



УДК 528:5

Ягор ЛЕВАЧОЎ,
магістрант кафедры геадэзіі і картаграфіі
геаграфічнага факультэта
Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта
Аляксандр РАМАНКЕВІЧ,
загадчык кафедры геадэзіі і картаграфіі
геаграфічнага факультэта
Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта,
кандыдат географічных навук, дацэнт

Выкарыстанне метадаў наземнага лазернага сканавання пры трохмерным мадэляванні будынка рэктарата БДУ

Пабудавана трохмерная цвёрдацельная мадэль будынка рэктарату БДУ з выкарыстаннем тэхналогій лазернага сканавання. Сканаванне было выканана ва ўмоўнай сістэме каардынат з трох станцый наземным лазерным сканарам фірмы «Торсон» GLS-1500 з дапамогай дзевяці марак. Шчыльнасць сканавання складала 4 мм. Апрацоўка дадзеных была праведзена ў наступных праграмных прадуктах: ScanMaster (кіраванне сканарам, папярэдняя апрацоўка дадзеных, выдаленне памылак, зшыўка сканаў, стварэнне воблака кропак), Autodesk ReCap 2015 (праца над фарматамі воблака кропак), Autodesk AutoCad 2016 (трохмернае мадэляванне, стварэнне цвёрдацельнай мадэлі)

Уводзіны

Тэхналогія лазернага сканавання сёння актыўна выкарыстоўваецца ў медыцыне, архітэктуры, археалогіі, мастацтве, аўтамабільнай, неафгазаздабываючай прамысловасцях, сельскай гаспадарцы, геадэзічнай вытворчасці, на ўсіх стадыях будаўніцтва і праектавання: у тых галінах народнай гаспадаркі, дзе запатрабавана дакладная інфармацыя аб памерах аб'ектаў і іх прасоравым размяшчэнні. Для нашай краіны лазернае сканаванне з'яўляецца інавацыйнай вобласцю як для навукі, так і для вытворчасці, неабходным абсталяваннем валодае толькі некалькі прадпрыемстваў Беларусі. Іншае становішча ў краінах Заходняй Еўропы і нават у Расіі, дзе, сапраўды, лазернае сканаванне знаходзіць шырокае прымяненне. З-за навізны вопыту для Беларусі дадзенай тэхналогіі, бярэм на сябе мужнасць азначыць лазернае сканаванне як тэхналогію, што дазваляе ствараць лічбавую трохмерную мадэль аб'екта праз прадстаўленне яго наборам кропак з прасторавымі каардынатамі.

Мэтай працы стала засваенне

методыкі правядзення лазернага сканавання і ажыццяўленне трохмернага мадэлявання будынку рэктарату Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (далей – БДУ). Праца па мадэляванні будынка была праведзена ў межах гранта Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь «Стварэнне інтэрактыўнай трохмернай мадэлі ўніверсітэцкага гарадку БДУ» і стала лагічным заканчэннем даследаванняў, пачынаючы ад курсавой работы, перададипломнай практыкі і дыпломнага праекту. З-за архітэктурнай складанасці будынка было вырашана выкарыстоўваць тэхналогіі лазернага сканавання, якое дазваляе зрабіць здымку паверхні з мэтай трохмернага мадэлявання з высокай дакладнасцю і малымі затратамі часу.

Асноўная частка

Тэхналогіі лазернага сканавання грунтуюцца на выкарыстанні спецыяльнага абсталявання – лазернага сканара. Трэба зазначыць, што ў залежнасці ад асяроддзя і дадатковых прыладаў існуе наземнае, мабільнае і паветранае лазернае сканаванне [8, 9]. У працы па сканаванні будынка выкарыстоўваліся тэхналогіі на-

земнага лазернага сканавання праз выкарыстанне наземнага лазернага сканара фірмы «Торсон» GLS-1500.

У працэсе сканавання фіксаваліся кірункі распаўсюджвання лазернага промяні і адлегласць да кропак аб'екту. Вынікам працы з'яўляўся растравы малюнак – скан, значэнні пікселяў якога ўяўляюць сабой элементы вектару з наступнымі кампанентамі: вымеранай адлегласцю, інтэнсіўнасцю адлюстраванага сігнала, RGB-складаючай, што характарызуе рэальны свет кропкі. Становішча (радок і слупок) кожнага элементу (пікселя) атрыманага растру адлюстроўвае значэнні вымераных вертыкальнага і гарызантальнага вуглоў [8].

