

УДК 004.4

Шимчук А.Р., Міхалевський В.Ц., Скрипник Т.К., Вознюк Л.О.

Хмельницький національний університет

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ЕРОЗІЇ ҐРУНТУ ЗАСОБАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Розглянуто метод прогнозування ерозії ґрунту засобами машинного навчання. Суть методу полягає в використанні алгоритмів для аналізу великих обсягів даних про ґрунтові, топографічні, метеорологічні та рослинні параметри з метою виявлення закономірностей, що дозволяють прогнозувати ризики ерозії. Цей підхід дозволяє створювати точні моделі, які допомагають у прийнятті обґрунтованих рішень для управління земельними ресурсами та запобігання деградації ґрунтів.

The method of forecasting soil erosion using machine learning has been examined. The essence of the method lies in the use of algorithms to analyze large volumes of data on soil, topographical, meteorological, and vegetation parameters to identify patterns that allow for predicting erosion risks. This approach enables the creation of accurate models that help in making informed decisions for managing land resources and preventing soil degradation.

Метод прогнозування ерозії ґрунтів є важливою темою для агрономії, екології та захисту навколишнього середовища. Ерозія ґрунту виникає через вплив природних факторів, таких як вітер, дощ і діяльність людини, що призводить до зниження родючості земель і збільшення ризику деградації екосистем. Традиційні методи оцінки ерозії ґрунту включають польові дослідження, географічне моделювання та емпіричні формули (наприклад, рівняння універсальної ґрунтової втрати), які мають обмежену точність через необхідність обробки великих обсягів даних та складність природних процесів.

Методи машинного навчання стають все більш популярними для прогнозування ерозії ґрунтів через їх здатність аналізувати великі дані та виявляти приховані закономірності. Використання алгоритмів, таких як рішення дерев, нейронні мережі, підтримка векторних машин та ансамблеві методи, дозволяє моделювати складні нелінійні процеси ерозії. Ці моделі можуть враховувати різні фактори: тип ґрунту, нахил рельєфу, кількість опадів, покрив рослинності та інші параметри, що впливають на ерозійні процеси. В результаті, методи машинного навчання забезпечують більш точні та ефективні рішення для прогнозування ерозії і допомагають у прийнятті рішень для захисту ґрунтів.

Актуальність теми прогнозування ерозії ґрунту зумовлена глобальними викликами, пов'язаними з деградацією ґрунтів, зміною клімату та забезпеченням продовольчої безпеки. Ерозія ґрунтів є однією з основних причин втрати родючих

земель, що прямо впливає на сільське господарство, економіку та екосистеми. За даними міжнародних організацій, понад третина світових ґрунтів піддається ризику ерозії, що підкреслює необхідність ефективних методів оцінки та запобігання цій проблемі.

Застосування машинного навчання у цій сфері дозволяє вирішувати низку проблем, які виникають при використанні традиційних методів прогнозування. Швидкий розвиток технологій обробки великих даних і вдосконалення алгоритмів дозволяють створювати більш точні прогнози, що допомагає у прийнятті обґрунтованих рішень для збереження земельних ресурсів. Це має велике значення для сталого розвитку сільського господарства, збереження екосистем та адаптації до кліматичних змін.

Основне завдання задачі полягає у збільшенні ефективності збереження ґрунтів на основі методу прогнозування ерозії ґрунту засобами машинного навчання

