

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**Материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов
УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования
Международного Дня ГИС 2015**

Минск, 18 ноября 2015 г.

Ответственный редактор
Д.М. Курлович

МИНСК
2015

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент Д.М. Курлович (отв. редактор),
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н.В. Клебанович,
доктор географических наук, профессор Ю.М. Обуховский,
кандидат географических наук, доцент Н.В. Ковальчик,
кандидат географических наук, доцент А.А. Карпиченко,
кандидат географических наук Л.И. Смыкович,
Н.В. Жуковская, О.М. Ковалевская, С.Н. Прокопович.

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А.А. Топаз,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В.Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015, Минск, 18 ноябр. 2015 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2015. – 114 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

ÓБелорусский государственный университет, 2015
ÓКоллектив авторов, 2015

НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА»

ТЭХНАЛОГІІ ЛАЗЕРНАГА СКАНАВАННЯ Ў ТРОХМЕРНЫМ МАДЭЛЯВАННІ (НА ПРЫКЛАДЗЕ РЭКТАРАТУ БДУ)

Я.В. Левачоў

студэнт магістратуры кафедры геадэзіі і картаграфіі
геаграфічнага факультэта Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

А.П. Раманкевіч

к.г.н., дацэнт, загадчык кафедры геадэзіі і картаграфіі
Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

Лазернае сканаванне – гэта найноўшая тэхналогія, што дазваляе ствараць лічбавую трохмерную мадэль аб'екта праз прадстаўленне яго наборам кропак з прасторавымі каардынатамі. Магчымасці апрацоўкі такіх аб'ёмаў інфармацыі з'явіліся толькі дзякуючы сучаснаму развіццю мікрапрацэсарнай тэхнікі.

Праца па мадэляванні будынку рэктарата БДУ была праведзена ў межах гранта Міністэрства адукацыі “Стварэнне трохмернай мадэлі ўніверсітэцкага гарадка БДУ”. Архітэктурная складанасць будынка прымусіла выкарыстоўваць тэхналогіі лазернага сканавання, якое сёння актыўна ўжываецца ў геадэзічнай вытворчасці. Ужо працяглы час гэтая тэхналогія ўжываецца ў археалогіі, медыцыне, але найбольшае выкарыстанне яна знайшла на ўсіх стадыях будаўніцтва. Тэхналогіі лазернага сканавання даюць магчымасць падрабязна зафіксаваць аб'ект у трохмернай сістэме каардынат, што эканоміць час і працавыдаткі, пры тым значна павышае ўзровень дакладнасці абмераў. Дадзеная тэхналогія заснавана на выкарыстанні лазерных сканараў – новых геадэзічных прылад, якія вымяраюць каардынаты кропак паверхні аб'ектаў з высокай хуткасцю.

Сістэма для наземнага лазернага сканавання складаецца з наземнага лазернага сканару і палявога персанальнага камп'ютара са спецыялізаваным праграмным забяспячэннем. Сканар складаецца з лазернага далямеру, адаптаванага для працы з высокай частотой, і блока разгорткі лазернага прамяню [5].

Наземны лазерны сканар – гэта здымачная сістэма, якая вымярае з высокай хуткасцю адлегласці ад сканара да паверхні аб'екта і рэгіструе адпаведныя напрамкі (вертыкальныя і гарызантальныя вуглы) з наступным фармаваннем трохмернага малюнка (скана) у выглядзе воблака кропак [5]. Пры сканаванні рэктарата выкарыстоўваўся сканар фірмы «Topcon» GLS-1500.

