

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій, обліку та фінансів
Кафедра комп'ютерних технологій
і моделювання систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Грицкевич Данило Олегович

УДК 911.3:004.71

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ ТА АНАЛІЗУ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН ЖИТОМИРЩИНИ

122 «Комп'ютерні науки»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Ковальчук Майя Олегівна,
доцент кафедри КТіМС, к.п.н.

Житомир – 2024

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ _____ від « _____ » _____ 20 _____ р.

Завідувач кафедри _____

_____ (науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

« _____ » _____ 20 _____ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)

(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

_____ (науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Грицкевич Д. О. Інформаційна система геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки. - Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці інформаційної системи для управління рекреаційною сферою Житомирщини. Основною проблемою, яку вирішує ця робота, є відсутність єдиної інформаційної системи, яка містить актуальну інформацію про рекреаційну сферу Житомирщини. Інформаційна система дозволяє населенню здійснювати зручний пошук місць відпочинку, проектантам рекреаційних пунктів – виявляти найбільш придатні ділянки для розташування місць відпочинку та якісно формувати проектно-кошторисну документацію, державному спеціалізованому господарському підприємству – ефективно керувати рекреаційною сферою Житомирщини.

Для досягнення цієї мети у теоретичній частині роботи було проведено аналіз предметної області та існуючих рішень у сфері управління рекреаційною сферою Житомирщини, а також обґрунтовано доцільність розробки системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини.

У практичній частині роботи було розроблено функціональну модель, базу даних інформаційної системи та інтерфейс користувача, а також реалізовано основні функції системи: відображення інформації про рекреаційні пункти, лісові пожежі, природно-заповідний фонд Житомирщини, вимоги до формування проектно-кошторисної документації та відгуки користувачів. Розроблену інформаційну систему було протестовано на предмет виявлення недоопрацювань, здійснено аналіз та усунення виявлених недоліків.

Ключові слова: рекреаційна сфера, інформаційна система, проектно-кошторисна документація, природно-заповідний фонд, рекреаційний пункт, ГІС.

SUMMARY

Hrytskevych D. O. Information system of geoinformation mapping and analysis of recreational zones of Zhytomyr region. - Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 122 - Computer science. - Polis National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work is devoted to the development of an information system for managing the recreational sphere of Zhytomyr Oblast. The main problem that this work solves is the lack of a single information system that contains up-to-date information about the recreational sphere of Zhytomyr Oblast. The information system allows the population to conveniently search for places of rest, the designers of recreation centers - to identify the most suitable areas for the location of places of rest and to create high-quality design and estimate documentation, the state specialized economic enterprise - to effectively manage the recreation sphere of Zhytomyr Oblast.

To achieve this goal, in the theoretical part of the work, an analysis of the subject area and existing solutions in the field of management of the recreational sphere of Zhytomyr Region was carried out, as well as the feasibility of developing a system of geo-information mapping and analysis of recreational zones of Zhytomyr Region was substantiated.

In the practical part of the work, a functional model, an information system database, and a user interface were developed, and the main functions of the system were also implemented: displaying information about recreation points, forest fires, the nature reserve fund of Zhytomyr region, requirements for the formation of design and estimate documentation and user feedback. The developed information system was tested to identify shortcomings, analysis and elimination of identified shortcomings was carried out.

Key words: recreation sphere, information system, design and estimate documentation, nature reserve fund, recreation point, GIS.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	Error! Bookmark not defined.
ВСТУП.....	7
1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	9
1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення предметної області для проектування інформаційної системи.....	9
1.2 Вибір середовища розробки інформаційної системи для геоінформаційного картографування.....	14
1.3 Моделювання бізнес-процесів системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини	15
Висновки до першого розділу.....	18
2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	19
2.1 Моделювання інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини	19
2.2 Проектування структури бази даних інформаційної системи.....	22
2.3 Проектування інтерфейсу інформаційної системи	22
Висновки до другого розділу	25
3. ТЕСТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	26
3.1 Інструкція користувачу інформаційної системи	26
3.2 Тестування та аналіз результатів.....	28
Висновки до третього розділу.....	31
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34
ДОДАТКИ.....	37

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГІС – Геоінформаційні системи

ІС – Інформаційна система

ДП – державне підприємство

ПКД – проектно-кошторисна документація

UI – User Interface

GM – Google Maps

MQ – MapQuest

ISO – International Organization for Standardization

ЗУ – Закон України

БД – База даних

РП – Рекреаційний пункт

API – Application Programming Interface

IDEF – Integrated DEFinition

UML – Unified Modeling Language

DFD – Data Flow Diagram

WEB або WWW – World Wide Web

CSV – Comma-Separated Values

JSON – JavaScript Object Notation

XML – eXtensible Markup Language

ER – Entity-Relationship

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У зв'язку з заборонаю відвідування лісових масивів під час війни, населення активно почало цікавитися інформацією про існуючі рекреаційні пункти, державні підприємства розпочали проектування та будівництво нових рекреаційних пунктів, але відсутність єдиної інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини створює значні труднощі для ефективного управління рекреаційною сферою. Оскільки інформація про рекреаційні пункти розміщена на різних ресурсах, її отримання та обробка є трудомістким і тривалим процесом. Це ускладнює процес планування та реалізації заходів з розвитку рекреаційної діяльності. Актуальність цієї проблеми визначається потребою у інформаційній системі геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини, яка полегшить доступ до інформації про рекреаційні ресурси, їхній стан та сприятиме ефективному плануванню, реалізації заходів з розвитку рекреаційної діяльності.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини, що сприятиме збільшенню кількості відвідувачів рекреаційних пунктів, зменшенню кількості лісових пожеж, спрощенню процесу визначення майбутніх місць розташування рекреаційних пунктів, виготовлення проектно-кошторисної документації (далі – ПКД) та ефективному розвитку рекреаційної сфери в області.

Виходячи, з вище означеної мети, перед нами постає ряд **завдань**:

- 1) проаналізувати предметну область дослідження;
- 2) визначити вимоги до розробок такого типу;
- 3) розробити інформаційну систему геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини;
- 4) спроектувати та протестувати розроблену інформаційну систему.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є сукупність методів і засобів управління рекреаційною сферою Житомирщини.

Предметом дослідження є процес розробки інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини.

У процесі написання кваліфікаційної роботи були використані наступні **методи дослідження**: *аналізу* (для оцінки впливу рекреаційної сфери на природно-заповідний фонд Житомирщини); *порівняння* (для оцінки існуючих рішень та визначення їх переваг і недоліків); *моделювання* (для розробки функціональних вимог та структури інформаційної системи); *соціометричного опитування* (для дослідження інформаційних потреб користувачів в формі анкетування); *експериментів* (для спостереження за поведінкою користувачів в процесі використання інформаційної системи); *проектування* (для створення інтерфейсу користувача та бази даних інформаційної системи); *тестування* (для тестування і перевірки функціональності інформаційної системи).

Практичне значення досліджуваної теми полягає в тому, що запропонована інформаційна система дозволить користувачам легко знаходити інформацію про рекреаційні пункти Житомирщини, надасть проектантам рекреаційних пунктів зручний інструмент для формування ПКД та визначення майбутніх місць будівництва рекреаційних пунктів.

Теоретичне значення досліджуваної теми полягає в тому, що результати дослідження можуть бути використані для підвищення ефективності управління рекреаційною сферою Житомирщини. **Унікальністю** кваліфікаційної роботи є розроблена інформаційна система, що дозволяє покращити процес керування рекреаційною сферою Житомирщини.

Результати роботи апробовано на двох науково-практичних конференціях та опубліковано тези «Перспективи застосування інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини» та «Особливості дизайну геоінформаційної карти рекреаційних зон Житомирщини».

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновку та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 36 сторінки.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення предметної області для проектування інформаційної системи

Предметною областю даної геоінформаційної карти є надання населенню можливості зручного пошуку місць відпочинку, ДП «Ліси України» – планування, реалізації заходів з розвитку рекреаційної діяльності Житомирщини, проектантам рекреаційних пунктів – виявлення найбільш придатних ділянок для розташування місць відпочинку та формування ПКД, враховуючи наступні критерії: особливості природно-заповідного фонду Житомирщини, рекомендації ДП «Ліси України» щодо формування проектів рекреаційних пунктів, відгуки відвідувачів та статистичні дані про лісові пожежі, які виникли внаслідок людської недбалості.

Крім того, цей інструмент дозволить здійснювати прогнозування впливу рекреаційної сфери на природно-заповідний фонд Житомирщини, сприяючи сталому розвитку та оптимальному використанню територій для відпочинку громадян.

Результатом використання потенційним користувачем інформаційної системи стане прискорення пошуку необхідного місця для відпочинку, підвищення ефективності планування та будівництва рекреаційних пунктів, покращення процесу формування ПКД, зменшення кількості лісових пожеж, прогнозування впливу рекреаційної сфери на природно-заповідний фонд Житомирщини. Інформаційна система матиме широкий спектр можливостей використання і може бути корисна для різних категорій користувачів. Готовий програмний продукт буде особливо корисним для проектантів рекреаційних пунктів: система сприятиме розвитку аналітичного мислення, креативності та поглибленню технологічних знань.

Необхідність існування такої системи, у сучасному світі, що і надалі стрімко розвивається, можна виправдати проблемами більшості існуючих геоінформаційних систем, – невідповідність вимогам користувачів, складний інтерфейс, застарілі джерела інформації, відсутність постійного адміністрування та зворотного зв'язку, недостатня деталізація картографічного матеріалу, невідповідність масштабу, низький рівень візуалізації даних та інші.

Система геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини є інформаційною системою, яка призначена для зберігання, обробки та надання інформації про рекреаційні пункти області. Ця інформація може використовуватися наступними користувачами: проектантами рекреаційних пунктів, потенційними відвідувачами рекреаційних пунктів, державними органами відповідальними за розвиток рекреаційної сфери області та підприємствами, що здійснюють будівництво нових рекреаційних пунктів.

Для того, щоб інформаційна система ефективно виконувала свої функції, необхідно спроектувати потоки даних. Для проектування потоків даних системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини необхідно врахувати інформаційні потреби користувачів, структуру даних та технологічні можливості системи.

Розділимо внутрішні потоки даних інформаційної системи на наступні категорії: імпорт даних, обробка даних та експорт даних.

Потоки даних, які пов'язані з імпортом даних забезпечують введення даних про рекреаційні пункти, технічні матеріали ПКД та лісові пожежі в інформаційну систему. Дані можуть надходити з різних джерел, таких як: географічні інформаційні системи, геопортал ДП «Ліси України», спеціалізовані комунікаційні спільноти, анкетування населення та з інших достовірних джерел інформації.

Потоки даних, які пов'язані з обробкою даних забезпечують підготовку отриманих даних для використання. Дані можуть бути очищені, перетворені, агреговані або анотовані. Розглянемо детальніше складові обробки даних.

Очищення даних – процес видалення невірних, некоректних або непотрібних даних. Наприклад, з даних про рекреаційні пункти Житомирщини можуть бути видалені дублікати, дані з невірними координатами або дані, які не відповідають вимогам інформаційної системи.

Перетворення даних – процес зміни формату або структури даних. Наприклад, дані про рекреаційні зони можуть бути перетворені з формату CSV в формат JSON або XML.

Агрегування даних – процес об'єднання даних з різних джерел в єдиний набір даних. Наприклад, дані про рекреаційні пункти з різних джерел можуть бути об'єднані в єдину базу даних.

Анотація даних – процес додавання додаткової інформації до даних. Наприклад, до даних про рекреаційні пункти можуть бути додані описи, фотографії або відео.

Конкретні операції з обробки даних, які будуть виконуватися в інформаційній системі, залежать від конкретних потреб користувачів. Наприклад, якщо інформація з карти буде використовуватися для планування відпочинку, то дані про рекреаційні пункти можуть бути агреговані для створення рейтингу рекреаційних пунктів за такими параметрами, як кількість позитивних відгуків, популярність, місцезнаходження та облаштування.

Потоки даних, які пов'язані з експортом даних забезпечують виведення даних з інформаційної системи. Дані можуть використовуватися для різних цілей, таких як: розробка програмного забезпечення для навігації, проектування нових рекреаційних пунктів, аналіз впливу рекреаційних пунктів на природно-заповідний фонд Житомирщини.

Розділимо зовнішні потоки даних інформаційної системи на наступні категорії: інтерактивна взаємодія з користувачами та інтеграція з іншими інформаційними системами.

Потоки даних, які пов'язані з інтерактивною взаємодією з користувачами забезпечують передачу даних від користувачів до інформаційної системи і від інформаційної системи до користувачів. Інформація може включати такі дані, як запити користувачів та відгуки користувачів.

Потоки даних, які пов'язані з інтеграцією з іншими інформаційними системами забезпечують обмін даними між системою геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини та іншими інформаційними системами. Наприклад, дані з інформаційної системи можуть використовуватися для створення плану будівництва нових рекреаційних пунктів, а дані з інших інформаційних систем можуть використовуватися для поповнення даних про рекреаційні пункти.

Правильно спроектовані потоки даних забезпечать ефективну роботу інформаційної системи та дозволять забезпечити актуальність і достовірність даних, полегшити доступ до даних та покращити взаємодію з користувачами.

Для аналізу існуючих рішень, відібрано декілька інформаційних систем, за критеріями популярності та схожих за призначенням: геоінформаційна карта рекреаційних пунктів України, розміщена на геопорталі: Ліси України|forestry.org.ua, геоінформаційні карти, створені за допомогою платформ Google Maps та MapQuest.

Геоінформаційна карта рекреаційних пунктів України, розміщена на геопорталі: Ліси України|forestry.org.ua. Карта містить наступний функціонал – виділення рекреаційних об'єктів за областями, філіями ДП «Ліси України», використання фільтрів інформації, поділ місць рекреації за категоріями, визначення геопозиції користувача, відображення загальної довідкової інформації про рекреаційні пункти (облаштування, короткий опис, вид об'єкту, технічний стан, лісове господарство, лісництво, квартал, виділ, Інтернет ресурс) та їх розташування. Геоінформаційна карта доволі інформативна та зручна у використанні, однак до недоліків можна віднести відсутність функціоналу для проєктантів рекреаційних пунктів та побудови маршрути до обраного місця відпочинку, зворотного зв'язку з користувачами.

