

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ**

**І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет землевпорядкування**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
**Зав. кафедри геоінформатики і**  
**аерокосмічних досліджень Землі**

\_\_\_\_\_ **Антоніна МОСКАЛЕНКО**

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ **2025 р.**

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: Розробка та реалізація програмного коду на JavaScript для оцінювання стану земель Ковалівської громади Київської області**

**Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій»**

**Гарант освітньої програми**  
**«Геодезія та землеустрій»,**

д. геогр. н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ **Іван КОВАЛЬЧУК**

(підпис)

**Керівник бакалаврської**  
**кваліфікаційної роботи,**

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ **Антоніна МОСКАЛЕНКО**

(підпис)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ **ВЛАДИСЛАВ ЗАЯЦЬ**

(підпис)

**КИЇВ – 2025**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет землевпорядкування

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри геоінформатики і  
аерокосмічних досліджень Землі

\_\_\_\_\_ Антоніна МОСКАЛЕНКО

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ

Зайцю Владиславу Степановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 193 «Геодезія та землеустрій»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Розробка та реалізація програмного коду на JavaScript для оцінювання стану земель Ковалівської громади Київської області», що затверджена наказом ректора НУБіП України від «18» листопада 2024 р. № 2063 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру – за 10 днів до захисту

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: дані про площі основних земельних угідь, дані меж адміністративного утворення

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- 1) Характеристика території громади
- 2) Розробка програмного коду на JavaScript
- 3) Реалізація програмного коду на JavaScript

Дата видачі завдання « 20 » листопада 2024 р.

Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ Антоніна МОСКАЛЕНКО

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ Владислав ЗАЯЦЬ

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ.....</b>	<b>5</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>Розділ 1. Теоретичні основи оцінювання стану земель.....</b>	<b>8</b>
1.1. Оцінювання стану земель.....	8
1.2. Переваги та недоліки використання програмного коду.....	14
<b>1.3 Характеристика об'єкту – Ковалівської громади Київської області.....</b>	<b>19</b>
<b>Розділ 2 Розробка програмного коду.....</b>	<b>24</b>
2.1 Розробка JavaScript коду, вбудованого в HTML-структуру веб-сторінки....	24
<b>2.2 Опис JavaScript-складової.....</b>	<b>37</b>
<b>Розділ 3 Реалізація програмного коду.....</b>	<b>39</b>
3.1. Реалізація обчислення екологічної стабільності території.....	39
3.2. Графічне подання результатів.....	50
<b>Висновок.....</b>	<b>53</b>
<b>Список використаних джерел.....</b>	<b>55</b>

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота студента факультету землевпорядкування спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» Зайця Владислава Степановича на тему: **«Розробка та реалізація програмного коду на JavaScript для оцінювання стану земель Ковалівської громади Київської області».**

Кваліфікаційна робота включає в себе вступ, три розділи та висновки.

У першому розділі «Теоретичні основи оцінювання стану земель» проаналізовано поняття оцінювання стану земель, його види (бонітування ґрунтів, екологічна та комплексна оцінки), а також параметри, що підлягають аналізу, такі як фізичні, хімічні, біологічні, екологічні та антропогенні характеристики земель.

У другому розділі «Розробка програмного коду» проаналізовано переваги та недоліки використання програмного коду, зокрема мови JavaScript, для автоматизації оцінювання стану земель. Розглянуто структуру HTML та JavaScript коду для створення інтерактивного веб-додатку.

У третьому розділі «Реалізація програмного коду» описано проведення розрахунків екологічної стабільності земельних ресурсів Ковалівської громади Київської області з використанням розробленого програмного коду. Наведено вихідні дані та результати аналізу для кожної сільської ради громади.

Випускна бакалаврська кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновку та списку використаних джерел. Розміщена робота на 57 сторінках, включає 3 таблиці та 17 рисунків. Список використаних джерел становить 25 джерела.

**Ключові слова:** оцінювання стану земель, програмний код, JavaScript, екологічна стабільність, геоінформаційні системи, земельні ресурси, Ковалівська громада.

У кваліфікаційній роботі передбачено вирішення завдання автоматизації визначення показника оцінювання стану земель через написання та реалізацію програмного коду на JavaScript.

## ВСТУП

У сучасному світі, де питання сталого розвитку та екологічної безпеки набувають все більшої актуальності, оцінювання стану земель відіграє ключову роль у забезпеченні раціонального використання земельних ресурсів. Земельні ділянки є основою для сільськогосподарської діяльності, промислового виробництва та житлового будівництва, тому їхній стан безпосередньо впливає на економічний та екологічний добробут суспільства. Традиційні методи оцінювання стану земель, які базуються на ручних вимірюваннях та аналізах, є трудомісткими, часозатратними та схильними до помилок. У цьому контексті розробка автоматизованих інструментів для оцінювання стану земель є нагальною потребою.

Одним із перспективних підходів до автоматизації цього процесу є використання програмного забезпечення, зокрема на мові JavaScript, яка є широко поширеною та підтримується більшістю сучасних веб-браузерів. JavaScript дозволяє створювати інтерактивні веб-додатки, які можуть бути легко доступні для користувачів з різних пристроїв та платформ. Розробка програмного коду на JavaScript для оцінювання стану земель відкриває нові можливості для швидкого та точного аналізу земельних ділянок, що може бути використано в різних сферах, таких як сільське господарство, екологія, містобудування та управління земельними ресурсами.

**Актуальність теми** полягає у необхідності створення ефективних та доступних інструментів для оцінювання стану земель, що дозволить підвищити якість управління земельними ресурсами та сприятиме сталому розвитку. Використання програмного забезпечення на JavaScript для цієї мети є інноваційним рішенням, яке може значно полегшити процес оцінювання та зробити його більш точним і об'єктивним.

**Метою роботи** є автоматизація визначення показника оцінювання стану земель через написання та реалізацію програмного коду на JavaScript на основі заданих критеріїв. Це передбачає створення інтерактивного веб-додатку, який

буде приймати вхідні дані про характеристики земельної ділянки та виводити оцінку її стану.

**Об'єктом дослідження** є співвідношення видів угідь Ковалівської територіальної громади, а **предметом** — програмний код на JavaScript, призначений для автоматизованого оцінювання цього стану.

### **Завдання роботи**

1. Проаналізувати існуючі методи оцінювання стану земель та обґрунтувати набір критеріїв, які будуть використані для оцінювання.
2. Розробити алгоритм для обробки вхідних даних та обчислення оцінки стану земель.
3. Створити програмний код на JavaScript, який реалізує розроблений алгоритм.
4. Провести тестування та верифікацію програмного коду для забезпечення його коректності та надійності.

Інформаційна база для написання бакалаврської роботи:

- Наукові дослідження в галузі оцінювання стану земель та геоінформаційних систем.
- Законодавство та нормативно-правові документи щодо оцінювання стану земель.
- Дані адміністративно-територіального устрою України, що надані НДІГК для освітньої мети.
- Геопросторові та атрибутивні дані про землі Ковалівської територіальної громади.

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ЗЕМЕЛЬ**

### **1.1. Оцінювання стану земель**

Оцінювання стану земель є одним із ключових процесів у сфері управління земельними ресурсами, спрямованим на визначення якості земельних ділянок, їхньої придатності для різних видів використання, а також на моніторинг змін у їхньому стані. Цей процес відіграє важливу роль у забезпеченні сталого розвитку, плануванні сільськогосподарської діяльності, екологічному моніторингу та прийнятті управлінських рішень. У цьому підрозділі розглядається поняття оцінювання стану земель, його види та основні параметри, що підлягають оцінці, з опорою на достовірні джерела та нормативні документи.

Оцінювання стану земель — це комплексний процес аналізу та визначення якісних характеристик земельних ділянок, який включає збір, обробку та інтерпретацію даних про фізичні, хімічні, біологічні та екологічні властивості земель. Метою цього процесу є встановлення придатності земель для різних видів використання, виявлення проблемних ділянок, що потребують відновлення, та розробка рекомендацій для покращення їхнього стану.

Згідно з Законом України "Про охорону земель" від 19.06.2003 № 962-IV, оцінювання стану земель є частиною моніторингу земель, який передбачає систематичне спостереження за станом земельного фонду, зокрема за змінами якісних характеристик ґрунтів [1]. Прочитавши Закон України "Про оцінку земель" я зрозумів що оцінювання стану земель є основою для ведення державного земельного кадастру та здійснення контролю за використанням земельних ресурсів [16]. Таким чином, цей процес має не лише практичне, а й правове та наукове підґрунтя.

Оцінювання стану земель може бути класифіковане за різними критеріями, зокрема за метою, масштабом та методами проведення. Основні види оцінювання включають:

- **Бонітування ґрунтів**

Бонітування ґрунтів — це оцінка природної родючості ґрунтів за бальною системою на основі їхніх фізичних, хімічних і агрохімічних властивостей. Цей

вид оцінювання використовується для класифікації земель за якістю та визначення їхньої придатності для вирощування певних сільськогосподарських культур. Методика бонітування ґрунтів в Україні затверджена наказом Міністерства аграрної політики та продовольства [2]. Бонітування дозволяє порівнювати ґрунти за їхньою продуктивністю та є основою для економічної оцінки земель. Наприклад, ґрунти з високим вмістом гумусу отримують вищі бали, ніж деградовані чи еродовані ділянки.

- **Екологічна оцінка земель**

Екологічна оцінка земель спрямована на визначення ступеня деградації чи забруднення земель, а також на оцінку впливу антропогенних факторів на стан земельних ресурсів. Цей вид оцінки є основою для розробки заходів з охорони та відновлення земель. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель" від 23 липня 2024 р. № 848, екологічна оцінка є складовою частиною моніторингу земель [3]. Вона включає аналіз таких параметрів, як ерозія, засолення, забруднення важкими металами та іншими шкідливими речовинами. Наприклад, станом на 2020 рік, близько 20% сільськогосподарських земель України мають підвищений рівень забруднення [4].

- **Комплексна оцінка земель**

Комплексна оцінка земель поєднує в собі елементи бонітування, екологічної та економічної оцінок для отримання всебічної характеристики стану земельних ділянок. Цей вид оцінки використовується для прийняття комплексних управлінських рішень, зокрема при розробці планів землекористування та програм сталого розвитку. Комплексна оцінка є найбільш інформативною для стратегічного планування .

