

МОНІТОРИНГ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ МЕТОДАМИ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Логінов Тимур, ГЗ-21-1

(науковий керівник к.т.н., доц. Міхно П.Б.)

Кременчуцький Національний університет імені Михайла Остроградського

Пам'ятки архітектури є невід'ємною складовою культурної спадщини України. Втім, вони не є вічними, і з роками поступово руйнуються через тривалу експлуатацію та стихійні лиха за відсутності реставраційних робіт. Крім цього, наразі в Україні усі об'єкти культурної спадщини знаходяться також під загрозою знищення в результаті військових дій, а тому потребують особливої уваги та моніторингу.

Технологіями 3D-моніторингу стану об'єктів культурної спадщини, зокрема, пам'яток архітектури [1] застосовуються на основі зображень, на основі хмари точок та із застосуванням гібридних підходів (комбінування різних методів).

Кожен із методів має свої унікальні технічні характеристики [1, 5, 6], тому для певної задачі потрібно обрати ту технологію, яка здатна надати більш ширшу характеристику стану досліджуваного об'єкта із забезпеченням необхідної точності та меншими витратами.

Фотограмметричний метод вважають класичним підходом до моніторингу пам'яток архітектури через досвід застосування для 3D-картографування великих територій у різних масштабах.

Натомість, досягнута точність дециметрового діапазону може не відповідати суворим вимогам до точного моделювання пам'яток історії та архітектури, які зазвичай вимагають роздільної здатності в сантиметровому, чи навіть, міліметровому, діапазоні.

Генерація 3D-моделей за фотограмметричного

методу моніторингу об'єктів культурної спадщини не ідеальна, адже супроводжується спотворенням зображень. Важливими при цьому є такі параметри, як: розташування камери, роздільна здатність камери, кут нахилу камери, кількість світла, тощо. Якщо перед початком створення 3D-моделі обробку зображень об'єкта була виконана неякісно, то хмара точок може бути згенерована неправильно [3].

Проте, фотограмметричний метод з точки зору моніторингу об'єктів культурної спадщини, має переваги через швидкість та зручність виконання. Вона забезпечує обробку зображень достатньо якісну для потреб архітектурного аналізу та документування. Фотограмметричний метод дозволяє швидко скласти відносно точні геометричні моделі пам'яток архітектури, значно скорочуючи процес дослідження (рис. 1) [6].



Рисунок 1 – 3D-модель вілли Lampedusa в Палермо, зробленої на основі фотограмметричного методу [6]

Лазерне сканування набуває все більшої популярності порівняно з фотограмметричним методом для 3D-моніторингу пам'яток архітектури за рахунок

використання новітніх технологій. Отримуючи просторову інформацію за допомогою тисяч дрібних точок, які сукупно формують високоточне 3D-зображення – *хмари точок*, лазерне сканування має велику перевагу щодо якості зображення [1].

Спочатку проводиться попереднє сканування навколишнього середовища з відносно низькою роздільною здатністю. Потім визначаються із більш детальним скануванням окремих елементів [2].

Використовуючи спеціальні мітки, лазерний сканер вимірює відстань між визначеними точками та визначає їх взаємне просторове положення, полегшуючи створення комплексної тривимірної моделі.

3D-моделі, створені на основі фотознімків і реконструйовані з високоточних хмар точок, повинні мати достатню щільність [4].

На сьогодні вони є найзручнішими інструментами для документування та збереження історичних будівель (рис. 2).

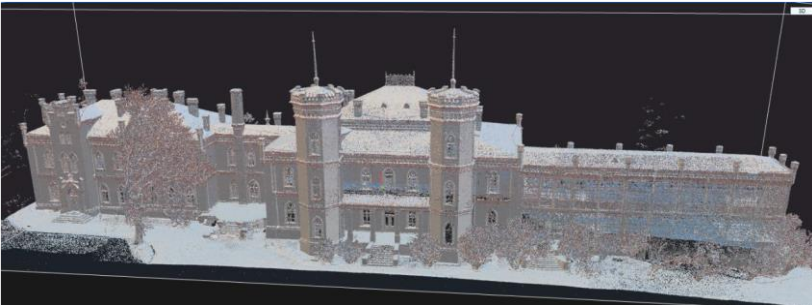


Рисунок 2 – Вигляд щільної хмари точок Шарівського замку [4]

Для моніторингу стану об'єктів культурної спадщини, вони становлять основу контролю за руйнівними процесами.

На основі повторного лазерного сканування можливо точно порівнювати дві моделі, виявляти

виникнення нових тріщин, пошкоджень, тощо.