Google Maps – веб-сервіс геоінформаційної системи (далі – ГІС), який пропонує широкий спектр функцій, включаючи пошук, фільтрацію, налаштування та створення маршрутів [1]. Google Maps (далі – GM) використовується для широкого спектру завдань, включаючи планування подорожей, навігацію та дослідження.

Він містить наступний функціонал: зміна типу карти, використання фільтрів інформації, функція навігації та інше. GM є різновидом геоінформаційної карти, оскільки він використовує географічні дані для представлення інформації про певну територію. Ці географічні дані включають в себе супутникові знімки, топографічні карти, інформацію про дороги, а також інформацію про інші об'єкти, такі як будівлі, парки та магазини.

GM має ряд особливостей, які відрізняють його від інших видів геоінформаційних карт. Зокрема, GM є веб-сервісом, що означає, можливість використовувати в будь-якому веб-браузері. Крім того, GM пропонує широкий

спектр функцій, які роблять його більш доступним та інтуїтивно зрозумілим для користувачів.

Кілька прикладів використання ГМ як геоінформаційної карти: планування подорожей, навігація, оцінка ризиків (катастрофи, пожежі, епідемії тощо), управління ресурсами та дослідження. ГМ є потужним інструментом, який може використовуватися для вирішення широкого спектру завдань. Він є доступним та інтуїтивно зрозумілим інструментом, який може використовуватися людьми з різним рівнем досвіду роботи з ГІС.

Однак, серед недоліків ГМ можна виділити обмежену функціональність: ГМ пропонує широкий спектр функцій, але він все ще не може забезпечити такий же рівень функціональності, як спеціалізовані ГІС-системи. Наприклад, ГМ не дозволяє використовувати деякі складні функції, такі як аналіз даних або моделювання. Незважаючи на ці недоліки, ГМ залишається потужним інструментом, який може бути використаний для вирішення широкого спектру завдань [1].

MapQuest – це веб-сервіс ГІС, який пропонує широкий спектр функцій, включаючи пошук, навігацію, маршрути, відгуки та фотографії. MapQuest (далі – MQ) використовує супутникові знімки та топографічні карти. MQ використовується для широкого спектру завдань, включаючи планування подорожей, навігацію та дослідження. Як різновид геоінформаційної карти, він відображає географічні дані, такі як дороги, будівлі та інші об'єкти, може використовуватися для пошуку інформації про певні об'єкти або території та для створення маршрутів між двома точками [2].

MQ пропонує широкий спектр функцій, які роблять його корисним інструментом для вирішення різних завдань. MQ – безкоштовний для використання, але доступні також платні варіанти, які пропонують додаткові функції та можливості зосереджені на ГІС напрямку.

Однак, серед недоліків ГМ можна виділити недостатню функціональність: якщо перед користувачем стоїть завдання отримати та проаналізувати спеціальні дані, такі як дані про землекористування або екологію, то функціонал MQ не дозволить відобразити інформацію такого характеру.

Для більш точної оцінки та систематизації даних, доцільно буде занести інформацію про аналогів у таблицю (табл. 1.1 Дод. А).

З табл. 1.1 Дод. А можна зробити висновок про те, що найактуальнішою геоінформаційною картою із представлених аналогів є саме Google Maps, незважаючи на свою політику монетизації більшості функцій для розробників геоінформаційних карт, можливості та зручність використання для користувачів карт розміщених саме на цій платформі, наразі, знаходяться на найвищому рівні. Наявність зручного та привабливого графічного інтерфейсу, функціональність, актуальність картографічного матеріалу, 360-градусні панорами, супутникові знімки, інтеграція з іншими системами та часті оновлення роблять саме Google Maps головним конкурентом запропонованої в цій роботі геоінформаційної карти.

1.2 Вибір середовища розробки інформаційної системи для геоінформаційного картографування

Для створення системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини було прийнято рішення використати вільне інтегроване середовище розробки (IDE) Apache NetBeans IDE 21 у поєднанні з об'єктно-реляційною системою керування базами даних (СКБД): PostgreSQL Admin 4 та середовищем виконання коду JavaScript поза браузером: Node.js.

На відміну від аналогів середовище Apache NetBeans IDE підтримує останні технології і вдосконалені стандарти Java, а також JDK 8 і JDK 7. NetBeans IDE забезпечує швидку і легку розробку настільних, мобільних і веб-додатків Java, додатків HTML5 на базі технологій HTML, JavaScript, CSS [3].

Об'єктно-реляційна система керування базами даних (СКБД) PostgreSQL є альтернативою як комерційним СКБД (Oracle Database, Microsoft SQL Server, IBM DB2 та інші), так і СКБД з відкритим кодом (MySQL, Firebird, SQLite). За допомогою PostgreSQL можна створювати, зберігати бази даних та працювати з даними за допомогою запитів на мові SQL [4].

Середовище виконання коду JavaScript поза браузером Node.js дозволяє писати серверний код для веб-сторінок та веб-застосунків, а також для програм командного рядка. Node.js – не окрема мова програмування, а платформа для використання JavaScript на стороні сервера [5].

1.3 Моделювання бізнес-процесів системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини

Для розуміння процесу використання інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини розглянемо основний етап її роботи – моделювання бізнес-процесів [6]. Необхідні вхідні дані, методи управління, механізми виконання та результат зображено у вигляді діаграми типу IDEF0 на рис. 1.1 Дод. А.

Конструкційний модуль геоінформаційної карти (далі – конструктор) приймає на вхід всі необхідні дані для створення геоінформаційної карти. Процес створення виконується розробником із залученням наступних фахівців: експерт в галузі збору та обробки геопросторових даних, менеджер з розвитку геоінформаційних систем, координатор рекреаційних проектів та соціокультурних ініціатив, а також проектант рекреаційних пунктів. Роль кожного з фахівців є невід’ємною частиною процесу підготовки необхідних матеріалів та ресурсів, потрібних для створення інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон.

Керується процес законами, визначеними чинним законодавством України: ЗУ «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», ЗУ «Про використання природних ресурсів», ЗУ «Про геодезію, картографію та земельні ресурси» та стандартом ISO 19161. Особливо важливу роль у формуванні правил, якими необхідно керуватися при створенні системи відіграє стандарт ISO 19161, який являє собою набір міжнародних рекомендацій, щодо створення та підтримки узгодженої глобальної системи координат для геопросторових даних [7]. У системі він слугуватиме основою для безпомилкового позиціювання рекреаційних пунктів та об’єктів на геоінформаційній карті. Декомпозицію моделі IDEF0 приведено на рис. 1.2 Дод. А.

На схемі декомпозиції першого рівня більш детально зображено процес створення інформаційної системи.

На першому кроці експерт в галузі збору та обробки геопросторових даних, за допомогою автоматизованих систем збору інформації, здійснює спостереження та збір необхідних даних, керуючись ЗУ «Про національну інфраструктуру

геопросторових даних». Результатом першого кроку є отримані геодані, які допоможуть перейти до наступного етапу – картографічного аналізу.

На другому кроці експертом в галузі збору та обробки геопросторових даних здійснюється картографічний аналіз, керуючись стандартом ISO 19161 [7]. На основі отриманих геоданих фахівцем здійснюється формування технічної документація – звіту.

Третій крок, а саме аналіз рекреаційних зон здійснює експерт в галузі збору та обробки геопросторових даних співпрацюючи з координатором рекреаційних проектів та соціокультурних ініціатив, керуючись ЗУ "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" та ЗУ "Про використання природних ресурсів" [8]. Фахівцями, на основі отриманого звіту про картографічний аналіз, здійснюється аналіз існуючих рекреаційних зон з метою формування довідкової інформації про місця відпочинку та впливу рекреаційних зон на природно-заповідний фонд Житомирщини. Здійснивши аналіз рекреаційних зон, фахівці формують стратегічний план розвитку рекреаційного напрямку Житомирщини.

Останній крок – моделювання, який здійснюється розробником за допомогою менеджера з розвитку геоінформаційних систем, керуючись ЗУ "Про геодезію, картографію та земельні ресурси". Моделювання є важливим кроком у створенні інформаційної системи [9]. Цей крок дозволяє візуалізувати інформацію про рекреаційні зони та їх взаємозв'язки у просторі та часі. Фахівці здійснюють систематизацію раніше отриманої інформації та матеріалів, з метою отримання вихідного результату – картографічного матеріалу, рекомендації щодо формування проектно-кошторисної документації, аналітичних даних про рекреаційні пункти, рекомендацій щодо вибору місця відпочинку та рекомендації щодо управління та керування рекреаційною сферою [10].

Для проведення аналізу територій виявлення рекреаційних зон інформаційної системи краще розглянути сформовану, для геоінформаційної технології, модель типу IDEF3. Модуль аналізу територій виявлення рекреаційних зон зображено на рис. 1.3 Дод. А.

Функціонал модулю аналізу територій виявлення рекреаційних зон цілеспрямований на користувачів з правами проєктант (Designer). Аналіз територій виявлення рекреаційних зон є важливим кроком у розробці інформаційної системи

геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини. Він дозволяє визначити, які території мають потенціал для рекреаційного використання.

Модель описує процес виконання аналізу територій виявлення рекреаційних зон [11].

На першому етапі здійснюється аналіз територій виявлення рекреаційних зон, після чого у проектанта є вибір: провести збір даних про територіальне розміщення зони та здійснити подальший збір даних про лісові пожежі або провести аналіз природно-заповідного фонду [12]. Після визначення меж території, відбувається виділення існуючих зон, аналіз відгуків користувачів та визначення їх використання [13]. Після проведених досліджень здійснюється виявлення проблем у функціонуванні рекреаційних зон. На основі яких розробляється план створення рекреаційних зон.

Висновки до першого розділу

У першому розділі було проведено аналіз інформаційних потреб та визначено предметну область для проектування інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини.

Розглянуто та визначено основні потоки даних інформаційної системи, врахувавши інформаційні потреби користувачів, структуру даних та технологічні можливості системи [14].

Обрано середовище розробки інформаційної системи: вільне інтегроване середовище розробки (IDE) Apache NetBeans IDE 21 у поєднанні з об'єктно-реляційною системою керування базами даних (СКБД): PostgreSQL Admin 4 та середовищем виконання коду JavaScript поза браузером: Node.js. та обґрунтовано доцільність його використання.

Проведено порівняльну характеристику існуючих рішень, яка виявила відсутність вузькоспеціалізованого функціоналу геоінформаційного спрямування карт конкурентів. Лише деякі з аналогів мають часткову реалізацію функціоналу, який запропоновано даною інформаційною системою. Чим доведено доцільність подальшого проектування та створення інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини.

Таким чином, у цьому розділі було закладено фундамент для подальшої розробки інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини [15]. Моделювання функціональних вимог та структури даних дозволить забезпечити відповідність сервісу потребам цільової аудиторії та створити ефективний інструмент для підвищення рівня рекреаційної сфери Житомирщини [16].

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Моделювання інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини

Для відображення основного доступного функціоналу запропонованої інформаційної системи буде доцільно поділити користувачів за ролями та охарактеризувати доступні їм дії. Основні ролі: користувач (User), проєктант (Designer) та адміністратор (Admin). Можливості кожної ролі визначено на діаграмі прецедентів на рис. 2.1 Дод. Б.

На діаграмі відображено, які дії може виконувати три типи користувачів: User, Designer та Admin.

User – це роль звичайного користувача, який взаємодіє з інформаційною системою з метою пошуку рекреаційного пункту, який задовольнить його потреби, шляхом встановлення необхідних параметрів. Користувач має змогу залишити відгук про рекреаційний пункт, який він відвідав; переглянути відгуки інших відвідувачів; побудувати маршрут до місця відпочинку, яке він планує відвідати; переглянути інформацію про відповідальну особу філії за обслуговування рекреаційного пункту; ознайомитися з відповідями на найпоширеніші запитання користувачів системи.

Designer – роль проєктанта, який використовує геоінформаційна карту для аналізу функціонування існуючих рекреаційних пунктів, шляхом проведення моніторингу та аналізу відгуків відвідувачів. А також пошук потенційно придатних місць для будівництва нових місць відпочинку, використовуючи вузькоспеціалізований функціонал геоінформаційного спрямування карти: реєстр лісових пожеж, природно-заповідний фонд Житомирщини в розрізі територіальних громад, рекомендації ДП «Ліси України» до формування проектно-кошторисної документації та інформацію про заплановані місця будівництва.

Admin – роль адміністратора, який забезпечує актуальність та точність картографічного та інформаційного матеріалу, здійснює постійний моніторинг та ведення звітності, періодично перевіряє функціональність та продуктивність системи на предмет виявлення помилок у роботі. Додатково адміністратор регулярно здійснює перевірку відгуків, які залишають користувачі системи, щоб

недопускати розміщення неправдивих та провокаційних відгуків про місця відпочинку ДП «Ліси України».

Після визначення ролей та можливостей користувачів можна перейти до передбачення реакцій інформаційної системи на відповідні дії користувача. Діаграма станів та діаграма діяльності найкращим чином відобразить послідовність переходу від одного стану до іншого.

UML-діаграму станів відображено на рис. 2.2 Дод. Б.

На UML-діаграмі відображено процес створення нового рекреаційного пункту. Адміністратором системи здійснюється запит на створення нового рекреаційного пункту. Запит містить інформацію про такі фактори, як назва, порядковий номер, розташування (координати, відношення до певного лісового офісу/господарства/лісництва), рік облаштування, облаштування, стан, площа, необхідність впорядкування, кількість відвідувачів, контактні дані відповідальної особи та фото рекреаційного пункту.

Після чого системою здійснюється обробка запиту та включення наданих даних до БД. Якщо система виявляє збіг даних запиту з існуючою інформацією в БД, то адміністратор отримує повідомлення про існування інформації про рекреаційний пункт в БД та отримує можливість подальшого вибору дій: оновити інформацію про існуючий рекреаційний пункт або перейти до додання наступного місця відпочинку [17].