### **Що оцінюється під час оцінювання стану земель?**

Під час оцінювання стану земель аналізуються різноманітні параметри, які відображають фізичні, хімічні, біологічні та екологічні характеристики земельних ділянок. Основні з них включають:

1. Фізичні властивості ґрунту

- Гранулометричний склад: Співвідношення часток піску, мулу та глини, що визначає текстуру ґрунту та його водно-повітряний режим. Наприклад, глинисті ґрунти мають високу водоутримуючу здатність, але низьку водопроникність.

- Структура ґрунту: Ступінь агрегування частинок, що впливає на стійкість до ерозії та водопроникність.

- Щільність ґрунту: Визначає умови для розвитку корневих систем рослин. Оптимальна щільність для більшості культур становить 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>.

- Пористість: Показує здатність ґрунту утримувати воду та повітря.

- Водопроникність та водоутримуюча здатність: Важливі для водного балансу та зрошення [5].

## 2. Хімічні властивості ґрунту

- Кислотність (pH): Впливає на доступність поживних речовин для рослин. Оптимальний діапазон для більшості культур — 6,0–7,0.

- Вміст органічної речовини (гумусу): Основний показник родючості, що забезпечує поживні речовини та покращує структуру ґрунту. Наприклад, чорноземи України можуть містити до 10% гумусу.

- Концентрація поживних елементів: Азот, фосфор, калій, кальцій, магній тощо, які необхідні для росту рослин.

- Наявність забруднювачів: Важкі метали (свинець, кадмій), пестициди, радіонукліди, що можуть погіршувати якість ґрунту.

## 3. Біологічні властивості ґрунту

- Мікробіологічна активність: Активність бактерій і грибів, що беруть участь у кругообігу поживних речовин.

- Наявність ґрунтової фауни: Дощові черв'яки, комахи, які покращують структуру ґрунту.

- Рослинний покрив: Тип і стан рослинності як індикатор стану ґрунту [5].

## 4. Екологічні та ландшафтні характеристики

- Рельєф: Схили, висота над рівнем моря, що впливають на ризик ерозії та водний режим.
- Кліматичні умови: Оподи, температура, що визначають тип ґрунтів і їхню придатність для культур.
- Гідрологічні особливості: Рівень ґрунтових вод, наявність водотоків, що можуть спричиняти заболочення чи ерозію.

Рельєф і клімат є ключовими факторами формування ґрунтового покриву [17].

#### 5. Антропогенні фактори

- Інтенсивність землекористування: Сільське господарство, промисловість, будівництво.
- Використання добрив і агрохімікатів: Може покращувати родючість або призводити до забруднення.
- Технології обробітку ґрунту: Наприклад, мінімальний обробіток сприяє збереженню ґрунтів.

## Види оцінювання стану земель

Вид оцінювання стану земель	Основне призначення	Ключові законодавчі акти
Бонітування ґрунтів	Визначення якісної характеристики ґрунтів за їхніми природними властивостями (родючістю) для порівняльної оцінки придатності земель для вирощування сільськогосподарських культур. Є основою для економічної оцінки земель та державного земельного кадастру.	Земельний кодекс України, Закон України "Про оцінку земель".
Екологічна оцінка земель	Визначення екологічного стану земель, виявлення деградованих та забруднених земель, оцінка впливу господарської діяльності на ґрунти, прогнозування змін екологічного стану земельних ресурсів, обґрунтування заходів щодо охорони та раціонального використання земель.	Земельний кодекс України, Закони України "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про оцінку земель", "Про державний земельний кадастр".
Комплексна оцінка земель	Всебічне вивчення та аналіз природних, соціально-економічних, екологічних та інших умов використання земель. Метою є отримання цілісної інформації для розробки стратегій раціонального використання, охорони та управління земельними ресурсами, а також для прийняття управлінських рішень.	Земельний кодекс України, Закони України "Про оцінку земель", "Про державний земельний кадастр", інші нормативно-правові акти, що регулюють земельні відносини та природокористування.

Для комплексного оцінювання стану земельних ресурсів використовуються показники, які відображають як кількісні, так і якісні характеристики земель. У статті "Геоінформаційне забезпечення оцінювання стану земельних ресурсів" [8] виділено низку показників, що дозволяють проаналізувати стан земельних ресурсів, зокрема на прикладі Васильківського району Київської області. Ці показники охоплюють аспекти антропогенного впливу, екологічної стабільності та ефективності використання земель. Основні з них включають:

- Розораність. Розораність визначається як відношення площі орних земель до загальної площі території. Цей показник відображає ступінь освоєння земель для сільськогосподарських потреб. Висока розораність може свідчити про

інтенсивне використання земель, але перевищення оптимального рівня часто призводить до деградації ґрунтів, ерозії та втрати родючості [18].

- Сільськогосподарське освоєння. Цей показник розраховується як частка сільськогосподарських угідь (включаючи орні землі, пасовища, сіножаті тощо) у загальній площі території. Він характеризує рівень залучення земель до аграрного виробництва та дозволяє оцінити баланс між освоєними та природними територіями [18].

- Загальна та полезахисна лісистість. Загальна лісистість — це відношення площі всіх лісів до загальної площі території, тоді як полезахисна лісистість враховує лише ліси, які виконують захисні функції (наприклад, запобігають ерозії чи вітровому руйнуванню ґрунтів). Ці показники є важливими для оцінки екологічної стабільності та захисту земель від деградаційних процесів [18].

- Коефіцієнти антропогенного навантаження. Коефіцієнти антропогенного навантаження відображають інтенсивність впливу людської діяльності (сільське господарство, промисловість, урбанізація) на земельні ресурси. Вони враховують такі фактори, як використання агрохімікатів, механічна обробка ґрунтів і забудова. Високі значення цього показника можуть вказувати на ризик деградації земель [19].

- Екологічна стабільність землекористування. Цей показник оцінює здатність земельних ресурсів протистояти деградаційним процесам і зберігати свої функції в умовах антропогенного впливу. Він залежить від співвідношення природних і освоєних земель, а також від застосовуваних технологій землекористування [15].

- Стійкість агроландшафту. Стійкість агроландшафту характеризує збалансованість агроєкосистем, тобто їхню здатність підтримувати продуктивність і екологічну рівновагу. Цей показник враховує різноманітність земельних угідь, наявність захисних насаджень і методи обробітку ґрунтів [20].

- Індекс екологічної невідповідності сучасного використання орних земель. Цей індекс показує розбіжність між фактичним використанням орних земель.

земель і їхнім оптимальним призначенням з екологічної точки зору. Високе значення індексу свідчить про нераціональне землекористування, яке може призводити до виснаження ґрунтів або порушення природних процесів [21].

- Перевищення допустимої розораності. Цей показник визначає, наскільки фактична розораність перевищує гранично допустимі норми, які забезпечують збереження екологічної рівноваги.

Для обчислення та аналізу зазначених показників широко застосовуються геоінформаційні системи (ГІС). ГІС забезпечують створення баз геопросторових даних (БГД), просторовий аналіз і візуалізацію результатів у вигляді картограм і гістограм. Наприклад, у Васильківському районі ГІС допомогли виявити співвідношення між розораністю та перевищенням допустимої розораності, що дало змогу оцінити екологічні ризики на рівні окремих адміністративно-територіальних одиниць.

Комплексне використання цих показників дозволяє не лише оцінити поточний стан земель, а й прогнозувати можливі зміни в майбутньому. Вони є основою для прийняття обґрунтованих рішень щодо раціонального управління земельними ресурсами, запобігання деградації та забезпечення екологічної безпеки.

З множини показників, що використовуються для оцінки стану земель в цій бакалаврській роботі обрано коефіцієнт екологічної стабільності.

## **1.2. Переваги та недоліки використання програмного коду**

Використання програмного коду для оцінювання стану земель є сучасним підходом, який дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки та аналізу даних про земельні ділянки. У цьому підрозділі розглядаються переваги та недоліки застосування програмного забезпечення, зокрема з акцентом на мову програмування JavaScript, яка широко використовується для створення інтерактивних веб-додатків [7].

JavaScript — це високорівнева, інтерпретована мова програмування, яка спочатку була розроблена для створення інтерактивних веб-сторінок, але з часом

стала потужним інструментом для різноманітних застосувань, включаючи аналіз даних та геоінформаційні системи (ГІС). Її популярність зумовлена простотою використання, великою кількістю бібліотек і можливістю роботи у браузері, що робить її особливо привабливою для задач оцінювання стану земель.

Переваги використання JavaScript в оцінюванні стану земель

### **1. Крос-платформність**

JavaScript виконується у веб-браузері, що дозволяє запускати додатки на будь-якому пристрої — від персональних комп'ютерів до планшетів і смартфонів. Це особливо корисно для фахівців, які працюють у польових умовах, адже вони можуть використовувати мобільні пристрої для введення даних і їхнього аналізу в реальному часі.

### **2. Інтерактивність та візуалізація даних**

Завдяки бібліотекам, таким як Leaflet для картографії або D3.js для побудови графіків, JavaScript забезпечує створення інтерактивних інтерфейсів. Наприклад, користувачі можуть переглядати динамічні карти земельних ділянок, масштабувати їх або відображати шари даних (родючість, забруднення тощо), що полегшує аналіз і сприйняття інформації.

### **3. Легкість інтеграції з API**

JavaScript дозволяє легко підключатися до зовнішніх сервісів, таких як Google Maps чи OpenStreetMap, для отримання актуальних геопросторових даних. Це забезпечує доступ до свіжої інформації про земельні ресурси без необхідності створювати власні бази даних.

### **4. Швидкість розробки**

Наявність великої спільноти розробників і готових фреймворків, таких як React або Angular, значно прискорює створення додатків. Наприклад, веб-додаток для моніторингу земель можна розробити за кілька тижнів, що є важливим для проектів з обмеженим бюджетом.

### **5. Підтримка асинхронних операцій**

JavaScript підтримує асинхронне програмування через механізми, такі як Promises і async/await. Це дозволяє виконувати тривалі операції, наприклад

запити до баз даних або обробку великих масивів даних, без заморожування інтерфейсу користувача.

Переваги та недоліки використання програмного коду загалом

Переваги:

1. Автоматизація процесів. Програмний код дозволяє автоматизувати трудомісткі задачі, такі як розрахунок показників стану земель чи класифікація ділянок.

2. Інтеграція з ГІС. Програмні рішення легко інтегруються з геоінформаційними системами, що забезпечує просторову візуалізацію даних. ГІС є невід'ємною частиною сучасного земельного кадастру.

3. Гнучкість і масштабованість. Інструменти можна адаптувати до різних масштабів — від однієї ділянки до цілого регіону — шляхом зміни параметрів або алгоритмів.

4. Доступність. Веб-орієнтовані рішення, зокрема на JavaScript, доступні з будь-якого пристрою з браузером, що полегшує використання для широкого кола фахівців.

