

МЕТОДИ ФІЛЬТРАЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ХМАР ТОЧОК НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ

У процесі наземного лазерного сканування формується масив просторових даних у вигляді хмари точок, що характеризується високою щільністю вимірювань і містить детальну інформацію про координати об'єктів місцевості. Кожна точка має 3D координати та може містити додаткові атрибути, зокрема інтенсивність відбитого лазерного сигналу, що забезпечує створення високодеталізованих цифрових моделей рельєфу та об'єктів навколишнього середовища.

Разом з тим первинні результати сканування часто містять сторонні елементи та випадкові вимірювання: шуми, аномальні точки, а також точки, що відповідають рослинності, інженерним спорудам або іншим об'єктам, не пов'язаним безпосередньо з поверхнею рельєфу. Їх наявність ускладнює подальший аналіз і знижує точність побудови цифрових моделей місцевості. Тому важливим етапом обробки даних наземного лазерного сканування є їх попередня обробка, яка передбачає застосування процедур фільтрації та класифікації.

Одним з основних етапів такої обробки є фільтрація хмари точок, метою якої є усунення шумів, аномальних вимірювань та інших небажаних елементів даних. У сучасній практиці застосовується ряд методів фільтрації, серед яких найбільш поширеними є:

- статистичні методи фільтрації, що базуються на аналізі статистичних характеристик розподілу точок та дозволяють виявляти і вилучати аномальні значення;

- морфологічні фільтри, які використовують принципи математичної морфології для відокремлення поверхні рельєфу від інших об'єктів;

- фільтрація на основі відстаней між сусідніми точками, що дозволяє визначати ізольовані або аномально розташовані точки;

- фільтрація за значеннями інтенсивності відбитого сигналу, яка дає можливість ідентифікувати певні типи поверхонь або матеріалів.

Застосування зазначених методів дає змогу значно зменшити вплив випадкових вимірювань та шумів, що підвищує достовірність вихідних даних та якість просторового моделювання.

Після виконання процедури фільтрації наступним етапом обробки є класифікація хмари точок, яка передбачає розподіл точок за певними класами об'єктів відповідно до їх геометричних та фізичних характеристик. Класифікація дозволяє структурувати отримані дані та виділити окремі елементи місцевості, що мають різне функціональне або геоморфологічне значення.

У задачах дослідження зсувних процесів найбільш важливим є виділення класів об'єктів:

- поверхня рельєфу, яка є основою для побудови цифрових моделей місцевості;

- рослинність, що може перекривати поверхню ґрунту та ускладнювати її визначення;

- штучні об'єкти (будівлі, огорожі, інженерні споруди);

- фрагменти деформованої поверхні, що характеризують прояви зсувних процесів.

Класифікація точок може здійснюватися за різними ознаками. Найчастіше використовуються геометричні параметри поверхні, зокрема кривизна, нахил, орієнтація нормалі до поверхні, а також щільність розташування точок у просторі. Додатково можуть враховуватися значення інтенсивності відбитого сигналу та інші параметри, що містяться у вихідних даних сканування.

Особливе значення для дослідження зсувних процесів має виділення поверхні рельєфу, яка використовується для побудови цифрових моделей місцевості та подальшого аналізу деформацій. Наявність рослинності, технічних об'єктів або інших сторонніх елементів може призводити до спотворення геометрії поверхні, тому ефективна класифікація хмари точок є важливою умовою отримання достовірних результатів моделювання.

Дані, отримані після фільтрації та класифікації, можуть використовуватися для: побудови тривимірних моделей зсувних схилів, аналізу морфології зсувних поверхонь, визначення об'ємів переміщених ґрунтових мас, порівняння багаточасових моделей місцевості для виявлення деформацій.

Таким чином, застосування ефективних методів обробки хмар точок підвищує результативність використання наземного лазерного сканування при дослідженні зсувних процесів і забезпечує отримання більш точних результатів просторового аналізу.