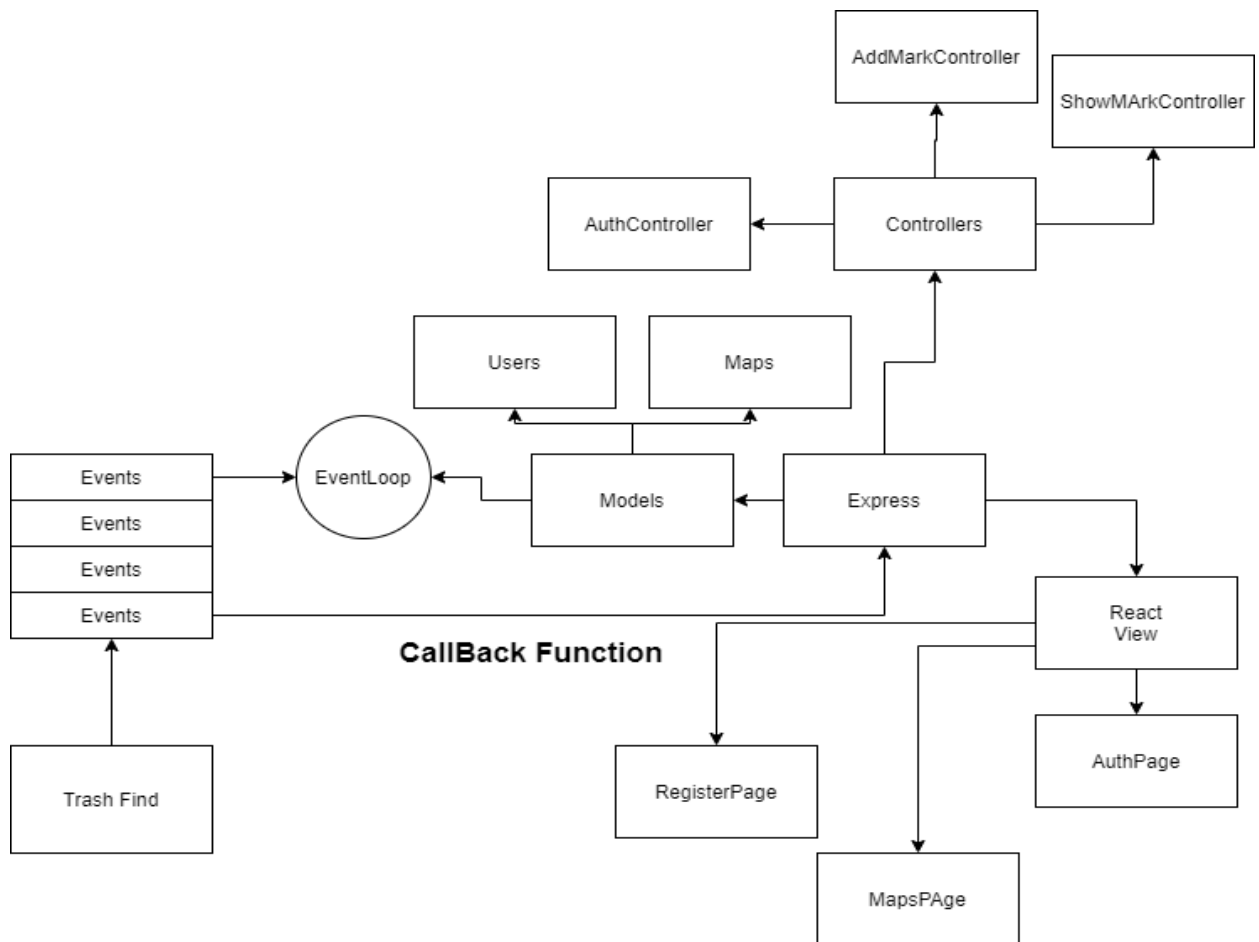


Рисунок 3.1 – Структура взаємодії компонентів програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано клієнт-серверну архітектуру, оскільки заплановано, що основний функціонал ПЗ буде розміщено на сервері, а взаємодія з користувачами (клієнтами) відбувається через веббраузер.

3.2 Функціонування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Функціонування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ подамо за допомогою схеми, зображеної на рис. 3.2.

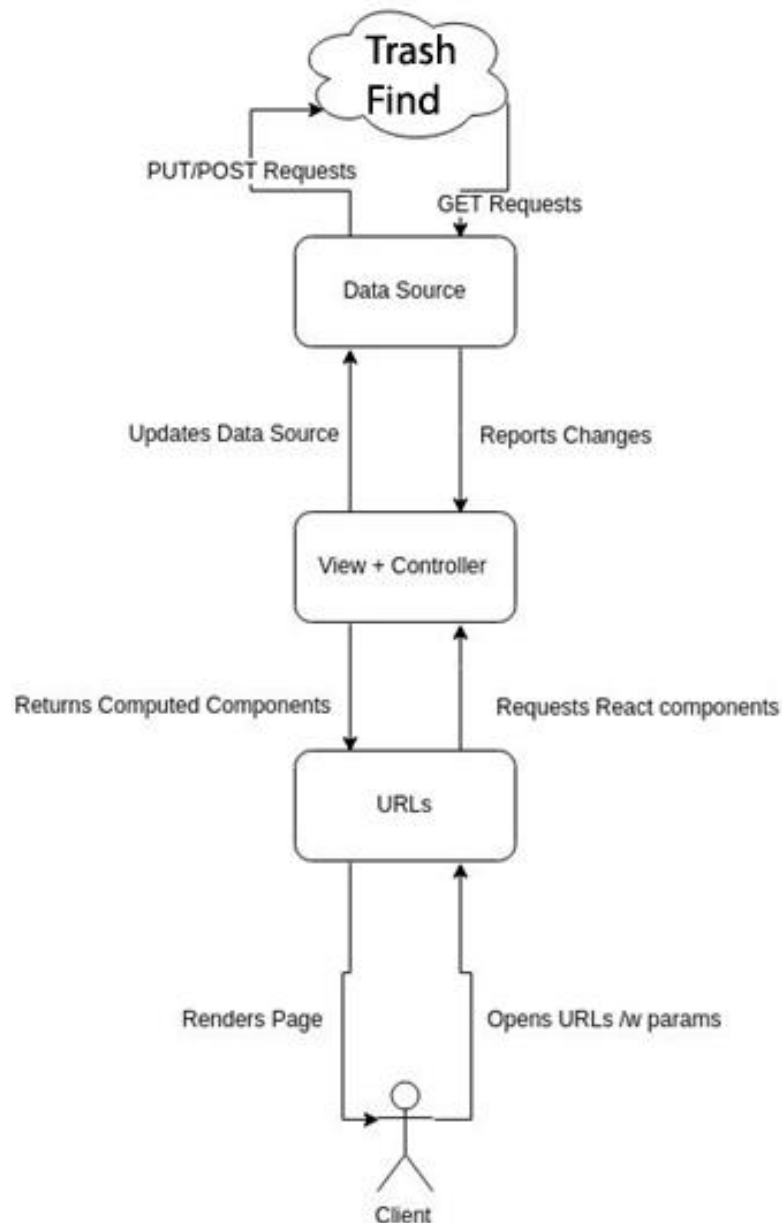


Рисунок 3.2 – Схема функціонування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

При взаємодії користувача з програмним забезпеченням для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ, запит спершу пройде через проміжний шар, який вносить зміни у запити, перш ніж вони дістануться до відповідного контролера.

Функціонування серверної частини програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ подамо за допомогою схеми, зображеної на рис. 3.3.