5. Оновлення даних у реальному часі. Завдяки інтеграції з базами даних програмний код забезпечує автоматичне оновлення інформації про земельні ділянки.

Недоліки:

1. Висока вартість розробки. Розробка складних систем з інтеграцією ГІС і баз даних потребує значних ресурсів.

2. Необхідність кваліфікованих кадрів. Робота з кодом вимагає знань програмування та специфіки земельних ресурсів, що може бути проблемою для організацій з обмеженим штатом.

3. Ризик помилок. Некоректний код може призвести до хибних результатів [7].

4. Залежність від техніки. Для роботи потрібні комп'ютери та інтернет, що ускладнює використання у віддалених регіонах.

5. Безпека даних. Обробка великих обсягів даних вимагає захисту від несанкціонованого доступу.

Порівняльний аналіз мов програмування для оцінювання стану земель подано в таблиці 2.

## Переваги та недоліки мов програмування

Мова програмування	Переваги	Недоліки	Джерела
JavaScript	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Крос-платформність (виконання у браузері)</li> <li>- Інтерактивність і візуалізація даних</li> <li>- Легкість інтеграції з API</li> <li>- Швидкість розробки</li> <li>- Асинхронні операції</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обмежена продуктивність для складних обчислень</li> <li>- Ризики безпеки (клієнтське виконання)</li> <li>- Залежність від браузера</li> </ul>	[9]
Java	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока продуктивність</li> <li>- Платформонезалежність через JVM</li> <li>- Велика екосистема бібліотек</li> <li>- Сильна типізація</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Складніша розробка</li> <li>- Потребує встановлення JVM</li> <li>- Менш підходить для веб-інтерфейсів</li> </ul>	[10]
C++	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дуже висока продуктивність</li> <li>- Низькорівневий контроль ресурсів</li> </ul> <p>Ідеально для складних обчислень</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Висока складність розробки</li> <li>- Не підходить для веб-додатків</li> <li>- Потребує компіляції для кожної платформи</li> </ul>	[11]
C#	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Інтеграція з .NET</li> <li>- Підтримка асинхронності</li> <li>- Можливість веб-розробки через ASP.NET</li> </ul> <p>Використання в GIS, наприклад, ArcGIS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Прив'язка до Windows (хоча .NET Core вирішує це)</li> <li>- Складна крива навчання</li> </ul>	[12]
Python	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Простота і читабельність коду, Багато бібліотек для ГІС (ArcPy, GDAL) і аналізу даних (NumPy, Pandas), Підходить для наукових обчислень</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Нижча продуктивність</li> <li>- Не підходить для мобільних додатків</li> </ul>	[13]

JavaScript є найкращим вибором для оцінки стану земель завдяки своїй крос-платформності та можливості створювати інтерактивні візуалізації за допомогою бібліотек, таких як Leaflet і D3.js [9]. Ці інструменти дозволяють фахівцям розробляти інтерактивні карти та графіки, що значно полегшують аналіз земельних ділянок. Крім того, швидка розробка і робота в браузері роблять JavaScript доступним і зручним для користувачів на будь-яких пристроях.

### **1.3 Характеристика об'єкту – Ковалівської громади Київської області**

Ковалівська громада Київської області є об'єктом дослідження даної бакалаврської роботи. У цьому підпункті надається детальна характеристика громади, яка охоплює її географічне розташування, природні умови, економічні показники, екологічну ситуацію, земельні ресурси, населення та адміністративний устрій. Інформація має на меті розкрити особливості громади як типового представника сільських територіальних одиниць України, що утворилися внаслідок адміністративно-територіальної реформи 2020 року.

Ковалівська територіальна громада розташована в Білоцерківському районі Київської області, що належить до північної частини України. Її загальна площа становить 231,6 км<sup>2</sup> [22], що робить її однією з середніх за розміром громад регіону. Утворення громади відбулося в рамках адміністративно-територіальної реформи 2020 року, коли було об'єднано кілька сільських населених пунктів із центром у селі Ковалівка. Адміністративний центр громади – село Ковалівка – знаходиться приблизно за 80 км на південний захід від міста Києва, що забезпечує відносну близькість до столиці України. Завдяки вигідному географічному положенню та межуванню з іншими громадами Білоцерківського району, Ковалівська громада має зручне транспортне сполучення з обласним центром – містом Київ – та сусідніми регіонами [6].

Транспортна інфраструктура включає автомобільні дороги місцевого та регіонального значення, що з'єднують громаду з магістралями, такими як траса Київ-Одеса, яка проходить неподалік. Це сприяє логістичним можливостям для перевезення сільськогосподарської продукції та забезпечує доступність для

жителів до більших економічних центрів..Таким чином, розташування Ковалівської громади створює передумови для її інтеграції в регіональну економічну систему.

Ковалівська громада розташована в межах лісостепової природної зони України, для якої характерний помірно-континентальний клімат. Середньорічна температура повітря становить  $+8^{\circ}\text{C}$ , із середньою температурою січня  $-5^{\circ}\text{C}$  та липня  $+20^{\circ}\text{C}$ . Кількість опадів коливається в межах 550-600 мм на рік, що є оптимальним показником для ведення сільського господарства [23].

Рельєф території громади переважно рівнинний, із незначними височинами, що створює сприятливі умови для механізованого обробітку земель. Гідрографічна мережа представлена річкою Кам'янкою, яка належить до басейну Дніпра. Ця річка відіграє важливу роль у забезпеченні водопостачання для населення та зрошення сільськогосподарських угідь. Водні ресурси доповнюються невеликими струмками та ставками, що використовуються місцевими жителями для господарських потреб. Рослинний покрив громади включає лісові масиви (переважно листяні породи), луки та значні площі сільськогосподарських угідь. Таке поєднання природних компонентів сприяє не лише аграрному розвитку, а й створює потенціал для екотуризму, що може стати додатковим джерелом доходів громади в майбутньому [14].

Ґрунти Ковалівської громади характеризуються високою родючістю, що обумовлено наявністю чорноземів, типових для лісостепової зони. Фізичні властивості є основою для визначення агрономічної цінності ґрунтів [24], що підтверджує конкурентні переваги громади в сільськогосподарській діяльності. Таким чином, природні умови є одним із ключових факторів, що визначають спеціалізацію громади та її економічний потенціал.

Економіка Ковалівської громади має яскраво виражений аграрний характер, що є типовим для більшості сільських громад України. Основними видами економічної діяльності є вирощування зернових культур (пшениця, ячмінь, кукурудза), технічних культур (соняшник, ріпак), овочівництво (картопля, морква, буряк) та тваринництво (вирощування великої рогатої

худоби, свиней, птиці). Сільське господарство становить основу економічного життя громади, забезпечуючи зайнятість більшості працездатного населення.

Промисловість у громаді розвинена слабо і представлена переважно невеликими підприємствами з переробки сільськогосподарської продукції, такими як млини, олійниці та молокозаводи. Ці підприємства здебільшого мають локальний характер і орієнтовані на забезпечення потреб громади та сусідніх територій. Інфраструктура громади включає соціальні об'єкти: загальноосвітні школи, дитячі садки, фельдшерсько-акушерські пункти, будинки культури та бібліотеки. Наявність базової інфраструктури сприяє підтримці якості життя населення, хоча її стан потребує модернізації.

Економічний розвиток громади стримується обмеженими інвестиційними ресурсами та недостатньою диверсифікацією економіки. Оцінювання стану земель є основою для ведення державного земельного кадастру та здійснення контролю за використанням земельних ресурсів [16]. Це підкреслює необхідність раціонального використання земель як головного економічного активу громади для забезпечення її сталого розвитку.

Екологічний стан Ковалівської громади можна охарактеризувати як стабільний, без значних техногенних забруднень, що обумовлено відсутністю великих промислових об'єктів на її території. Основними екологічними проблемами є несанкціоновані сміттєзвалища, які виникають через недостатню організацію системи утилізації відходів, та застаріла інфраструктура водопостачання й каналізації, що може впливати на якість питної води. За даними екологічного паспорту Київської області, антропогенний вплив є основною причиною деградації земель у країні [14], що вказує на потребу в посиленні екологічного контролю в громаді.

Громада активно працює над впровадженням екологічних ініціатив, таких як сортування сміття, очищення прибережних зон річки Кам'янки та заліснення деградованих земель. Ці заходи спрямовані на збереження природних ресурсів і підвищення екологічної свідомості населення. Таким чином, екологічна стабільність громади є важливим фактором для її подальшого розвитку. [6].

Земельні ресурси Ковалівської громади становлять загальну площу 309,95 км<sup>2</sup>, з яких більшу частину займають сільськогосподарські угіддя – рілля, пасовища та сіножаті. Крім того, на території громади розташовані лісові масиви, водні об'єкти (річка Кам'янка, ставки) та землі житлової забудови. Висока родючість ґрунтів, зокрема чорноземів, є основою аграрного сектору громади. За словами Забалуєва В. О., "біологічні показники є ключовими для оцінки здоров'я ґрунтів" [14, с. 89], що підкреслює важливість збереження ґрунтового покриву для економічної стабільності.

Структура земельного фонду громади відображає її аграрну спеціалізацію: близько 70-80% земель використовуються для сільськогосподарських потреб, що відповідає загальним тенденціям у лісостеповій зоні України. Ліси займають меншу частину території, але відіграють важливу роль у підтримці екологічного балансу та забезпеченні населення деревиною. Водні об'єкти, крім господарського значення, мають рекреаційний потенціал. Управління земельними ресурсами є основою сталого розвитку сільських територій, що вказує на необхідність ефективного землекористування в громаді.

Станом на 2020 рік чисельність населення Ковалівської громади становить 8486 осіб. До складу громади входять такі населені пункти: Ковалівка (1646 осіб), Вінницькі Стави, Мар'янівка, Пологи, Пшеничне, Устимівка, Кищинці, Паляничинці та Червоне. Адміністративним центром є село Ковалівка, яке виконує функції координаційного осередку для всіх сіл громади. Демографічна структура характеризується переважанням працездатного населення, хоча спостерігається тенденція до старіння, що є типовою проблемою для сільських територій України.

Адміністративний устрій громади відповідає положенням Закону України "Про місцеве самоврядування в Україні"[25]. Органи місцевого самоврядування включають Ковалівську сільську раду та її виконавчий комітет, які відповідають за управління громадою, розподіл бюджету та реалізацію місцевих програм розвитку. Демографічна ситуація в сільських громадах потребує уваги з боку

місцевої влади для забезпечення сталого розвитку . Це підкреслює необхідність соціальних та економічних заходів для підтримки населення громади.