Хоча лазерні сканери пропонують високу точність і автоматизацію для детального моделювання, їх використання пов'язане із значними фінансовими витратами через високу вартість відповідного обладнання. Крім того, необхідність професійного нагляду ускладнює процес експлуатації, а багаторазове сканування складних об'єктів культурної спадщини призводить до значних витрат часу на збір 3D-даних [5].

Переваги і недоліки методів моніторингу об'єктів зведено до табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз переваг і недоліків методів моніторингу на основі зображень та хмари точок

Методи моніторингу	Переваги	Недоліки
1	2	3
На основі зображень	Швидкість	Гірша якість 3D-моделі
	Малі витрати коштів	Чутливість до яскравості
	Охоплення великої території	Ненадійна генерація 3D-моделі через спотворення камери
На основі хмари точок	Висока точність 3D-моделі	Великі витрати часу
	Надійна генерація 3D-моделі	Великі витрати коштів

Таким чином, методи 3D-моделювання є передовими технологіями для моніторингу об'єктів культурної спадщини. Вони допомагають більш детально обстежувати їх, вчасно виявляти нові пошкодження окремих елементів, дають змогу порівнювати об'єкти до і після реставраційних робіт, їх зміну у часі.

На перший погляд метод хмари точок може здатися найбільш привабливим через своєю сучасну та новітню технологію. Проте, фотограмметричний метод має

переваги у своїй швидкості та менших витратах коштів.

Враховуючи переваги (див. табл. 1) фотограмметричного методу (як методу на основі зображень), особливо в контексті менших витрат, він може бути більш привабливим для більшості дослідницьких або практичних завдань.

Обирати метод моніторингу стану об'єктів культурної спадщини потрібно з урахуванням мети, завдань дослідження та доступних ресурсів.

Література

1. Zlatanova S., Prospero D. Large-scale 3D Data Integration Challenges and Opportunities. 2006. 256 p. <https://doi.org/10.1201/9781420036282>.

2. Xiao Y., Zhan Q. 3D Data Acquisition by Terrestrial Laser Scanning for Protection of Historical Buildings. *International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*. 2007. DOI: 10.1109/WICOM.2007.1464.

3. Firzal Y. Architectural Photogrammetry: A Low-Cost Image Acquisition Method in Documenting Built Environment. *International Journal of GEOMATE*. 20 (81). 2021. pp. 100–105. DOI:10.21660/2021.81.6263.

4. Горб О., Тревого І., Тарнавський В. Новий підхід до сканування історичного об'єкта. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Вип. II (46). 2023. С. 42–45. www.doi.org/10.33841/1819-1339-2-46-42-45.

5. Salsabil A., Raisa I., Sadman S. H., Uddin J. Preserving Heritage Sites Using 3D Modeling and Virtual Reality Technology. *The 3rd International Conference*. DOI:10.1145/3309074.3309116.

6. Lo Brutto M., Ebolese D., Dardanelli G. 3D Modelling of a Historical Building Using Close-Range Photogrammetry and Remotely Piloted Aircraft System (RPAS). *The International Archives of the Photogrammetry*,

РЕКРЕАЦІЙНЕ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ В ПРИБЕРЕЖНИХ ЗАХИСНИХ СМУГАХ

Кузнецова Інна, ГЗ-23-1зм

(науковий керівник к.т.н., доц. Шелковська І.М.)

Кременчуцький національний університет імені Михайла
Остроградського

Рекреаційне землекористування в межах прибережних захисних смуг представляє собою форми і способи використання земельних та інших природних ресурсів, умов для цілей рекреації. Такий вид землекористування включає як вплив природи на людину, так і зворотний вплив людини на природу. Тому дослідження рекреаційного землекористування набувають актуальності в сучасних умовах.

Більшість проаналізованих досліджень присвячено рекреаційному природокористуванню, як, наприклад [1], автор якого зазначає, що цей вид природокористування спрямований з одного боку на отримання від природи певних «послуг» для зміцнення і поліпшення здоров'я, забезпечення відпочинку людей, з іншого боку – на збереження живої природи для майбутнього природокористування. Отже, значна увага приділяється природоохоронній функції. Проблеми рекреаційних територій в сучасних умовах висвітлені в праці [2].

Таким чином, рекреаційне землекористування є одним з видів рекреаційного природокористування. Провідне місце в сфері рекреаційного землекористування займає рекреаційна діяльність на землях рекреаційного призначення. Згідно із Земельним кодексом України [3] до цих земель належать земельні ділянки зелених зон і зелених насаджень міст та інших населених пунктів,