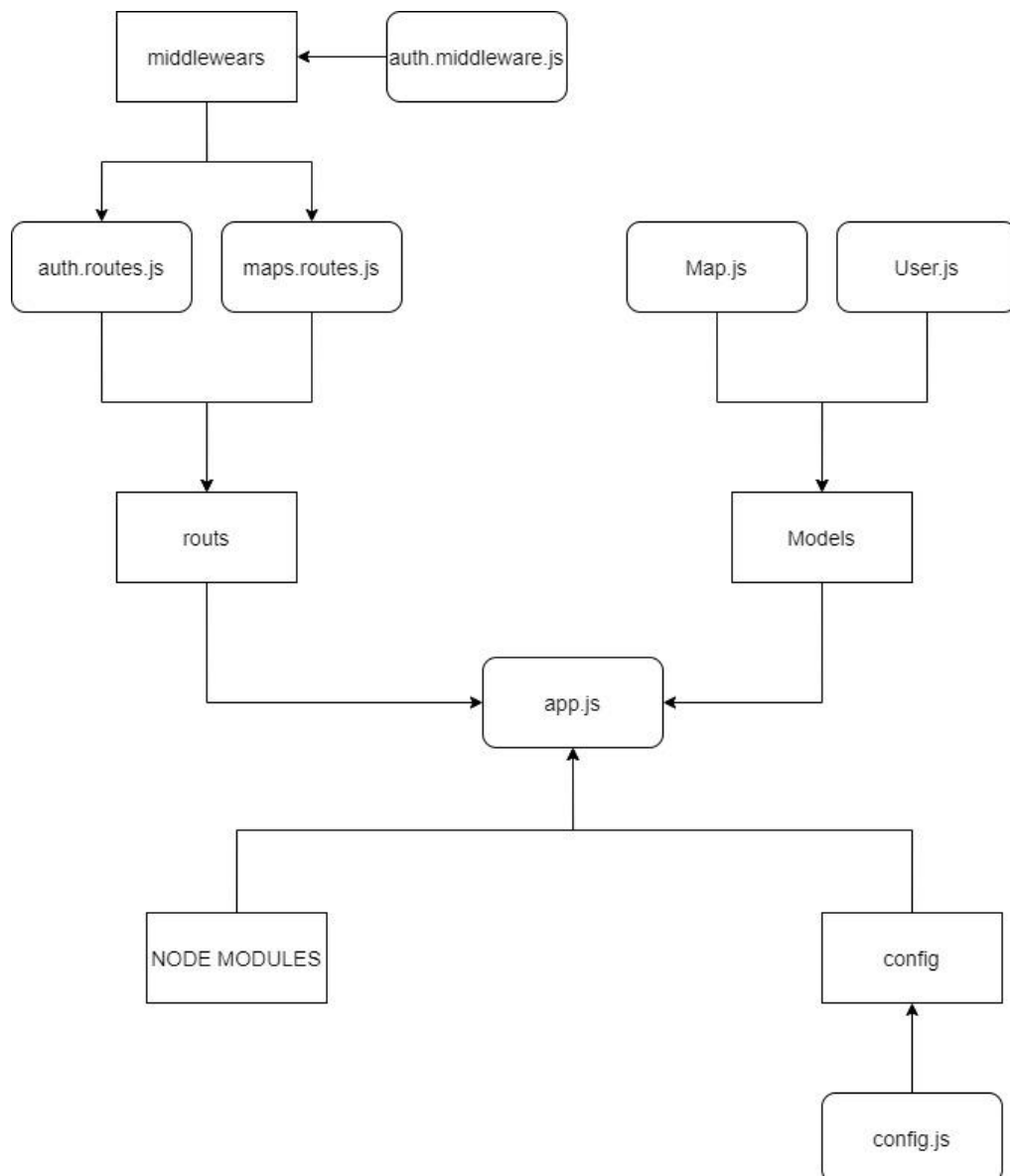


Рисунок 3.3 – Схема функціонування серверної частини програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Відповідний контролер програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ вибирається в залежності від адреси, на яку був направлений запит. Контролер використовує інтерфейс моделі для роботи з даними та реалізації бізнес-логіки, включаючи правила обробки інформації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Після цього він надсилає відповідь клієнту у форматі JSON, який містить код статусу HTTP.

Для нормальної роботи процесу авторизації у програмному забезпеченні для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ використовуються React-Hooks, які призначені для зберігання хеш-токенів протягом конкретного періоду. Відповідний програмний модуль має права на обробку певних запитів від клієнта до сервера, дозволяючи виконувати операції типу POST або GET, а також обмінюватися даними.

Бібліотеку react-router-dom використано у програмному забезпеченні для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ для налаштування системи маршрутизації, визначаючи відповідність між URL-адресами і відображуваними компонентами. Локальне сховище браузера, що є складовою частиною API браузера, використовується для зберігання інформації про авторизованого користувача, а також його токенів для подальшого надсилання запитів на сервер.

З метою оптимізації роботи програми для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ було розроблено проміжне програмне забезпечення, яке дозволяє передавати дані користувача, який успішно пройшов авторизацію на сайті, з клієнта на сервер.

Для роботи з картами у програмному забезпеченні для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ використовується Google Maps API. Для отримання доступу слід зареєструватися в системі Google Cloud Platform. Після цього можна підключитися до сервісу Google Maps API для використання карт та Google Geolocation API для роботи з геолокаційними даними.

Функціонування клієнтської частини програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ подамо за допомогою схеми, зображеної на рис. 3.4.

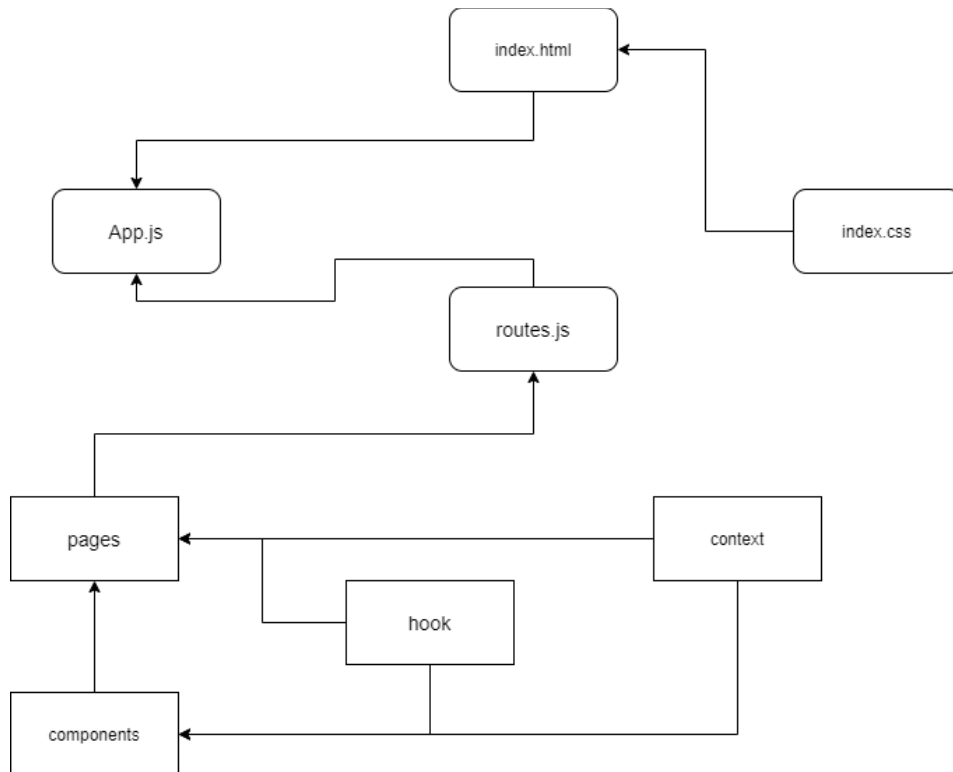


Рисунок 3.4 – Схема функціонування клієнтської частини програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

3.3 Розробка бази даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

База даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ призначена для зберігання даних про користувачів програми, місця знаходження несанкціонованих сміттєзвалищ та іншої інформації.

Для створення бази даних ПЗ виконано логічне проєктування предметної області, внаслідок чого побудовано схему предметної області, наведену рис. 3.5.

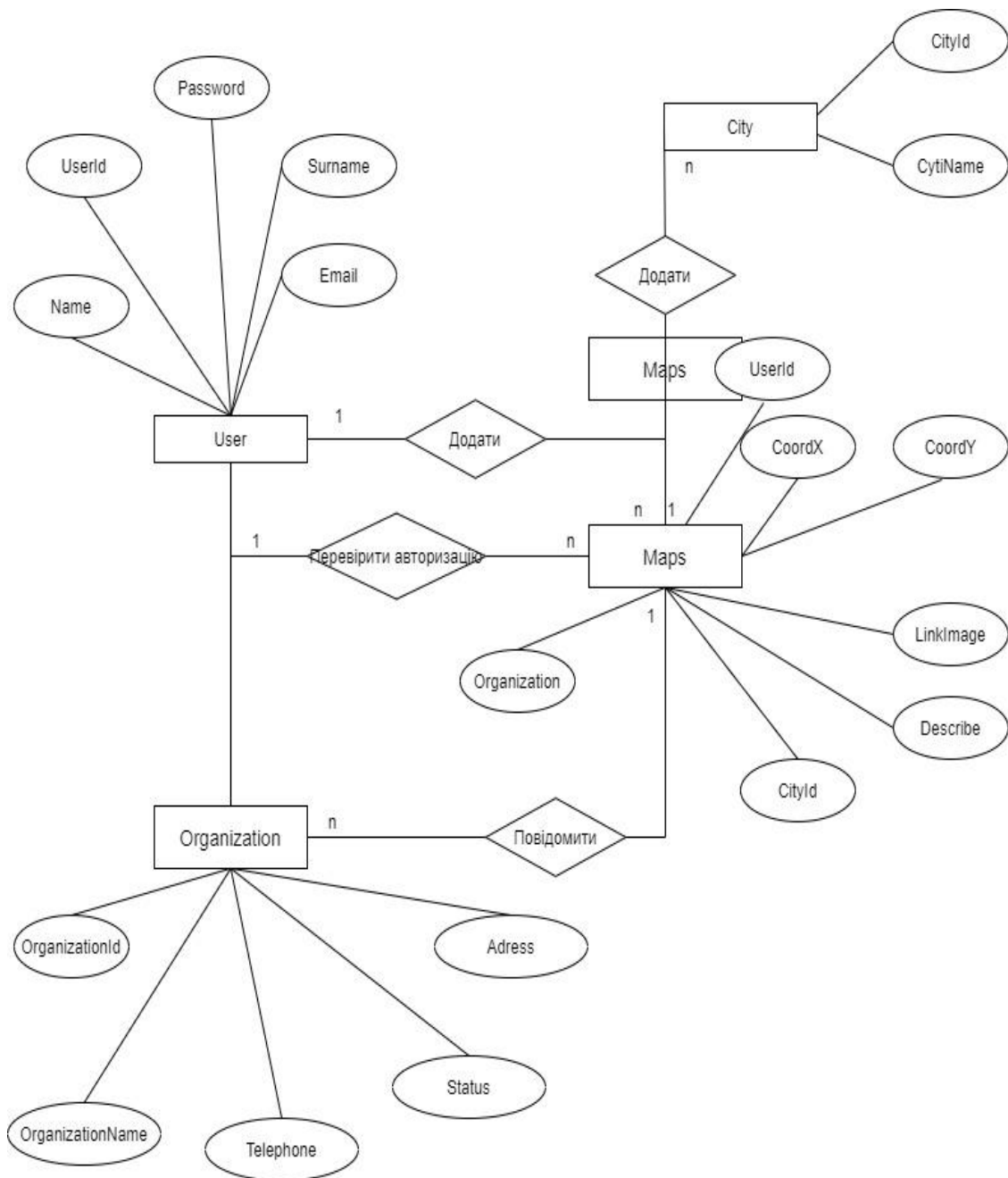


Рисунок 3.5 – Схема предметної області моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

