

УДК 004.414.2

## Використання засобів Google Earth Engine для аналізу площі дахів будинків

Топилко П. І., к.т.н., ст. викладач каф. ПМ

Любінський Б. Б., к.т.н., доц. каф. ПМ

Яцків В. А., студент групи ПММ-11 каф. ПМ

Національний університет «Львівська політехніка»  
(вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна)

В останні десятиліття суттєво зросло використання енергетичних ресурсів, які за своєю природою є невідновлювані, а їх використання призводить до значного забруднення навколишнього середовища. Такий розвиток подій насторожує світових лідерів та наукову спільноту і спонукає до пошуку рішень даної проблеми. Зараз розвинені країни спрямовують свої зусилля на максимальній імплементації замкнутих циклів виробництва, оптимізації виробничих процесів, раціональному використанню усіх природних ресурсів і, найголовніше, застосуванню відновлювальної енергетики. В останні роки досить активно ведуться наукові дослідження та технічні розробки в області сонячної енергетики і ця галузь досить динамічно розвивається. Зокрема, в Україні вже побудовано ряд сонячних електростанцій загальною потужністю понад 5 ГВт. Розглядаючи даний сегмент енергетичної галузі, слід зазначити одну особливість: для будівництва такого роду об'єктів потрібно мати значну площу, яка не використовується. Усвідомлюючи переваги та перспективи цього роду енергії, в Україні інтенсивно збільшується кількість домашніх електростанцій, тобто станцій невеликої потужності, які монтуються на території приватного господарства (на землі чи дахах будівель). Цікавим і досить перспективним для інвесторів є використання дахів, як потенційних місць встановлення сонячних панелей, в межах густо населених пунктів, зокрема міст. Але для розвитку цього підходу потрібно провести дослідження та оцінити площу дахів, що буде підґрунтям для подальших дій. Для вирішення цієї задачі можна використати два підходи. Перший — це фізичне вимірювання площі кожної з будівель, що буде вимагати значних людських та фінансових ресурсів, а також часу. Другий — використання комп'ютерних технологій та дистанційного зондування. Останній підхід є досить вдалий з погляду економії як часу, так і відповідних ресурсів, а розроблення відповідного інструментарію дасть змогу швидко здійснювати оцінку потенціалу розвитку сонячної енергетики в будь-якому населеному пункті.

Основною ціллю представленого дослідження є розроблення підходу до ідентифікації дахів будинків на основі супутникових знімків поверхні Землі. Зокрема, аналіз доступних алгоритмів ідентифікації контурів дахів та оцінювання їх площі. Першим і ключовим засобом проведення такого роду дослідження є програмна платформа Google Earth Engine, яку використовує багато науковців, які є дотичні в своїх дослідженнях до дистанційного зондування. Слід зазначити, що

даному інформаційному ресурсу немає аналогів, добре документований, характеризується багатофункціональністю, зокрема, функціоналом для роботи з геоданими, включає значний набір супутникових знімків, передбачає можливість роботи як з готовими зображеннями земної поверхні, так і створювати власні тематичні шари. Проте, даний сервіс має один суттєвий недолік — використання Google Earth API є платним, а отримання безкоштовної версії є досить складним процесом, оскільки потрібно надати обґрунтоване підтвердження про те, що даний інформаційний ресурс не буде використовуватись для комерційних цілей.

Для оцінювання розміру і потужності потенційної сонячної електростанції на даху необхідно знати його площу і форму. В залежності від даних параметрів можна здійснювати подальші розрахунки. Беручи до уваги те, що сучасні сонячні панелі можуть бути різних форм і розмірів, то є можливість покривати дахи різної конструкції. Але важливим моментом на цьому етапі є моделювання контурів та форм дахів. Найкращим рішенням в даному випадку є використання машинного навчання, що забезпечить можливість розпізнавання контурів покрівель будинків, зокрема, технологію комп'ютерного зору, яка здатна ідентифікувати, відслідковувати і здійснювати класифікацію відповідних об'єктів. Проте, слід дослідити та визначити найкращий алгоритм ідентифікації контурів. В роботі проаналізовано ряд алгоритмів і виявлено, що найоптимальнішим для побудови контурів даху є алгоритм FAST. Суть цього алгоритму полягає в пошуку точок на кутах і краях об'єкта завдяки перепаду контрасту на зображенні. Після ідентифікації відповідних точок можна сформувати площинний об'єкт, який буде відповідати даху будинку. Крім ідентифікації координат контурів даху будинку виникає необхідність у його візуальному представленні. Для цього здійснено аналіз доступних бібліотек, які забезпечують можливість роботи з геопросторовими даними. До переліку інструментів потрапили Google Maps, OpenLayers, Polymaps, Mapbox, ZeeMaps, Modest Maps та LeafLet. Серед даного переліку вибір впав на бібліотеку LeafLet, яка характеризується досить широким функціоналом, легкістю інтеграції у веб додатки, зручністю у використанні, достатньою точністю і, найважливіше, є безкоштовною у використанні. В процесі відображення полігону точок, які характеризують межі даху, присутнє незначне зміщення змодельованих контурів відносно реального позиціонування, яке не впливає на оцінку площі. Такий ефект пояснюється тим, що знімки земної поверхні роблять супутники під різними кутами.

Представлені результати є проміжними і на даному етапі формують підґрунтя для подальших досліджень та розробки прикладного інструментарію для оцінювання потенціалу розвитку сонячної енергетики в населених пунктах.