У працэсе сканавання фіксуюцца кірунак распаўсюджвання лазернага променя і адлегласць да кропак аб'екту. Вынікам працы з'яўляецца растравы малюнак – скан, значэння пікселяў якога ўяўляюць сабой элементы вектара з наступнымі кампанентамі: вымеранай адлегласцю, інтэнсіўнасцю адбітага сігнала, RGB-складаючай, што характарызуе рэальны колер кропкі. Месца (радок і слупок) кожнага элемента (пікселя) атрыманага растра адлюстроўвае вымераныя вертыкальны і гарызантальны вуглы. Для большасці мадэляў НЛС характарыстыка рэальнага колеру для кожнай кропкі атрымліваецца з дапамогай неметрычнай лічбавай камеры.

Іншай формай прадстаўлення вынікаў наземнага лазернага сканавання з'яўляецца масіў кропак, адбітых ад аб'ектаў, якія знаходзяцца ў поле дзеяння сканара. Ён мае пяць параметраў: прасторавыя каардынаты (X , Y , Z), інтэнсіўнасць і рэальны колер [5].

У апошні час распрацоўкай прыладаў для трохмернага лазернага сканавання займаецца шмат фірм: шырока распаўсюджаны Trimble (ЗША) і Leica Geosystems (Швейцарыя), Riegl (Аўстрыя), I-Site (Аўстралія), Zoller+Frohlich (ФРГ) і іншыя.

Непасрэдная здымка аб'екту ажыццяўляецца сканарам праз камп'ютар ці панэль кіравання прылады. Пры сканаванні трэба наладзіць прыладу, выбраць неабходныя параметры (напрыклад, шчыльнасць сканавання, г. зн. колькасць кропак на плошчу), навесці на маркі, абраць поле здымкі.

Перавагі, што дае тэхналогія лазернага сканавання, цалкам відавочныя (у плане атрымання і апрацоўкі інфармацыі канчатковых вынікаў). Але, як і з укараненнем любой новай тэхналогіі, узнікае шэраг праблем тэхнічнага і арганізацыйнага характара.

З улікам канкрэтных умоў мясцовасці выбіраецца рацыянальны спосаб стварэння і згушчэння здымачнага абгрунтавання. Таксама падчас рэкагнасцыроўкі вызначаюцца пункты размяшчэння сканара, месца размяшчэння спецыяльных марак, удакладняюцца тэрміны правядзення работ.

Сутнасць сканарнага хода заключаецца ў наступным. Вакол першай сканарнай станцыі ўсталёўваюцца шэсць або больш спецыяльных марак, у чатырох з якіх (чацвёртая для кантролю) геадэзічным метадам вызначаюцца прасторавыя каардынаты ў знешняй сістэме каардынат. Гэтыя маркі будуць з'яўляцца апорнымі. З другой станцыі ў поле променя сканара павінна трапляць больш за тры маркі, і не менш трох марак, якія будуць бачны з трэцяй станцыі, і г. д. На апошняй сканарнай станцыі неабходна мець мінімум дзве апорныя маркі для раўнавання і ацэнкі дакладнасці пралажэння сканарнага хода [1, 2].

Выбар сканарных станцый павінен забяспечваць адлюстраванне на адным скане максімальнай плошчы здымачнай тэрыторыі. Колькасць і размяшчэнне сканарных станцый праектуюць, зыходзячы з патрабаванняў забеспячэння неабходнай дакладнасці стварэння прадукцыі, прадукцыйнасці і эканамічнасці працы.

Сканаванне рэктарата БДУ было праведзена 16 красавіка 2015 г. і выканана ва ўмоўнай сістэме каардынат з трох станцый наземным лазерным сканарам фірмы «Торсон» GLS-1500 з дапамогай дзевяці марак.

З дапамогай 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.

Наземныя лазерныя сканары, што выпускаюцца на сённяшні момант, моцна адрозніваюцца па канструктыўных асаблівасцях: метадам вымярэння адлегласцяў, спосабам абароны ад знешніх уздзеянняў, формай, памерам, вагой, наяўнасцю прылад для вонкавага арыентавання і кампенсацыі вуглоў, нахілу прылады, выходнымі дадзенымі і г.д. Усё гэта ўплывае на важныя характарыстыкі сканавання: дакладнасць атрымання прасторавых каардынат кропак аб'екта, вугал поля зроку, дальнасць дзеяння, вуглавы дазвол і хуткасць сканавання, клас бяспекі, вільгаце- і пыланепранікальнасць, тэмпературны рэжым работы, транспартабельнасць, энергаспажыванне.