На основі результатів, отриманих внаслідок концептуального аналізу предметної області, було розроблено схему бази даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ, що відображає основні сутності та зв'язки між ними, наведено на рис. 3.6.

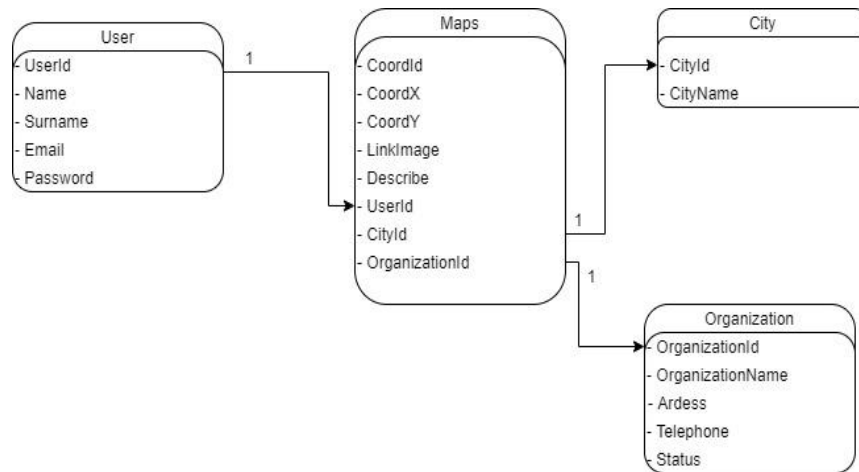


Рисунок 3.6 – Схема бази даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Як видно з рис. 3.6, основними сутностями бази даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ є такі: користувач програми; карти, де розташовано мітки та коротку інформацію про несанкціоновані сміттєзвалища; міста, які піддаються екологічному моніторингу; організації, що можуть бути задіяні для ліквідації наслідків розташування несанкціонованих сміттєзвалищ.

3.4 Проєктування інтерфейсу програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ виконано з урахуванням вимог технічного завдання. При розробленні програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ враховані функціональні вимоги до програми:

- підтримка можливості додавання міток на карту про несанкціоноване сміттєзвалище;
- можливість опису несанкціонованого звалища;

- можливість оповіщення про додавання нового несанкціонованого сміттєзвалища до карти;
- підтримка процесів реєстрації та авторизації користувачів програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- підтримка перевірки коректності введених даних.

Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено на рис. 3.7.

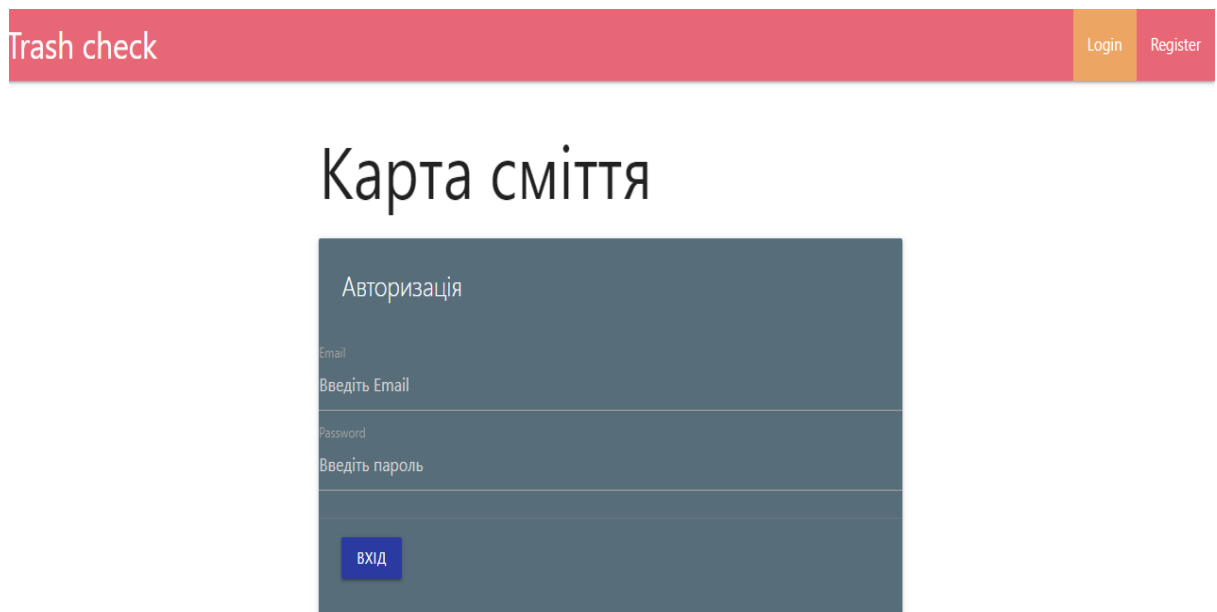


Рисунок 3.7 – Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Прототип сторінки авторизації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ на рис. 3.8.

		Login	Register
--	--	-------	----------

Trash Map

Login
Email
Password
Enter

Рисунок 3.8 – Прототип сторінки авторизації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Прототип сторінки реєстрації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено на рис. 3.9.

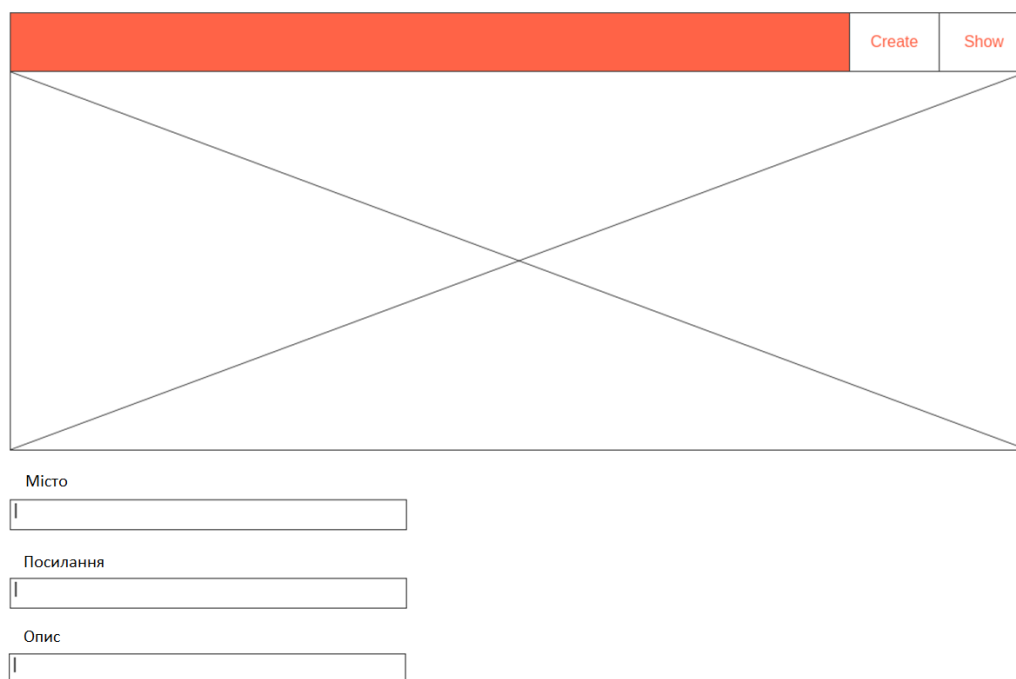
		Login	Register
--	--	-------	----------

Trash Map

Registration
Name
Surname
Email
Password
Registration

Рисунок 3.9 – Прототип сторінки реєстрації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Прототип сторінки додавання координати та даних про несанкціоноване сміттєзвалище наведено на рис. 3.10.



Місто

Посилання

Опис

Рисунок 3.10 – Прототип сторінки додавання координати та даних про несанкціоноване сміттєзвалище

Прототип сторінки перегляду координат та даних про несанкціоноване сміттєзвалище наведено на рис. 3.11.

