

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних систем, обліку та фінансів

Кафедра комп'ютерних технологій

і моделювання систем

Кваліфікаційна робота

На правах рукопису

Зущик Микола Олександрович

УДК 004:551.524

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Геоінформаційна система моніторингу температур територіальної громади

126 «Інформаційні системи та технології»

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

Николюк Ольга Миколаївна

д.е.н., професор

Житомир – 2023

Висновок кафедри _____

за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____

№ __-__ від «_____» _____ 20 ____ р.

Завідувач кафедри _____

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батьковій)

«_____» _____ 20 ____ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)

(прізвище, ім'я, по батьковій)

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 батьковій)

АНОТАЦІЯ

Зушик М.О. Геоінформаційна система моніторингу температур територіальної громади. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Геоінформаційна система моніторингу температури – це дипломна робота, яка присвячена створенню геоінформаційної системи, що дозволяє моніторити температуру в певній території. Основною метою роботи є розробка ефективного інструменту для моніторингу температури на різних територіях і в різний час, який дозволяє оперативно отримувати дані про температуру та відстежувати її зміни.

Розглянуто основні принципи роботи з геоданими та використання геоінформаційних технологій для моніторингу температури. На основі цього аналізу буде розроблено концепцію геоінформаційної системи моніторингу температури.

У дипломній роботі буде розроблено програмне забезпечення для збору, аналізу та візуалізації даних про температуру, яке буде інтегровано з геоінформаційною системою.

Отже, геоінформаційна система моніторингу температури - це важлива робота, яка має великий потенціал для застосування в різних галузях, таких як метеорологія, сільське господарство, екологія тощо. Результати роботи можуть бути використані для подальшого розвитку систем моніторингу температури.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	9
1.1 Аналіз предметної області дослідження	9
1.2 Технології та методи розробки геоінформаційних систем	10
1.3 Вибір програмного забезпечення.....	12
Висновки до розділу 1	14
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	15
2.1 Організація геоінформаційної системи моніторингу температур територіальної громади	15
2.2 Проектування структури бази даних для збереження інформації про температуру.....	18
Висновки до розділу 2	21
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУР ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	22
3.1 Опис інтерфейсу та роботи з геоінформаційною системою.....	22
3.2 Системні вимоги до геоінформаційної системи мніторингу температури	26
Висновки до розділу 3	27
ВИСНОВКИ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

PHP – мова програмування серверної частини

JavaScript – мова програмування клієнтської частини

БД – база даних

MySQL – система керування базою даних

JSON – формат даних

ПЗ – програмне забезпечення

ПК – персональний комп'ютер

СКБД – система керування базою даних

ГІС – геоінформаційна система

ВСТУП

Актуальність теми

Зміна клімату це глобальна екологічна проблема. Основною причиною порушення кліматичного балансу є використання викопного палива та неефективне споживання енергії. Парникові гази CO₂ (вуглекислий газ), CH₄ (метан) та N₂O (закис азоту), що утворюються внаслідок діяльності людини, здатні викликати посилення парникового ефекту. Надмірна кількість газів, які утворюються в результаті діяльності ТЕЦ, транспорту, сільського господарства, промисловості, потрапляючи до атмосфери Землі утримує сонячне тепло у нижніх шарах атмосфери, не даючи йому повертатися до космосу. Внаслідок чого йде розігрів планети і як слідство підвищується середньорічна температура на Землі.

За останнім звітом Міжурядової групи експертів (IPCC) від 2 лютого 2007 року “саме збільшення викидів парникових газів внаслідок діяльності людини є найбільшою причиною зафіксованих кліматичних змін”.

Яка частка впливу людини на процес глобального потепління?

1. За останні сто років концентрація вуглекислого газу (CO₂) збільшилася на 40%, що є найбільшим рівнем за останні 650 тис. років.
2. Концентрації в атмосфері метану (CH₄) збільшилася в 2,4 рази в порівнянні з доіндустріальним періодом.
3. Глобальні концентрації закису азоту (NO₂) збільшилися на 20% в порівнянні з доіндустріальним періодом (IPCC1).

Які існують докази того, що відбувається зміна клімату?

За останнім звітом Міжнародної групи вчених зі зміни клімату IPCC1 (лютий 2007р):

- 11 з останніх 12 років (1995-2006) були зафіксовані як найтепліші з початку вимірювання температури (1850);
- в середньому рівень світового океану зростає на 1,8 мм (1,3-2,3) кожного року з 1961 по 2003. Починаючи з 2003, темпи

підвищення рівня океану зросли до 3,1 (2,4-3,8) мм щорічно. Сукупно, рівень світового океану збільшився на 0,17 м;

- супутникові дані свідчать, що арктичні льодовики тануть із швидкістю 2,7% в десятиріччя, з таненням влітку до 7,4%;
- зафіксовано посилення та довгостроковість засух в районах тропіків та субтропіків і це – є бідою для населення, що там проживає;
- зафіксовано ріст кількості та інтенсивності повеней, що спричиняються більшим випаровуванням;
- зафіксовано збільшення інтенсивності тропічних циклонів на півночі атлантичного океану, як наслідок нагрівання океану і накопичення більшої кількості енергії.

Якщо викиди парникових газів не будуть контролюватися, зміна клімату протягом найближчих сотен років буде відбуватися зі швидкістю, невідомої з початку розвитку цивілізації.

Мета дипломної роботи

Метою дипломної роботи є створення моделі геоінформаційної системи, що буде здійснювати моніторинг температурного стану на місцевостях в текучий момент, а також і з ретроспективою.

Завдання дипломної роботи

Завданням на дипломну роботу є:

- 1) дослідження предметної області, виявлення необхідності в розробці рішення для існуючих екологічних проблем;
- 2) створення математичної моделі майбутньої установи;
- 3) розробка зручного інтерфейсу на базі математичної моделі.

Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є процес побудови інформаційної системи використовуючи загальнодоступні сервіси відображення даних на карті.

Предмет дослідження

Предметом досліджень є методи та засоби, що використовуються при моделюванні системи, математичної моделі та створенні програмного інтерфейсу.

РОЗДІЛ 1 АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУР ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

1.1 Аналіз предметної області дослідження

Аналіз предметної області дослідження для дипломної роботи "геоінформаційна система моніторингу температур територіальної громади" проведено з метою оцінки поточного екологічного стану територіальних громад та існуючих підходів до моніторингу температур.

В результаті аналізу встановлені проблеми для вирішення яких створюється геоінформаційна система моніторингу температур територіальної громади:

- Недостатня інформація про температурний режим в окремих зонах території: збір та аналіз даних про температуру повітря в різних частинах території дозволить зрозуміти, де є проблеми з перегрівом, охолодженням тощо.
- Висока енергоспоживання влітку та зимою: наявність даних про температурний режим дозволить оптимізувати роботу систем опалення, кондиціонування повітря тощо, що знизить витрати на енергопостачання.
- Ризик погіршення здоров'я населення від екстремальних температурних умов: системи моніторингу дозволять своєчасно реагувати на небезпечні температурні умови та вживати заходів для захисту населення.
- Екологічні проблеми: збір та аналіз даних про температурний режим може допомогти відслідковувати зміни клімату та прогнозувати наслідки екстремальних температурних умов для довкілля.

