

Корисна модель належить до галузі сільського господарства та природничих наук, зокрема до лісівництва, ботаніки та екології, і може бути використана для виконання флористичних описів, моніторингу рослинного покриву та інвентаризації лісів.

Як відомо, геоботанічний опис рослинного покриву є основним методом вивчення структури й складу рослинних угруповань. Він широко використовується у ботаніці, лісівництві, екології, природоохоронному плануванні, а також для оцінювання стану та динаміки рослинного покриву й екосистем загалом.

Найбільш поширеними способами проведення таких досліджень є польові описи, що виконуються безпосередньо на місцевості з визначенням видового складу, проєктивного покриття та інших характеристик рослинності за загальноприйнятими методиками [1].

У світовій практиці останнім часом активно застосовуються безпілотні літальні апарати (БПЛА) для обстеження рослинності у важкодоступних місцях. Зокрема, такі дослідження виконувалися на гірських схилах, скелях та островах [2-4], де БПЛА використовуються для фотографування ділянок із метою виявлення та ідентифікації видів рослин. Такі методи орієнтовані переважно на точкове збирання даних та орієнтаційно-просторове картографування рослинності, де важливим є позиціонування у просторі, а не стандартизована послідовність виконання зйомки. Водночас потреба адаптації класичних методів геоботанічних досліджень до умов дистанційного та цифровізованого збору інформації у національній практиці залишається актуальною.

За відомий рівень техніки відносно пропонованої корисної моделі взято відомі способи інвентаризації рослинного покриву [1], які передбачають застосування методу окомірного прямого обліку під час маршрутних геоботанічних досліджень та числового методу прямого обліку, що застосовується за детальних стаціонарних, так і тимчасових маршрутних досліджень у природних і культурних фітоценозах. Дані методи передбачають проведення геоботанічного опису рослинності, визначення територіальної та вертикальної диференціації рослинності, під час яких показники фіксуються у бланках опису з одночасним відбором гербарних зразків та зйомкою ручною фотокамерою та подальшою їхньою камеральною обробкою.

Недоліками відомих способів є те, що вони передбачають безпосереднє перебування обліковців на ділянках під час інвентаризації, що унеможливує виконання таких робіт на важкодоступних, забруднених небезпечними предметами ділянках, а також є ризик суб'єктивного вибору нерепрезентативних ділянок. Низький ступінь диджиталізації, фотографування рослинного покриву, його опис та фіксування GPS-координат ділянок виконується окремими інструментами, що передбачає додаткові витрати часу під час зведення матеріалів у камеральних умовах.

Задачею корисної моделі є створення способу інвентаризації рослинного покриву, який забезпечує проведення робіт на важкодоступних (наприклад, круті схили), забруднених та/або небезпечних ділянках без фізичного перебування обліковця на ділянці. Запропонований спосіб спрямований на підвищення ступеня автоматизації процесу інвентаризації рослинного покриву, забезпечення безпеки обліковця під час обстежень територій, які є важкодоступними, радіоактивно, техногенно або біологічно небезпечними, а також на забезпечення можливості виконання інвентаризації рослинного покриву в місцях, де пересування фізичних осіб є неможливим. Додатковими цілями є стандартизація методики, що досягається зйомкою трансекти з фіксованими інтервалами та висотою, збереження та архівування цифрових даних для повторної перевірки та подальшого моніторингу.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі інвентаризації рослинного покриву, який включає визначення видів та площі покриття рослин на ділянці, згідно з корисною моделлю, виконують фотографування ділянки із БПЛА методом закладання трансект, з отриманням зображень високого просторового розрізнення у видимому RGB-спектрі з фіксованими інтервалами, причому політ БПЛА здійснюють у ручному режимі, забезпечуючи задані напрямки та дистанцію зйомки, а висоту польоту підтримують в межах 1-2 м над поверхнею ґрунту, при цьому чергують вертикальне та горизонтальне положення камери, а отримані зображення зберігають на накопичувачі з подальшим їхнім дешифруванням у камеральних умовах.