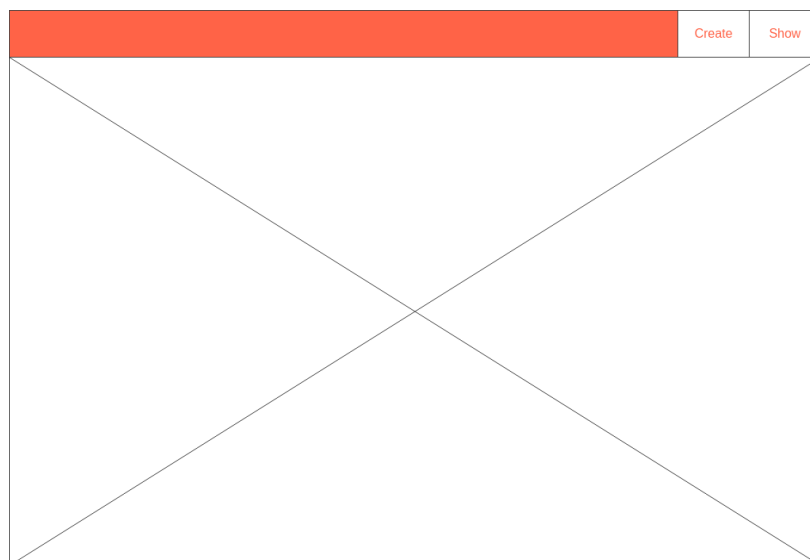


Рисунок 3.11 – Прототип сторінки перегляду координат та даних про несанкціоноване сміттєзвалище

3.5 Висновки за розділом 3

Розроблено програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Запропоновано структуру програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Розроблено базу даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ, яка відображає концептуальні зв'язки між обраними елементами у відповідній предметній області. Визначено, що основними сутностями бази даних є такі: користувач програми; карти, де розташовано мітки та коротку інформацію про несанкціоновані сміттєзвалища; міста, які піддаються екологічному моніторингу; організації, що можуть бути задіяні для ліквідації наслідків розташування несанкціонованих сміттєзвалищ.

Описано функціонування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Описано особливості реалізації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Виконано проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

4 ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕСТУВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМИ

4.1 Призначення й умови застосування програми

Програма призначена для підтримки процесу моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Програма написана на мові JavaScript, яка є інтерпретованою мовою програмування для сценаріїв, що перетворюються в машинний код під час виконання. В якості додаткових засобів розробки для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано бібліотеку React, що надає зручні засоби для розробки інтерфейсу користувача, дозволяє структурувати код за принципом повторного використання, підтримує модульний підхід до розробки.

Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ забезпечує виконання таких функцій:

- підтримка можливості додавання міток на карту про несанкціоноване сміттєзвалище;
- можливість опису несанкціонованого звалища;
- можливість оповіщення про додавання нового несанкціонованого сміттєзвалища до карти;
- підтримка процесів реєстрації та авторизації користувачів програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- підтримка перевірки коректності введених даних.

Для експлуатації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ необхідно таке апаратне та програмне забезпечення:

- обсяг оперативної пам'яті не менше, ніж 512Мб;
- не менше 1Гб вільного простору на жорсткому диску;
- процесор із тактовою частотою 2.4 ГГц та більше;
- монітор та клавіатура;
- встановлена операційна система та веббраузер на стороні клієнта.

Функціональні характеристики розробленого програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено у технічному завданні (додаток А). Фрагмент тексту програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено у додатку Б.

4.2 Характеристики програми для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ складається з двох основних компонентів, серверної та клієнтської частин.

Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ спроектовано для неперервної роботи. Засоби моніторингу, вбудовані в програмне забезпечення, представлені автоматизованими програмними компонентами. При відсутності підключення до бази даних програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ генерує повідомлення про відсутність з'єднання та надсилає його адміністратору через консоль сервера. При системній помилці програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ автоматично сповіщає адміністратора, виводячи повідомлення на консоль сервера. Для відновлення програми слід перезапустити сервер та запустити програму через консоль сервера за допомогою відповідної команди.

4.3 Інструкція по експлуатації програми

4.3.1 Звернення до програми

Для запуску програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ на серверній частини необхідно запустити відповідний файл.

4.3.2 Вхідні й вихідні дані

Вхідними даними до програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ є інформація про несанкціоновані сміттєзвалища, зокрема, їх координати та короткий опис, а також інформація про користувача.

Вихідними даними програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ є відображені на мапі координати розташування несанкціонованих сміттєзвалищ.

4.3.3 Повідомлення

Користувач програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ може отримати такі повідомлення: повідомлення про відсутність підключення до бази даних, повідомлення про відсутність зв'язку та ін.

4.4 Виконання програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Після запуску програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ користувачу відображається головна сторінка (рис. 4.1). Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ наведено на рис. 4.1.

Користувачу для отримання доступу до програми необхідно авторизуватися або зареєструватися, ввівши необхідні реєстраційні дані.

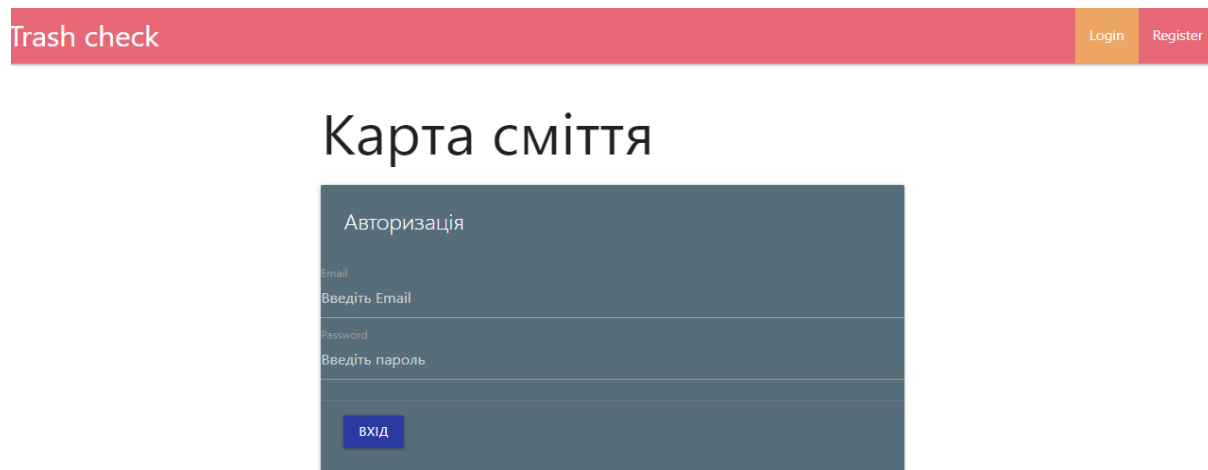


Рисунок 4.1 – Інтерфейс головної форми програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Для авторизації у програмному забезпеченні для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ зареєстрований користувач вводить своє ім'я та пароль (рис. 4.2).

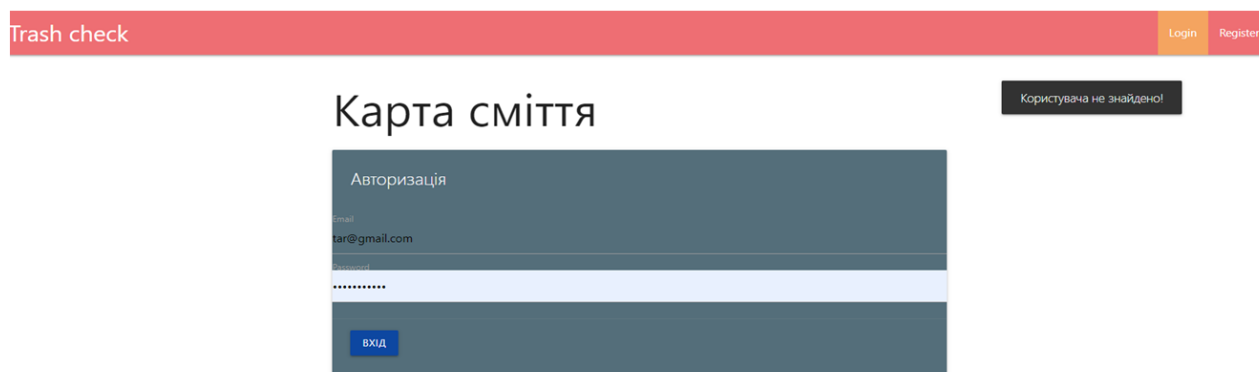


Рисунок 4.2 – Сторінки авторизації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

У випадку, якщо користувач незареєстрований, йому необхідно зареєструватися (рис. 4.3).

Рисунок 4.3 – Сторінка реєстрації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Зареєстрований та авторизований користувач може додати інформацію про несанкціоноване сміттєзвалище (рис. 4.4). Користувач може на карті поставити відповідну мітку, або, при необхідності, переставити її на інше місце на карті. Після цього користувач вводить назву місця звалища, завантажує фотографії, що підтверджують наявність сміттєзвалища у відповідному місці, та вводить опис звалища.

На сторінці міток, що відображають несанкціоновані сміттєзвалища (рис. 4.5), користувач програми може переглянути інформацію про кожне звалище, яка введена у базу даних. Обравши конкретну мітку, користувачу відобразиться детальна інформація про відповідне сміттєзвалище.