Для вирішення цієї задачі досліджено існуючі підходи та методики моніторингу температур територіальної громади, такі як вже існуючі геоінформаційних систем (ГІС), супутниковий моніторинг, дистанційне зондування, метеорологічні станції, інтернет-офіси.

У зв'язку з цим, було вирішено розробити систему геоінформаційного моніторингу температур територіальної громади, яка базуватиметься на використанні вже існуючих геоінформаційних систем. Це дозволить забезпечити високу точність визначення температур на ділянках та покращить якість та швидкість доступу до інформації, що дозволить місцевій владі приймати завчасні та вірні рішення по урбанізації території, також покращить обізнаність людей про температурний стан на своїй території.

Така інформаційна система геоінформаційна система моніторингу температур може бути використана для зменшення часу реагування на підвищення температури, скорочення витрат на боротьбу з наслідками підвищення температури та зниження викидів в атмосферу. Також вона може бути корисною для ДСНС, які зможуть заздалегідь та отримувати актуальну інформацію про місця потенційних пожеж.

1.2 Технології та методи розробки геоінформаційних систем

Технології та методи розробки геоінформаційних систем є досить складними та різноманітними. Вони включають у себе різні аспекти програмування, баз даних, карти та геодезії. У цьому розділі розглянуто основні технології та методи, які використовуються у процесі розробки ГІС. Одним із основних методів розробки ГІС є метод моделювання об'єктів. Цей метод передбачає створення віртуальних моделей реальних об'єктів, які можуть бути відображені на мапі. Віртуальна модель може бути створена за допомогою спеціальних програм для розробки ГІС, зокрема, ArcGIS, QGIS, MapInfo, AutoCAD Map 3D, MicroStation та ін.

Однією з основних технологій, які використовуються в розробці ГІС, є реляційні бази даних. Цей метод передбачає використання баз даних для зберігання та обробки інформації про географічні об'єкти. Реляційна база даних може бути побудована за допомогою різних систем управління базами даних, таких як MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server та інші. Реляційна база даних – це збереження даних у таблицях, що містять рядки та стовпці. Реляційні бази даних забезпечують ефективний пошук та маніпулювання

даними, зокрема з'єднання та фільтрацію таблиць. У розробці ГІС використовуються реляційні бази даних для збереження та організації просторових даних, а саме: векторні та растрові дані, мережеві дані тощо.

Ще однією важливою технологією для розробки ГІС є програмування. Використовуються різні мови програмування, зокрема C++, Python, Java, JavaScript тощо. Процедура програмування дозволяє створювати різні функції та модулі, які забезпечують різноманітні функції ГІС, зокрема, роботу з даними, відображення карт, розрахунки й аналіз. Крім того, до методів розробки ГІС можна віднести метод геостатистики. Цей метод використовується для обробки й аналізу географічних даних, що містять випадкові варіації. Процедура геостатистики базується на математичних та статистичних методах для визначення просторових залежностей між даними.

До методів розробки ГІС також можна віднести методи геопроектингу. Ці методи передбачають застосування математичних і статистичних алгоритмів для обробки й аналізу географічних даних. За допомогою геопроектингу можна виконувати такі завдання, як буферизація, класифікація, інтерполяція, розрахунок площі та об'єму тощо.

Окрім зазначеного, до технологій розробки ГІС можна віднести використання відкритих даних та стандартів. Відкриті дані (Open Data) – це дані, які є доступними для використання й розповсюдження будь-якою людиною без жодних обмежень на доступ або використання. Ці дані зазвичай публікуються у відкритому форматі, що дозволяє їх автоматизовану обробку та використання за допомогою спеціального програмного забезпечення. Відкриті дані мають бути доступні безкоштовно або за мінімальну плату, без необґрунтованих обмежень на їх використання, редагування, перерозподіл та комерційне використання.

Відкриті дані можуть бути доступні в різних форматах, таких як CSV, XML, JSON, RDF, та інші. Ці дані можуть містити різні види інформації, такі як географічні дані, соціальні дані, фінансові дані та інші. Доступ до відкритих даних може бути наданий через публічний доступ до Інтернету, APIs, FTP-

сервери або інші канали зв'язку.

Відкриті дані дозволяють людям та організаціям створювати нові додатки та сервіси, що забезпечують користувачам більш детальну та зрозумілу інформацію про навколишній світ. Також, відкриті дані дозволяють покращувати ефективність різних процесів, таких як управління містом, економіка, здоров'я, освіта та інші.

1.3 Вибір програмного забезпечення

Під час вибору програмного забезпечення для розробки геоінформаційної системи моніторингу температури територіальної громади розглянуто кілька варіантів, включаючи QGIS, MapInfo, та ArcGIS. Незважаючи на те, що QGIS та MapInfo є безкоштовними альтернативами, вирішено було використовувати ArcMap, що є частиною пакету ArcGIS від ESRI. Однією з головних переваг ArcGIS є те, що це єдина програма, що здатна надавати інтегровані рішення для створення, редагування, аналізу та візуалізації геоданих на різних платформах.

Багато компаній в усьому світі використовують ArcGIS для вирішення специфічних задач в галузі геоінформатики. Використання ArcGIS API для JavaScript дозволяє легко і швидко створювати динамічні та інтерактивні геомапи в веб-браузері. Крім того, ArcGIS має велику спільноту користувачів, що дає змогу знайти всю необхідну документацію, онлайн-курси та різноманітні відеоуроки. Це є корисним у контексті швидкого розв'язання проблем ач, які можуть виникнути під час розробки. Отже, обраний пакет програмного забезпечення ArcGIS є надійним та ефективним інструментом для розробки геоінформаційних систем та відображення геоданих у вигляді карт на веб-сайті.

Для збереження даних отриманих від ArcGIS обрано систему керування базами даних MySQL. MySQL є однією з найпопулярніших та найбільш широко використовуваних відкритих реляційних баз даних. Для даного проекту обрано саме MySQL з низки причин. Одна з переваг MySQL полягає

в її високій продуктивності та швидкості роботи. Ця база даних здатна обробляти великі об'єми даних та запитів, що є важливим для системи моніторингу температури території. Крім того, MySQL є надійним та стійким до відмов, оскільки має вбудовані засоби відновлення даних в разі аварійного відключення або інших непередбачуваних ситуацій.

MySQL є дуже гнучкою системою, що дає змогу забезпечити високий рівень безпеки, керування користувачами та доступом до даних. Слід зазначити, що на ринку окрім MySQL існує низка інших реляційних баз даних, зокрема, Oracle, Microsoft SQL Server та PostgreSQL. Однак, для даної системи моніторингу температури території обрано саме MySQL, оскільки вона надійна, швидка та гнучка, що відповідає вимогам проекту.