Спосіб здійснюється наступним чином. БПЛА готується до виконання зйомки, при цьому обладнується захистом пропелерів, виконується калібрування компаса та очікується стабільний сигнал GPS. Політ БПЛА виконують у ручному режимі під наметом лісу, зі встановленим інтервалом зйомки, напрямком та відстанню руху, висотою польоту, яка становить від 1 до 2 метрів (наприклад, просторове розрізнення становитиме 0,027-0,054 мм, використовуючи БПЛА DJI Phantom 4 pro стандартної комплектації). Під час виконання польоту положення камери БПЛА чергують: вертикально (під кутом 90°) - для зйомки рослинного покриву, та горизонтально (під кутом 0°) - для забезпечення візуального орієнтування і ручного керування польотом. Нормативна кількість інтервалів між виконанням візуального орієнтування та зйомки рослинного покриву встановлюється заздалегідь; наприклад, кожен третій інтервал використовується для фотографування рослинного покриву, тоді як проміжні інтервали забезпечують керування польотом та орієнтацію БПЛА у просторі. Зйомку виконують у визначеному напрямку руху у межах встановленої відстані трансекти; під час зворотного руху політ здійснюють без зйомки рослинного покриву. Отримані дані зберігаються на флеш-

накопичувачі з фіксуванням часу початку та завершення зйомки, номер ділянки та час зйомки фіксують додатково. Під час камеральної обробки здійснюють сортування зображень та їхнє дешифрування (оцінювання), під час якого визначають вид зафіксованих рослин та площу їхнього покриття на кожному зображенні.

Отримана інформація може використовуватися для потреб лісівництва та лісовпорядкування, екологічного моніторингу лісового фонду, природоохоронного планування, побудови геоботанічних карт і схем надґрунтового покриву, а також для виконання наукових досліджень у сфері лісового господарства, геоботаніки та екології.

Технічним результатом є створення способу інвентаризації рослинного покриву, який виконується, зокрема на важкодоступних та/або небезпечних (зокрема забрудненими небезпечними речовинами) ділянках, використовуючи БПЛА, який здійснює зйомку з визначеним інтервалом, при цьому інвентаризація рослинного покриву здійснюється не в польових, а в камеральних умовах, аналізуючи отримані зображення, що містять метадані зйомки, такі як GPS-координати, час та дата. Запропонований спосіб дозволяє залучати представників громадянської науки (не експертів) для збору даних, що сприяє підвищенню продуктивності праці порівняно з аналогами.

Джерела інформації:

1. Геоботаніка: підручник. 2-ге вид., випр. і допов. (перевид.) / Якубенко Б.Є., Попович С.Ю., Устименко П.М., Дубина Д.В., Чурілов, А.М. - К.: Ліра-К, 2024. - 490 с.

2. Zhou, H., Zhu, J., Li, J., Xu, Y., Li, Q., Yan, E., Zhao, S., Xiong, Y., & Mo, D. Opening a new era of investigating unreachable cliff flora using smart UAVs. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. - 2021. Vol. 7. - DOI: 10.1002/RSE2.214.

3. Kim, S., Lee, C. W., Park, H., Lee, B., Kim, N. Y., Hwang, J. E., Park, H. B., An, J., & Baek, J. Piloting an Unmanned Aerial Vehicle to Explore the Floristic Variations of Inaccessible Cliffs along Island Coasts. *Drones*. - 2023. - Vol. 7, № 2. <https://doi.org/10.3390/drones7020140>.

4. Porrovecchio M., Cambria S., Bacillieri G., Barone G., Crisafulli A., Di Gristina E., Di Pasquale C., Di Mauro M., Domina G., Luchino F., Marici C., Miraglia G., Tavilla G., Sciandrello S. Using drone imagery and group field activities for an in-depth investigation of the vascular flora: a case study in the Rocca di Novara Massif (NE Sicily, Italy). *Italian Botanist*. - 2024. Vol. 18. - P. 1-15. - DOI: 10.3897/ITALIANBOTANIST.18.127209.