Отже, проаналізовано існуючі методи оцінювання стану земель та обрано коефіцієнт екологічної стабільності, що буде використано для оцінювання стану земель.

Проведено аналіз переваг і недоліків мов програмування та обрано найоптимальнішу для оцінки стану земель на основі аналізу переваг і недоліків. Підкреслено такі переваги JavaScript, як крос-платформність, інтерактивність і швидкість розробки, а також проведено порівняння з іншими мовами програмування, визначивши його оптимальність для веб-орієнтованих рішень.

Охарактеризовано об'єкт дослідження - Ковалівську громаду Київської області. Розглянуто її географічне розташування, природні умови, економічні показники, екологічну ситуацію, земельні ресурси та адміністративний устрій, що підкреслює потенціал громади для сталого розвитку.

## РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОДУ

### 2.1 Розробка JavaScript коду, вбудованого в HTML-структуру веб-сторінки

Для розроблення програмного коду обчислення екологічної стабільності території необхідно виконати ряд дій:

#### 1 Проектування HTML-структури веб-сторінки

Для візуалізації застосунку я розробив просту, але функціональну HTML-сторінку. Мої кроки були такими:

Базова розмітка, метадані, заголовок сторінки, контейнер для вмісту, заголовок застосунку.

Поля введення для угідь: для кожного типу угіддя створив окремий блок.

Кожному полю присвоїв унікальний id (наприклад, ri\_rillya) для легкого доступу з JavaScript.

Кнопка розрахунку, важливо, що до цієї кнопки я прив'язав виклик JavaScript-функції calculateKes() за допомогою атрибута onclick.

Підключення JavaScript.

#### 2. Розробка JavaScript-логіки

Цей етап включав написання коду, який обробляє вхідні дані, виконує розрахунки та відображає результат:

Функція, збір вхідних даних, отримання  $K_p$ , аналогічно отримав значення  $K_p$  з відповідного поля, валідація вхідних даних, додав перевірки на коректність введення  $K_p$ .

Безпосередній розрахунок Kes: Застосував формулу  $Kes = (\sum Products Ri Ki / total Ri) \cdot K_p$ .

Формування пояснення: За допомогою умовних операторів if...else if...else визначив, до якої категорії екологічної стабільності належить розраховане значення Kes.

Відображення результату

З метою зручної візуалізації обчислення необхідно розробити HTML-структуру веб-сторінки.

На першому етапі виконується створення сторінки та виведення назви вікна (рис 2.1.)

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="uk">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6 <title>Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Деталізовано)</title>
7 <style>
8   body {
9     font-family: Arial, sans-serif;
10    margin: 20px;
11    background-color: #f4f4f4;
12    color: #333;
13  }
14  .container {
15    background-color: #fff;
16    padding: 30px;
17    border-radius: 8px;
18    box-shadow: 0 2px 10px rgba(0, 0, 0, 0.1);
19    max-width: 700px;
20    margin: auto;
21  }
22  h1 {
23    color: #2c3e50;
24    text-align: center;
25    margin-bottom: 30px;
26  }
27  .input-group {
28    margin-bottom: 15px;
29  }
30  label {
31    display: block;
32    margin-bottom: 5px;
33    font-weight: bold;
34  }
35  input[type="number"] {
36    width: calc(100% - 22px);
37    padding: 10px;
38    border: 1px solid #ccc;
39    border-radius: 4px;
40    box-sizing: border-box;
41  }
42  button {
43    background-color: #4CAF50;
44    color: white;
45    padding: 12px 20px;
46    border: none;
47    border-radius: 4px;
48    cursor: pointer;
49    font-size: 16px;
```

Рис. 2.1. Частина коду, рядок 1-49

**<!DOCTYPE html>**

Оголошує, що документ написаний у форматі HTML5. Це стандартна декларація для сучасних веб-сторінок, яка повідомляє браузеру, як інтерпретувати вміст.

```
<html lang="uk">
```

Відкриває HTML-документ і встановлює мову як українську ("uk"). Це допомагає пошуковим системам і програмам для читання з екрану коректно обробляти вміст.

```
<head>
```

Відкриває секцію заголовка документа. У цій частині розміщуються метадані, стилі та інші елементи, які не відображаються безпосередньо на сторінці.

```
<meta charset="UTF-8">
```

Встановлює кодування символів UTF-8. Це забезпечує правильне відображення українських літер та інших спеціальних символів.

```
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
```

Налаштовує адаптивність сторінки для мобільних пристроїв. Ширина вмісту підлаштовується під ширину екрана, а початковий масштаб встановлюється на 1.0.

```
<title>Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності  
(Деталізовано)</title>
```

Задає заголовок сторінки, який відображається у вкладці браузера. Це допомагає користувачам зрозуміти, для чого призначена сторінка.

```
<style>
```

Відкриває секцію CSS-стилів. У цій частині визначаються правила для зовнішнього вигляду елементів сторінки.

```
body { font-family: Arial, sans-serif; margin: 20px; background-color:  
#f4f4f4; color: #333; }
```

Встановлює стилі для основного вмісту сторінки (тег <body>):

- Шрифт: Arial або інший без засічок (sans-serif).
- Відступи: 20 пікселів з усіх боків.
- Колір фону: світло-сірий (#f4f4f4).

- Колір тексту: темно-сірий (#333).

```
.container { background-color: #fff; padding: 30px; border-radius: 8px; box-shadow: 0 2px 10px rgba(0, 0, 0, 0.1); max-width: 700px; margin: auto; }
```

Задає стилі для елемента з класом `.container`:

- Колір фону: білий (#fff).
- Внутрішні відступи: 30 пікселів.
- Заокруглені кути: 8 пікселів.
- Тінь: легка тінь для ефекту глибини.
- Максимальна ширина: 700 пікселів.
- Розташування: по центру сторінки (`margin: auto`).

```
h1 { color: #2c3e50; text-align: center; margin-bottom: 30px; }
```

Встановлює стилі для заголовка першого рівня (`<h1>`):

- Колір тексту: темно-синій (#2c3e50).
- Вирівнювання: по центру.
- Нижній відступ: 30 пікселів.

```
.input-group { margin-bottom: 15px; }
```

Задає нижній відступ 15 пікселів для елементів з класом `.input-group`. Це забезпечує відстань між групами введення даних.

```
label { display: block; margin-bottom: 5px; font-weight: bold; }
```

Встановлює стилі для міток (`<label>`):

- Відображення: як блок, щоб мітка займала всю ширину і була над полем введення.

- Нижній відступ: 5 пікселів.
- Шрифт: жирний (`bold`).

```
input[type="number"] { width: calc(100% - 22px); padding: 10px; border: 1px solid #ccc; border-radius: 4px; box-sizing: border-box; }
```

Задає стилі для полів введення типу "number" (`<input type="number">`):

- Ширина: 100% мінус 22 пікселі (враховує рамки та відступи).
- Внутрішні відступи: 10 пікселів.
- Рамка: тонка сіра лінія (#ccc).

- Заокруглені кути: 4 пікселі.
- Box-sizing: border-box (ширина включає рамки та відступи).

**button { background-color: #4CAF50; color: white; padding: 12px 20px; border: none; border-radius: 4px; cursor: pointer; font-size: 16px; }**

Встановлює стилі для кнопок (<button>):

- Колір фону: зелений (#4CAF50).
  - Колір тексту: білий.
  - Відступи: 12 пікселів зверху/знизу, 20 пікселів з боків.
  - Рамка: відсутня.
  - Заокруглені кути: 4 пікселі.
  - Курсор: у вигляді руки при наведенні (pointer).
- Розмір шрифту: 16 пікселів.

На другому етапі виконується створення стилів для красивого відображення веб додатку (рис 2.2.)

```

53     button:hover {
54         background-color: #45a049;
55     }
56     #result {
57         margin-top: 30px;
58         padding: 15px;
59         border: 1px solid #ddd;
60         border-radius: 4px;
61         background-color: #e9e9e9;
62         min-height: 50px;
63     }
64     #result p {
65         margin: 0;
66         line-height: 1.6;
67     }
68     .stable { color: #28a745; font-weight: bold; }
69     .medium-stable { color: #ffc107; font-weight: bold; }
70     .unstable { color: #dc3545; font-weight: bold; }
71     .semi-unstable { color: #fd7e14; font-weight: bold; }
72     .note {
73         font-size: 0.9em;
74         color: #666;
75         margin-top: 10px;
76         text-align: center;
77     }
78 </style>
79 </head>

```

Рис. 2.2. Частина коду , рядок 53-79

**button:hover:** Цей селектор застосовується до всіх елементів , коли на них наводять курсор миші.

**result:** Селектор для елемента з ідентифікатором result (наприклад, ), який використовується для відображення результатів.

**result p:** Селектор для всіх елементів <p> (параграфів) всередині блоку з ідентифікатором result.

**margin: 0:** Прибирає зовнішні відступи параграфів, щоб текст щільно прилягав до країв блоку.

**line-height: 1.6:** Задає міжрядковий інтервал 1.6 (в 1.6 раза більше розміру шрифту) для кращої читабельності.

На цьому етапі виконується створення тексту та рядків для введення чисел (рис 2.3.)