Один із ключових елементів геоінформаційної системи – це сервер, який обробляє запити користувачів та забезпечує доступ до даних. Щоб розробити серверну частину, необхідно обрати мову програмування. Для даної геоінформаційної системи обрано мову програмування PHP, яка є однією з найпоширеніших мов програмування для веб-розробки. Вона є безкоштовною, відкритою та підтримується великою спільнотою розробників. PHP підтримує широкий спектр баз даних, включаючи MySQL, PostgreSQL, Oracle та інші. Додатковою перевагою мови PHP є її проста у використанні та можливість швидко створювати веб-додатки різної складності.

Одним з конкурентів PHP є мова програмування Python. Python є потужним інструментом для веб-розробки, зокрема для створення серверної частини геоінформаційних систем. Python має широкі можливості у роботі з геоданими та геопроектингом, що робить його популярним серед геодезистів та геоматиків. Однак, у порівнянні з PHP, Python є більш вимогливою мовою та може вимагати більше часу на написання коду.

Вибір PHP для серверної частини даної геоінформаційної системи обумовлений його простотою використання, широкою підтримкою баз даних, а також доступністю кваліфікованих розробників цієї мови програмування.

Висновки до першого розділу

Проведено аналіз предметної області дослідження в якому наведено існуючі проблеми з якими зіштовхуються сучасні люди та досліджено існуючі підходи та методики моніторингу температур територіальної громади. Розроблено алгоритм функціонування власної геоінформаційної системи моніторингу температур територіальної громади який забезпечить надання якісних та своєчасних даних про температуру в зручному для користувачів форматі. Алгоритм базується на використанні вже відомих методах та підходах моніторингу температур територіальних громад.

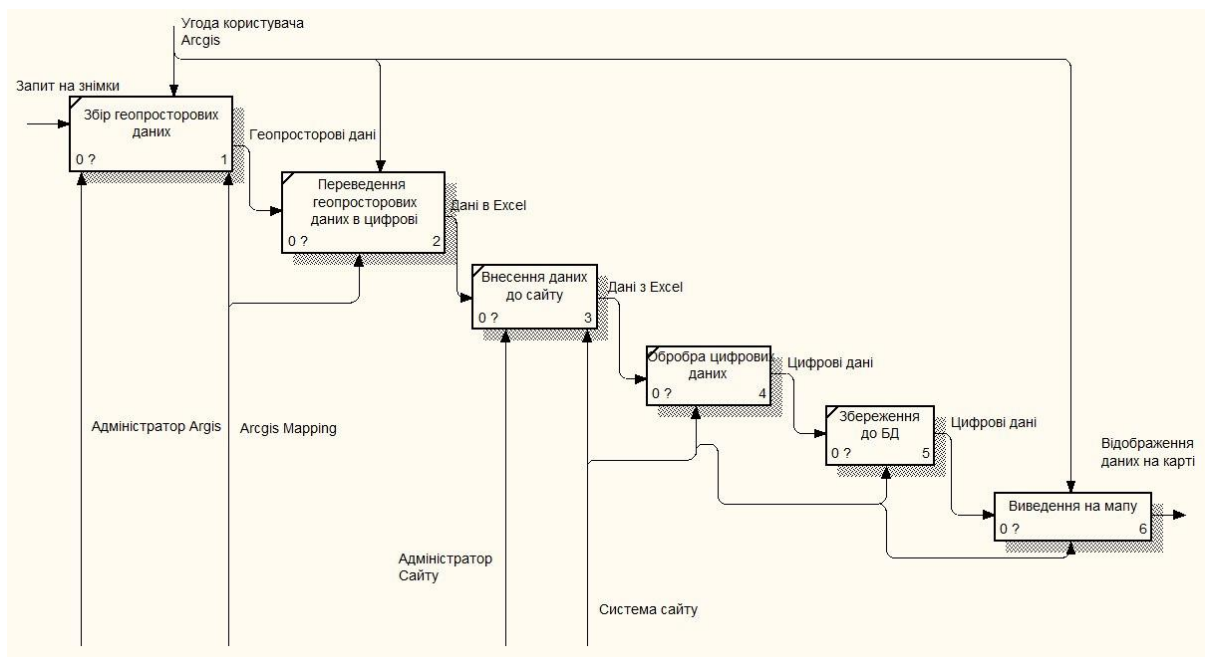


Рис. 1.1 – IDEF0-діаграма алгоритму моніторингу температур територіальних громад

Розглянуто з технічної точки зору технології та методи розробки геоінформаційних систем такі як існуюче ПЗ для обробки геоінформаційних даних, використовувані мови програмування, місця для збереження геоінформаційних даних. Обрано ПЗ для розробки власної геоінформаційної системи з наведенням того чому саме це ПЗ було обрано для розробки.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУР ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

2.1 Організація геоінформаційної системи моніторингу температур територіальної громади

Розроблено алгоритм відповідно до якого буде працювати геоінформаційна система моніторингу температур територіальної громади:

- Пошук знімків на порталах Sentinel Spacecenter та Sentinel Hub. На даних порталах є можливість фільтрувати знімки у межах досліджуваної ділянки за датою створення, відсотком хмарності. Доступними є всі спектральні канали супутнику Sentinel. Після отримання знімків, вони завантажуються до програмного середовища ArcMap.
- Обробка даних в ArcMap. У ArcMap доступні різні аналітичні інструменти для обробки даних про температуру, які, зокрема, уможливають розрахунки середньої, максимальної та мінімальної температури, графіки її зміни протягом певного періоду тощо.
- Експорт даних в Excel. Після обробки даних в ArcMap вони експортуються в Excel, що дозволяє зберегти їх у зручному форматі та провести подальшу обробку.
- Завантаження даних на сайт. Для збереження і подальшого використання даних, їх необхідно завантажити на сайт. Для цього використано мову програмування PHP та базу даних MySQL.
- Підключення JavaScript до ArcGIS API. Для візуалізації даних на мапі доцільно використовувати ArcGIS API, що дозволяє відобразити географічну інформацію на мапі та здійснювати аналіз просторових даних.
- Відображення даних на інтерактивній мапі.

Для забезпечення коректної роботи програми, вистроєна послідовність виконання процесів (рис. 2.1).