У разі невиявлення системою інформації про існуючий рекреаційний пункт за даними вказаними у запиті, система вносить дані про рекреаційний пункт до БД, здійснює генерацію карти та відображає нове місце відпочинку на карті [18].

UML-діаграму діяльності зображено на рис. 2.3 Дод. Б.

Вхідною точкою у даному випадку є вхід користувача в інформаційну систему, який дозволяє переглядати та взаємодіяти з застосунком.

Початковий крок взаємодії з інтерфейсом системи є створення запиту: користувач створює запит на пошук рекреаційного пункту.

Після чого система обробляє запит і перевіряє, чи відповідає будь-який рекреаційний пункт, розміщений на карті, вказаним критеріям пошуку. Якщо система знаходить відповідний рекреаційний пункт, то на карті відображається

мітка, яка позначає його місцезнаходження. У разі виявлення системою кількох рекреаційних пунктів, які відповідають критеріям запиту, вона дозволяє користувачеві вибрати одну з них. Якщо ж результат пошуку негативний, то користувач отримує повідомлення «За вказаними критеріями пошуку не знайдено жодного рекреаційного пункту». Користувач може спробувати створити новий запит з іншими критеріями.

Для того, щоб отримати інформацію про знайдений рекреаційний пункт, користувачеві необхідно навести або натиснути курсором миші на мітку розташовану на карті. Після чого системою здійснюється пошук та у разі наявності додаткових відомостей – генерація результатів з подальшим відображенням інформації про рекреаційний пункт за визначеними координатами [19].

Вихідною точкою в даному випадку є вихід користувача з Web-застосунку карти.

Розглянувши окремо можливості взаємодії користувача та процеси переходу інформаційної системи між внутрішніми станами, правильним кроком далі буде побудова діаграми послідовності, для більш точного представлення повного комплексу процесів взаємодії. Зазначену діаграму приведено на рис. 2.4 Дод. Б.

UML-діаграма послідовності відображає взаємодію між користувачем та інформаційною системою геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини. Діаграма включає в себе два сценарії використання системи: аналіз функціонування існуючих рекреаційних пунктів та пошук потенційно придатних місць для будівництва нових рекреаційних пунктів

Розглянемо загальну послідовність дій, яку системі необхідно здійснити для реалізації вищевказаних сценаріїв використання карти. Користувач створює запит до інформаційної системи (за допомогою поля пошуку) про рекреаційний пункт, який його цікавить, після чого застосунок відправляє запит до БД, яка здійснює обробку запиту та у відповідь відправляє згенеровані дані, застосунок передає отримані дані до модулю картографування, який здійснює генерацію карти та відправляє картографічне зображення до інформаційної системи.

Після виконання зазначених процесів користувач отримує запитувану інформацію та матеріали.

2.2 Проектування структури бази даних інформаційної системи

База даних системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини повинна забезпечувати зберігання та обробку інформації про облікові записи, сесії, відгуки користувачів, рекреаційні пункти, майбутні рекреаційні пункти (будівництво яких заплановано в поточному році) лісові пожежі та структурні підрозділи (лісові офіси, філії та лісництва).

ER-діаграма бази даних геоінформаційної карти рекреаційних зон Житомирщини містить дев'ять основних таблиць: users (користувачі) (табл. 2.1 Дод. Б), sessions (сесії) (табл. 2.2 Дод. Б), points (рекреаційні пункти) (табл. 2.3 Дод. Б), reviews (відгуки) (табл. 2.4 Дод. Б), future_points (майбутні рекреаційні пункти) (табл. 2.5 Дод. Б), fires (лісові пожежі) (табл. 2.6 Дод. Б), offices (лісові офіси) (табл. 2.7 Дод. Б), branches (філії) (табл. 2.8 Дод. Б), forestries (лісництва) (табл. 2.9 Дод. Б).

Таблиці мають відповідні зв'язки, що служать для зв'язку відносно певної сутності [20]. ER-діаграма бази даних інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини зображена на рис. 2.5 Дод. Б.

Дана база даних організована так, щоб забезпечити зберігання та управління інформацією про рекреаційну сферу Житомирщини, лісові пожежі, лісові офіси, філії, лісництва, облікові записи, відгуки та сесії користувачів.

2.3 Проектування інтерфейсу інформаційної системи

Ефективний інтерфейс користувача є одним з ключових факторів успіху будь-якої інформаційної системи. Метою проектування інтерфейсу є створення інтуїтивно зрозумілого, зручного та візуально привабливого середовища, яке допоможе населенню здійснювати зручний пошук місць відпочинку, проектантам рекреаційних пунктів – виявляти найбільш придатні ділянки для розташування місць відпочинку та якісно формувати проектно-кошторисну документацію, державному спеціалізованому господарському підприємству – ефективно керування рекреаційною сферою Житомирщини [21].

Принципи проектування:

Зручність використання – інтерфейс повинен бути зрозумілим та інтуїтивним для користувачів, забезпечуючи легкість навігації, чітке розуміння функцій та мінімальну кількість дій для виконання запитів на отримання інформації;

Продуктивність – дизайн інтерфейсу має бути спрямований на підвищення продуктивності проєктантів та фахівців з рекреації ДП «Ліси України», забезпечуючи швидкий доступ до необхідної інформації та матеріалів.

Візуальна привабливість – естетично привабливий дизайн з продуманою колірною гамою, типографікою та розміщенням елементів покращить загальний досвід користувача та підвищить задоволеність від роботи з інформаційною системою.

Доступність – інтерфейс повинен бути доступним для користувачів з різними потребами та можливостями, забезпечуючи простоту сприйняття інформації та зручність взаємодії [22].

Адаптивність – оскільки користувачі часто працюють з різними пристроями, інтерфейс повинен бути адаптивним та забезпечувати оптимальне відображення інформації на різних екранах та пристроях.

При вході в інформаційну систему геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини користувач бачить сторінку авторизації (рис. 2.6 Дод. В). Чіткий заголовок "Recreational points: Zhytomyr Oblast" одразу інформує про призначення системи. Карта Житомирської області з позначеними локаціями рекреаційних пунктів наочно демонструє спеціалізацію системи. Логотипи партнерів (ДП "Ліси України" та Поліський національний університет) додають науковості. Зображення карти та маркера підкреслюють геоінформаційну спрямованість системи. Кольорова схема (зелений, білий) асоціюється з природою та лісами, що відповідає тематиці. Мінімалістичний дизайн з акцентом на ключову інформацію забезпечує легке сприйняття. Кнопка "Інформаційна система" вказує на можливість переходу до основного функціоналу. Загалом, дизайн стартової сторінки створює позитивне перше враження та ефективно представляє призначення і можливості системи [23].

Розглянемо дизайн сторінки неавторизованого користувача (потенційного відвідувача рекреаційних пунктів), який відображено на рис. 2.7 Дод. В.

Карта займає центральне місце, забезпечуючи візуальний огляд рекреаційних пунктів Житомирщини. Кольорові маркери на карті ефективно позначають локації, привертаючи увагу. Інформаційні вікна з фотографіями та деталями про обрані пункти органічно інтегровані в карту. Бічна панель з детальною інформацією та кнопками дій доповнює візуальний контент. Кольорова схема (відтінки синього – для кнопок та зелений фон – для карти) гармонійно поєднується, створюючи приємний візуальний образ. Чітка структура інформації полегшує сприйняття даних про кожен пункт. Кнопки у верхній частині сторінки забезпечують швидкий доступ до основних функцій. Мінімалістичний дизайн інтерфейсу не перевантажує користувача, зосереджуючи увагу на важливому контенті. Адаптивний дизайн дозволяє комфортно переглядати інформацію на різних пристроях.

Дизайн сторінок авторизації, адміністрування та проектування доволі лаконічний та функціональний.

Сторінка авторизації має чистий, мінімалістичний дизайн, що зосереджує увагу на головному – процесі входу (рис. 2.8 Дод. В). Центральне розташування форми авторизації забезпечує зручність та інтуїтивність використання. Чіткі підписи полів та кнопка "Увійти" роблять процес авторизації зрозумілим і простим.

Кольорова схема сторінок з використанням сірого фону та блакитних акцентів створює мінімалістичний та сучасний вигляд.

Сторінки адміністрування та проектування пропонують широкий спектр функцій, представлених у вигляді зручних кнопок. Логічне групування та розташування кнопок полегшує навігацію та пошук потрібних функцій. Єдиний стиль оформлення створює візуальну гармонію та підкреслює цілісність інтерфейсу. Назви розділів «Адміністрування» та «Проектування» чітко вказують на призначення сторінок. Кнопка "Вийти" у верхньому правому куті забезпечує швидкий доступ до завершення сесії.

Загалом, дизайн представлених сторінок відповідає поставленим вимогам до проектування інтерфейсу, який забезпечує легкий доступ до всієї необхідної інформації про рекреаційні сферу та пов'язані можливості.

Висновки до другого розділу

У другому розділі було здійснено моделювання інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини, проектування структури бази даних та інтерфейсу інформаційної системи. Моделювання системи з використанням діаграм дозволило визначити ролі користувачів та описати взаємодію між компонентами та процеси системи.

Проектування структури бази даних, забезпечило ефективне зберігання та управління інформацією про рекреаційні пункти, лісові пожежі, користувачів, відгуки та інші ключові елементи системи.

Сформовані вимоги до дизайну та функціонального інтерфейсу інформаційної системи, забезпечили відповідність принципам зручності використання, продуктивності, візуальної привабливості та адаптивності.

3. ТЕСТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Інструкція користувачу інформаційної системи

Розглянемо функціональні можливості системи у розрізі користувачів. Функціонал, пов'язаний з пошуком місця відпочинку доступний користувачу з роллю «Адміністратор системи» (для перевірки коректного відображення інформації та впровадженого функціоналу), користувачу з роллю «Проектант рекреаційних пунктів» (для аналізу рекреаційної сфери Житомирщини) та користувачу з роллю «Гість» (для вибору місця відпочинку). Для пошуку рекреаційного пункту за обраними параметрами реалізовано систему фільтрації (рис. 3.1 Дод. Г). Пошук місця відпочинку відбувається за наступними критеріями: назва; філія, якій належить рекреаційний пункт; облаштування (наявність автостоянки, бесідки, альтанки; місця для приготування їжі, мангалу; ігрового майданчику, гойдалки та вбиральні); кількість відвідувачів у рік (можливість вибору діапазону значень у форматі «Від – до»); координати місця відпочинку (координата X (довгота) та координата Y (ширина)). Додатково користувачі можуть переглядати рекреаційні пункти з найкращими відгуками відвідувачів.

Інформаційна система надає змогу користувачам переглядати інформацію про рекреаційні пункти навівши курсором миші на мітку рекреаційного пункту або натиснувши на її лівою кнопкою миші.

Обравши «Маршрут», інформаційна система, за допомогою інтеграції з сервісом Google Maps, автоматично будує найшвидший маршрут до обраного місця відпочинку [24].

Обравши «Залишити відгук», інформаційна система запропонує залишити текстовий відгук про рекреаційний пункт та оцінити місце відпочинку за п'ятибальною шкалою у форматі вказання кількості «зірок» [25]. Оцінка рейтингу рекреаційного пункту – обов'язкове поле для заповнення при формуванні відгуку (рис. 3.2 Дод. Г).

Обравши «Підтвердити», відгук про рекреаційний пункт потрапить до адміністратора системи для перевірки на коректність відгуку (відсутність у змісті реклами, інформації провокаційного змісту).

Обравши «Відповідальна особа», інформаційна система відображає вікно в якому зазначено ПІБ, посаду, номер телефону та електронну пошту відповідальної особи за обслуговування рекреаційного пункту (зазвичай – це працівник філії або лісництва).

У правому нижньому куті сторінки розташовано два блоки: «Відповіді на найпоширеніші запитання» та вибір шару карти. Натиснувши на запис у вигляді гіперпосилання: «Відповіді на найпоширеніші запитання», система відображає вікно, яке містить гіперпосилання на: інформацію про призначення рекреаційних пунктів, довідкову інформацію про ДП «Ліси України» (інтеграція з сайтом ДП «Ліси України»), посилання на YouTube канал ДП «Ліси України» (на якому регулярно публікуються відеоролики з оглядом рекреаційних пунктів), посилання на бізнес-сторінку Facebook ДП «Ліси України» (на якій регулярно висвітлюють публікації про рекреаційну сферу) та адресу корпоративної електронної пошти (для комунікації та зворотного зв'язку) [26].

Перейдемо до розгляду функціоналу, який доступний лише користувачу з роллю «Адміністратор системи». Авторизувавшись в системі, перед адміністратором системи відкривається доступ до наступного функціоналу:

- 1) редагування/видалення/додовання рекреаційних пунктів (рис. 3.3 Дод. Д);
- 2) видалення/підтвердження відгуків користувачів (рис. 3.4 Дод. Д);
- 3) редагування/видалення/створення записів про заплановане будівництво рекреаційних пунктів [27];
- 4) редагування/видалення/створення записів про лісові пожежі [28];
- 5) редагування/видалення/створення облікових записів користувачів (рис. 3.5 Дод. Д);
- 6) редагування/видалення/створення структурних підрозділів (лісових офісів, філій, лісництв) [29];
- 7) редагування/видалення/завантаження матеріалів, необхідних для формування ПКД (рис. 3.6 Дод. Д);
- 8) редагування інформації про фахівців, відповідальних за розвиток рекреаційної сфери Житомирщини [30];
- 9) налаштування параметрів інформаційної системи (рис. 3.7 Дод. Д).