```
82 <div class="container">
83 <h1>Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кед)</h1>
84 <p class="note">Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.</p>
85
86 <div class="input-group">
87 <label for="ri_rillya">Рі-рілля :</label>
88 <input type="number" id="ri_rillya" step="any" placeholder="Площа рілля (наприклад, 100)">
89 </div>
90
91 <div class="input-group">
92 <label for="ri_sinozhati">Рі-сіножати :</label>
93 <input type="number" id="ri_sinozhati" step="any" placeholder="Площа сіножатей (наприклад, 50)">
94 </div>
95
96 <div class="input-group">
97 <label for="ri_pasovyscha">Рі-пасовища :</label>
98 <input type="number" id="ri_pasovyscha" step="any" placeholder="Площа пасовищ (наприклад, 75)">
99 </div>
100
101 <div class="input-group">
102 <label for="ri_bahatorichni">Рі-багаторічні насадження :</label>
103 <input type="number" id="ri_bahatorichni" step="any" placeholder="Площа багаторічних насаджень (наприклад, 20)">
104 </div>
105
106 <div class="input-group">
107 <label for="ri_lisovi">Рі-лісові площі :</label>
108 <input type="number" id="ri_lisovi" step="any" placeholder="Площа лісових площ (наприклад, 200)">
109 </div>
110
111 <div class="input-group">
112 <label for="ri_vody">Рі-води болота :</label>
113 <input type="number" id="ri_vody" step="any" placeholder="Площа вод боліт (наприклад, 30)">
114 </div>
115
116 <div class="input-group">
117 <label for="ri_inshi">Рі-інші угіддя (городи) :</label>
118 <input type="number" id="ri_inshi" step="any" placeholder="Площа інших угідь (наприклад, 10)">
119 </div>
120
121 <div class="input-group">
122 <label for="Kr">Коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу (Кр, наприклад, 0.8):</label>
123 <input type="number" id="Kr" step="any" placeholder="Введіть значення Кр">
124 </div>
125
```

Рис. 2.3. Частина коду , рядок 82-125

**<div class="container">**

- Цей рядок відкриває елемент `<div>` із класом `container`. Цей клас зазвичай використовується в CSS для стилізації, наприклад, щоб задати ширину, відступи, центрування вмісту або додати фон (наприклад, білий колір) і тінь. Він слугує основним контейнером для всіх наступних елементів.

## `<h1>Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)</h1>`

- Додає заголовок першого рівня (`<h1>`), який відображає текст "Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)". Це основний заголовок сторінки, що пояснює її призначення.

`<p class="note">Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.</p>`

- Цей рядок створює параграф (`<p>`) із класом `note`. Текст у параграфі є інструкцією для користувача, яка пояснює, як заповнювати поля: потрібно вводити площі для угідь, а якщо певного типу угідь немає, залишити поле пустим або ввести 0. Клас `note` може додавати стилі, наприклад, менший шрифт або інший колір.

`<div class="input-group">`

`<label for="ri_rillya">Рі-рілля :</label>`

`<input type="number" id="ri_rillya" step="any" placeholder="Площа ріллі (наприклад, 100)">`

`</div>`

- `<div class="input-group">`: Відкриває контейнер із класом `input-group`, який групує мітку та поле введення для ріллі. Клас може додавати стилі, наприклад, відступи між групами.

- `<label for="ri_rillya">Рі-рілля :</label>`: Створює мітку, яка пояснює, що поле призначене для введення площі ріллі. Атрибут `for="ri_rillya"` пов'язує мітку з полем введення за ідентифікатором `ri_rillya`.

- `<input type="number" id="ri_rillya" step="any" placeholder="Площа ріллі (наприклад, 100)">`: Додає поле введення типу `number` (тільки числа) з ідентифікатором `ri_rillya`. Атрибут `step="any"` дозволяє вводити дробові числа, а `placeholder` показує приклад значення ("Площа ріллі (наприклад, 100)").

- `</div>`: Закриває групу введення.

`<div class="input-group">`

`<label for="ri_sinozhati">Pi-сіножати :</label>`

`<input type="number" id="ri_sinozhati" step="any"`

`placeholder="Площа сіножатей (наприклад, 50)">`

`</div>`

- Аналогічно до попередньої групи, але для сіножатей:
  - Мітка пов'язана з полем `ri_sinozhati` і пояснює, що вводиться площа сіножатей.
  - Поле введення має ідентифікатор `ri_sinozhati` і підказку "Площа сіножатей (наприклад, 50)".

На цьому етапі виконується створення коду для розрахунку суми площ (рис 2.4.)

```

125
126     <button onclick="calculateKes()">Розрахувати Кес</button>
127
128     <div id="result">
129       <p>Тут з'явиться результат розрахунку.</p>
130     </div>
131 </div>
132
133 <script>
134 function calculateKes() {
135   // Визначаємо коефіцієнти Ki для кожного типу угідь
136   const kiValues = {
137     'ri_rillya': 0.14,
138     'ri_sinozhati': 0.62,
139     'ri_pasovyscha': 0.68,
140     'ri_bahatorichni': 0.43,
141     'ri_lisovi': 1.38,
142     'ri_vody': 0.79,
143     'ri_inshi': 0.50
144   };
145
146   let sumProductsRiKi = 0; // Сума (Pi * Ki)
147   let totalRi = 0; // Сума Pi
148
149   // Збираємо значення з полів введення та розраховуємо суми
150   for (const id in kiValues) {
151     const ri = parseFloat(document.getElementById(id).value) || 0; // Якщо поле пусте, вважаємо 0
152     const ki = kiValues[id];
153
154     sumProductsRiKi += (ri * ki);
155     totalRi += ri;
156   }
157
158   const Kr = parseFloat(document.getElementById('Kr').value);
159
160   const resultDiv = document.getElementById('result');
161   resultDiv.innerHTML = ''; // Очищаємо попередній результат
162
163   // Валідація введених даних
164   if (isNaN(Kr)) {
165     resultDiv.innerHTML = '<p style="color: red;">Будь ласка, введіть числове значення для Коефіцієнта морфологічної стабільності рельєфу (Kr).</p>';
166     return;

```

Рис. 2.4. Частина коду , рядок 125-166

`<button onclick="calculateKes()">Розрахувати Кес</button>`

- Цей рядок створює кнопку з текстом "Розрахувати Кес". Атрибут `onclick="calculateKes()"` вказує, що при натисканні на кнопку буде викликана JavaScript-функція `calculateKes()`. Ця функція відповідає за всі обчислення.

**<div id="result">**

- Відкриває блок `<div>` з унікальним ідентифікатором `result`. Цей блок призначений для відображення результатів обчислень.

**<p>Тут з'явиться результат розрахунку.</p>**

- Додає параграф із початковим текстом "Тут з'явиться результат розрахунку.", який видно до виконання обчислень. Після натискання кнопки цей текст буде замінено результатами.

**<script>**

- Відкриває тег `<script>`, який містить JavaScript-код для додавання інтерактивності до сторінки.

**function calculateKes() {**

- Визначає функцію `calculateKes()`, яка запускається при натисканні кнопки "Розрахувати Кес". Уся логіка обчислень міститься в цій функції.

**const kiValues =**

Створює об'єкт, який зберігає фіксовані коефіцієнти екологічної стабільності  $K_i$  для різних типів угідь. Кожен ключ (наприклад, `'ri_rillya'`) відповідає ідентифікатору поля введення для площі угіддя, а значення (наприклад, `0.14`) — це коефіцієнт  $K_i$ .

**let sumProductsRiKi = 0;**

- Ініціалізує змінну `sumProductsRiKi` зі значенням `0`. Ця змінна накопичуватиме суму добутків площі кожного угіддя  $P_i$  на його коефіцієнт  $K_i$ .

**let totalRi = 0;**

- Ініціалізує змінну `totalRi` зі значенням `0`. Ця змінна накопичуватиме загальну суму площ усіх угідь  $\sum P_i$ .

**for (const id in kiValues) {**

- Починає цикл `for...in`, який перебирає всі ключі об'єкта `kiValues` (наприклад, `'ri_rillya'`, `'ri_sinozhati'` тощо).

**const ki = kiValues[id];**

- Отримує значення коефіцієнта  $K_i$  з об'єкта `kiValues` для поточного типу угіддя, використовуючи ключ `id` (наприклад, `kiValues['ri_rillya']` поверне 0.14).

**sumProductsRiKi += (ri \* ki);**

- Додає до змінної `sumProductsRiKi` добуток площі угіддя  $P_i$  на його коефіцієнт  $K_i$  для поточного типу угіддя.

**totalRi += ri;**

- Додає площу поточного угіддя  $P_i$  до загальної суми площ `totalRi`.

**const Kr = parseFloat(document.getElementById('Kr').value);**

- Отримує значення з поля введення з ідентифікатором `Kr` (коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу) і перетворює його в число з плаваючою комою за допомогою `parseFloat`.

**const resultDiv = document.getElementById('result');**

- Знаходить елемент `<div id="result">` за його ідентифікатором і зберігає його в змінну `resultDiv` для подальшого виведення результатів.

**resultDiv.innerHTML = '';**

- Очищає вміст блоку `result`, видаляючи весь попередній текст або HTML-код, щоб підготувати місце для нових результатів.

**if (isNaN(Kr)) {**

- Перевіряє, чи значення `Kr` не є числом (наприклад, якщо поле порожнє або введено текст). Функція `isNaN` повертає `true`, якщо `Kr` не є числом.

**resultDiv.innerHTML = '<p style="color: red;">Будь ласка, введіть числове значення для Коефіцієнта морфологічної стабільності рельєфу (Kr).</p>';**

- Якщо `Kr` не є числом, у блоці `result` відображається повідомлення про помилку червоним кольором: "Будь ласка, введіть числове значення для Коефіцієнта морфологічної стабільності рельєфу (Kr).".

**return;**

- Завершує виконання функції `calculateKes()`, якщо `Kr` не є числом, щоб уникнути подальших обчислень із некоректними даними.

На останньому етапі виконується створення кінцевого розрахунку та виведення результату з коментарем стабільності (рис 2.5.)

```

167     }
168
169     if (totalRi === 0) {
170         resultDiv.innerHTML = '<p style="color: red;">Загальна площа угідь не може бути нулем. Будь ласка, введіть площі.</p>';
171         return;
172     }
173
174     // Розрахунок Kes за формулою: (Сума(Pi*Ki) / Сума(Pi)) * Kr
175     const Kes = (sumProductsRiKi / totalRi) * Kr;
176
177     let explanation = '';
178     let className = ''; // Для застосування стилів
179
180     // Визначаємо пояснення на основі значення Kes
181     if (Kes < 0.33) {
182         explanation = 'Землекористування є екологічно нестабільним.';
183         className = 'unstable';
184     } else if (Kes >= 0.34 && Kes <= 0.50) {
185         explanation = 'Належить до стабільно нестійкої категорії.';
186         className = 'semi-unstable';
187     } else if (Kes >= 0.51 && Kes <= 0.66) {
188         explanation = 'Переходить межі середньої стабільності.';
189         className = 'medium-stable';
190     } else if (Kes >= 0.67) {
191         explanation = 'Територія землекористування є екологічно стабільною.';
192         className = 'stable';
193     } else {
194         explanation = 'Неможливо визначити категорію стабільності. Перевірте введені дані.';
195         className = '';
196     }
197
198     // Виводимо результат
199     resultDiv.innerHTML = `
200     <p><strong>Сума (Pі * Kі):</strong> ${sumProductsRiKi.toFixed(4)}</p>
201     <p><strong>Загальна площа угідь (Сума Pі):</strong> ${totalRi.toFixed(4)}</p>
202     <p><strong>Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Kes):</strong> ${Kes.toFixed(4)}</p>
203     <p class="${className}">${explanation}</p>
204     `;
205
206 </script>

```

Рис. 2.5. Частина коду , рядок 167-206

**const Kes = (sumProductsRiKi / totalRi) \* Kr;**

- Обчислює значення **Kes**:
  - `sumProductsRiKi` — сума добутків  $P_i \cdot K_i$  для всіх типів угідь.
  - `totalRi` — загальна площа всіх угідь  $\sum P_i$ .
  - `Kr` — коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу.
  - Результат обчислення зберігається у константі `Kes`.

**let explanation = '';**

- Оголошує змінну `explanation` і присвоює їй **порожній рядок**. Ця змінна буде використана для зберігання текстового опису категорії екологічної стабільності на основі значення `Kes`.