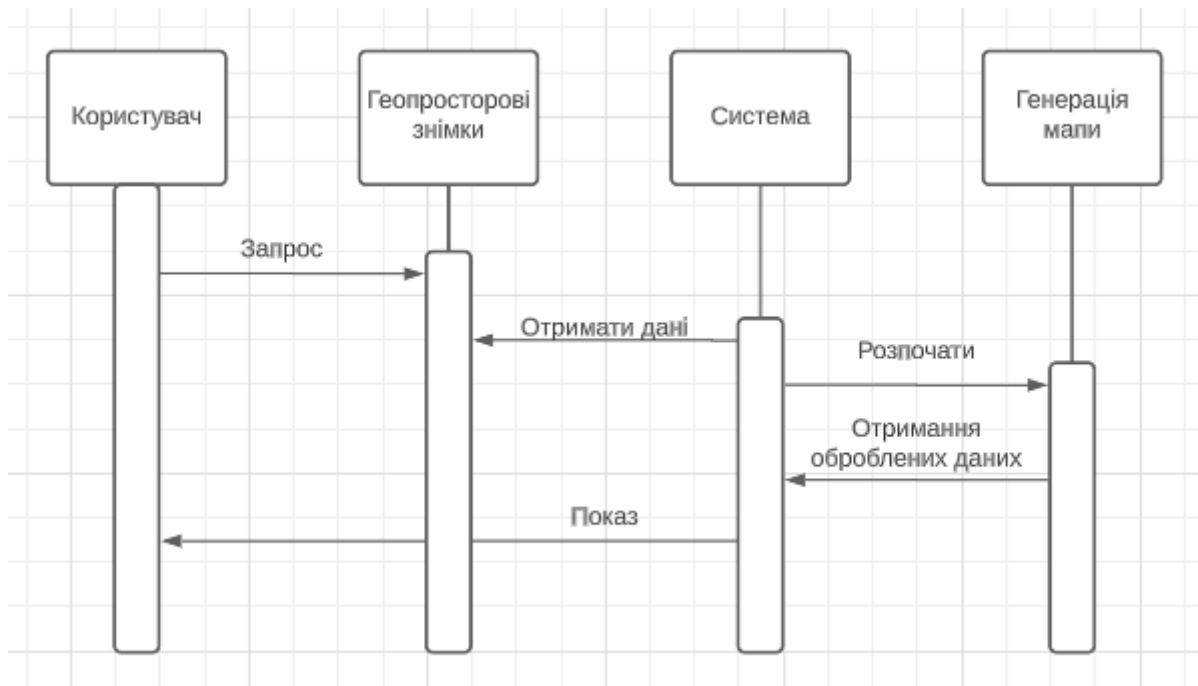


Рис. 2.1 – UML діаграма послідовностей

Для доступу до інформації про температуру розроблено інтерфейс користувача, який складається з двох частин (адміністративна та клієнтська) реалізованих за допомогою фреймворка Yii2, HTML, CSS, JavaScript, Bootstrap. Фреймворк Yii2 є одним з найпопулярніших фреймворків для веб-розробки на мові PHP. Він надає розробнику можливість швидко створювати потужні веб-додатки, використовуючи сучасні технології, такі як MVC-архітектура, RESTful API, активний запис, інтеграцію з Bootstrap і багато іншого.

Для створення веб-сторінки з картою інтерфейсу користувача (клієнтської частини) використано фреймворк Yii2 з компонентами Yii2-gii. Yii2-gii дозволяє генерувати код моделей, контролерів та представлень, що прискорює розробку інтерфейсу користувача. Для відмалювання карти використовується ArcGIS API for JavaScript, що дозволяє відображати дані у вигляді полігонів на мапі. ArcGIS API for JavaScript базується на технології WebGIS, що уможливорює роботу з різними форматами даних, зокрема з геопросторовими даними, векторними та растровими даними. Це дає можливість відображати дані на картах, а також здійснювати їх аналіз та обробку.

ArcGIS API for JavaScript також має низку корисних інструментів для створення взаємодії з користувачем. За їх допомогою можна створювати інтерактивні елементи керування, такі як кнопки, поля введення, випадаючі списки та інші, які дозволяють користувачеві змінювати відображення карти, вибирати області для аналізу тощо. Однією з переваг ArcGIS API for JavaScript є можливість використання шаблонів, які значно спрощують процес створення геоінформаційних додатків. Ці шаблони містять вже готові елементи інтерфейсу та скрипти, що дозволяють розробнику швидко створити робочий додаток. Крім того, важливою перевагою ArcGIS API for JavaScript є те, що він має велику й активну спільноту користувачів, яка постійно розвивається та надає підтримку новачкам у використанні API.

Адміністративна частина розроблено за допомогою фреймворка Yii2 та генератора коду Gii. Одна зі сторінок, призначена для завантаження файлу, була згенерована автоматично за допомогою Gii. Для того щоб передати файл використано метод фреймворка Yii2 `fileInput`. Метод `fileInput` фреймворка Yii2 є вбудованим методом для створення поля введення файлу на веб-сторінках. Він дозволяє користувачам завантажувати файли на сервер, а розробникам отримувати доступ до цих файлів за допомогою контролера.

Коли користувач активізує кнопку «Завантажити файл», відбувається відправка файлу на сервер, де контролер отримує цей файл і оброблює його далі за потреби. Файл передається як частина запиту HTTP POST, а контролер може отримати його за допомогою методу Yii2 `$_FILES`. Завдяки цьому методу, розробник може отримати доступ до завантаженого файлу, його імені, розміру та інших властивостей.

Для зчитування файлу Excel, що містить дані про температуру, використано PHP IOFactory його метод `createReaderForFile`. Метод `IOFactory::createReaderForFile` дозволяє створити читача, який може прочитати вхідний файл та повернути об'єкт, що містить дані з файлу відповідно до його формату. Отримані дані можуть бути перетворені в необхідний формат для подальшої обробки.

Після зчитування файлу, дані про температуру можуть бути сформовані в json поле `years_data`. Це поле містить масив з об'єктами, де кожен об'єкт містить рік та середню температуру за цей рік. Наприклад, якщо файл містить дані про температуру з 2000 по 2010 роки, json поле `years_data` буде містити масив з 11 об'єктів, де кожен об'єкт містить рік та середню температуру за цей рік.

Розроблений алгоритм роботи геоінформаційної системи моніторингу температури територіальної громади, можна зробити висновок про те, що така система є ефективним інструментом для збору, аналізу та візуалізації даних про температуру на певній території. Вона дозволяє швидко та ефективно отримувати необхідну інформацію для прийняття рішень та контролювати стан навколишнього середовища.

2.2 Проектування структури бази даних для збереження інформації про температуру

Розробка бази даних для системи моніторингу температур територіальної громади включає 3 етапи, а саме: створення таблиць, побудова запиту для вибірки, підключення БД до сайту.

На першому етапі передбачається створення таблиць. Основна таблиця міститиме поле json з датою і температурою та додаткові поля для визначення координат території, таблицю користувачів для доступу до адміністративної частини та таблицю міграцій для контролю таблиць, які мають існувати в БД (рис. 2.2).

Database Table	Fields
argisapi user	<ul style="list-style-type: none"> id : int username : varchar(255) auth_key : varchar(32) password_hash : varchar(255) password_reset_token : varchar(255) email : varchar(255) status : smallint created_at : int updated_at : int verification_token : varchar(255)
argisapi map_points	<ul style="list-style-type: none"> id : int top_left_point : double top_right_point : double years_data : json top_left_point_y : double top_right_point_y : double bottom_left_point_x : double bottom_left_point_y : double bottom_right_point_x : double bottom_right_point_y : double
argisapi migration	<ul style="list-style-type: none"> version : varchar(180) apply_time : int

Рис. 2.2 – ER-діаграма бази даних геоінформаційної системи моніторингу температур територіальної громади

Дані про температуру зберігаються в таблиці `map_points` шляхом внесення нових записів у форматі JSON. JSON (або JavaScript Object Notation) – це легкий формат обміну даними, що використовується для передачі структурованої інформації між різними програмними системами. JSON має простий синтаксис і складається з пар «ключ-значення», де ключі є рядками, а значення можуть бути різного типу: рядками, числами, булевими значеннями, масивами та об'єктами.