Перейдемо до розгляду функціоналу, який доступний лише користувачу з роллю «Проектант рекреаційних пунктів». Авторизувавшись в системі, перед проектантом рекреаційних пунктів відкривається доступ до наступного функціоналу:

1) можливість дослідження концепції облаштування типових рекреаційних пунктів та типових проектів рекреаційних пунктів (рис. 3.8 Дод. Е) [31];

2) можливість перегляду плану-графіку будівництва рекреаційних пунктів з відображенням контактних даних відповідальної особи філії, для подальшого надання послуг з розробки ПКД та будівництва рекреаційних пунктів (рис. 3.9 Дод. Е);

3) можливість перегляду контактних даних фахівців, відповідальних за розвиток рекреаційної сфери Житомирщини для подальшої комунікації про вплив рекреаційної сфери на природно-заповідний фонд Житомирщини (рис. 3.10 Дод. Е);

4) можливість взаємодії з інтерактивною картою «Природно-заповідний фонд Житомирщини в розрізі територіальних громад», з метою визначення майбутніх місць будівництва рекреаційних пунктів та дослідження впливу рекреаційної сфери на біорізноманіття та культурну спадщину області (рис. 3.11 Дод. Е) [32];

5) можливість взаємодії з інтерактивною картою «Реєстр лісових пожеж». Додатково проектант має змогу увімкнути відображення шару з існуючими рекреаційними пунктами. Завдяки цьому функціоналу проектант отримує змогу проаналізувати картографічні матеріали та виявити ділянки лісових масивів, в яких найчастіше виникають пожежі внаслідок людської недбалості через відсутність спеціальних відведених місць відпочинку та обґрунтовано визначити локацію місця будівництва рекреаційного пункту (рис. 3.12 Дод. Е) [33].

3.2 Тестування та аналіз результатів

Для гарантування якості та надійності системи геоінформаційного картографування і аналізу рекреаційних зон Житомирської області, критично важливо провести її ретельне тестування. Основними цілями тестування є

перевірка функціональності, оцінка продуктивності, аналіз корисності та перевірка безпеки системи [34].

У рамках перевірки функціональності важливо забезпечити коректну роботу всіх функцій відповідно до вимог, перевірити точність відображення геоданих на карті, протестувати пошук та фільтрацію рекреаційних пунктів, а також можливість додавання та редагування інформації про об'єкти [35].

Оцінка продуктивності передбачає перевірку швидкості завантаження та відображення карти, оцінку часу відгуку системи при різних сценаріях використання та тестування роботи під навантаженням [36].

Аналіз корисності спрямований на оцінку зручності та інтуїтивності інтерфейсу, перевірку відповідності функціоналу потребам різних категорій користувачів та аналіз повноти і актуальності представленої інформації [37].

Перевірка безпеки включає тестування системи авторизації та розмежування прав доступу, перевірку захищеності даних користувачів та оцінку стійкості системи до можливих атак [38].

Додатково необхідно провести тестування сумісності, перевіряючи коректну роботу системи в різних браузерях та адаптивність інтерфейсу на різних пристроях, а також оцінити надійність системи, перевіряючи стабільність її роботи при тривалому використанні та здатність до відновлення після збоїв [39].

Проведення комплексного тестування за всіма зазначеними напрямками дозволить забезпечити високу якість, надійність та ефективність системи, а також її відповідність потребам користувачів та вимогам безпеки.

Проведення тестування здійснювалося за допомогою сервісу PageSpeed Insights, відповідальними за розвиток рекреаційної діяльності Житомирщини та фахівцями Департаменту ІТ ДП «Ліси України», у ролі тестувальників [40].

Тестування продуктивності інформаційної системи здійснювалося за допомогою сервісу PageSpeed, який виявив ряд недоліків, пов'язаних з цим параметром тестування інформаційної системи на комп'ютерних та мобільних пристроях. Загальний відсоток продуктивності системи на комп'ютерних пристроях склав 91%, на мобільних пристроях – 64% (рис. 3.13 Дод. Є).

Враховуючи виявлені недоліки під час тестування продуктивності, було виконано: оптимізацію коду та запитів до бази даних PostgreSQL, покращення алгоритмів обробки геопросторових даних, впровадження кешування для часто використовуваних даних, оптимізацію front-end частини для швидшого відображення на мобільних пристроях, використання асинхронних операцій у Node.js для підвищення швидкодії, налаштування індексів у базі даних для прискорення пошуку, мінімізацію та стиснення ресурсів (JavaScript, CSS, зображення).

Після усунення виявлених недоліків та провівши повторне тестування продуктивності інформаційної системи за допомогою сервісу PageSpeed, загальний відсоток продуктивності системи на комп'ютерних пристроях та мобільних пристроях склав 100% (рис. 3.14 Дод. Є).

Відповідальними за розвиток рекреаційної діяльності Житомирщини було здійснено тестування функціональності та проведено аналіз корисності інформаційної системи. За результатами тестування відповідальні фахівці зробили висновок, що представлена інформаційна система геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини полегшить доступ до інформації про рекреаційні ресурси, їхній стан та сприятиме ефективному плануванню, реалізації заходів з розвитку рекреаційної діяльності.

Фахівцями Департаменту ІТ ДП «Ліси України» було здійснено тестування безпеки системи. За результатами тестування відповідальними фахівцями було надано рекомендації щодо покращення рівня захисту облікових записів користувачів: створення більш стійких паролів доступу, які містили б мінімум 8 символів (цифри, маленькі літери, великі літери та спеціальні символи).

Враховуючи виявлені недоліки під час тестування безпеки системи, було створено більш стійкі паролі доступу до облікових записів користувачів з роллю «Адміністратор системи» та «Проектант рекреаційних пунктів». Додатково було здійснено модернізацію структури бази даних, а саме: таблиці «Сесії» та «Користувачі».

Висновки до третього розділу

У третьому розділі було розроблено інструкцію користувачу інформаційної системи, проведено тестування та здійснено аналіз результатів тестування геоінформаційної системи.

Розроблена інструкція використання інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини, містить опис функціональних особливостей системи для всіх типів користувачів, що забезпечить безпроблемну взаємодію користувачів з інтерфейсом інформаційної системи та швидке виконання поставлених завдань

Проведене тестування геоінформаційної системи, дозволило виявити ряд недоліків у процесі функціонування, які було усунено після проведення аналізу результатів тестування, що забезпечило якість та надійність системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирської області.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проаналізовано предметну область дослідження, що дозволило виявити відсутність вузькоспеціалізованого функціоналу геоінформаційного спрямування існуючих рішень. Чим доведено доцільність подальшого проектування та створення інформаційної системи геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини.

За результатами аналізу предметної області дослідження визначено вимоги до розробок такого типу, що дозволило спроектувати основні потоки даних інформаційної системи, врахувавши інформаційні потреби користувачів, структуру даних та технологічні можливості системи. На основі отриманих даних обрано середовище розробки інформаційної системи: вільне інтегроване середовище розробки (IDE) Apache NetBeans IDE 21 у поєднанні з об'єктно-реляційною системою керування базами даних (СКБД): PostgreSQL Admin 4 та середовищем виконання коду JavaScript поза браузером: Node.js. та обґрунтовано доцільність його використання.

Для опису та аналізу бізнес-процесів предметної області були використані діаграми IDEF0 та IDEF3. IDEF0-модель процесу створення інформаційної системи та її декомпозиція допомогли чітко окреслити етапи розробки, а IDEF3-діаграма аналізу територій виявлення рекреаційних зон візуалізувала просторову структуру системи. Створення структури бази даних дозволило організувати інформацію про рекреаційні пункти, лісові пожежі, користувачів, відгуки та інші ключові елементи системи, забезпечивши її ефективне зберігання та управління.

Розроблені вимоги до дизайну та функціонального інтерфейсу інформаційної системи ґрунтувалися на принципах зручності використання, продуктивності, візуальної привабливості та адаптивності, що гарантує приємний та продуктивний досвід користувачів.

Розроблено інформаційну систему геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини, що сприятиме збільшенню кількості відвідувачів рекреаційних пунктів, зменшенню кількості лісових пожеж, спрощенню процесу визначення майбутніх місць розташування рекреаційних

пунктів, виготовлення проектно-кошторисної документації (далі – ПКД) та ефективному розвитку рекреаційної сфери в області.

Процес тестування включав перевірку функціональності, оцінку продуктивності, аналіз корисності та перевірку безпеки системи. Це дозволило виявити та усунути недоліки в системі, що гарантує її високу якість, надійність та ефективність. Система відповідає потребам користувачів та вимогам безпеки.

Таким чином, розроблена система геоінформаційного картографування та аналізу рекреаційних зон Житомирщини полегшить доступ до інформації про рекреаційні ресурси, їхній стан та сприятиме ефективному плануванню, реалізації заходів з розвитку рекреаційної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Карти Google. URL: <https://shorturl.at/mCJQ9> (дата звернення: 14.01.2024).
2. MapQuest. URL: <https://shorturl.at/tvGJN> (дата звернення: 14.01.2024).
3. NetBeans. URL: <https://shorturl.at/4Uprw> (дата звернення: 16.01.2024).
4. PostgreSQL. URL: <https://shorturl.at/8SHSS> (дата звернення: 16.01.2024).
5. Що таке Node.js? Основи серверної розробки на JavaScript. URL: <https://shorturl.at/4LSXw> (дата звернення: 16.01.2024).
6. Моделювання бізнес-процесів. URL: <https://shorturl.at/9I0AM> (дата звернення: 17.01.2024).
7. ISO 19161-1:2020. URL: <https://shorturl.at/hlADN> (дата звернення: 18.01.2024).
8. Геоінформаційна система. URL: <https://shorturl.at/bdDT7> (дата звернення: 02.02.2024).
9. Стандарти у проектуванні та експлуатації інформаційних систем. URL: <https://shorturl.at/sAOQ7> (дата звернення: 08.02.2024).
10. Картографічний дизайн. URL: <https://shorturl.at/hwU56> (дата звернення: 12.02.2024).
11. Томашевський О.М., Цегелик Г.Г., Вітер М.Б., Дубук В.І. Інформаційні технології та моделювання бізнес процесів: Центр навчальної літератури, 2012. 296 с. (дата звернення: 22.02.2024).
12. Пількевич І. А., Молодецька К. В., Сугоняк І. І., Лобанчикова Н. М. Основи побудови автоматизованих систем управління : навч. посібник. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2014. 226 с. (дата звернення: 23.02.2024).
13. "Веб-картографія", підручник під редакцією В.М. Гаврилова, 2019 р., с. 102-103 (дата звернення: 01.03.2024).
14. Геоінформаційна система. URL: <https://shorturl.at/w3ZkH> (дата звернення: 01.03.2024).
15. Рекреаційні пункти. URL: <http://surl.li/oqrur> (дата звернення: 03.03.2024).
16. Рекреаційні зони. URL: <http://surl.li/oqrvx> (дата звернення: 04.03.2024).
17. Реляційні бази даних. URL: <https://shorturl.at/gquA0> (дата звернення: 04.03.2024).

18. Реляційні бази даних. URL: <https://shorturl.at/ikvN1> (дата звернення: 06.03.2024).
19. Геоінформаційні технології. URL: <https://shorturl.at/iOtxg> (дата звернення: 10.03.2024).
20. Поняття ER-моделі. Поняття сутності (entity). Атрибути. Види атрибутів. URL: <https://shorturl.at/0qR9q> (дата звернення: 25.03.2024).
21. Design, Visual Art & Creativity: Modern Trends and Technologies : Proceedings of IInd International Scientific and Practical Conference (12 th of December 2023) / Zaporizhzhia National University. Zaporizhzhia : ZNU, 2023. Vol. 1. 150 p. (дата звернення: 01.04.2024).
22. Design, Visual Art & Creativity: Modern Trends and Technologies : Proceedings of IInd International Scientific and Practical Conference (12 th of December 2023) / Zaporizhzhia National University. Zaporizhzhia : ZNU, 2023. Vol. 2. 157 p. . (дата звернення: 01.04.2024).
23. Інформаційний дизайн. URL: <https://shorturl.at/nxX04> (дата звернення: 10.04.2024).
24. Системні вимоги для використання Chrome. URL: <https://shorturl.at/cjtX0> (дата звернення: 01.05.2024).
25. Метод рейтингу та оцінення. URL: <https://shorturl.at/1AOpa> (дата звернення: 05.05.2024).
26. Про ДП «Ліси України». URL: <https://shorturl.at/fRY2d> (дата звернення: 07.05.2024).
27. Рекреація ДП «Ліси України». URL: <https://shorturl.at/5Rejp> (дата звернення: 08.05.2024).
28. Лісові пожежі ДП «Ліси України». URL: <https://shorturl.at/a0M4t> (дата звернення: 08.05.2024).
29. Структура ДП «Ліси України». URL: <https://shorturl.at/VxEY8> (дата звернення: 08.05.2024).
30. Відповідальність за рекреаційну сферу Житомирщини. URL: <https://shorturl.at/y8E4v> (дата звернення: 09.05.2024).