```
let className = '';
```

- Оголошує змінну `className` і присвоює їй **порожній рядок**. Вона буде містити назву CSS-класу (наприклад, "unstable" або "stable") для стилізації тексту пояснення (наприклад, зміни кольору). Коментар пояснює її призначення.

```
if (Kes < 0.33) {
```

```
  explanation = 'Землекористування є екологічно нестабільним.';
```

```
  className = 'unstable';
```

- Перевіряє умову: якщо `Kes` **менше 0.33**:
  - Присвоює `explanation` текст: "Землекористування є екологічно нестабільним."
  - Присвоює `className` значення "unstable" (можливо, для червоного кольору тексту).

```
else if (Kes >= 0.34 && Kes <= 0.50) {
```

```
  explanation = 'Належить до стабільно нестійкої категорії.';
```

```
  className = 'semi-unstable';
```

- Якщо `Kes` від **0.34 до 0.50 включно**:
  - Присвоює `explanation` текст: "Належить до стабільно нестійкої категорії."
  - Присвоює `className` значення "semi-unstable" (можливо, для помаранчевого кольору).

```
else if (Kes >= 0.51 && Kes <= 0.66) {
```

```
  explanation = 'Переходить у межі середньої стабільності.';
```

```
  className = 'medium-stable';
```

- Якщо `Kes` від **0.51 до 0.66 включно**:
  - Присвоює `explanation` текст: "Переходить у межі середньої стабільності."

- Присвоює className значення "medium-stable" (можливо, для жовтого кольору).

```
else if (Kes >= 0.67) {
```

```
    explanation = 'Територія землекористування є екологічно стабільною.';
```

```
    className = 'stable';
```

- Якщо Kes більше або дорівнює 0.67:

- Присвоює explanation текст: "Територія землекористування є екологічно стабільною."

- Присвоює className значення "stable" (можливо, для зеленого кольору).

```
else {
```

```
    explanation = 'Неможливо визначити категорію стабільності.
```

```
    Перевірте введені дані.';
```

```
    className = "";
```

- Якщо жодна з попередніх умов не виконана (наприклад, Kes від'ємне чи невизначене):

- Присвоює explanation текст: "Неможливо визначити категорію стабільності. Перевірте введені дані."

- Залишає className порожнім, тобто без стилізації.

```
    resultDiv.innerHTML = <p><strong>Сума (Pi * Ki):</strong>
```

```
    ${sumProductsRiKi.toFixed(4)}</p><p><strong>Загальна площа угідь (Сума Pi):</strong> ${totalRi.toFixed(4)}</p><p><strong>
```