JSON – це популярний формат для обміну даними в Інтернеті, оскільки його легко читати та створювати зручні сховища даних. JSON підтримується більшістю сучасних мов програмування та баз даних, що робить його зручним для обміну даними між різними системами та для збереження структурованої інформації в базі даних.

Під час другого етапу створення БД здійснюється побудова запити для вибірки. Щоб отримати дані про температуру з бази даних, буде виконана вибірка за допомогою SQL-запиту. SQL запит (Structured Query Language) є мовою програмування для роботи з реляційними базами даних, що дозволяє вибирати та зберігати дані відповідно до заданих умов. Для вибірки даних з таблиці використовують запит SELECT.

Синтаксис запити SELECT виглядає наступним чином:

```
SELECT [column1, column2, ...] FROM table WHERE conditio
```

де `column1, column2, ...` – це назви стовпців таблиці, з яких потрібно вибрати дані. Якщо потрібно вибрати всі стовпці, можна вказати `*`.

`table` – це назва таблиці, з якої потрібно вибрати дані.

`condition` – це умова, за якою потрібно вибрати дані. Це може бути одна або кілька умов, що визначаються операторами порівняння (наприклад, `=`, `<`, `>`, `<=`, `>=`) та логічними операторами (наприклад, `AND`, `OR`, `NOT`).

Наприклад, для вибірки всіх даних з таблиці "temperatures" для дати з 2023-04-22 включно можна скористатись наступним запитом:

```
SELECT * FROM temperatures WHERE date >= '2023-04-22';
```

Відповідно до цього запиту буде обрано всі стовпці з таблиці «temperature_data», де дата більша або дорівнює 2023-04-22. Результат буде містити всі записи, де дата відповідає цій умові.

SQL-запити можуть бути складнішими, якщо потрібно обрати дані за більш складними умовами, використовувати функції агрегування (наприклад, AVG, MAX, MIN, COUNT) або здійснювати з'єднання (JOIN) таблиць. Всі зазначені можливості дозволяють отримувати потрібні дані з бази даних для подальшої обробки та аналізу.

Підключення до бази даних з боку PHP зазвичай відбувається за допомогою PDO (PHP Data Objects) – розширення PHP, яке дозволяє зробити взаємодію з базами даних безпечнішою й ефективнішою. Перш за все, потрібно встановити зв'язок з сервером баз даних за допомогою PDO-об'єкта (рис. 2.3).

```
$dsn = 'mysql:host=localhost;dbname=testdb'; // параметри з'єднання з базою даних
$username = 'username'; // ім'я користувача бази даних
$password = 'password'; // пароль користувача бази даних

try {
    $dbh = new PDO($dsn, $username, $password); // створюємо PDO-об'єкт
} catch (PDOException $e) {
    echo 'Помилка зв'язку з базою даних: ' . $e->getMessage();
}
```

Рис. 2.3 – Приклад підключення до БД зі сторони PHP за допомогою PDO

Далі можна виконувати запити до бази даних за допомогою цього PDO-об'єкта. Наприклад, для вибірки даних з таблиці temperatures можна скористатися наступним кодом (рис. 2.4).

```
$stmt = $dbh->prepare('SELECT * FROM temperatures WHERE date > :date'); // підготую
$stmt->bindParam(':date', $date); // прив'язуємо значення параметра
$stmt->execute(); // виконуємо запит
$result = $stmt->fetchAll(PDO::FETCH_ASSOC); // отримуємо результат вибірки
```

Рис. 2.4 – Приклад формування запиту для вибірки даних з БД

В даному прикладі здійснено підготовку запиту з параметром `date`, прив'язано до нього значення змінної `$date`, виконано запит і отримано результат вибірки у вигляді асоціативного масиву.

Після завершення роботи з базою даних потрібно закрити з'єднання за допомогою методу `close()`. Таким чином, PDO дозволяє здійснювати безпечно та ефективно зв'язку з базами даних зі сторони PHP.

Висновки до другого розділу

Розроблено веб-інтерфейс для користувачів з можливістю перегляду інформації про температуру на карті, а також адміністративну частину, де можна завантажити Excel-файл з даними і зберегти їх у базу даних MySQL. Для реалізації цих функцій були використано фреймворк Yii2, бібліотеку ArcGIS API for JavaScript, мову програмування PHP та систему керування базами даних MySQL. Інтерфейс розроблено з урахуванням принципу забезпечення простоти використання та функціональності, що дозволяє легко знаходити необхідну інформацію. У цілому, розроблений інтерфейс дозволяє зручно та швидко працювати з даними про температуру, що сприяє подальшому аналізу та вивченню цієї інформації.

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУР ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

3.1 Опис інтерфейсу та роботи з геоінформаційною системою

Згідно із обраним ПЗ розроблено мінімально необхідний і зручний інтерфейс для користувачів. У рамках даного дослідження інформаційну систему моніторингу температури реалізовано у межах м. Житомир. За допомогою інструментів ArcGIS Арі створено карту з центруванням в Житомирі (рис. 3.1).