31. Формування ПКД. URL: <https://shorturl.at/p57mQ> (дата звернення: 11.05.2024).
32. Природно-заповідний фонд Житомирщини в розрізі територіальних громад. URL: <https://shorturl.at/3fYmO> (дата звернення: 14.05.2024).
33. Лісова пожежа. URL: <https://shorturl.at/VPy5x> (дата звернення: 15.05.2024).
34. Що таке системне тестування? URL: <https://shorturl.at/WJWn6> (дата звернення: 16.05.2024).
35. Форматуванні фільтрів в інформаційних системах. URL: <https://shorturl.at/EfvPO> (дата звернення: 16.05.2024).
36. Як оцінити ефективність сайту? URL: <https://shorturl.at/B6Xex> (дата звернення: 16.05.2024).
37. Ключові показники ефективності сайту. URL: <https://shorturl.at/JEEtD> (дата звернення: 17.05.2024).
38. Перевірка безпеки сайту. URL: <https://shorturl.at/UiUrs> (дата звернення: 17.05.2024).
39. Як оптимізувати сайт під мобільні пристрої? URL: <https://shorturl.at/3JbaE> (дата звернення: 18.05.2024).
40. Відмінності між даними PSI та звітом про зручність користування браузером Chrome. URL: <https://shorturl.at/armqE> (дата звернення: 18.05.2024).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ПРОЦЕС ДОСЛІДЖЕННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ
РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН ЖИТОМИРЩИНИ

Назва	Доступність	Зручність	Актуальність технологій та методів	ГІС орієнтованість	Маршрутизація
Карта рекреаційних пунктів України	Так	Так	Так	Ні	Ні
Google Maps	Так	Ні	Так	Так	Так
MapQuest	Обмежена	Так	Ні	Ні	Так

Табл. 1.1 – Порівняльна характеристика існуючих рішень

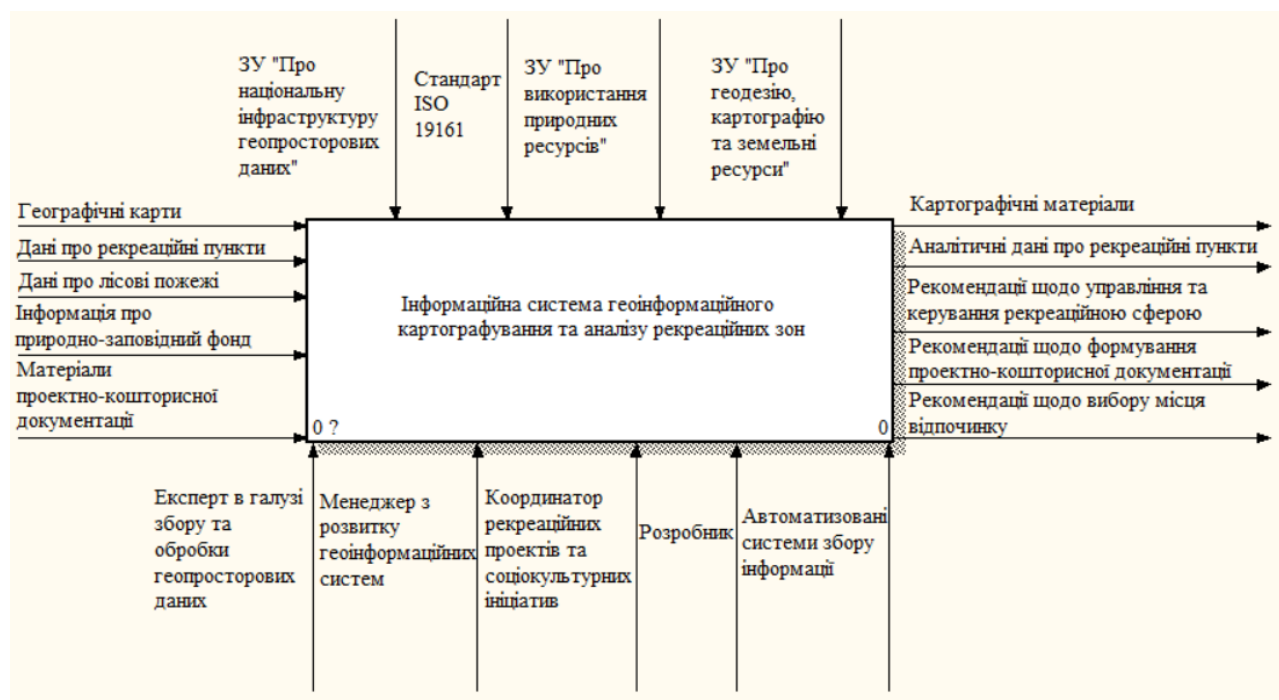


Рис. 1.1 – IDEF0 діаграма процесу створення геоінформаційної карти рекреаційних зон Житомирщини

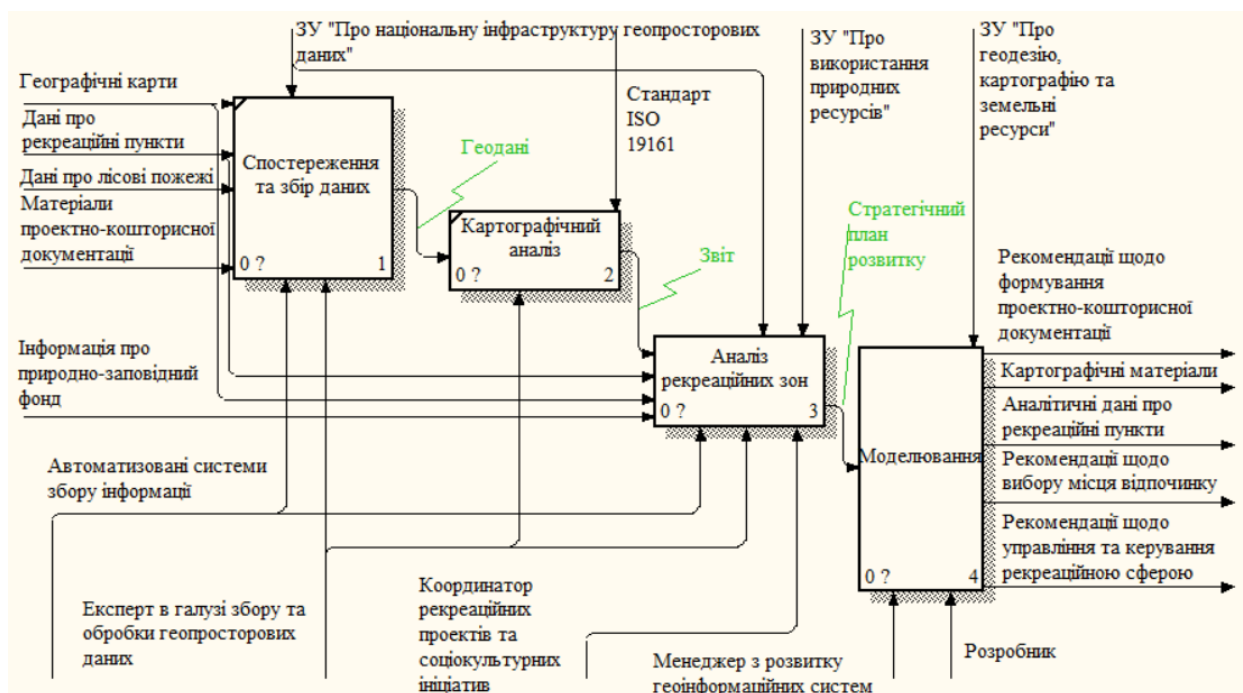


Рис. 1.2 – Декомпозиція IDEF0 моделі «створення геоінформаційної карти рекреаційних зон Житомирщини»