```
    Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Kes):</strong>
```

```
    ${Kes.toFixed(4)}</p>
```

```
    <p class="${className}">${explanation}</p>
```

- Встановлює вміст HTML-елемента resultDiv (наприклад, <div id="result">) за допомогою властивості innerHTML. Використовує **шаблонний рядок** для вставки обчислених значень

- Закриває блок коду функції (наприклад, `calculateKes()`), у якій виконуються всі ці обчислення та виведення результатів.

`</script>`

- Закриває тег `<script>`, який містить увесь JavaScript-код.

## 2.2 Опис JavaScript-складової

JavaScript-код — це набір простих інструкцій, які виконуються в браузері. Він потрібен, щоб веб-сторінка могла "розуміти", що робить користувач, і відповідати на це. У нашому випадку код бере дані, які людина вводить у поля на сторінці, робить з ними обчислення і показує результат. Наприклад, він перевіряє, чи правильно введені числа, а потім рахує за формулою і виводить відповідь.

JavaScript-код реалізує основну логіку програми — розрахунок  $K_{es}$  і відображення результату. Функція `calculateKes()` виконує такі дії:

- **Отримання даних із полів введення:**

Використовується `document.getElementById('id').value` для зчитування значень із полів `sumKiRi`, `Ri` та `Kr`.

Функція `parseFloat()` перетворює введені рядки на числа з плаваючою комою для математичних операцій.

- **Перевірка введених даних:**

Умова `if (isNaN(sumKiRi) || isNaN(Ri) || isNaN(Kr))` перевіряє, чи всі поля заповнені числовими значеннями. Якщо ні, виводиться повідомлення про помилку червоним кольором.

Умова `if (Ri === 0)` запобігає діленню на нуль, виводячи відповідне повідомлення, якщо `Ri` дорівнює нулю.

- **Розрахунок  $K_{es}$ :**

Виконується за формулою  $const\ Kes = (sumKiRi / Ri) * Kr$ , де:

- `sumKiRi` — сума добутків  $K_i * P_i$  для всіх видів угідь;
- `Ri` — загальна площа угіддя;
- `Kr` — коефіцієнт морфологічної стабільності рельєфу.

Ця формула відповідає завданню, обчислюючи  $K_{es}$  як відношення стабільності угідь до їх площі, скориговане на рельєф.

- **Визначення категорії стабільності:**

Змінні `explanation` (пояснення) і `className` (клас для стилізації) встановлюються залежно від значення  $K_{es}$ :

- $K_{es} < 0.33$  — "екологічно нестабільне" (червоний);
- $0.34 \leq K_{es} \leq 0.50$  — "стабільно нестійке" (помаранчевий);
- $0.51 \leq K_{es} \leq 0.66$  — "середня стабільність" (жовтий);
- $K_{es} \geq 0.67$  — "екологічно стабільне" (зелений).

Умови реалізовані через `if-else`, що забезпечує чітке визначення категорії.

- **Виведення результату:**

Використовується `innerHTML` для вставки результату в блок `#result`.

Результат включає значення  $K_{es}$  (з точністю до 4 знаків після коми за допомогою `toFixed(4)`) та пояснення з відповідним кольором.

Цей код забезпечує коректний розрахунок і зрозуміле представлення результатів.

Отже, було розроблено та детально описано програмний код для створення інтерактивної веб-сторінки, яка розраховує коефіцієнт екологічної стабільності ( $K_{es}$ ). Було створено HTML-структуру з полями введення для даних про угіддя та кнопкою для запуску обчислень. JavaScript-код забезпечує зчитування даних, перевірку їх коректності, розрахунок  $K_{es}$  за формулою та виведення результатів із візуалізацією категорії стабільності. Застосування CSS дозволило створити зручний і естетично привабливий інтерфейс. Цей підхід демонструє ефективність використання веб-технологій для автоматизації оцінки екологічної стабільності земель.

## РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО КОДУ

### 3.1. Реалізація обчислення екологічної стабільності території

За даними статистичної звітності було зведено в єдину таблицю початкові дані по Ковалівській територіальній громаді (Табл.3). Для розрахунку екологічної стабільності, відповідно до методики, визначено площі таких видів угідь: рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження та чагарники, лісосмуги та ліси природного походження, ставки і болота, забудовані території та дороги, інші угіддя (города) [15]

Таблиця 3

#### Вихідні дані Ковалівської громади

Сільська рада	Рілля	Сіножаті	Пасовища	Багаторічні насадження та чагарники	Лісосмуги та ліси природного походження	Ставки і болота	Забудовані території та дороги	Інші угіддя (города)
Вінницько-Ставська	2246,8	57,9	4,6	20,7	29,4	125,3	54,8	
Ковалівська	3233,5	8,4	61,9	8,9	88,6	76,3	129,4	6,2
Мар'янівська	3688,7	118,2	20,3	29,3	27,6	207,9	131,3	
Пологівська	2659,5	35,9	40,3	30,7	27,0	94,8	74,1	
Пшеничневська	1063,2	34,5	103,4	7,8	38,7	38,7	42,5	
Устимівська	2256,5	120,5	11,2	24,5	427,1	42,2	149,8	
Кишинська	708,1	59,8	100,1	13,3	44,1	28,6	32,5	
Паляничинська	1655,9	24,4	12,7	62,2	92,1	147,8	106,2	
Червоненська	1190,4	45,2	1,3	50,6	251,8	63,0	134,9	
Всього	18703	504,8	355,8	248	1026,4	824,6	855,5	6,2

Реалізація розрахунку екологічної стабільності здійснювалась в кілька етапів: для громади загалом та її складових до реформи (з метою оцінити однорідність показника на території громади).

На рисунку 3.1. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Ковалівської громади. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

18703

Рі-сіножаті :

504,8

Рі-пасовища :

355,8

Рі-багаторічні насадження :

248

Рі-лісові площі :

1026,4

Рі-води і болота :

824,6

Рі-Забудовані території та дороги :

855,5

Рі-інші угіддя (города) :

6,2

Розрахувати Кес

Сума (Рі \* Кі): 5350.9460

Загальна площа угідь (Сума Рі): 22524.3000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.2376

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.1. Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Ковалівської громади

Для визначення однорідності коефіцієнту на території громади цей самий код можна застосувати до її складових, які були до проведення реформи.

На рисунку 3.2. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Вінницько-Ставської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

2246,8

Рі-сіножаті :

57,9

Рі-пасовища :

4,6

Рі-багаторічні насадження :

20,7

Рі-лісові площі :

29,4

Рі-води і болота :

125,3

Рі-Забудовані території та дороги :

54,8

Рі-інші угіддя (города) :

0

Розрахувати Кес

Сума (Рі \* Кі): 502.0380

Загальна площа угідь (Сума Рі): 2539.5000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.1977

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.2. Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Вінницько-Ставської сільської ради

На рисунку 3.3. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Ковалівської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

3233,5

Рі-сіножаті :

8,4

Рі-пасовища :

61,9

Рі-багаторічні насадження :

8,9

Рі-лісові площі :

88,6

Рі-води і болота :

76,3

Рі-Забудовані території та дороги :

129,4

Рі-інші угіддя (города) :

6,2

Розрахувати Кес

Сума ( $P_i * K_i$ ): 689.4620

Загальна площа угідь (Сума  $P_i$ ): 3613.2000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.1908

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.3. Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Ковалівської Сільської ради

На рисунку 3.4. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Мар'янівської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

Рі-сіножаті :

Рі-пасовища :

Рі-багаторічні насадження :

Рі-лісові площі :

Рі-води і болота :

Рі-Забудовані території та дороги :

Рі-інші угіддя (городи) :

Розрахувати Кес

Сума ( $P_i * K_i$ ): 818.4340

Загальна площа угідь (Сума  $P_i$ ): 4223.3000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.1938

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.4. Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Мар'янівської Сільської ради

На рисунку 3.5. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Пологівської Сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

2659,5

Рі-сіножаті :

35,9

Рі-пасовища :

40,3

Рі-багаторічні насадження :

30,7

Рі-лісові площі :

27,0

Рі-води і болота :

94,8

Рі-Забудовані території та дороги :

74,1

Рі-інші угіддя (городини) :

0

Розрахувати Кес

Сума (Рі \* Кі): 547.3450

Загальна площа угідь (Сума Рі): 2962.3000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.1848

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.5 Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Пологівської Сільської ради

На рисунку 3.6. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Пшеничневської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

Рі-сіножаті :

Рі-пасовища :

Рі-багаторічні насадження :

Рі-лісові площі :

Рі-води і болота :

Рі-Забудовані території та дороги :

Рі-інші угіддя (городи) :

Розрахувати Кес

Сума (Рі \* Кі): 327.8830

Загальна площа угідь (Сума Рі): 1328.8000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.2468

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.6 Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Пшеничневської Сільської ради

На рисунку 3.7. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Устимівської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно стабільно нестійкою

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

2256,5

Рі-сіножаті :

120,5

Рі-пасовища :

11,2

Рі-багаторічні насадження :

24,5

Рі-лісові площі :

427,1

Рі-води і болота :

42,2

Рі-Забудовані території та дороги :

149,8

Рі-інші угіддя (города) :

0

Розрахувати Кес

Сума ( $P_i * K_i$ ): 1031.5070

Загальна площа угідь (Сума  $P_i$ ): 3031.8000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.3402

Належить до стабільно нестійкої категорії.

Рис.3.7 Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Устимівської Сільської ради

На рисунку 3.8. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Кищинської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

Рі-сіножаті :

Рі-пасовища :

Рі-багаторічні насадження :

Рі-лісові площі :

Рі-води і болота :

Рі-Забудовані території та дороги :

Рі-інші угіддя (городи) :

Розрахувати Кес

Сума ( $P_i * K_i$ ): 293.4490

Загальна площа угідь (Сума  $P_i$ ): 986.5000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.2975

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.8 Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Кищинської Сільської ради

На рисунку 3.9. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Паляничинської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно нестабільною

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

Рі-сіножаті :

Рі-пасовища :

Рі-багаторічні насадження :

Рі-лісові площі :

Рі-води і болота :

Рі-Забудовані території та дороги :

Рі-інші угіддя (городи) :

Розрахувати Кес

Сума (Рі \* Кі): 526.1960

Загальна площа угідь (Сума Рі): 2101.3000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.2504