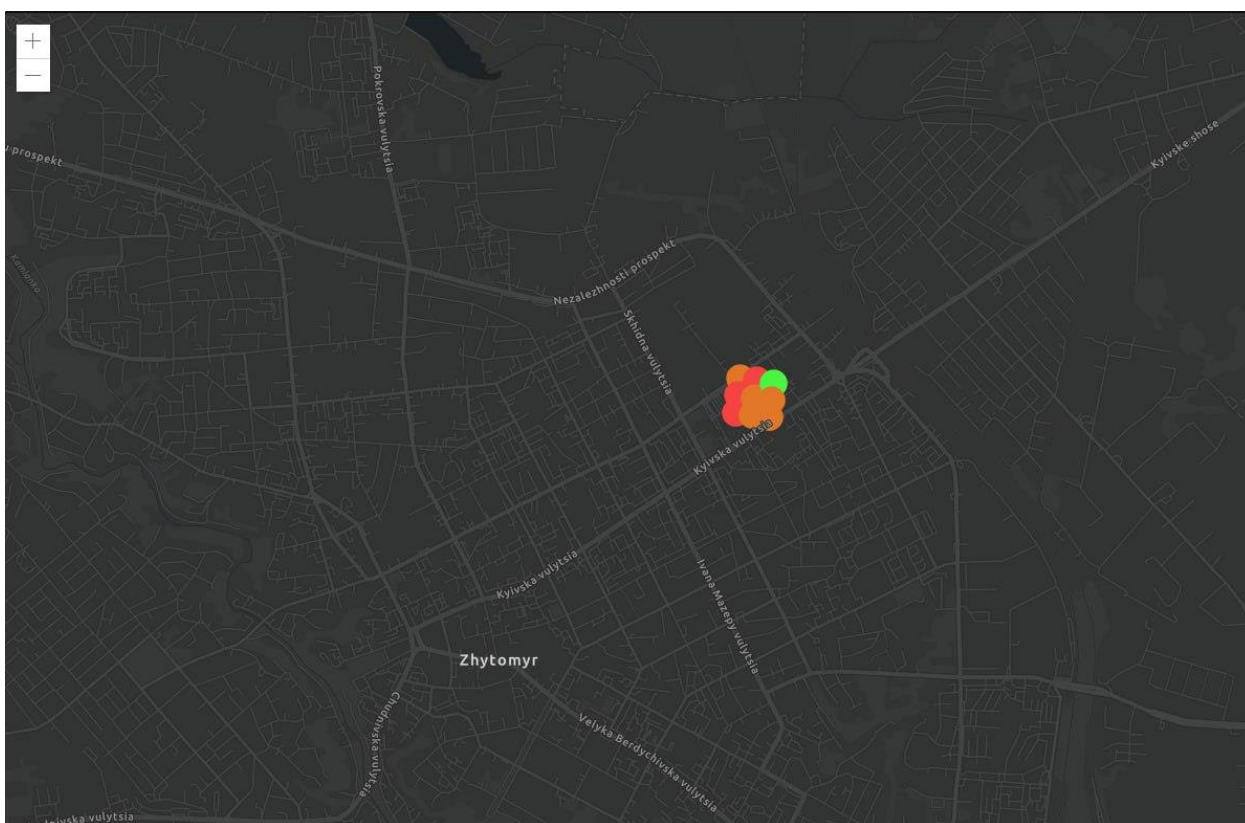


Рис. 3.1 – Мапа міста Житомир

Отримані геопросторові дані виводяться на мапу у вигляді круглих полігонів які відрізняються по кольору в залеженості від середньої температури на рік (рис. 3.2).

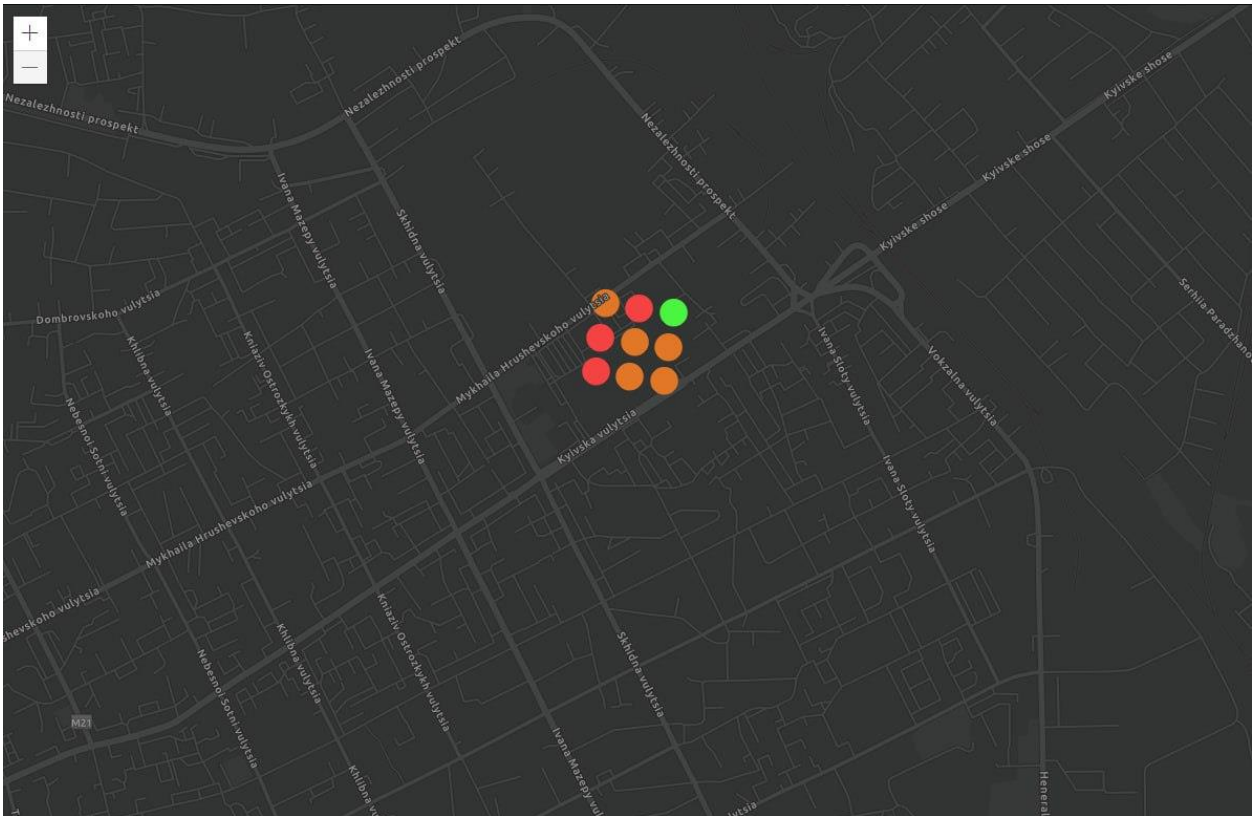


Рис. 3.2 – Геопросторові дані виведені ні мапу в вигляді круглих полігонів

Крім того, додаткова можливість отримання користувачем отримати детальнішої інформації, яку реалізовано шляхом додавання події через натискання на конкретний полігон. У разі натискання з'являється вікно, що містить інфографіку з ретроспективою. Крім того, додано можливість отримувати точніше значення температури при наведені на інфографіку (рис. 7, 8).