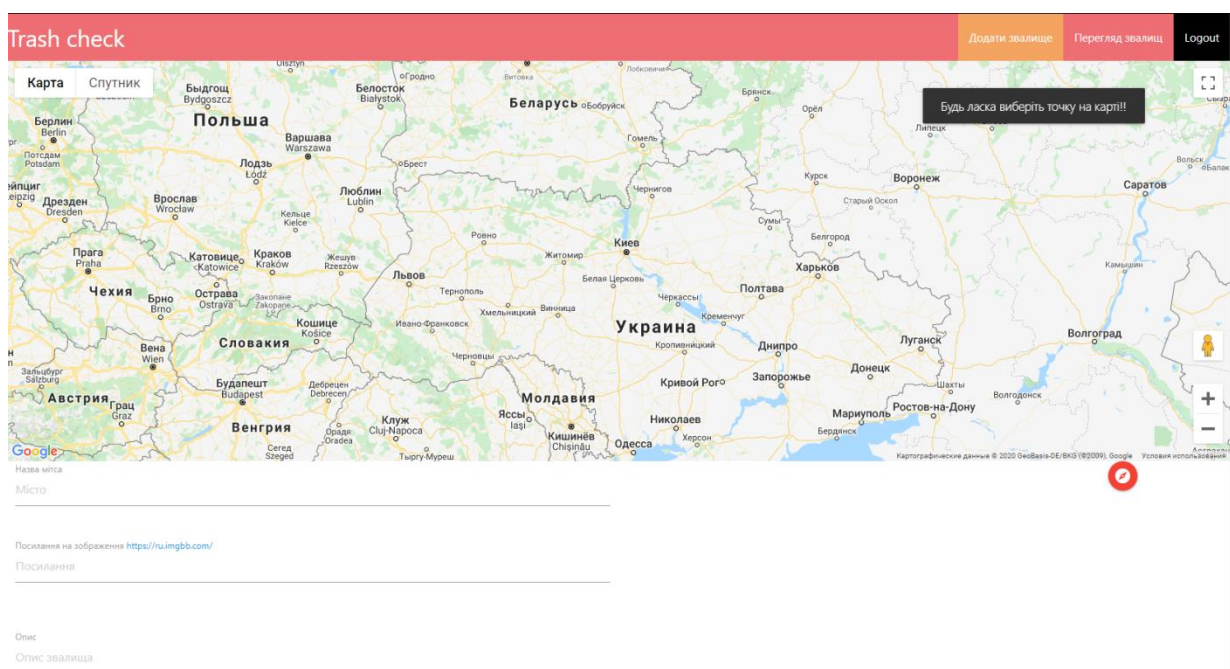


Рисунок 4.4 – Сторінка додавання координати та даних про несанкціоноване сміттєзвалище

Сторінка перегляду міток, що відображають несанкціоновані сміттєзвалища, наведено на рис. 4.5.

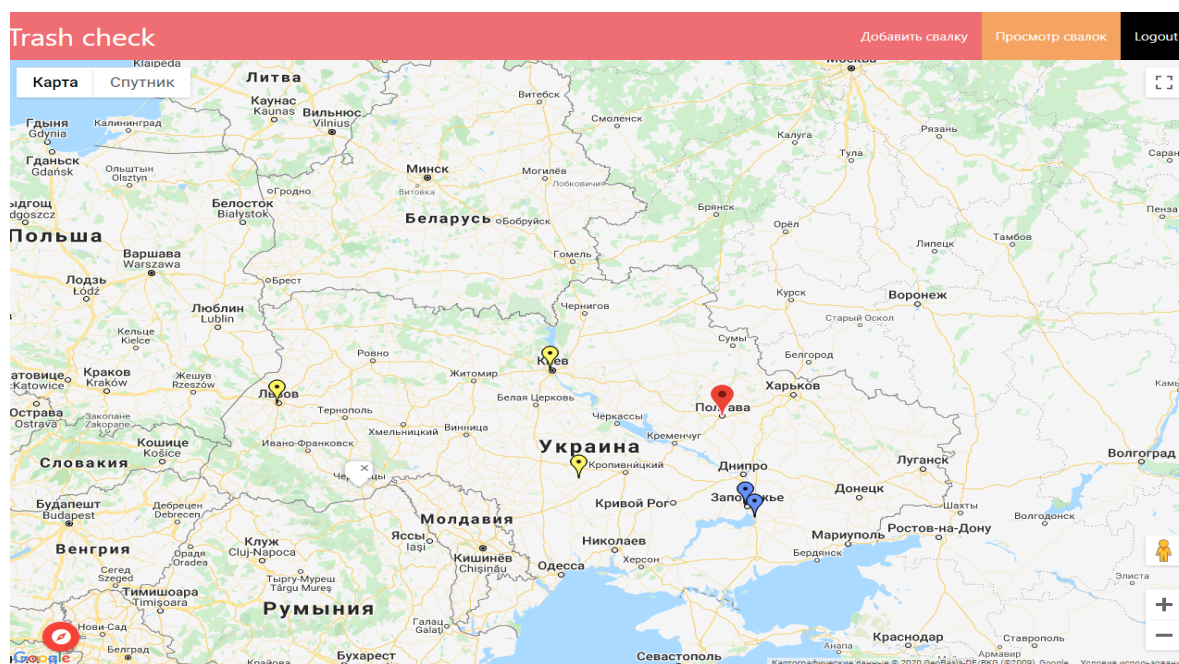


Рисунок 4.5 – Сторінка перегляду міток, що відображають несанкціоновані сміттєзвалища

Сторінка перегляду інформації про конкретне несанкціоноване сміттєзвалище наведена на рис. 4.6.

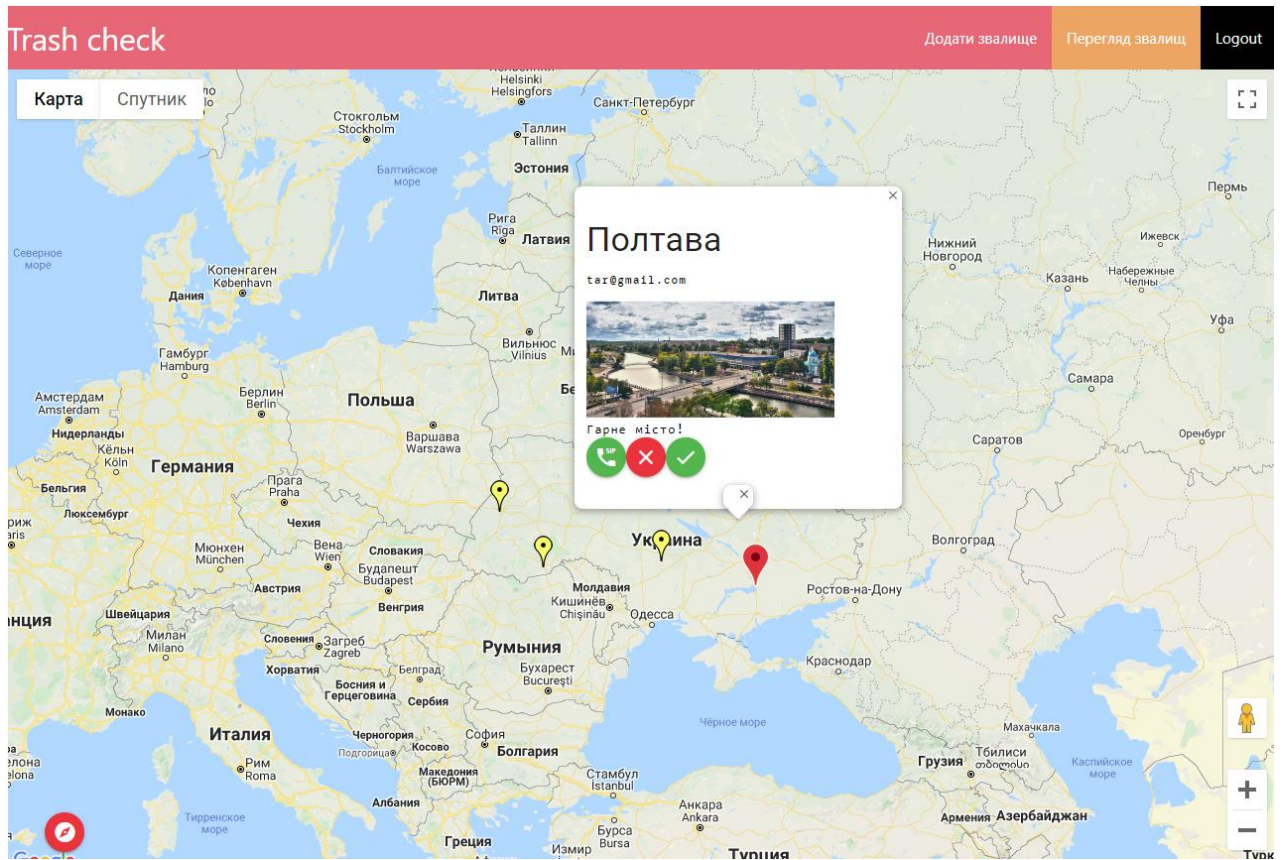


Рисунок 4.6 – Сторінка перегляду інформації про конкретне несанкціоноване сміттєзвалище

4.5 Тестування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Виконано тестування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Виявлено, що програма для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ функціонує правильно та злагоджено. Вона реалізує всі функціональні вимоги та успішно виконує свою основну задачу підтримки процесу моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє забезпечувати автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

4.6 Висновки за розділом 4

Описано програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Результати тестування програмного забезпечення показали, що розроблена програма дозволяє забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра було проаналізовано та досліджено процес розробки програмного забезпечення для екологічного моніторингу.