Кіраванне наземным лазерным сканарам і апрацоўка вынікаў сканавання ажыццяўлялася з выкарыстаннем праграмнага прадукта фірмы-вытворцы сканара.

Апрацоўка дадзеных пачынаецца з фільтравання. На гэтым этапе выдаляюцца кропкі, не належныя аб'екту здымкі. Пры сканаванні прылада робіць фотаздымкі, затым вызначае вобласць сканавання. Пасля фатаграфавання і сканавання аб'екта можна накласці тэкстуры на дадзеныя сканавання, што дазваляе прымяняць RGB-каляровую мадэль з колеру фотаздымкаў, пафарбаваць кропкі ў рэальны колер з фотаздымка [3].

Пасля стварэння новага праекту і імпарту працуем са сканамі – гэта набор кропак, атрыманых у выніку сканавання непасрэдна ў поле. Месцы лазернага сканара на зямной паверхні называюцца кропкамі стаяння, у кожнай кропцы стаяння задаецца свая лакальная сістэма каардынат. У скане атрыманыя кропкі захоўваюцца ў лакальнай сістэме каардынат пункту, з якога гэты скан быў атрыманы. Дадзеныя, атрыманыя з розных пунктаў (станцый) лазернага сканара, даюць падрабязнае ўяўленне аб паверхні аб'ектаў.

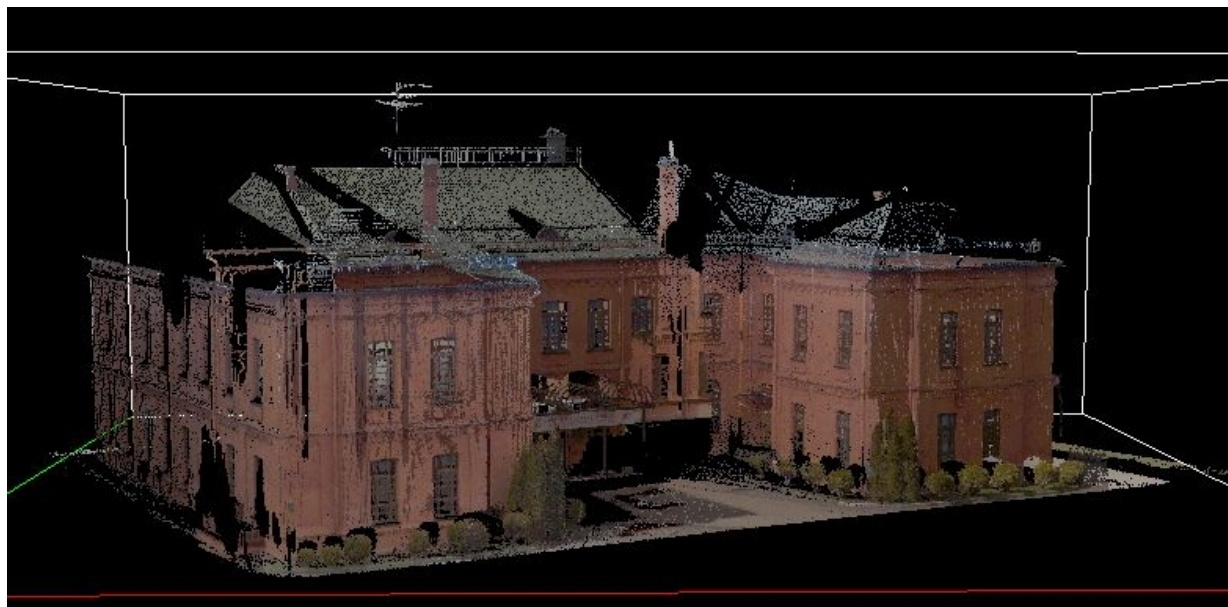
Скан маркі – гэта вельмі дакладны, высокадэталізаваны скан святлоадбівальнай маркі. Святлоадбівальная марка – гэта метка, зробленая з асобага матэрыялу, які мае спецыяльныя адбівальныя ўласцівасці, што вылучае гэтыя маркі на аб'ектах, якія падлягаюць сканаванню [3]. Далей ствараюцца вузлавыя кропкі, па якім і праводзіцца аперацыя зшыўкі сканаў – рэгістрацыя, г. зн. прывядзенне ўсіх сканаў да агульнай сістэмы каардынат.