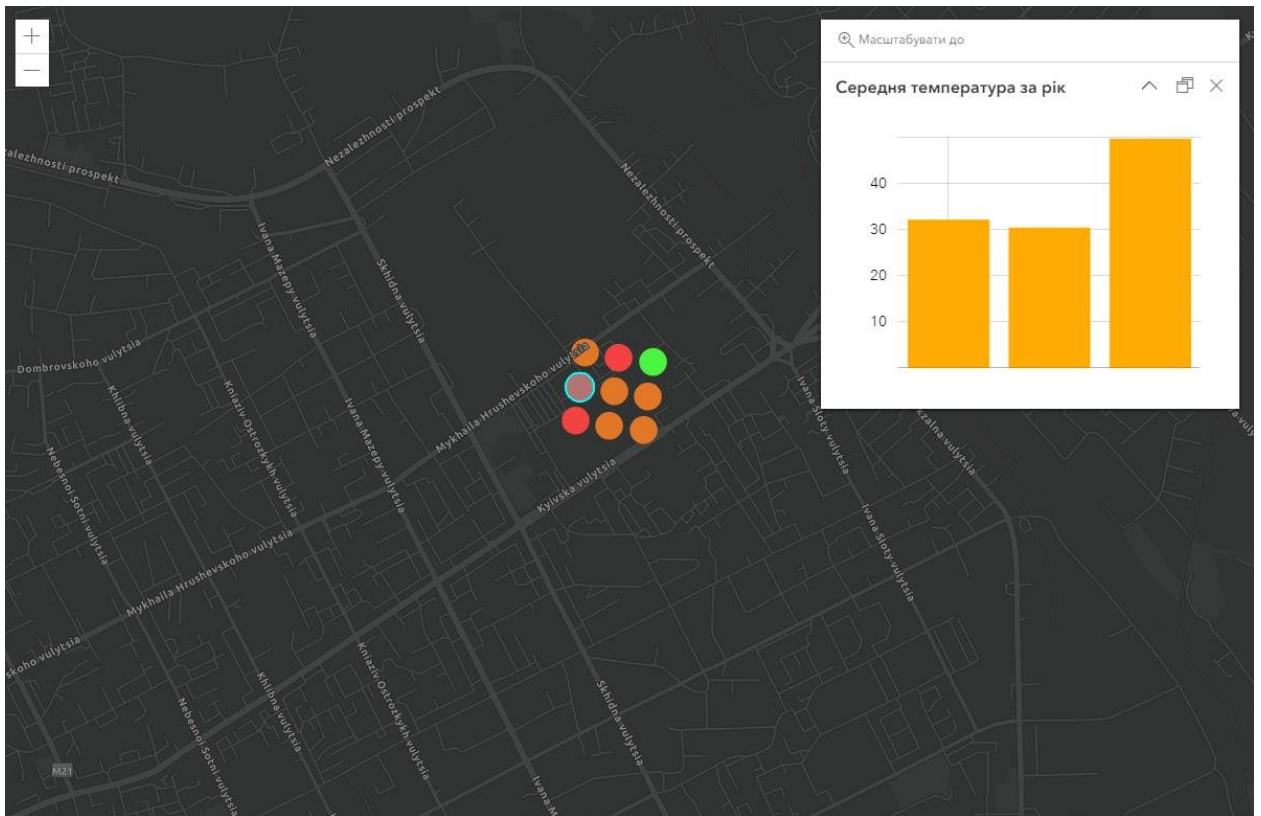


Рис. 3.3 – Виведення вікна для отримання детальнішої інформації

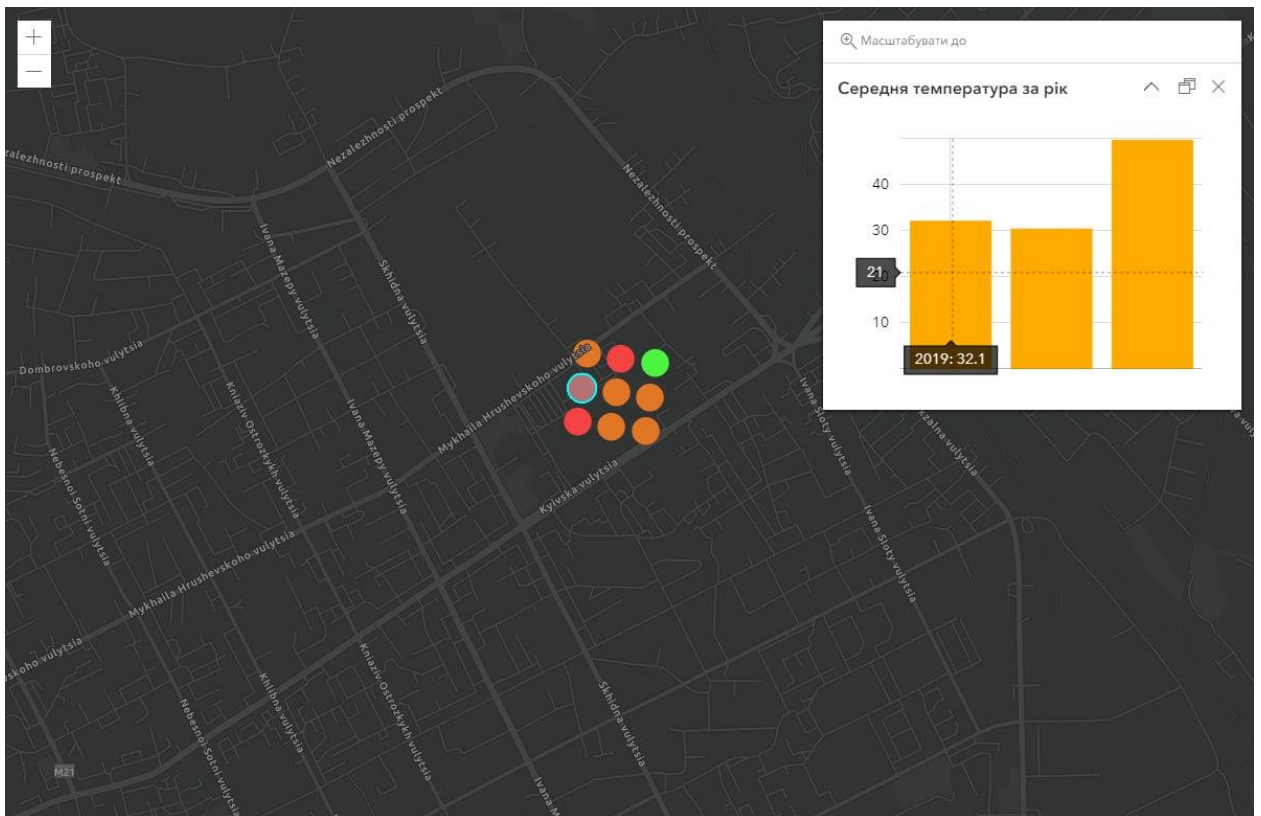


Рис. 3.3 – Можливість наведення курсору на інфографіку

Для того, щоб завантажити дані на сайт і не дати зловмисникам втручатись у його роботу, обмежено доступ до адміністративної частини геоінформаційної системи. До неї можливо потрапити тільки через URL , ввівши /admin, після чого користувач буде спрямований на сторінку логіна, де потрібно ввести логін і пароль від акаунта адміністратора (рис. 3.4).

Login

Please fill out the following fields to login:

Username

Password

Remember Me

Login

Рис. 3.4 – Форма логіну для доступу до адміністративної частини

В адміністративній частині за допомогою Yii-gii згенеровано сторінку, на якій знаходиться форма, що дає можливість завантажити файл (рис. 3.5). Для доступу на цю сторінку додано посилання в шапку адміністративної частини. При завантаженні Excel-файлу старі дані видаляються і БД заповнюється новими даними.

The screenshot shows the top navigation bar of the application with the following items: "My Application", "Головна", "Завантажити файл", and "Logout (admin)". Below the navigation bar, there is a file upload section. It includes the text "Excel файл" followed by a file selection button labeled "Выберите файл" (Choose file) and a status indicator "Файл не выбран" (File not selected). At the bottom of this section is a green button labeled "Експорт" (Export).

Рис. 3.5 – Сторінка з формою для завантаження Excel

Для того, щоб унеможливити завантаження файлу, який може нести в собі дані не вірного формату, а також щоб ГІС могла прочитати файл, з боку адміністрації, додана функція перевірки файлу, яка використовується під час спроби завантажити файл до системи (рис. 3.6).