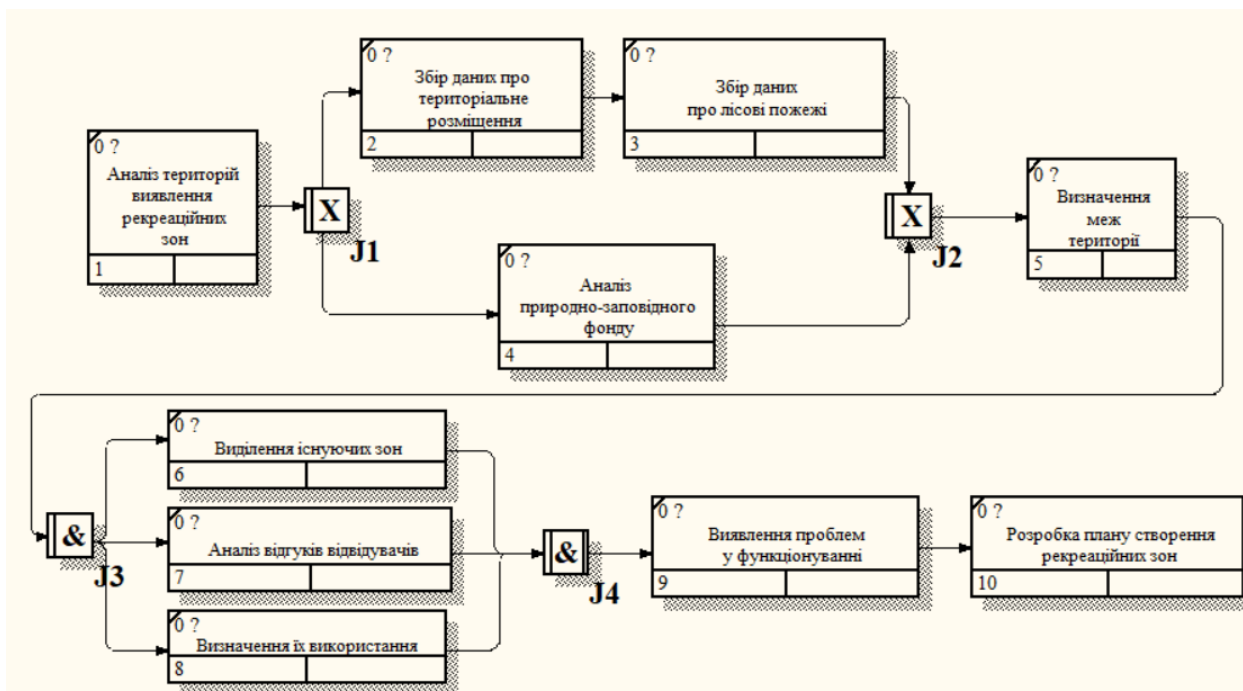


Рис. 1.3 – IDEF3 діаграма аналізу територій виявлення рекреаційних зон

ДОДАТОК Б

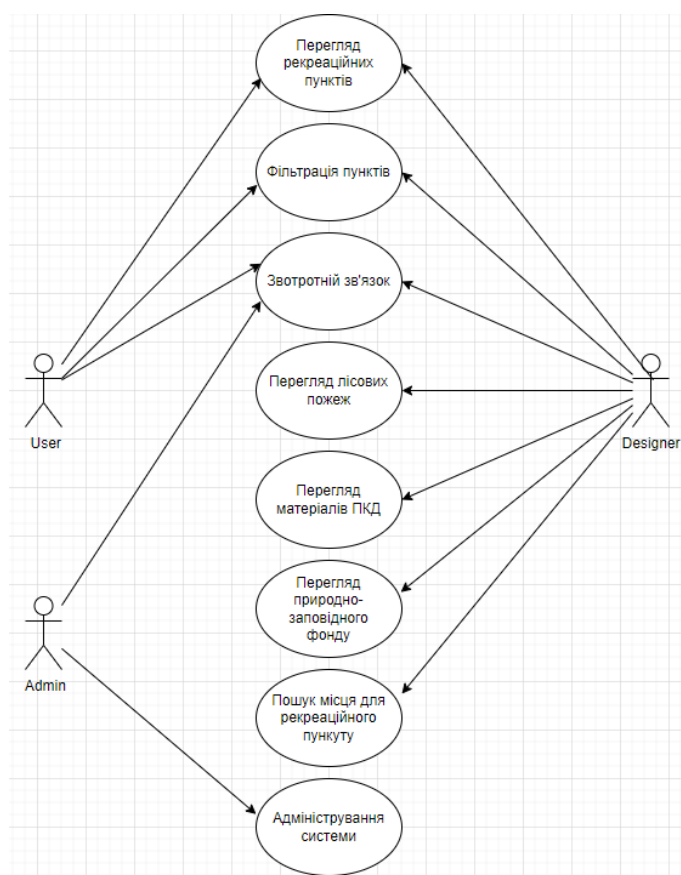


Рис. 2.1 – UML-діаграма прецедентів



Рис. 2.2 – UML-діаграма станів інформаційної системи



Рис. 2.3 – UML-діаграма діяльності пошуку рекреаційного пункту

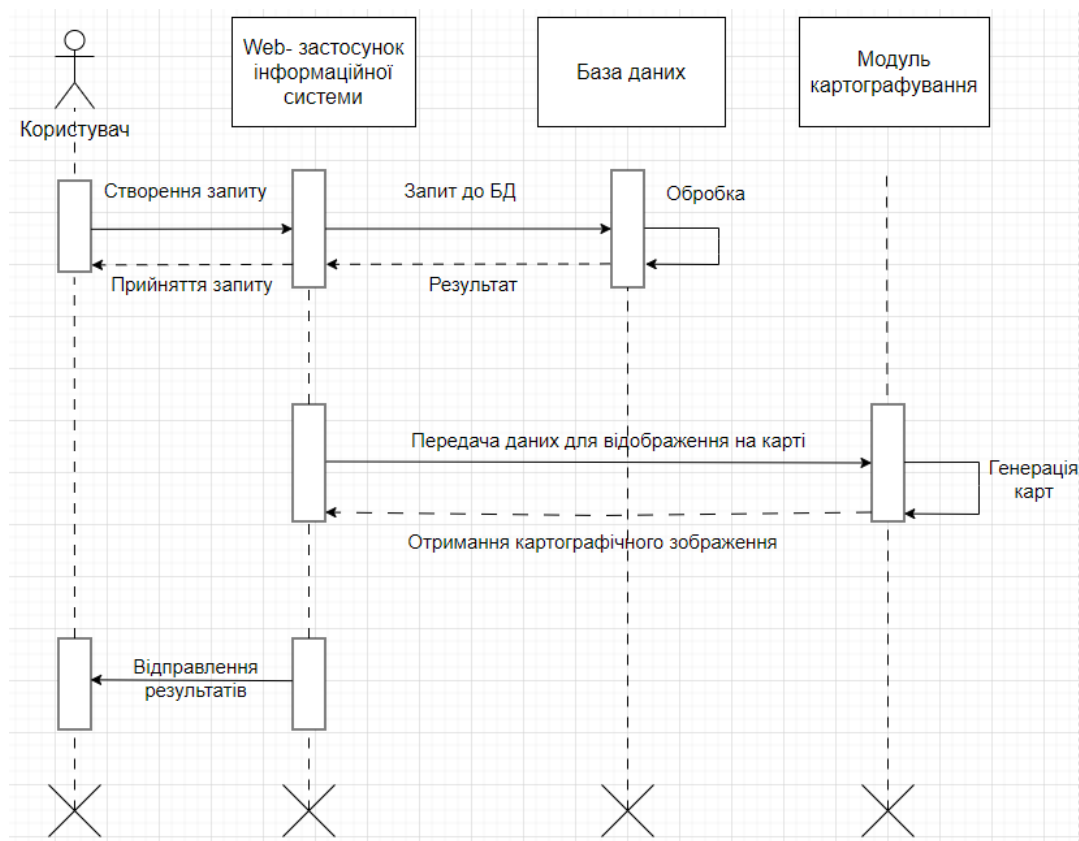


Рис. 2.4 – UML-діаграма послідовності

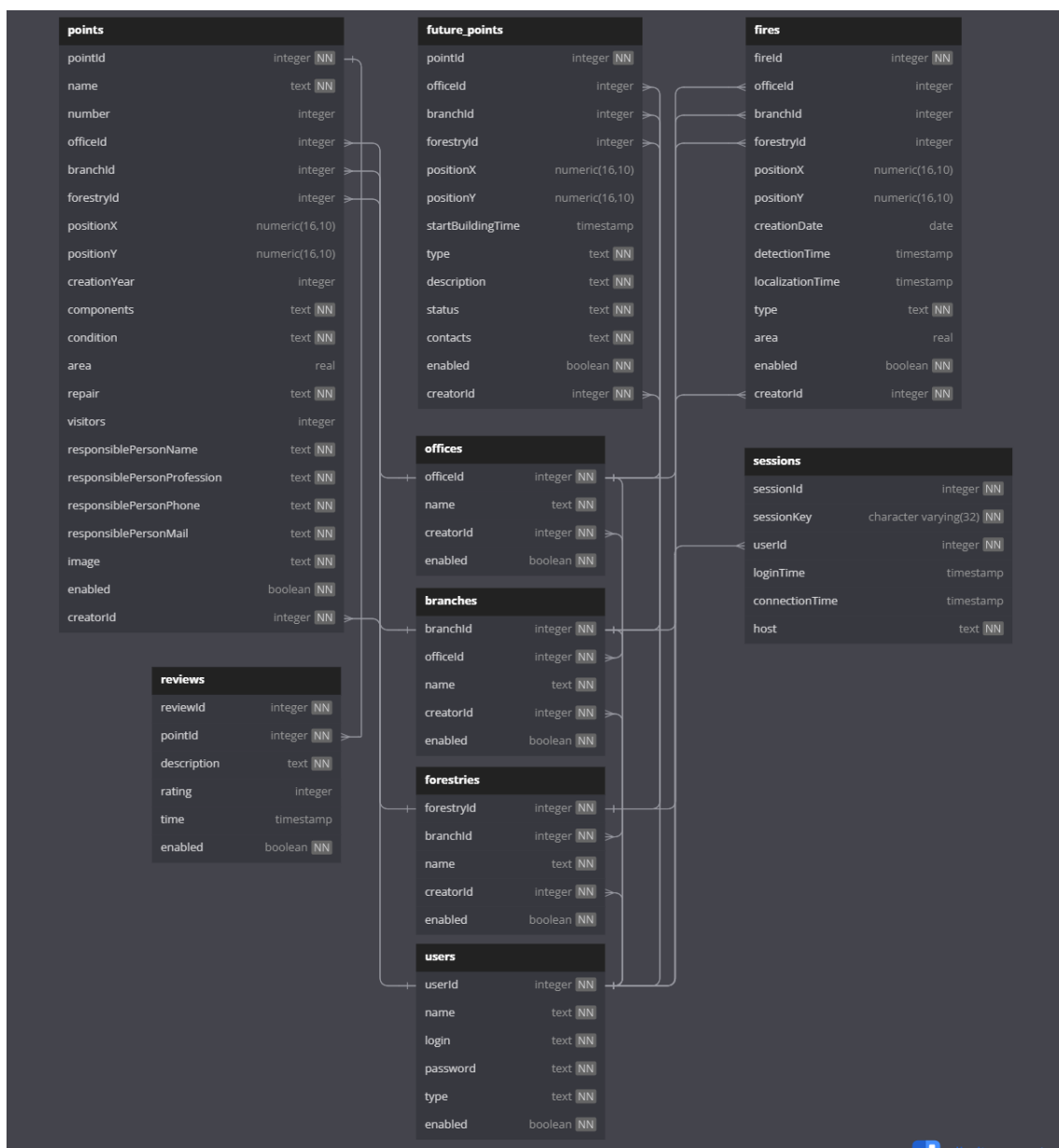


Рис. 2.5 – Структура бази даних

Табл. 2.1 – Структура таблиці “users ”

Users (користувачі)		
Поле	Тип	Опис
user_id	integer	Унікальний ідентифікатор користувача.
name	text	Ім'я користувача.
login	text	Логін користувача.
password	text	Пароль користувача
type	text	Тип користувача (admin/designer)
enabled	boolean	Статус (увімкнено/вимкнено)

Табл. 2.2 – Структура таблиці “sessions”

Sessions (сесії)		
Поле	Тип	Опис
session_id	int	Унікальний ідентифікатор сесії.
session_key	int	Ключ сесії.
user_id	integer	Ідентифікатор користувача, що створив сесію.
login_time	timestamp	Час початку сесії.
connection_time	timestamp	Тривалість сесії.
host	text	IP-адреса, з якої створено сесію.

Табл. 2.3 – Структура таблиці “points”

Points (рекреаційні пункти)		
Поле	Тип	Опис
point_id	integer	Унікальний ідентифікатор рекреаційного пункту.
name	text	Назва рекреаційного пункту.
office_id	integer	Лісовий офіс, якому належить рекреаційний пункт
branch_id	integer	Філія, якій належить рекреаційний пункт
forestry_id	integer	Лісництво, якому належить рекреаційний пункт
number	integer	Порядковий номер рекреаційного пункту.
positionX	numeric (16,10)	Координата X (довгота) розташування пункту.
positionY	numeric (16,10)	Координата Y (широта) розташування пункту.
creation_year	integer	Рік створення рекреаційного пункту.
components	text	Облаштування рекреаційного пункту.
condition	text	Стан рекреаційного пункту.
area	real	Площа рекреаційного пункту.
repair	text	Необхідність впорядкування рекреаційного пункту.
visitors	integer	Орієнтована кількість відвідувачів за рік.
responsible_Person_Name	text	ПІБ відповідальної особи за рекреаційний пункт
responsible_Person_Profession	text	Професія відповідальної особи за рекреаційний пункт

Продовж. табл. 2.3 – Структура таблиці “points”

responsible_Person_Phone	text	Номер телефону відповідальної особи за рекреаційний пункт
responsible_Person_Mail	text	Електронна пошта відповідальної особи за рекреаційний пункт
image	text	Фото рекреаційного пункту (шлях до фото)
enabled	boolean	Статус відображення на карті (увімкнено/вимкнено)
creator_id	integer	Користувач, який створив запис про рекреаційний пункт

Табл. 2.4 – Структура таблиці “reviews”

Reviews (відгуки)		
Поле	Тип	Опис
review_id	integer	Унікальний ідентифікатор відгуку.
point_id	integer	Ідентифікатор рекреаційного пункту, до якого відноситься відгук.
description	text	Текст відгуку.
rating	integer	Рейтинг рекреаційного пункту (зірки).
time	timestamp	Час написання відгуку.
enabled	boolean	Стан публікації відгуку в системі.

Табл. 2.5 – Структура таблиці “future_points”

Future_points (майбутні рекреаційні пункти)		
Поле	Тип	Опис
point_id	integer	Ідентифікатор запланованого рекреаційного пункту
office_id	integer	Лісовий офіс, якому належить рекреаційний пункт
branch_id	integer	Філія, якій належить рекреаційний пункт
forestry_id	integer	Лісництво, якому належить рекреаційний пункт
positionX	numeric(16,10)	Координата X (довгота) запланованого розташування рекреаційного пункту.
positionY	numeric(16,10)	Координата Y (широта) запланованого розташування пункту.
start_building_time	timestamp	Час запланованого початку будівництва.

type	text	Тип запланованого рекреаційного пункту.
description	text	Опис запланованого рекреаційного пункту.
status	text	Статус будівництва.
contacts	text	Контактні дані відповідальної особи підрозділу.
enabled	boolean	Актуальність пошуку проєктанта рекреаційних пунктів (true/false).
creator_id	integer	Користувач, який створив запис про майбутній рекреаційний пункт

Табл. 2.6 – Структура таблиці “fires”

Fires (лісові пожежі)		
Поле	Тип	Опис
fire_id	integer	Унікальний ідентифікатор випадку лісової пожежі.
office_id	integer	Лісовий офіс, якому належить рекреаційний пункт
branch_id	integer	Філія, якій належить рекреаційний пункт
forestry_id	integer	Лісництво, якому належить рекреаційний пункт
positionX	numeric(16,10)	Координата X (довгота) місця виникнення лісової пожежі.
positionY	numeric(16,10)	Координата Y (широта) місця виникнення лісової пожежі.
creation_date	date	Дата виникнення лісової пожежі.
detection_time	timestamp	Час виявлення лісової пожежі.
localization_time	timestamp	Час локалізації лісової пожежі.
type	text	Тип пожежі (низова, верхова).
area	real	Площа уражених лісових масивів пожежею.
enabled	boolean	Статус відображення на карті (увімкнено/вимкнено)
creator_id	integer	Користувач, який створив запис про лісову пожежу

Табл. 2.7 – Структура таблиці “offices”

Offices (лісові офіси)		
Поле	Тип	Опис
office_id	integer	Унікальний ідентифікатор лісового офісу.
name	text	Назва лісового офісу
enabled	boolean	Статус відображення (увімкнено/вимкнено)
creator_id	integer	Користувач, який створив запис про лісовий офіс.

Табл. 2.8 – Структура таблиці “branches”

Branches (філії)		
Поле	Тип	Опис
branche_id	integer	Унікальний ідентифікатор філії.
office_id	integer	Ідентифікатор лісового офісу, якому належить філія.
name	text	Назва філії.
enabled	boolean	Статус відображення (увімкнено/вимкнено)
creator_id	integer	Користувач, який створив запис про філію

Табл. 2.9 – Структура таблиці “forestries”

Forestries (лісництва)		
Поле	Тип	Опис
forestry_id	integer	Унікальний ідентифікатор лісництва.
branche_id	integer	Ідентифікатор філії, якій належить лісництво.
name	text	Назва лісництва.
enabled	boolean	Статус відображення (увімкнено/вимкнено)
creator_id	integer	Користувач, який створив запис про лісництво

ДОДАТОК В

ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕРФЕЙСУ ІС

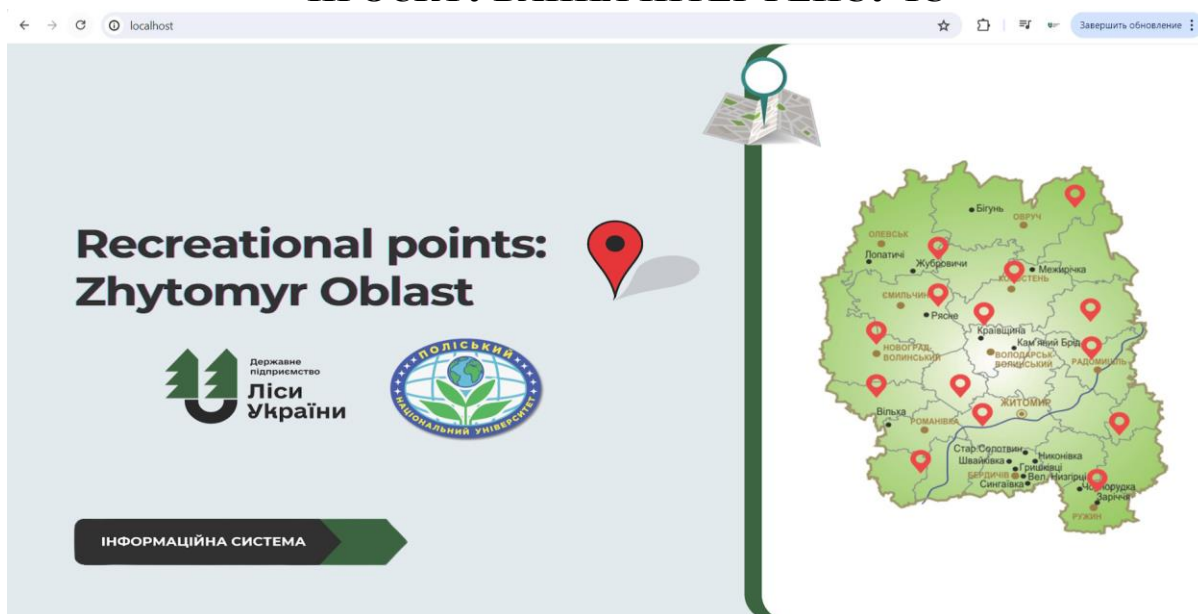


Рис. 2.6 – Стартова сторінка інформаційної системи

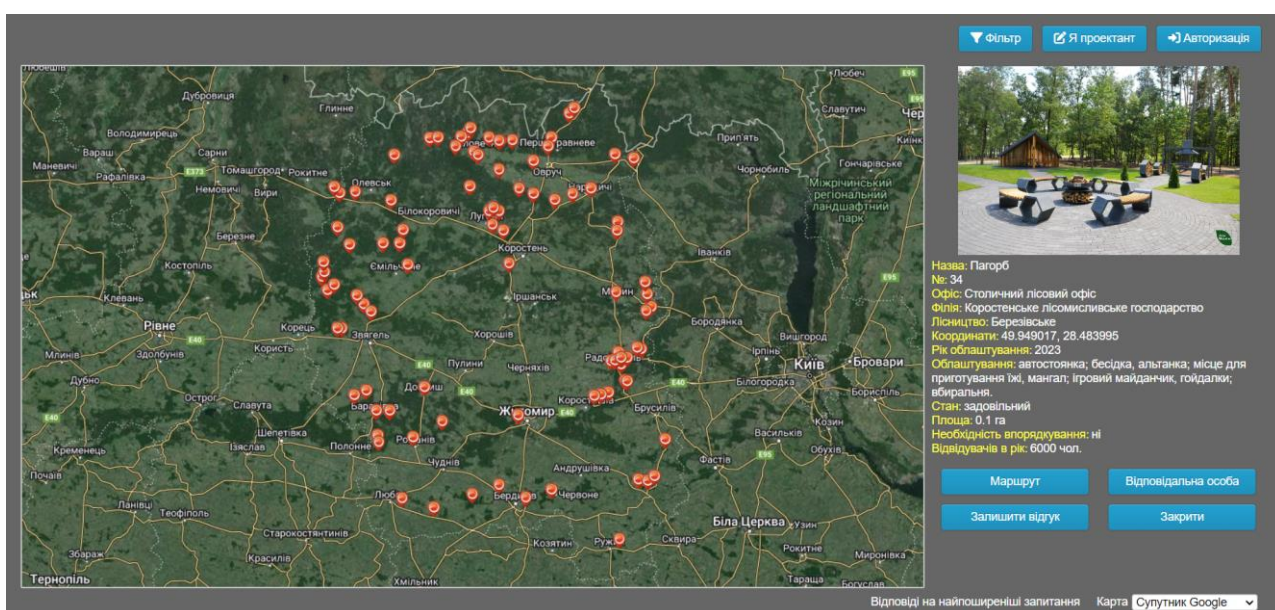


Рис. 2.7 – Сторінка неавторизованого користувача інформаційної системи

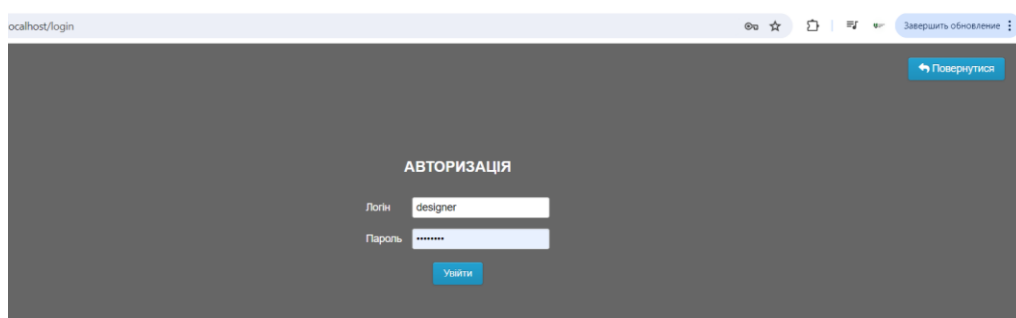


Рис. 2.8 – Сторінка авторизації

ДОДАТОК Г

ФУНКЦІОНАЛ В РЕЖИМІ «ГІСТЬ»