Узагальнена схема методу прогнозування ерозії ґрунту засобами машинного навчання

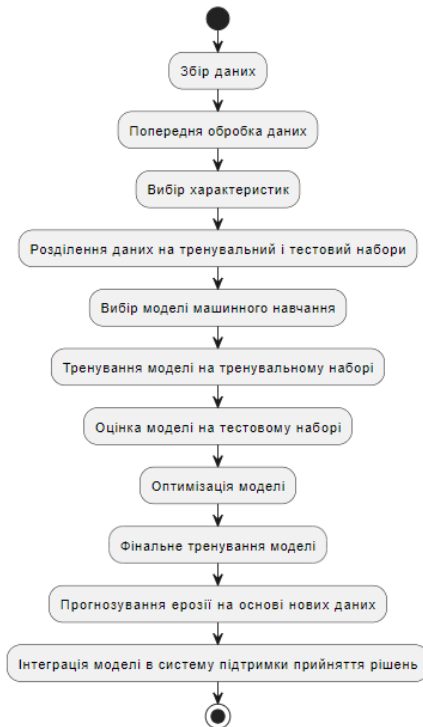


Рисунок 1 – Загальна схема методу

Схема методу (Рисунок 1) прогнозування ерозії ґрунту з використанням машинного навчання складається з кількох важливих етапів, кожен з яких є критичним для забезпечення точності й надійності результатів. Першим етапом є збір сутностей що охоплює отримання інформації про топографічні характеристики, кліматичні умови, рослинний покрив та інші чинники, які впливають на ерозійні процеси. Дані можуть бути отримані з різних джерел, таких як супутникові зображення, дані з метеостанцій та польові спостереження.

Основні сутності предметної області для задачі, що розглядається, наведені в Таблиці 1.

Таблиця 1 – Головні сутності методу

Сутність	Опис
Ґрунтові параметри	Характеристики, що визначають властивості ґрунту, які впливають на ерозійні процеси
Топографічні особливості	Визначають фізичний рельєф території, зокрема нахили, висоту та форму земної поверхні.
Метеорологічні дані	Інформація про атмосферні умови, такі як температура, опади, вологість і швидкість вітру
Рослинний покрив	Сукупність рослинності на території, яка виконує важливу роль у захисті ґрунту від ерозії
Антропогенний вплив	Зміни в природному середовищі, викликані діяльністю людини

Після збору даних проводиться їх попередня обробка, яка включає очищення від шумів, заповнення пропусків та нормалізацію значень для подальшої обробки. Важливим етапом є вибір характеристик, або ж фіч, що представляють собою ключові параметри, які найбільш суттєво впливають на ерозійні процеси. Від правильного вибору характеристик залежить ефективність подальшого моделювання та прогнозування.

Основою методу є модель машинного навчання, зокрема Random Forest, яка здатна обробляти великі обсяги даних і формувати точні прогнози. Система повинна включати механізми для навчання та тестування моделі, а також можливість використовувати різні набори даних для підвищення точності прогнозів.

Для забезпечення високої точності прогнозування ерозії ґрунту, інформаційна система використовує спеціалізовані програмні розширення, що включають бібліотеки для машинного навчання, такі як TensorFlow та scikit-learn, а також засоби для обробки даних, такі як Pandas та NumPy. Аналітичні інструменти,

такі як Matplotlib та Seaborn, використовуються для візуалізації результатів та аналізу даних. Метрики для оцінки точності прогнозування включають середню абсолютну помилку (MAE), середньоквадратичну помилку (RMSE) та інші показники, що дозволяють оцінити ефективність моделей машинного навчання та їх здатність до прогнозування рівня ерозії в різних умовах.

Подальші кроки включають оптимізацію моделі, розширення наборів даних для навчання та тестування, а також інтеграцію інформаційної системи з існуючими інформаційними системами та інфраструктурами для практичного застосування. Оптимізація моделі дозволить досягти ще більшої точності прогнозів, а розширення наборів даних забезпечить більшу варіативність та адаптивність моделі до різних умов.

Перелік посилань

1. Деградація земель [Електронний ресурс] – Режим доступу uk.wikipedia.org/wiki/Деградація_земель
2. What is random forest? [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://www.ibm.com/topics/random-forest>
3. Класичне машинне навчання: завдання класифікації, узагальнення, кластеризації даних [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://evergreens.com.ua/ua/articles/classical-machine-learning.html>
4. Бібліотеки ШІ та машинного навчання Python [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://proit.ua/naipopuliarnishi-bibliotieki-shi-ta-mashinnogho-navchannia-python/>