Падчас палявога этапу выбар сканарных станцый забяспечваў на адным скане максімальную плошчу здымачнай тэрыторыі. Адстаянне станцый адзін ад аднаго складала 20–40 м. Будынак рэктарату быў адсканаваны з трох сканарных станцый. Пры сканаванні выкарыстоўваліся маркі – налпкі, зробленыя з адмысловага матэрыялу, які мае спецыяльныя адлюстравальныя ўласцівасці, што вылучае гэтыя маркі на аб'ектах,

якія падлягаюць сканаванню [4].

Вакол першай сканарнай станцыі ўсталёўвалася шэсць спецыяльных марак [1, 2]. З другой станцыі ў поле зроку сканара трапляла тры маркі ад першай станцыі і тры новыя маркі. На апошняй сканарнай станцыі – тры апошнія маркі і тры ад першай станцыі.

Дзякуючы выкарыстанню лазернага сканара ў палявых умовах атрымаўся вельмі падрабязны здымак паверхні, што дазваляе працаваць з ім і аналізаваць яго на персанальным камп'ютары ў камеральных умовах. Шчыльнасць здымкі склала 4 мм, гэта значыць, што кожны аб'ект памерам да 4 мм трапіў у поле зроку здымкі.

Камеральная апрацоўка, як заўсёды, пачыналася са стварэння новага праекту і імпарту дадзеных з прылады. Адрозна працуем са сканамі – гэта набор кропак, атрыманых у выніку сканавання непасрэдна ў полі. Атрыманыя кропкі захоўваюцца ў лакальнай сістэме каардынат пункту стаяння, з якой гэты скан быў атрыманы. У кожнай кропцы стаяння задаецца свая лакальная сістэма каардынат. Пасля з дапамогай сканаў марак ствараліся вузлавыя кропкі, па якіх потым і праводзілася аперацыя зшыўкі сканаў – рэгістрацыя [7, 8, 10].

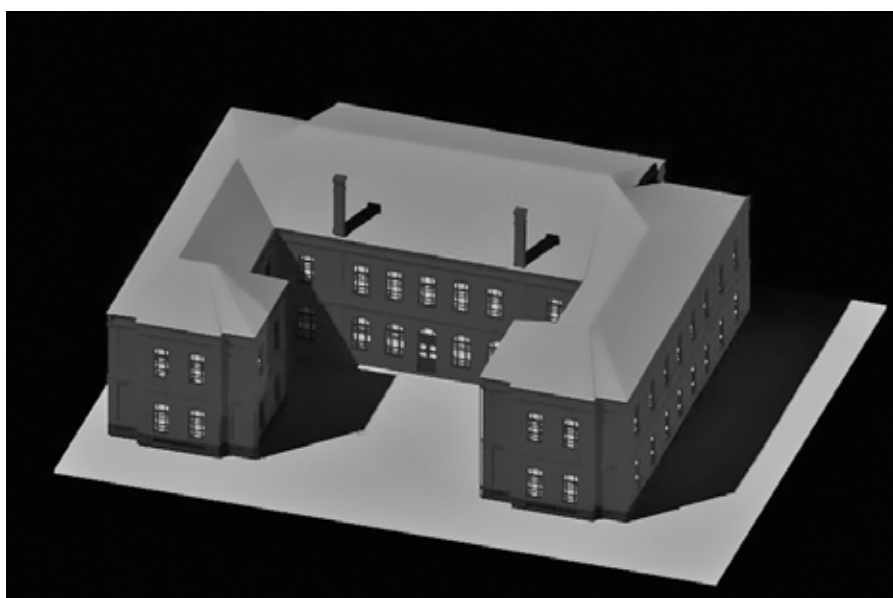
Пасля зшыўкі сканаў апрацаваная вобласць была пераўтворана ў воблака кропак. У воблаке кропак дадзеныя захоўваюцца ў агульнай сістэме каардынат праекту. Уся залішняя інфармацыя падлягае выдаленню, воблака экспартуецца ў патрэбны фармат для далейшай перапрацоўкі ў праграмах сістэмы аўтаматызаванага праектавання (далей – САПР) (малюнак 1).