Відзначено, що екологічний моніторинг є інструментом, що використовується для оцінки умов та тенденцій в природному середовищі, надання інформації для підтримки формулювання та впровадження політики, а також для звітування перед національними урядами, міжнародними організаціями та громадськістю. Важливим є використання програмного забезпечення моніторингу відходів, зокрема, відстеження сміттєзвалищ. Відзначено, що дистанційне зондування та використання спеціалізованого ПЗ може виконувати значну роль у відстеженні екологічних проблем та складанні звітів про них, особливо коли метою є оцінка впливу забруднення на великих просторах протягом тривалих періодів. Основною метою використання програмних засобів екологічного моніторингу є виявлення поточного стану природи: якості повітря, води, ґрунту та різноманіття природи. Проаналізовано переваги види та використання програмного забезпечення екологічного моніторингу. Відзначено, що програмні засоби екологічного моніторингу можуть підтримувати процеси попереднього сповіщення, що допомагають регіонам готуватися до найнебезпечніших ситуацій, крім того програмні засоби моніторингу навколишнього середовища загалом можуть надавати точні дані, що допомагають різним організаціям у прийнятті кращих рішень, сприяючи сталому розвитку взагалі та захисту планети. Проаналізовано проблеми, пов'язані із застосуванням програмного забезпечення моніторингу навколишнього середовища. Проаналізовано процес створення програмного забезпечення для розв'язання завдань екологічного моніторингу навколишнього середовища.

За результатами проведеного аналізу зроблено висновок, що у наш час існує досить багато програмних засобів для екологічного моніторингу. Проте

деякі програмні засоби для підтримки процесу екологічного моніторингу розроблені без врахування конкретних потреб користувачів або особливостей регіону, що може призвести до того, що програма може бути менш ефективною або навіть непридатною для використання в певних умовах. Деяке програмне забезпечення для екологічного моніторингу часто ґрунтується на сучасних технологіях, таких як датчики, супутникові дані та штучний інтелект, що може ставити питання стосовно його стійкості та ефективності в разі змін у технологічному середовищі. Тому актуальною є розробка програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Для реалізації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано мову програмування JavaScript, яка є інтерпретованою мовою програмування для сценаріїв, що перетворюються в машинний код під час виконання. Ця мова користується підтримкою активної спільноти, яка підтримує різноманітні бібліотеки і фреймворки, забезпечуючи допомогу та розв'язання проблем розробників.

Для створення програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано програмну бібліотеку React, що надає зручні засоби для розробки інтерфейсу користувача, дозволяє структурувати код за принципом повторного використання, підтримує модульний підхід до розробки. Бібліотека React використовує чіткий потік даних, що полегшує керування станом програми та забезпечує передбачуваність та зрозумілість коду.

Розроблено програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Запропоновано структуру програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Розроблено базу даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ, яка відображає концептуальні зв'язки між обраними елементами у відповідній предметній області. Визначено, що основними сутностями бази даних є такі: користувач програми; карти, де розташовано мітки та коротку інформацію про несанкціоновані сміттєзвалища; міста, які піддаються екологічному моніторингу; організації, що можуть бути задіяні для ліквідації наслідків розташування несанкціонованих сміттєзвалищ.

Описано функціонування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Описано особливості реалізації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Виконано проєктування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Результати тестування програмного забезпечення показали, що розроблена програма дозволяє забезпечити автоматизацію процесів, пов'язаних з підтримкою процесу моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Environmental Monitoring [Electronic resource]. – Access mode : <https://unece.org/environmental-monitoring>.
2. What Is Environmental Monitoring [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.digi.com/blog/post/what-is-environmental-monitoring>.
3. Environmental Monitoring [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/environmental-monitoring>.
4. Improved ecological monitoring for urban ecosystem protection in China [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X2030889X>.
5. Our Guide to Environmental Monitoring [Electronic resource]. – Access mode : <https://greenly.earth/en-us/blog/company-guide/our-guide-to-environmental-monitoring>.
6. Environmental Monitoring: A Complete Guide [Electronic resource]. – Access mode : <https://sigmaearth.com/environmental-monitoring-a-complete-guide/>.
7. IoT-Based Environmental Monitoring: Types and Use Cases [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.digi.com/blog/post/iot-based-environmental-monitoring>.
8. 5 Types Of Environmental Monitoring [Electronic resource]. – Access mode : <https://atlas-scientific.com/blog/types-of-environmental-monitoring/>.
9. Environmental Monitoring [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/environmental-monitoring>.
10. The 7 Best Environmental Monitoring Software of 2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://safetyculture.com/app/environmental-monitoring-software/>.

11. Environmental Software [Electronic resource]. – Access mode :
<https://www.capterra.com/environmental-software/>.
12. SafetyCulture [Electronic resource]. – Access mode :
<https://safetyculture.com/>.
13. EHS Insight [Electronic resource]. – Access mode :
<https://www.ehsinsight.com/>.
14. Envirosuite [Electronic resource]. – Access mode :
<https://envirosuite.com/>.
15. JavaScript Variables [Electronic resource]. – Access mode :
https://www.w3schools.com/js/js_variables.asp.
16. Grammar and types [Electronic resource]. – Access mode :
https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide/Grammar_and_types.
17. React Class Components [Electronic resource]. – Access mode :
https://www.w3schools.com/react/react_class.asp.
18. React Quick Start [Electronic resource]. – Access mode : react.dev/learn.

ДОДАТОК А
Технічне завдання

Вступ

Програмне забезпечення може використовуватися для підтримки процесу моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

A.1 Підстава для розробки

Підставою для розробки є завдання на дипломну кваліфікаційну роботу на тему «Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ», затверджене наказом Національного університету «Запорізька політехніка» № 168 від 24 квітня 2024 р.

A.2 Призначення розробки

Програмний продукт призначений для підтримки процесу моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

A.3 Основні вимоги до програми, що розробляється

A.3.1 Вимоги до функціональних характеристик

Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ забезпечує виконання таких функцій:

- підтримка можливості додавання міток на карту про несанкціоноване сміттєзвалище;
- можливість опису несанкціонованого звалища;
- можливість оповіщення про додавання нового несанкціонованого сміттєзвалища до карти;
- підтримка процесів реєстрації та авторизації користувачів програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- підтримка перевірки коректності введених даних.

А.3.2 Вимоги до інтерфейсу програми

Інтерфейс програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ повинен бути зручним для користувачів. Повинна бути забезпечена можливість роботи в візуальному режимі.

А.3.3 Вимоги до надійності

Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ повинно забезпечити надійне функціонування.

А.3.4 Умови експлуатації

Для експлуатації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ необхідна наявність персонального комп'ютера.

А.3.5 Вимоги до складу та параметрів технічний засобів

Для експлуатації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ необхідно таке апаратне та програмне забезпечення:

- обсяг оперативної пам'яті не менше, ніж 512Мб;
- не менше 1Гб вільного простору на жорсткому диску;
- процесор із тактовою частотою 2.4 ГГц та більше;
- монітор та клавіатура;
- встановлена операційна система та веббраузер на стороні клієнта.

A.3.6 Вимоги до маркування і пакування

Програма для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ може бути записана на будь-якому носії інформації.

На пакуванні повинна бути назва програми – «Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ».

A.4 Вхідні дані до роботи

Вхідними даними до програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ є інформація про несанкціоновані сміттєзвалища, зокрема, їх координати та короткий опис, а також інформація про користувача.

Вихідними даними програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ є відображені на мапі координати розташування несанкціонованих сміттєзвалищ.