Пасля сшыўкі сканаў і фарбавання выбіраецца апрацаваная вобласць, якая пераўтвараецца ў воблака кропак. У воблаке кропак дадзеныя захоўваюцца ў агульнай сістэме каардынат праекта. Як правіла, воблака кропак ствараецца ў камеральных умовах пасля таго, як усе кропкі зарэгістраваны ў агульнай сістэме каардынат.

Далей выдаляецца залішняя інфармацыя і воблака экспартуецца ў патрэбны фармат для апрацоўкі ў САПР.

Воблака кропак мае наступныя перавагі: з адзіным воблакам кропак лягчэй працаваць, чым з некалькімі сканамі; воблакі кропак даюць магчымасць засяродзіць увагу на невялікім участку дадзеных; прарэджванне воблака кропак

дазваляе скараціць залішнія дадзеныя; адзінае воблака кропак лягчэй экспартаваць, чым дадзеныя з кожнай кропкі стаяння прыбора [3] (мал. 1).



Мал. 1. Воблака кропак рэктарату БДУ у ПЗ SkanMaster

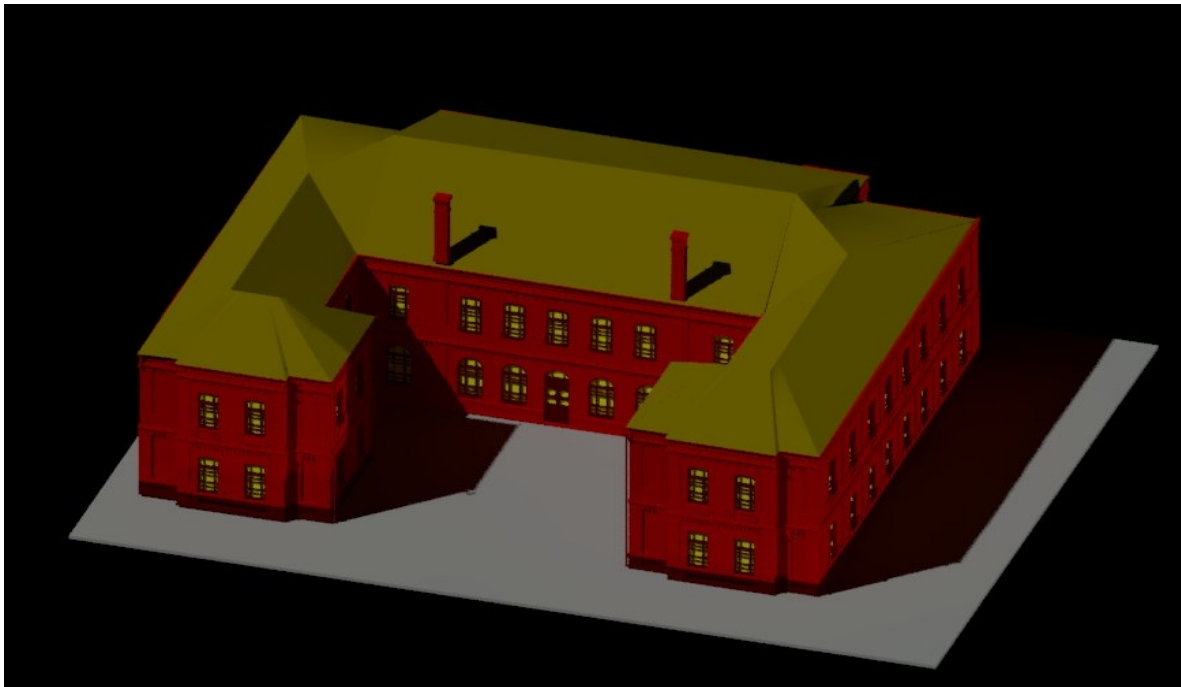
Трохмерная мадэль будынка рэктарата БДУ зроблена ў ПЗ AutoCad 2016 – аднаго з сусветных лідараў сярод рашэнняў для 2D- і 3D-праектавання. Прадукт змяшчае інавацыйныя распрацоўкі, якія дапамагаюць павялічыць эфектыўнасць праектавання і выпуску дакументацыі, а таксама павысіць узровень бяспекі і дакладнасці абмену дадзенымі [6].