**Землекористування є екологічно нестабільним.**

Рис.3.9 Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Паляничинської Сільської ради

На рисунку 3.10. подано розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності для території Червоненської сільської ради. За даними обчислень територія є екологічно стабільно нестійкою

## Розрахунок Коефіцієнта Екологічної Стабільності (Кес)

Введіть площі для кожного типу угідь. Якщо угіддя відсутнє, залиште поле пустим або введіть 0.

Рі-рілля :

Рі-сіножаті :

Рі-пасовища :

Рі-багаторічні насадження :

Рі-лісові площі :

Рі-води і болота :

Рі-Забудовані території та дороги :

Рі-інші угіддя (городи) :

Розрахувати Кес

Сума (Рі \* Кі): 614.5760

Загальна площа угідь (Сума Рі): 1737.2000

Розрахований Коефіцієнт Екологічної Стабільності (Кес): 0.3538

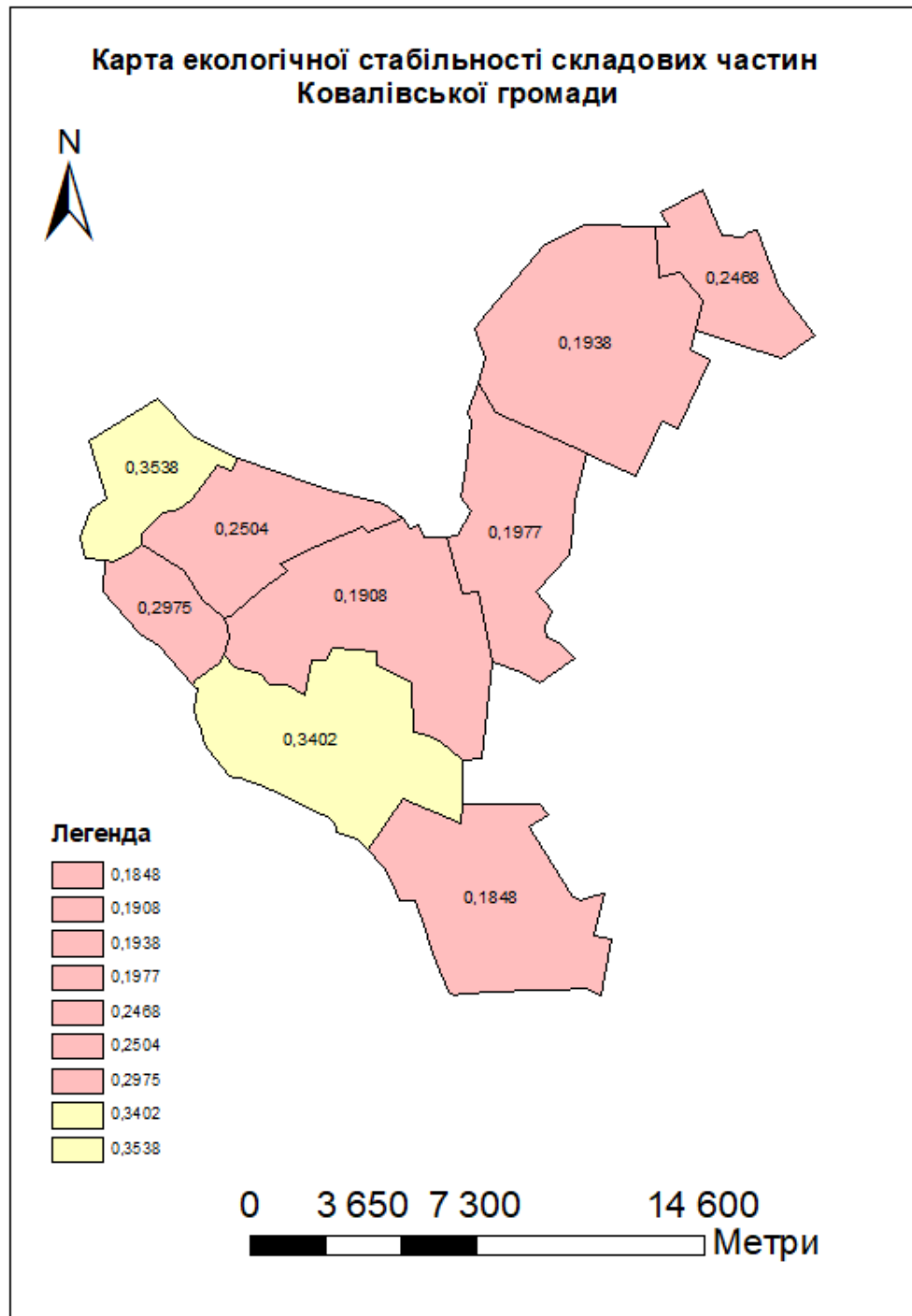
Належить до стабільно нестійкої категорії.

Рис.3.10 Розрахунок коефіцієнта екологічної стабільності Червоненської Сільської ради

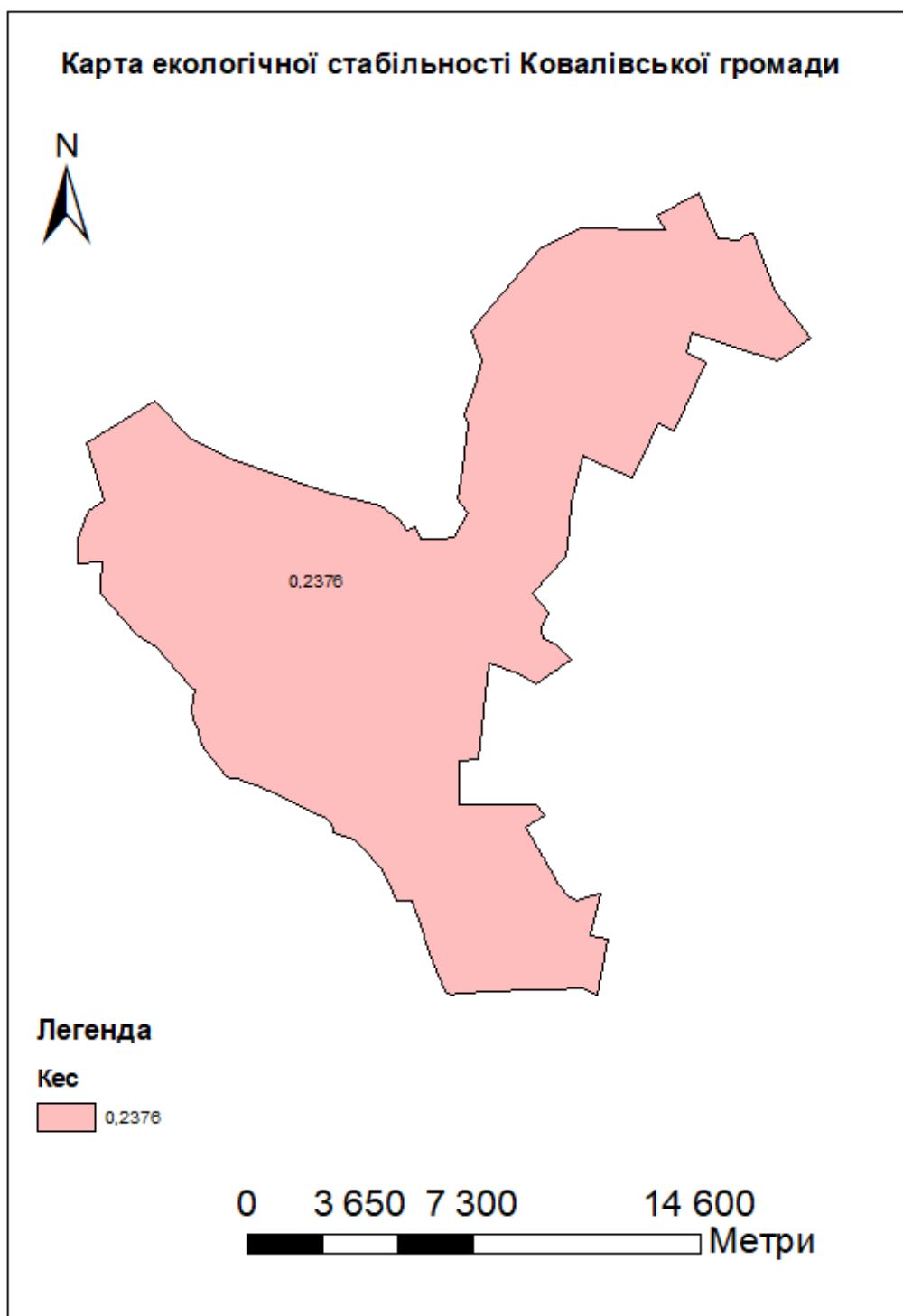
### 3.2. Графічне подання результатів

Обчислені значення коефіцієнту екологічної стабільності внесені до атрибутивної таблиці в програмному засобі ArcGIS та виконано їх візуалізацію.

Так на рис.3.11 подано картографічний матеріал для складових громади, що дозволяє оцінити варіювання коефіцієнту , а на рис 3.12. для громади загалом



**Рис.3.11. Карта екологічної стабільності складових частин Ковалівської громади**



**Рис.3.12 Карта екологічної стабільності Ковалівської громади**

Отже, було продемонстровано застосування розробленого програмного коду для аналізу екологічної стабільності земельних ресурсів Ковалівської громади. На основі вихідних даних, наведених у Таблиці 3 для дев'яти сільських рад громади (Вінницько-Ставської, Ковалівської, Мар'янівської, Пологівської,

Пшеничневської, Устимівської, Кищинської, Паляничинської та Червоненської), були проведені розрахунки коефіцієнта екологічної стабільності. Ці розрахунки проілюстровано на рисунках 3.2-3.10 для кожної сільської ради окремо, а також на рисунку 3.1 для громади в цілому.

Результати аналізу візуалізовано на картах екологічної стабільності: Рисунок 3.11 відображає екологічну стабільність сільських рад, а Рисунок 3.12 — усієї Ковалівської громади. Такий підхід дозволив оцінити екологічний стан земель у межах кожної сільської ради та громади загалом, що є важливим інструментом для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

## ВИСНОВОК

У даній бакалаврській роботі проведено комплексне дослідження, спрямоване на розробку та впровадження програмного коду на JavaScript для оцінювання стану земель на прикладі Ковалівської громади Київської області. Робота поєднала теоретичний аналіз, розробку програмного забезпечення та його практичне застосування для оцінки екологічної стабільності земельних ресурсів.

У рамках роботи розглянуто теоретичні аспекти оцінювання стану земель, включаючи аналіз фізичних, хімічних, біологічних та екологічних характеристик. Визначено ключові види оцінювання — бонітування ґрунтів, екологічну та комплексну оцінки, а також основні показники, такі як розораність, лісистість та коефіцієнт екологічної стабільності (Кес). Ці дані стали основою для подальшої розробки.

Було створено інтерактивний веб-додаток на базі HTML та JavaScript, який автоматизує процес збору даних, їх обробки та розрахунку Кес. JavaScript обрано завдяки його крос-платформності, швидкості розробки та здатності забезпечувати інтерактивність, що робить його ефективним інструментом для веб-орієнтованих рішень у земельному моніторингу. Практичне застосування додатку продемонстровано на даних Ковалівської громади, де проведено аналіз земельного стану для дев'яти сільських рад, а результати візуалізовано за допомогою графіків і карт.

Розроблений інструмент довів свою ефективність, дозволяючи швидко й точно оцінювати екологічну стабільність земель, що сприяє прийняттю обґрунтованих управлінських рішень у сфері сталого розвитку та охорони земельних ресурсів. Додаток є доступним, інтерактивним і має потенціал для інтеграції з геоінформаційними системами.

Перспективи подальших досліджень включають розширення функціоналу додатку, зокрема інтеграцію з ГІС для детального просторового аналізу, автоматизацію збору даних через API, а також удосконалення алгоритмів з урахуванням додаткових факторів, таких як кліматичні зміни та антропогенний

вплив. Результати роботи можуть бути застосовані для вдосконалення управління земельними ресурсами на локальному та регіональному рівнях.

Бакалаврська робота успішно вирішила складну задачу в сфері геодезії та землеустрою — розробку та реалізацію програмного коду на JavaScript для оцінювання стану земель Ковалівської громади Київської області. Було створено веб-додаток, який дозволяє користувачам вводити дані про земельні ділянки, отримувати оцінку екологічної стабільності та візуалізувати результати. Цей інструмент продемонстрував свою ефективність на прикладі конкретної громади, надавши цінну інформацію для прийняття рішень. Розробка та реалізація програмного коду для автоматизації оцінювання стану земель є складною задачею, оскільки вимагає інтеграції знань із геодезії, землеустрою та програмування. Вирішення цієї задачі дозволило автоматизувати трудомісткі процеси аналізу даних, зробити інструмент доступним через веб-інтерфейс та забезпечити візуалізацію результатів для кращого сприйняття й ефективного планування.

Розроблений інструмент має значний потенціал для адаптації до інших громад і регіонів, сприяючи раціональному управлінню земельними ресурсами та екологічній безпеці. Автоматизація оцінювання стану земель є кроком до цифровізації землеустрою, що відповідає сучасним викликам і тенденціям розвитку галузі. Таким чином, робота не лише демонструє теоретичні знання, а й пропонує практичне рішення, яке може бути впроваджене для покращення управління земельними ресурсами в Україні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України "Про охорону земель" від 19.06.2003 № 962-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (дата звернення: 20.05.2025).
2. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України "Про затвердження Порядку нормативної грошової оцінки земель " від 23.05.2017 № 262  
URL: [https://protocol.ua/ua/pro\\_zatverdgennya\\_poryadku\\_normativnoi\\_groshovoi\\_ot\\_sinki\\_zemel\\_silskogospodarskogo\\_priznachennya\\_\(nakaz\\_vid\\_23\\_05\\_2017\\_262\)/](https://protocol.ua/ua/pro_zatverdgennya_poryadku_normativnoi_groshovoi_ot_sinki_zemel_silskogospodarskogo_priznachennya_(nakaz_vid_23_05_2017_262)/) (дата звернення: 20.05.2025).
3. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку проведення моніторингу земель" від 23 липня 2024 р. № 848  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-2024-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.05.2025).
4. Espresso.TV веб-сайт. URL: <https://espresso.tv/shkodi-na-ponad-448-mlrd-grn-cherez-viynu-sotni-gektariv-zemli-ukraini-zabrudnenni-shkidlivimi-rechovinami> (дата звернення: 20.05.2025).
5. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=67099](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67099) (дата звернення: 20.05.2025).
6. Ковалівська сільська територіальна громада. Офіційний веб-сайт Ковалівської громади. URL: <https://kovalivka-gromada.gov.ua> (дата звернення: 20.05.2025).
7. Ерік Фрімен, Елізабет Робсон Head First. Програмування на JavaScript (2022- 672с.).
8. Москаленко А. А. (2012). Геоінформаційне забезпечення оцінювання стану земельних ресурсів. *Вісник геодезії та картографії*. №3 – С.38-46
9. KeyCDN. (2020). JavaScript Performance. URL: <https://www.keycdn.com/blog/javascript-performance> (дата звернення: 20.05.2025).
10. SnapLogic. (2021). Python vs Java Performance. URL: <https://www.snaplogic.com/glossary/python-vs-java-performance>.

11. Real Python. (2019). Python vs C++. URL: <https://realpython.com/python-vs-cpp/>(дата звернення: 20.05.2025).
12. GoGeomatics. (2020). What are the top programming languages in the GIS world? URL: <https://gogeomatics.ca/what-are-the-top-programming-languages-in-the-gis-world/>(дата звернення: 20.05.2025).
13. GIS Geography. (2021). GIS Programming. URL: <https://gisgeography.com/gis-programming/>(дата звернення: 20.05.2025).
14. Кулеба О. (2022). Екологічний паспорт Київської області 2022 рік. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Ekologichnyj-pasport-Kyyivska-oblast.pdf> (дата звернення: 20.05.2025).
15. Чайка Д. О., Козелковська А. А., Нешатаєв Б. М. (2020). Екологічна стабільність земельних угідь Шосткинського району. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/22250f72-359e-4077-a387-ed2ca12bf991/content> (дата звернення: 20.05.2025).
16. Закон України "Про оцінку земель" від 11.12.2003р. - № 1378-IV URL: [https://protocol.ua/ua/pro\\_otsinku\\_zemel/](https://protocol.ua/ua/pro_otsinku_zemel/) (дата звернення: 20.05.2025).
17. Процес ґрунтоутворення та його фактори URL: <http://www.geograf.com.ua/gruntoznavstvo/980-protses-gruntoutvorennya-ta-jogo-faktori> (дата звернення: 20.05.2025).
18. Ліщинський А. Г., Сунічук О. С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни „Основи землевпорядкування та кадастру” Рівне : НУВГП, 2010. 31 с. URL: <https://studfile.net/preview/12022877/> (дата звернення: 20.05.2025).
19. Орфанова, М. М. (2021). *Нормування антропогенного навантаження на природне середовище*. Івано-Франківськ. URL: <https://surl.li/iwfxug> (дата звернення: 20.05.2025).
20. Артамонов В. В., Міхно П. Б., Василенко М. Г. Методичні засади оцінки стійкості агроландшафтів Вісник Хмельницького національного університету 2019, № 3 URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2021/01/7-16.pdf> (дата звернення: 20.05.2025).

21. Оцінка стану агроландшафтів за показниками розораності та антропогенного навантаження шляхом картографічного моделювання (на прикладі Полтавської області) 2022, 8 с. URL: [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/128\\_2022/52.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/128_2022/52.pdf) (дата звернення: 20.05.2025).
22. Ковалівська громада на порталі "Децентралізація" URL: <https://decentralization.ua/newgromada/4063> (дата звернення: 20.05.2025).
23. Атлас Київської області URL: [https://geoknigi.com/view\\_map.php?id=31](https://geoknigi.com/view_map.php?id=31) (дата звернення: 20.05.2025).
24. Прототип електронної версії Національного атласу України URL: <http://wdc.org.ua/atlas/4100200.html> (дата звернення: 20.05.2025).
25. Закону України "Про місцеве самоврядування в Україні" від 21 травня 1997 р. № 280/97-ВР URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 20.05.2025).