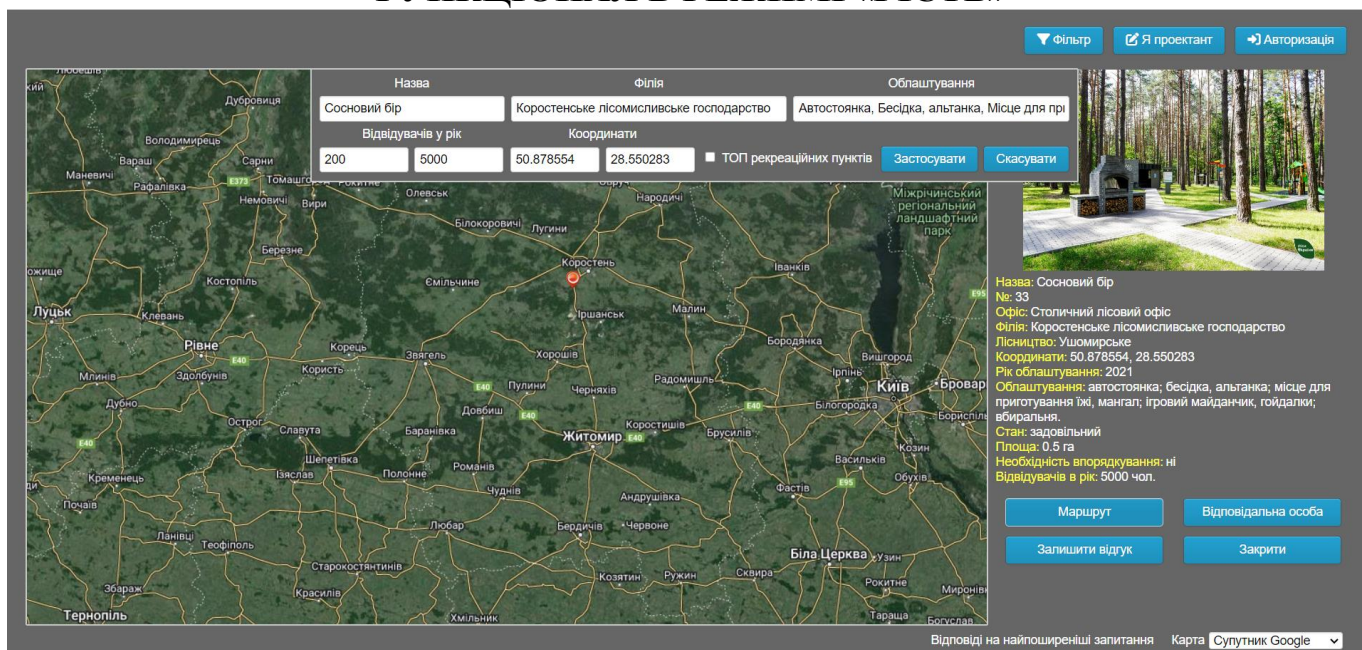


Рис. 3.1 – Пошук рекреаційного пункту за обраними параметрами

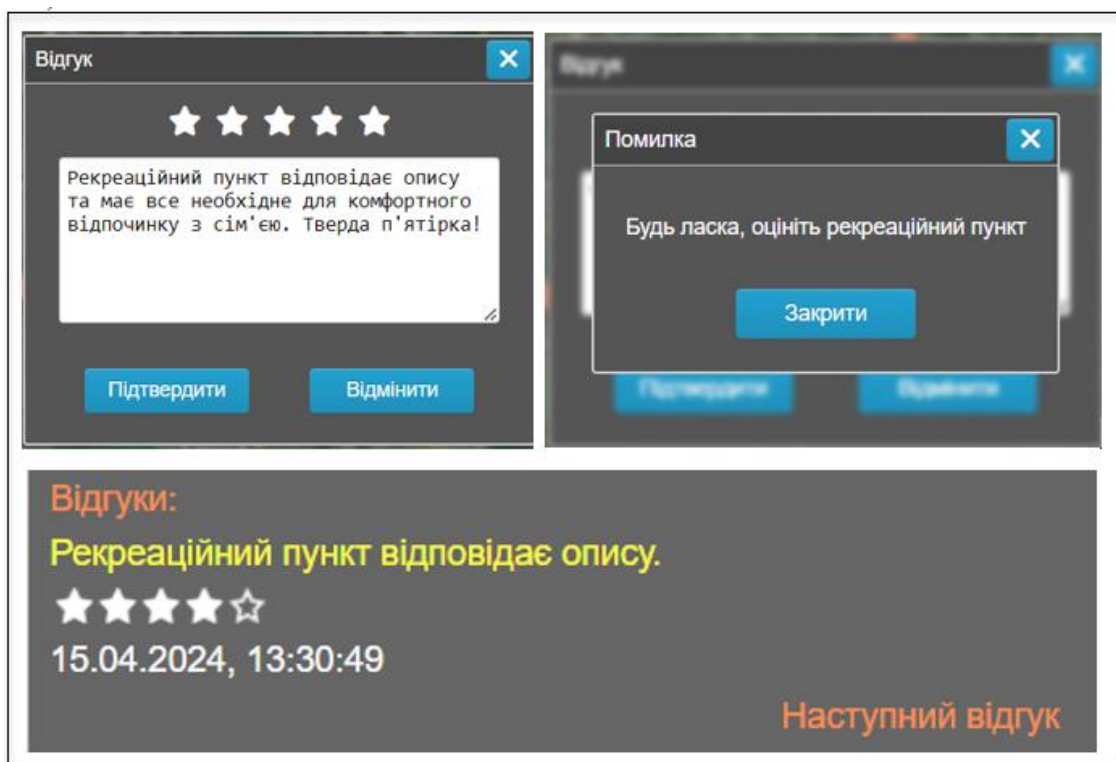


Рис. 3.2 – Система оцінення рекреаційних пунктів

ДОДАТОК Д

ФУНКЦІОНАЛ В РЕЖИМІ «АДМІНІСТРАТОР»

РЕКРЕАЦІЙНІ ПУНКТИ

Рекреаційний пункт ^	Номер	Офіс	Філія	Лісництво	Широта	Довгота	Статус	Редагувати	Видалити
30-й	38	Столичний лісовий офіс	Коростишівське лісове господарство	Попільнянське	49.972019	29.400915	Включено		
40-й	39	Столичний лісовий офіс	Коростишівське лісове господарство	Попільнянське	49.967976	29.460848	Включено		
61 кілометр	90	Столичний лісовий офіс	Ємільчинське лісове господарство	Глумчанське	50.95462	27.50044	Включено		

РЕДАГУВАННЯ РЕКРЕАЦІЙНОЇ ПУНКТУ

Назва

30-й

Номер

38

Офіс

Столичний лісовий офіс

Філія

Коростишівське лісове господарство

Лісництво

Попільнянське

Широта

49.972019

Довгота

29.400915

Рік облаштування

2019

Видалення рекреаційного пункту

Ви впевнені, що бажаєте видалити рекреаційний пункт "30-й"?

Підтвердити

Відмінити

Рис. 3.3 – Редагування/видалення/додовання рекреаційних пунктів

ВІДГУКИ НА РЕКРЕАЦІЙНІ ПУНКТИ

Рекреаційний пункт ^	Номер	Офіс	Філія	Лісництво	Відгук	Оцінка	Час	Статус	Видалити
Біля дуба	1	Столичний лісовий офіс	Баранівське лісомисливське господарство	Баранівське	Відпочивати у рекреаційних пунктах ДП "Ліси України" одне задоволення. Все супер. Дякую.	5	10.04.2024, 20:11:58		
Холодок	14	Столичний лісовий офіс	Бердичівське лісове господарство	Корбутівське	Клас	5	10.04.2024, 20:15:53		
Іванівська Діброва	28	Столичний лісовий офіс	Звягельське лісове господарство	Звягельське	Затишно, охайно, але відсутні дрова для мангалу	4	10.04.2024, 21:58:38		

Рис. 3.4 – Видалення/підтвердження відгуків користувачів

КОРИСТУВАЧІ

Користувач ^	Логін	Статус	Тип	Редагувати	Видалити
Проектант	designer	Проектант	Включено		
Admin	admin	Адміністратор	Включено		

РЕДАГУВАННЯ КОРИСТУВАЧА

Назва

Проектант

Логін

designer

Пароль

designer

Тип

Проектант

Статус

Включено

ДОДАВАННЯ КОРИСТУВАЧА

Назва

Логін

Пароль

Тип

Адміністратор

Статус

Включено

Рис. 3.5 – Редагування/видалення/створення облікових записів користувачів

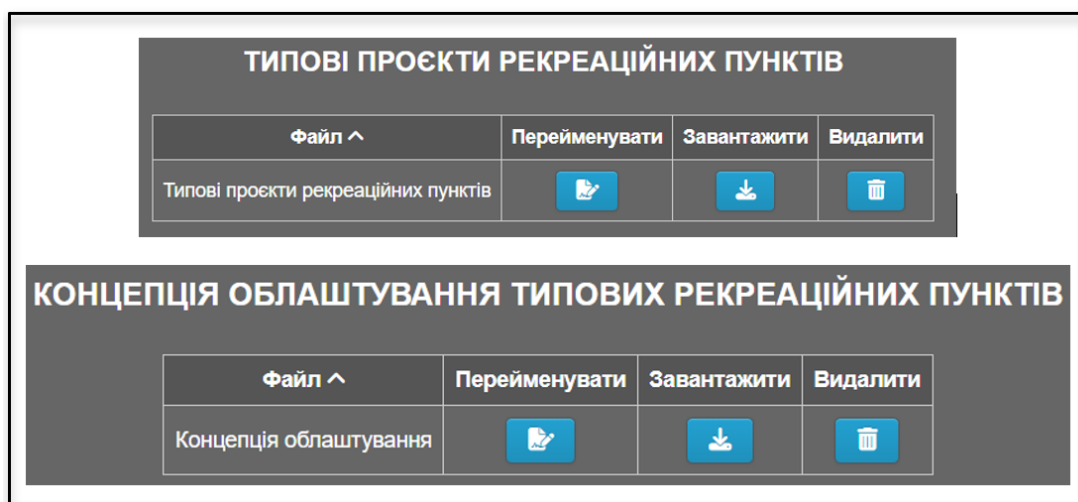


Рис. 3.6 – Редагування/видалення/завантаження матеріалів, необхідних для формування ПКД

ПАРАМЕТРИ

Порт	80
Час завершення неактивних сесій в годинах	720
Початкова широта	50.65
Початкова довгота	28.7
Початковий зум	8
Хост SQL	localhost:5432
База SQL	Recreational_points
Користувач бази SQL	Recreational_admin
Пароль бази SQL	am5690aa

Рис. 3.7 – Налаштування параметрів інформаційної системи

ДОДАТОК Е

ФУНКЦІОНАЛ В РЕЖИМІ «ПРОЄКТАНТ»

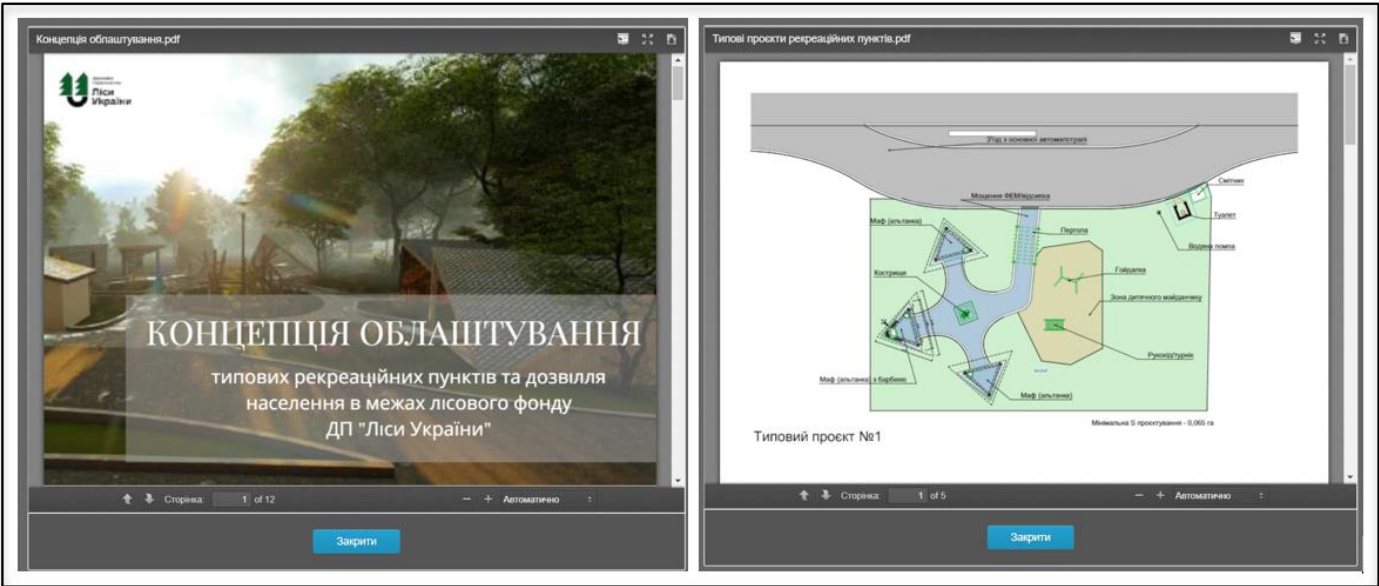


Рис. 3.8 – Концепція облаштування типових рекреаційних пунктів та типові проекти рекреаційних пунктів