Воблака кропак мае наступныя перавагі: з адзіным воблакам кропак лягчэй працаваць, чым з некалькімі сканамі, існуе рэальная перавага з пункту гледжання прадукцыйнасці і захавання, аб'ёмы кропак даюць магчымасць засяродзіць увагу на невялікім участку дадзеных, пра-рэджванне воблака кропак дазваляе скараціць залішнія дадзеныя, адзінае воблака кропак лягчэй экспартаваць, чым дадзеныя з кожнай кропкі стаяння прыбора [8].

Прамежкавым звязам у пабудове трохмерных мадэляў з'яўлялася



Малюнак 1 – Воблака кропак будынка рэктарату БДУ у ПЗ SkanMaster



Малюнак 2 – Трохмерная цвёрдацельная мадэль будынка рэктарату БДУ

перапрацоўка ў прыдатны фармат САПР, так, напрыклад, праграмае забеспячэнне (далей – ПЗ) AutoCad, 3Ds Max падтрымліваюць фармат .gcr. Для перапрацоўкі ў фармат .gcr выкарыстоўвалася настольная праграма ад кампаніі Autodesk ReCap.

Адной са складаных праблемаў апрацоўкі дадзеных сканавання ў САПР з'явіўся непасрэдна выбар патрэбнага ПЗ. Вялікую ролю ў гэтым адыграваюць фізічныя уласцівасці працоўнага камп'ютара. Для апрацоўкі і будовы цвёрдай мадэлі ў САПР выкарыстоўвалася ПЗ AutoCad 2016. Пачынаючы з версіі 2014 AutoCad ужо запампоўвае воблака кропак і мае магчымасці яго трохмернага мадэлявання. Адрозна ствараецца новы праект і робяцца налады. Першая з наладаў – падключэнне неабходных панэляў, на-

прыклад, панэль інструментаў трохмернага мадэлявання.

Пасля дадання воблака кропак на працоўную вобласць у ПЗ AutoCAD пачыналася непасрэднае мадэляванне. Для зручнасці ствараліся слаі, дзе былі размешчаны цвёрдыя мадэлі часткаў будынку: вокны, сцены, дзверы, дах і г.д.

Праца над мадэллю адбывалася пасля актывізацыі патрэбнага слоя. Сутнасць працы па мадэляванні зводзілася да таго, каб раскласці аб'ект на простыя складнікі (прымітывы). Затым з дапамогай рэдагавання і лагічных аперацый стварыць аб'ект патрэбнай формы.

У выніку, прымяніўшы ўсе магчымыя функцыі ПЗ для пабудовы трохмернай мадэлі (люстэрка, масіў, абрэзка і г.д.) атрымліваем цвёрдацельную мадэль будынка рэктарату



БДУ (малюнак 2).

Пасля таго, як мадэль зроблена, адбывалася налажэнне тэкстураў і рэндэрынг, гэтыя віды дзейнасці звычайна праводзяцца ў праграме Autodesk 3Ds Max.

Праз эмпірычны вопыт правядзення сканавання магчыма зрабіць наступныя высновы. Па-першае, сапраўды, наземнае лазернае сканаванне больш дакладнае і эканамічнае. Так шчыльнасць сканавання складала 4 мм, а ўвесь працэс заняў не больш дзвюх гадзін з улікам складанасці аб'екту. Па-другое, большасць працы пераносіцца ў камеральныя ўмовы, што змяняе залежнасць ад надвор'я, скарачае працавыдаткі.

Аднак названыя годнасці метаду лазернага сканавання абумоўліваюць з'яўленне наступных праблемаў.

Магчымасці абсталявання апарэджваюць магчымасці камп'ютараў. Пры сучаснай прадукцыйнасці абсталявання за кароткі перыяд часу можна набраць вялізарныя аб'ёмы інфармацыі, але сучасныя серыйныя камп'ютары, як правіла, не дазваляюць паўнавартасна працаваць з такімі аб'ёмамі інфармацыі. Цяжасці ўзнікаюць пры абмежаванні, рэгістрацыі сканаў,

трохмерным мадэляванні паверхняў. Таму можна з упэўненасцю сказаць, што выкарыстоўваецца далёка не ўвесь патэнцыял магчымасцяў лазернага сканавання.

Састарэлыя нарматыўныя дакументы, якія рэгламентуюць геадэзічныя працы пры будаўніцтве і эксплуатацыі інжынерных аб'ектаў, не ўтрымліваюць спасылкі на магчымасць прымянення лазернага сканавання. У гэтай сувязі ўзнікаюць сітуацыі, калі сам метада прызначаецца эфектыўным, але вынікі працы не з'яўляюцца афіцыйнымі.