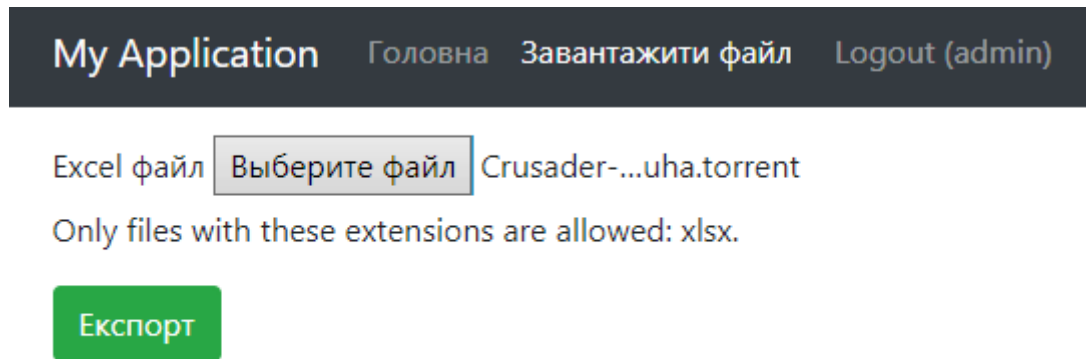


Рис. 3.6 – Валідація Excel-файла

3.2 Системні вимоги до геоінформаційної системи моніторингу температур територіальної громади

Системні вимоги до ____, що забезпечують коректне функціонування сайту на сервері та реалізацію можливості одночасного доступу до неї від 10000 користувачів включають такі:

- операційна система: Linux або Windows Server;
- процесор: Intel Core i5 або аналогічний AMD з частотою 2.0 ГГц або вище;
- оперативна пам'ять: 8 ГБ або більше;
- жорсткий диск: 500 ГБ або більше;
- карта графіки: підтримка OpenGL 4.0 або вище;
- мережевий інтерфейс: Ethernet 100 Мбіт/с або вище.

Для користувачів, які працюють з сайтом, важливо мати доступ до Інтернету та сучасного веб-браузера з підтримкою HTML5 та CSS3. Мінімальні вимоги до ПК користувача сайту та програмного забезпечення можуть бути наступними:

- операційна система: Windows 7 або вище, Mac OS X, Linux;
- процесор: Intel Core i3 або аналогічний AMD з частотою 1.6 ГГц або вище;
- оперативна пам'ять: 4 ГБ або більше;
- відеокарта: підтримка OpenGL 3.3 або вище;
- мережевий інтерфейс: Ethernet або бездротовий інтерфейс Wi-Fi для підключення до Інтернету;
- веб-браузер: Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari або Microsoft Edge.

Висновок до розділу 3

Розроблено функціональну систему, яка дозволяє моніторити температуру на території громади з використанням геоінформаційних технологій. Система реалізована у вигляді веб-додатку з інтерфейсом, що містить мапу з можливістю перегляду температур на різних ділянках території громади в реальному часі та інтерактивними об'єктами при натисканні на які виводиться додаткове інформаційне вікно яке містить в собі ретроспективні дані про певну ділянку.

Окрім того, в системі реалізована адміністративна частина для завантаження Excel-файлів з даними для мапи. Також були розроблені вимоги до сервера, що повинен мати певні параметри для забезпечення оптимальної роботи системи. До мінімальних вимог для ПК користувача сайту входять наявність веб-браузера та підключення до Інтернету.

ВИСНОВКИ

Дипломна робота була присвячена розробці геоінформаційної системи моніторингу температури. Робота включала в себе детальний аналіз потреб користувачів та вимог до функціональності системи, проектування та розробку бази даних та програмного забезпечення, тестування та впровадження системи в реальних умовах. В результаті виконання дипломної роботи було розроблено повноцінну геоінформаційну систему, яка дозволяє в режимі реального часу моніторити температуру в різних точках на мапі, отримувати детальну інформацію про кожен датчик температури, а також аналізувати та відображати дані у зручний для користувача спосіб. У процесі роботи успішно вирішено ряд складних завдань, включаючи проектування бази даних, розробку алгоритмів моніторингу температури та розробку інтерфейсу користувача. Крім того, було проведено тестування системи та впроваджено її в реальному середовищі, що дозволило перевірити її ефективність та надійність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Yii2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.yiiframework.com/>. – Дата перегляду 22.04.2023.
2. MySQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dev.mysql.com/>. – Дата перегляду 22.04.2023.
3. Бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.w3schools.com/sql/>. – Дата перегляду 22.04.2023.
4. Геоінформаційна система моніторингу температури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352340919306590>. – Дата перегляду 22.04.2023.
5. ArcMap [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/overview>. – Дата перегляду 22.04.2023.
6. ArcGIS for JavaScript [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developers.arcgis.com/javascript/latest/>. – Дата перегляду 22.04.2023.
7. PDO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.php.net/manual/en/book.pdo.php>. – Дата перегляду 22.04.2023.
8. JSON [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.json.org/>. – Дата перегляду 22.04.2023.
9. SQL запит [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.w3schools.com/sql/sql_quickref.asp. – Дата перегляду 22.04.2023.
10. Yii2 + MySQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.yiiframework.com/doc/guide/2.0/ru/start-databases>. – Дата перегляду 22.04.2023.
11. SQL запити для роботи з базами даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sqltutorial.org/>. – Дата перегляду 22.04.2023.

12. Геоінформаційні технології в екології [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/04/Ekolohichna-heoinformatyka_literatura-dlia-lektsiy.pdf. - Дата перегляду 22.04.2023.
13. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://wwf.panda.org/wwf_news/?256338/book-gis. - Дата перегляду 22.04.2023.
14. Що таке JSON [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/JSON>. - Дата перегляду 22.04.2023.
15. Геоінформаційні системи в задачах моніторингу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/45650/1/2017%20%D0%BF%D0%B5%D1%87%2033%D0%9B%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%93%D0%86%D0%A1%20%D0%B2%20%D0%97%D0%9C%D0%A2%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE.pdf>. - Дата перегляду 22.04.2023.
16. Геоінформаційна система [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0>. - Дата перегляду 22.04.2023.
17. Бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85>. - Дата перегляду 22.04.2023.
18. Типи бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dou.ua/lenta/articles/types-of-databases/>. - Дата перегляду 22.04.2023.

19. СУБД [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://highload.today/uk/subd-yaki-buvayut-yak-vibrati/>. - Дата перегляду 22.04.2023.
20. Система управління базами даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85. - Дата перегляду 22.04.2023.
21. Відкриті дані [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BA%D1%80%D0%B8%D1%82%D1%96_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%96. - Дата перегляду 22.04.2023.
22. Відкриті дані, що це таке [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dostup.pravda.com.ua/explainers/publications/vidkryti-dani-shcho-tse-take-de-ikh-shukaty-i-iak-vykorystovuvaty/>. - Дата перегляду 22.04.2023.