МАЙБУТНІ РЕКРЕАЦІЙНІ ПУНКТИ									
Область	Філія	Лісництво	Широта	Довгота	Запланована дата початку будівництва	Тип	Опис	Статус	Співпраця
Столичний лісовий офіс	Короштівське лісове господарство	Дубовецьке	50.336359	29.187149	25.07.2024	Типовий об'єкт - малий (розширений)	98 км траси Е40 (Київ-Чоп)	У пошуках проєктанта рекреаційного пункту	Запропонувати співпрацю
Столичний лісовий офіс	Радомисльське лісовий господарство	Поташанське	50.45604	29.28062	30.07.2024	Типовий об'єкт - великий	Середньовікове насадження віком 70 років, що прилягає до автодороги Малин-Кочерів. Поблизу знаходиться ботанічна пам'ятка природи місцевого значення "Уроцище криваченька (4 дуби віком 550 років)"	У пошуках проєктанта рекреаційного пункту	Запропонувати співпрацю

Контактні дані відповідального фахівця філії

+380674125960 - Степанчук Сергій Олексійович (Провідний інженер з охорони та захисту лісу філії)

Закрити

Рис. 3.9 – План-графік будівництва рекреаційних пунктів з відображенням контактних даних відповідальної особи філії

Контактні дані для комунікації

+380685967372 - Шатило Андрій Андрійович (Відповідальний за розвиток рекреаційної діяльності Житомирщини)

+380966675899 - Бугайчук Ігор Миколайович (Начальник відділу капітального будівництва ДП "Ліси України")

+380961606871 - Копін Сергій Олександрович (Інженер з рекреаційного благоустрою 1-ї категорії ДП "Ліси України")

Закрити

Рис. 3.10 – Контактні дані фахівців, відповідальних за розвиток рекреаційної сфери Житомирщини

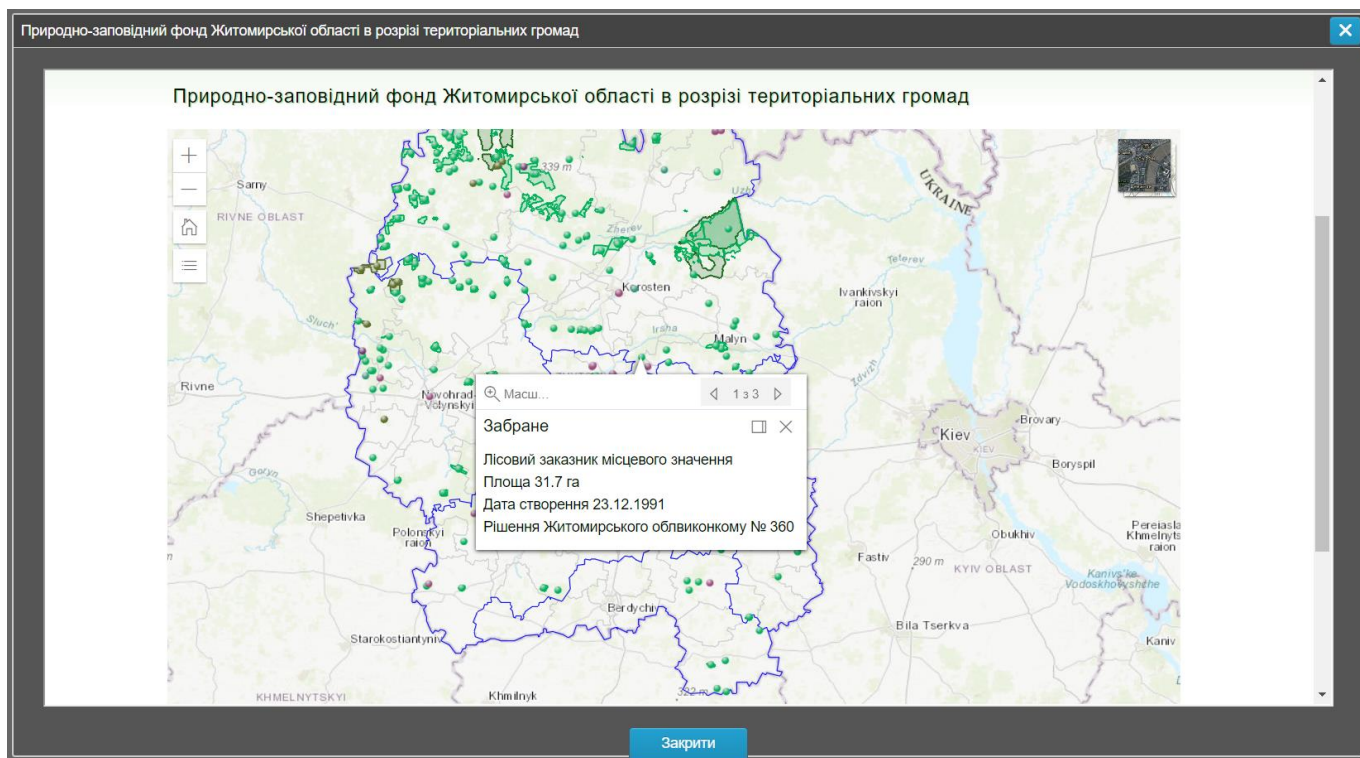


Рис. 3.11 – Інтерактивна карта «Природно-заповідний фонд Житомирщини в розрізі територіальних громад»

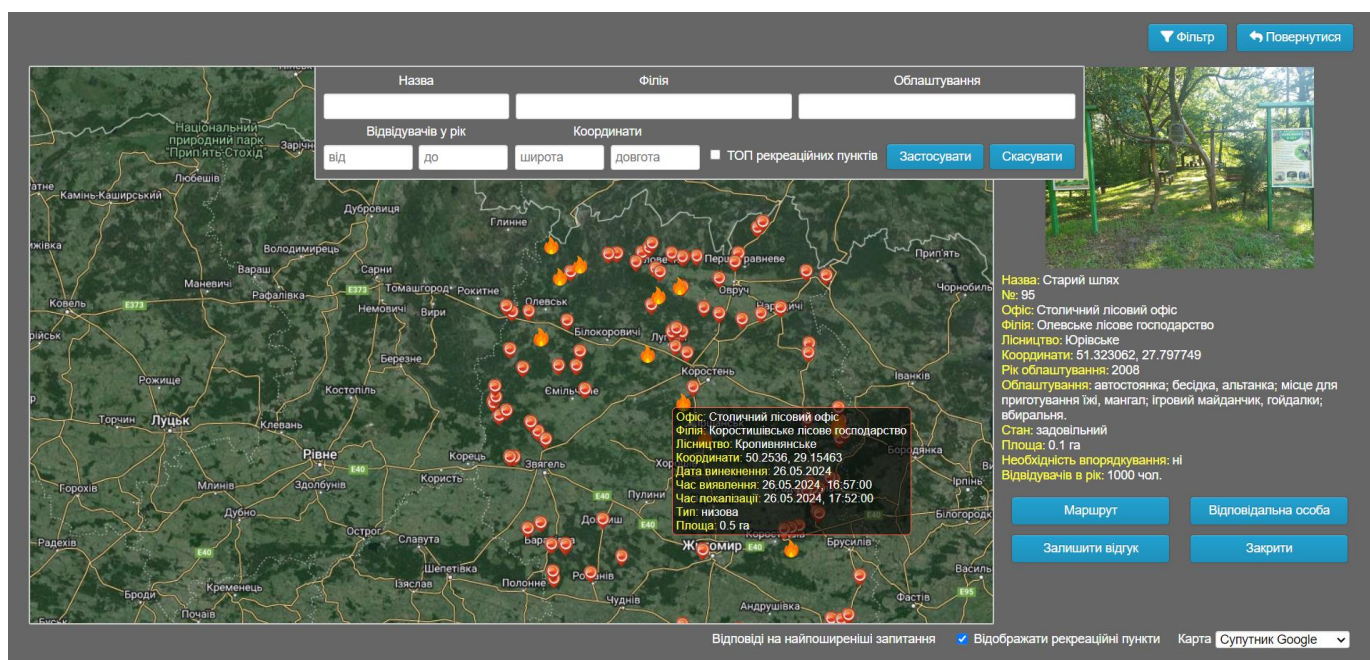


Рис. 3.12 – Інтерактивна карта «Реєстр лісових пожеж» з шаром відображення рекреаційних пунктів

ДОДАТОК Є

ТЕСТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ІС

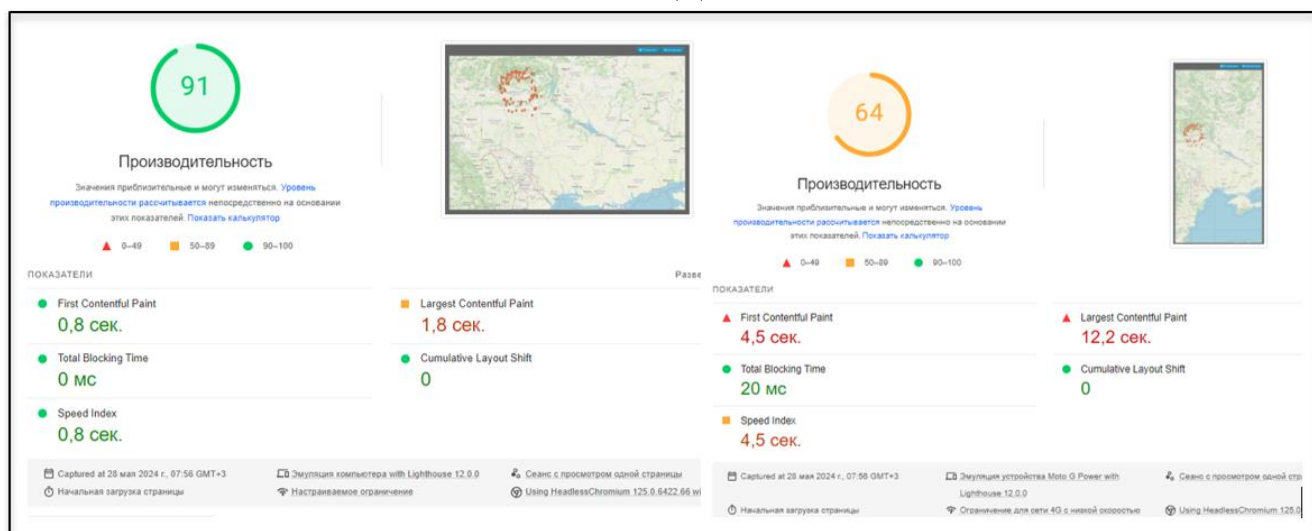


Рис. 3.13 – Початкові результати тестування продуктивності системи

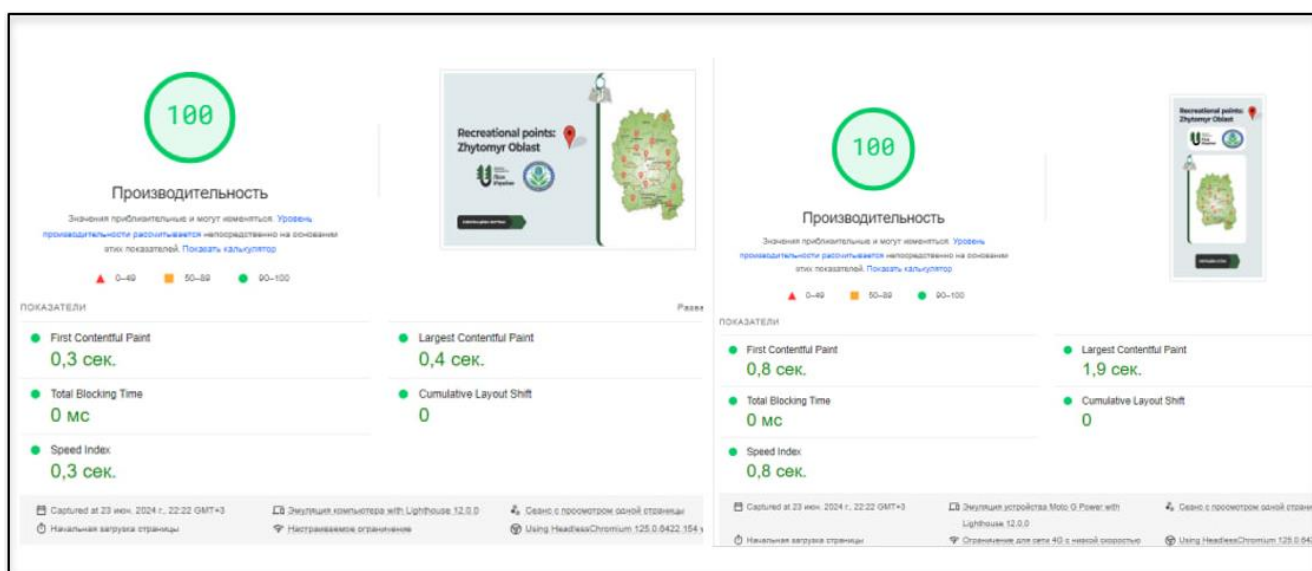


Рис. 3.14 – Кінцеві результати тестування продуктивності системи