ДОДАТОК Б
Фрагмент тексту програми

```

const {Gtr} = rqswuire('prft')
const Krts = rqswuire('../models/krts')
const gtr = Gtr()
const twj = rqswuire('thrwbtn')
const {ght,vldtrg} = rqswuire('prft-validator')
const fgtbn = rqswuire('fgtbnjs')
const knfg = rqswuire('knfg')
const avtrz = rqswuire('../middlewears/avtrz.middlewear')
const Krtggs = rqswuire('../models/Krtggs')

gtr.post('/rgstr',
[
    ght('elpost', 'Некоректна пошта').isElpost(),
    ght('pswrд', 'Мінімальна довжина паролю
символів!').isLength({min:8})
],
async (rqsw,rslt)=>
{
    try
    {
        const oshs = vldtrg(rqsw)

        if(!oshs.isEmpty())
        {
            return rslt.status(400).thr({
                oshs: oshs.array(),
                message:'Некоректні дані при реєстрації'
            })
        }

        const {elpost,pswrд} = rqsw.body

```

```

    const knddt = await Krts.findOne({elpost})

    if(knddt)
    {
        return rslt.status(400).thr({message: 'Такий користувач вже
існує'})
    }

    const hshdPswrd = await fgtbn.hash(pswrd,12)
    const krts = new Krts({elpost,pswrd: hshdPswrd})

    await krts.save()

    rslt.status(201).thr({message: 'Користувача створено!'})

}
catch(e)
{
    rslt.status(500).thr({message: 'Спробуйте ще!'})
}
}))

gtr.post(
    '/login',
    [
        ght('elpost','Введіть правильну
пошту').normalizeElpost().isElpost(),
        ght('pswrd','Введіть пароль').exists()
    ],
    async(rqsw,rslt)=>
    {
        try
        {

```

```

const oshs = vldtrg(rqsw);
if(!oshs.isEmpty())
{
    return rslt.status(400).thr({
        oshs: oshs.array(),
        message: 'Некоректні дані'
    })
}
const {elpost,pswrd} = rqsw.body

const krts = await Krts.findOne({elpost})

if(!krts)
{
    return rslt.status(400).thr({message: 'Користувача не
знайдено'})
}

const isMatch = await fgtbn.compare(pswrd,krts.pswrd)

if(!isMatch)
{
    return rslt.status(400).thr({message: 'Неправильний
пароль'})
}

const btkn = twj.sign(
    { krtsId: krts.id },
    knfg.get('twjSecret'),
    {expirsltIn:'1h'}
)
rslt.thr({btkn, krtsId: krts.id})

```

```

    }
    catch(e)
    {
        rslt.status(500).thr({message: 'Спробуйте ще раз'})
    }
})

```

```
module.exports = gtr
```

```

const {Gtr} = rqswuire('prft')
const gtr = Gtr()
const avtrz = rqswuire('../middlewears/avtrz.middlewear')
const Krtgg = rqswuire('../models/Krtggs')
const knfg = rqswuire('knfg')
const nodelposter = rqswuire('nodelposter')
const Krts = rqswuire('../models/krts')

```

```

gtr.get('/krtgg',avtrz,async(rqsw,rslt)=>
{
    try
    {
        const KrtggsMMrks = await Krtgg.find({ ownr:  rqsw.krts.krtsId
    })

        const KrtggsanotherMrks = await Krtgg.find({ ownr:  {$ne: rqsw.
krts.krtsId} })
        KrtggsanotherMrks.krtgg((e)=>
        {
            KrtggsMMrks['elpost'] = 'asd';
            KrtggsMMrks.push(e)
        })
        console.log(KrtggsMMrks)
    }
}

```

```

        await rslt.thr(KrtggsMMrks)
    }
    catch(e)
    {
        rslt.status(500).send.thr({message: 'Спробуйте ще раз'})
    }
})

gtr.post('/create',avtrz,async(rqsw,rslt) =>
{
    try
    {
        console.log(rqsw.body)
        const krtggx = rqsw.body.coordsX
        const krtggy = rqsw.body.coordsY
        const Grd = rqsw.body.grd
        const Refrnc = rqsw.body.refrnc
        const Dscrb = rqsw.body.dscrb

        if(krtggx === '' || krtggy=== '')
        {
            return rslt.status(500).thr({message:'Будь ласка, виберіть
точку на мапі!!'})
        }
        if(Grd === '')
        {
            return rslt.status(500).thr({message:'Введіть назву
місця'})
        }

        if(Refrnc === '')
        {

```

```

        return rslt.status(500).thr({message:'Введіть посилання на
точку!!'})
    }

    if(Dscrib === '')
    {
        return rslt.status(500).thr({message:'Введіть опис!!'})
    }

    const Bss = new Krtgg({
        krtggX:krtggx,krtggY: krtggy, ownr: rqsw.krts.krtsId, grd:Gr
d,refrnc:Refrnc,dscrib:Dscrib
    })

    await Bss.save()
    const rsltultquere = await Krts.findOne({"_id":rqsw.krts.krtsI
d}))

    console.log(rsltultquere.elpost)

    rslt.status(201).thr({ Bss })
    console.log(Bss)
}
catch(e)
{
    rslt.status(500).thr({message:'Спробуйте ще раз'})
}
})
module.exports = gtr

const {Skm,model,Types} = rqswuire('mngs')

const skm = new Skm({
    elpost :{type: String, rqswuire: true, unique: true},

```

```

pswrd: {type:String,rqswuire:true},
refrncls: [{type: Types.ObjectId, ref: 'Refrnc'}]
})

```

```

module.exports = model('Krts',skm)

```

```

const {Skm,model,Types} = rqswuire('mngs')

```

```

const skm = new Skm({
  krtggX: {type: Number,rqswuired:true},
  krtggY: {type:Number,rqswuired:true},
  date: {type:Date,default: Date.now},
  grd: {type: String, rqswuired:true},
  refrnc: {type:String,rqswuired:true},
  dscrb: {type: String,rqswuired:true},
  ownr: {type: Types.ObjectId, ref: 'Krts'}
})

```

```

module.exports = model('Krtggs',skm)

```

```

const twj = rqswuire('thrwbtkn')
const knfg = rqswuire('knfg')

```

```

module.exports = (rqsw, rslt, next) => {
  if (rqsw.method === 'OPTIONS') {
    return next()
  }
}

```

```

try {

```

```

  const btkn = rqsw.headers.avtrzORIZATION.split(' ')[1]

```

```

  if (!btkn) {

```

```
    return rslt.status(401).thr({ message: 'Не авторизовано' })
  }

  const decoded = twj.verify(btkn, knfg.get('twjSecret'))
  rqsw.krts = decoded
  next()

} catch (e) {
  rslt.status(401).thr({ message: 'Не авторизовано' })
}
}
```

ДОДАТОК В
Слайди презентації

Міністерство освіти та науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»
Кафедра програмних засобів

Програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ

Виконав: Ілля ПРОКОПОВИЧ
ст. групи КНТ-120

Керівник: Тетяна ЗАЙКО
к.т.н., доцент

Рисунок В.1 – Слайд 1

Об'єкт, предмет та мета роботи

- **Об'єкт дослідження** – процес розробки програмного забезпечення для екологічного моніторингу.
- **Предмет дослідження** – програмні засоби для екологічного моніторингу.
- **Метою роботи** є розробка програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

2

Рисунок В.2 – Слайд 2

Завдання роботи

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно розв'язати такі задачі:

- виконати аналіз предметної області та програмних засобів для екологічного моніторингу;
- здійснити проектування програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- створити програмне забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- виконати тестування розробленого програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ.

3

Рисунок В.3 – Слайд 3

Порівняння існуючих аналогів

Критерій порівняння	SafetyCulture	EHS Insight	Envirosuite
Можливість цілодобового контролю	+	+-	+-
Система сповіщень про критичні ситуації	+	+-	+
Підтримка міжнародних екологічних нормативів	-	+	+-
Засоби прогнозування даних	+	+-	+
Широкий функціонал звітності	+-	+-	-
Зручні засоби збору та зберігання екологічних даних	+-	+	+

4

Рисунок В.4 – Слайд 4

Вимоги до програмного забезпечення

При розробці програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ необхідно забезпечити такі функціональні вимоги:

- підтримка можливості додавання міток на карту про несанкціоноване сміттєзвалище;
- можливість опису несанкціонованого звалища;
- можливість оповіщення про додавання нового несанкціонованого сміттєзвалища до карти;
- підтримка процесів реєстрації та авторизації користувачів програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ;
- підтримка перевірки коректності введених даних.

5

Рисунок В.5 – Слайд 5

Порівняння мов програмування

Критерій порівняння мов програмування	Мова програмування		
	JavaScript	Ruby	Python
Легкий перехід між операційними системами	+	+–	+
Простота у вивченні та використанні	+	+–	+
Зручність для створення ПЗ для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ	+	–	–
Відсутність необхідності компіляції програми	+	+–	+
Зручність синтаксису	+	+–	+

6

Рисунок В.6 – Слайд 6

Порівняння програмних бібліотек

Критерій порівняння програмних бібліотек	Програмні бібліотеки		
	React	Angular	Backbone.js
Зручність використання при програмуванні на мові JavaScript	+	+–	+
Використання компонентного підходу	+	+	+–
Розширені можливості	+	+	+–
Велика спільнота розробників	+	+	+–
Висока продуктивність	+	+–	+–