З-за абмежаванасці магчымасцяў стандартнага ПЗ пры вырашэнні канкрэтных задач ўзнікае неабходнасць складання ўласных прыкладных праграм, што прыводзіць да зніжэння аператыўнасці выканання работ.

Рашэнне дадзеных праблем дазволіць у перспектыве павысіць эфектыўнасць прымянення тэхналогіі лазернага сканавання [3, 5, 6].

Заклучэнне

Трохмерная мадэль будынка рэктарату БДУ пабудавана з выкарыстаннем тэхналогіі лазернага сканавання, далей гэтыя напрацоўкі будуць выкарыстаны

пры мадэляванні ўсяго гарадку ці пры аптымізацыі дзейнасці рэктарату, наданне ёй інтэрактыўнасці можа дазволіць скарыстаць яе пры кіраванні чалавечымі і прыроднымі рэсурсамі, адукацыі і г.д. Засваенне алгарытму працы наземнага лазернага сканавання надае штуршок да распрацоўкі метадыкі правядзення працы дадзенага кшталту, уключэння дадзенай тэхналогіі ў адукацыйны працэс.

Тэхналогія лазернага сканавання укараняецца амаль у ва ўсе сферы жыццядзейнасці чалавека. На дадзеным этапе эвалюцыі мікрапрацэсарнай тэхнікі лазерныя сканары будуць працягваць сваё развіццё, а сабекошт гэтых прыладаў будзе падаць. Таксама не прагназуецца рэзкіх змяненняў у тэхналогіі сканавання ў бліжэйшай перспектыве. Зараз ў лазерным сканаванні існуюць наступныя праблемы: магчымасці абсталявання апарэджваюць магчымасці камп'ютарнай тэхнікі, састарэлыя нарматыўныя дакументы, абмежаваныя магчымасці ПЗ і г.д. Вырашэнне гэтых праблем можа надаць новы штуршок для развіцця тэхналогіі наземнага лазернага сканавання.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Комиссаров, А.В. Получение метрической информации об объектах архитектурного наследия по данным наземного лазерного сканирования / А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров // Изв. вузов. Стр-во. – 2006. – № 5. – С. 112-115.
2. Комиссаров, А.В. Разработка и исследование методики прокладки сканерных ходов / А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров // Геодезия и картография. – 2008. – № 4. – С. 12-14.
3. Медведев, Е.М. Состояние и перспективы развития воздушного и наземного лазерного сканирования в России / Е.М. Медведев, С.Р. Мельников, В.А. Середович // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2006. – № 1.
4. Руководство пользователя SkanMaster. – Токио: TOPCON CORPORATION, 2010. – 144 с.
5. Середович, В.А. Состояние, проблемы и перспективы применения технологии наземного лазерного сканирования / В.А. Середович, Д.В. Комиссаров // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2005. – № 1.
6. Середович, В.А. Особенности, проблемы и перспективы применения НЛС / В.А. Середович, А.В. Середович // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2011. – № 2.
7. Середович, А.В. Методика выбора программных продуктов для решения конкретных задач по данным лазерного сканирования / А.В. Середович // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2006. – № 2.
8. Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 176.
9. Dianne K. Slattery. Evaluation of 3-D Laser Scanning for Construction Applications / Dianne K. Slattery, Kerry T. Slattery // Illinois Center for Transportation. – 2010.
10. Peter Axelsson. Processing of laser scanner data – algorithms and applications / Peter Axelsson // Photogrammetry and Remote Sensing. – 1999.

Поступление в редакцию 16.11.2015

**Y. LEVACHOU,
A. RAMANKEVICH**

USE OF METHODS TERRESTRIAL LASER SCANNING IN THREE-DIMENSIONAL MODELING OF BUILDING RECTORATE OF BSU

Three-dimensional solid model of the building Rectorat of BSU using laser scanning technology. Scanning was performed in a conventional coordinate system with three stations in the terrestrial laser scanner company «Topcon» GLS-1500 with the help of nine marks. Scanning density was 4 mm. Data processing was carried out in the following products: ScanMaster (control scanner, data preprocessing, removing bugs, compound scans, creating a cloud of points), Autodesk ReCap 2015 (work on the point cloud formats), Autodesk AutoCad 2016 (three-dimensional modeling, the creation of a solid model).