Адразу ствараўся новы праект і рабіліся налады: падключэнне неабходных панэляў (напрыклад, 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 будынка: вокны, сцены, дзверы, дах і г.д.

Сутнасць працы па мадэляванні зводзіцца да таго, каб раскласці аб'ект на простыя складнікі (прымітывы). Пабудова шмат у чым падобна двухмернаму чарчэнню, аднак дадаецца яшчэ адна каардыната – Z. Вось асноўныя трохмерныя прымітывы, якія выкарыстоўваліся ў AutoCAD: куб (box), клін (wedge), конус (kone), шар (sphere), цыліндр (cylinder), піраміда (pyramid) [7].

У выніку, прымяніўшы ўсе магчымыя функцыі ПЗ для пабудовы трохмернай мадэлі (люстэрка, масіў, абрэзка і г.д.), атрымалі цвёрдацельную мадэль будынка рэктарата Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (мал. 2).

Пасля таго, як мадэль зроблена, адбываецца налажэнне тэкстур і рэндэрынг. Гэтыя віды дзейнасці звычайна праводзяцца ў праграме Autodesk 3DsMax. Трэба зазначыць, што выбар праграмы мадэлявання з'яўляецца вельмі важным, аднак ён абмяжоўваецца у першую чаргу фізічнымі уласцівасцямі камп'ютара.



Мал. 2. Трохмерная цвёрдацельная мадэль рэктарату БДУ

Тэхналогія лазернага сканавання ўкараняецца амаль ва ўсіх сферах жыццядзейнасці чалавека, але большае распаўсюджванне атрымала ў праектаванні, архітэктуры, мадэляванні, геадэзіі. Зараз ў лазерным сканаванні існуюць наступныя праблемы: магчымасці абсталявання апырэдджаюць магчымасці камп'ютарнай тэхнікі, састарэлыя нарматыўныя дакументы, абмежаваныя магчымасці ПЗ і г.д. Вырашэнне гэтых праблем надае новы штуршок для развіцця тэхналогіі наземнага лазернага сканавання.

ЛІТАРАТУРА

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. Руководство пользователя SkanMaster. – Токио, Япония: TOPCON CORPORATION, 2010. – 144 с.
4. Середович, А.В. Методика выбора программных продуктов для решения конкретных задач по данным лазерного сканирования / А.В. Середович // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2006. – № 2.
5. Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 176 с.
6. AutoCad // Русский САПР [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rusapr.ru/prod/progs/element.php?ID=565>.
7. Learn&Explore AutoCad // Autodesk knowledge network [Electronic resource]. - Mode of access: <http://knowledge.autodesk.com/support/autocad/learn-explore#?sort=score>.