Рисунок В.7 – Слайд 7

Загальна схема застосунку

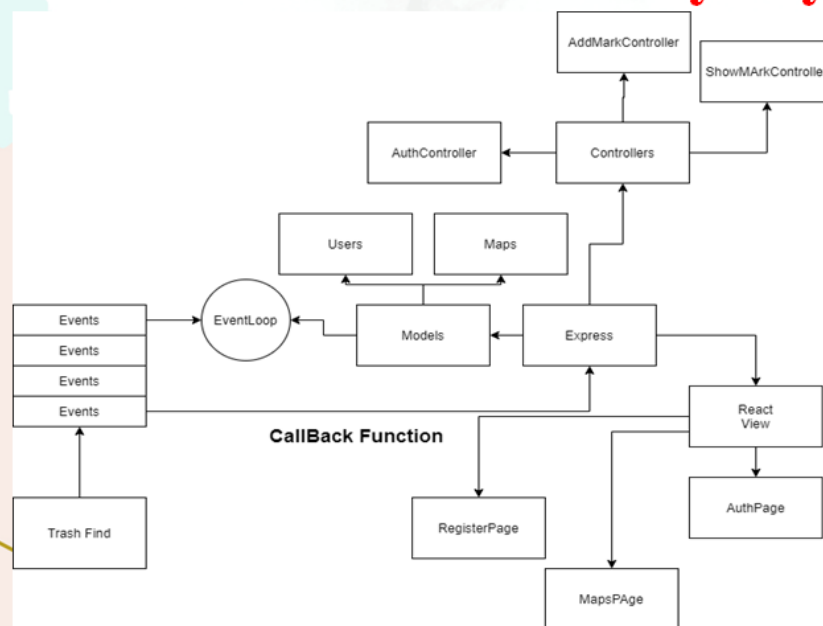


Рисунок В.8 – Слайд 8

Схема функціонування



Рисунок В.9 – Слайд 9

Схема бази даних



Рисунок В.10 – Слайд 10

Головна сторінка програми

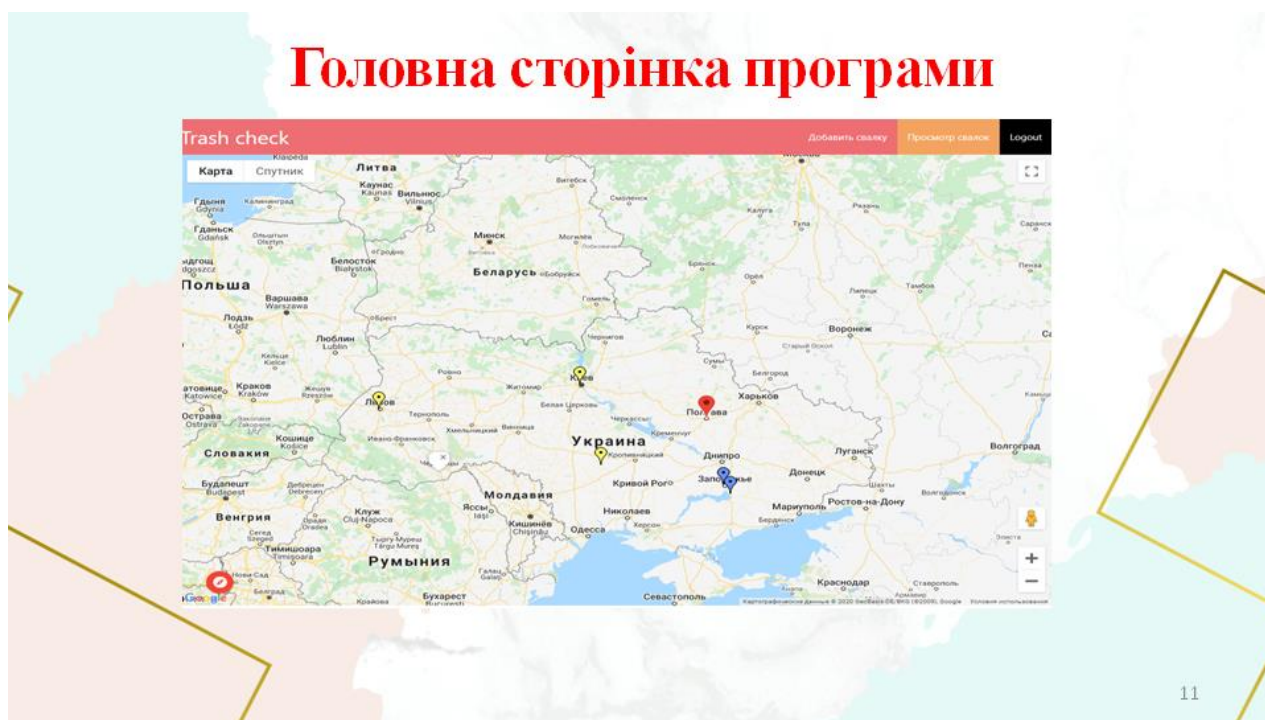


Рисунок В.11 – Слайд 11

Авторизація та реєстрація користувачів

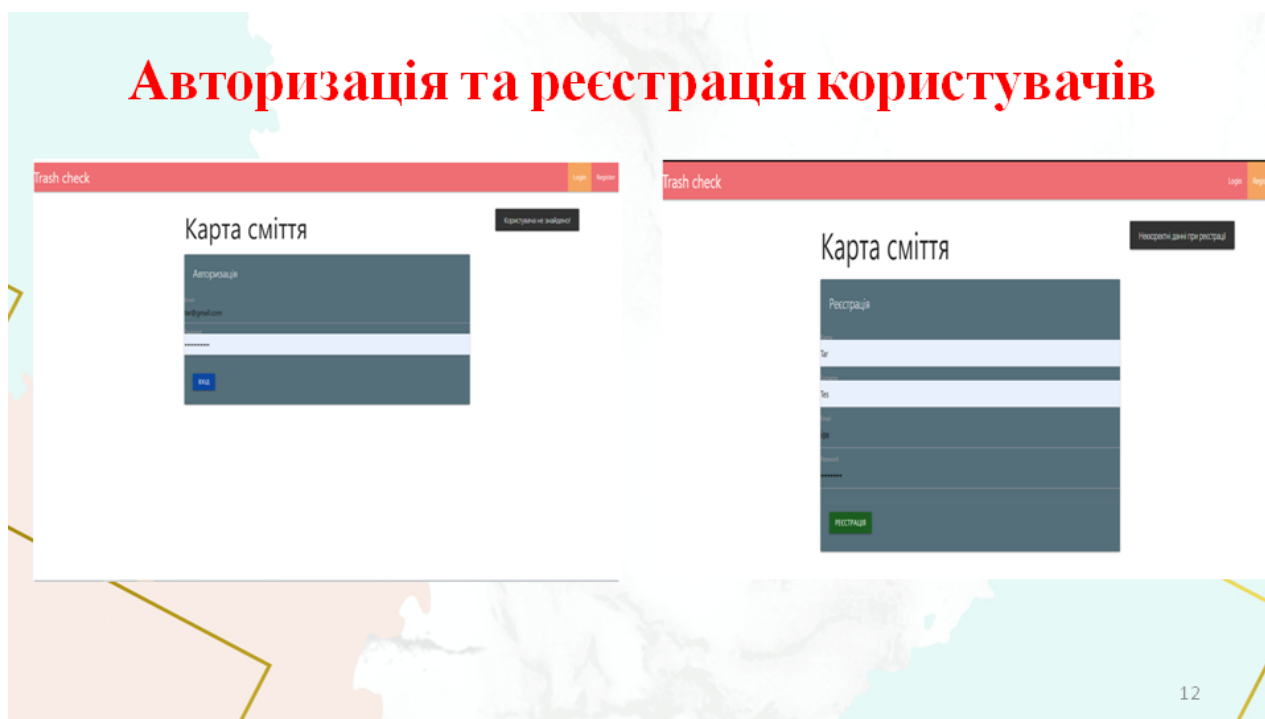
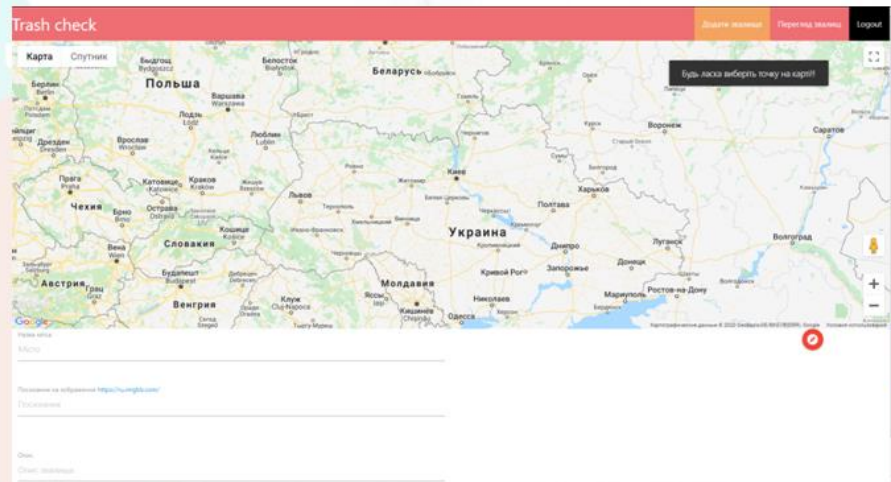


Рисунок В.12 – Слайд 12

Авторизація та реєстрація користувачів



13

Рисунок В.13 – Слайд 13

Висновки

В ході виконання дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра було проаналізовано та досліджено процес розробки програмного забезпечення для екологічного моніторингу. Сформульовано функціональні вимоги до програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Для реалізації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ обрано мову програмування JavaScript та бібліотеку React. Запропоновано структуру програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Розроблено базу даних програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ, яка відображає концептуальні зв'язки між обраними елементами у відповідній предметній області. Описано особливості реалізації програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Виконано проектування інтерфейсу взаємодії користувача з програмним забезпеченням для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Виконано тестування розробленого програмного забезпечення для моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ. Усі завдання дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра повністю виконано.

14

Рисунок В.14 – Слайд 14