

УДК 528.087

*ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ЧЕРНО-БЕЛОЙ МАРКИ
НА ИДЕНТИФИКАЦИЮ ЕЁ ЦЕНТРА В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ***Н.А. ДЬЯКОВА, Г.Г. ШЕВЧЕНКО, Д.А. ГУРА**

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: nellidya@mail.ru, grettel@yandex.ru, gda-kuban@mail.ru*

Наземное лазерное сканирование с каждым днем приобретает большую популярность и становится незаменимой составляющей многих аспектов человеческой деятельности. Наземные лазерные сканеры имеют сложное программное обеспечение, которое позволяет выполнять измерения трехмерных координат огромного количества точек за короткий период. Для определения пространственного положения и охвата интересующей территории на одном скане, вокруг сканера производится расстановка специальных марок. В данной статье рассматривается процесс распознавания наземным лазерным сканером Leica ScanStation C10 центра черно-белых марок во время полевых работ. Проведен эксперимент, в ходе которого подготовлены черно-белые марки, имеющие не стандартный вид и размер. По результатам эксперимента были выявлены некоторые зависимости распознавания наземным лазерным сканером Leica ScanStation C10 центра черно-белой марки от её характеристик.

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, специальные марки, облака точек, сканирование, сканер, Leica ScanStation C10.

Лазерные сканеры находят все большее применение в различных отраслях человеческой деятельности, в том числе данные лазерного сканирования можно использовать для создания геоинформационных систем [1,2] и мониторинга [3]. Лазерные сканеры могут измерять непосредственно трехмерные координаты огромного количества точек за короткий период [4]. Однако, для определения пространственного положения и охвата интересующей территории на одном скане, вокруг сканера производится расстановка специальных марок. Данные марки являются точками рабочего пространства, а для точности последующего сопоставления облаков точек выполняют многократные измерения центров специальных марок [5].

Марки необходимы для сшивки сканов по итогу лазерного сканирования. При объединении облаков точек через марки, программа

упорядочивает все сканы, используя в качестве ориентира уникальную геометрию объекта. Для этого она задействует сложные алгоритмы расчета.

Процесс распознавания центра марки может производиться двумя путями:

- в программном обеспечении;
- непосредственно в поле, при выполнении лазерного сканирования.

В работе [6] автор рассматривает специальные марки, при этом утверждает, что определение центра специальных плоских марок происходит благодаря его контрастности относительно окружающего фона.

Однако, часто геодезистам приходится использовать более бюджетный вариант марок - плоские черно-белые марки. Процесс распознавания центра данных марок во время полевой съемки, как индивидуальная задача отдельная от самого процесса сканирования, малоизучен.

Для изучения данного процесса, необходимо установить зависимость корректности распознавания центра марки от различных её характеристик.

Таким образом, необходимо проверить зависимость корректности распознавания центра марки от её размеров, геометрии и цвета секторов марки.

В ходе эксперимента был исследован процесс распознавания центра марки с использованием наземного лазерного сканера Leica ScanStation S10. За основу была взята классическая черно-белая марка, применяемая на производстве. Это стандартная черно-белая марка диаметром 74,1 мм, два противоположных сектора которой имеют черный цвет, а другие два белый.

Перед выполнением эксперимента сканер устанавливался на расстоянии 5 метров от стены, марки наклеивались на стену таким

образом, чтобы визирный луч был перпендикулярен к плоскости марки, для более точного результата [7]. Эксперимент выполнялся в одинаковых условиях, без изменения положения сканера и одинаковыми настройками прибора. Однако, в ходе эксперимента каждая марка ориентировалась по-разному (Рис. 1). Таким образом, влияние расстояния от прибора до марки, изменение угла между лазерным лучом и плоскостью марки не могли повлиять на корректность распознавания центра марки [8].



Рисунок 1 – Пример ориентирования марки

В ходе эксперимента с маркой 1, влияние размеров данной марки на идентификацию центра марки, не было обнаружено (Рис. 2).

Влияние геометрии марки на распознавание ее центра было протестировано на марке 2, марке 3 и марке 4 (Рис. 2). Сканирование данных марок показало, что распознавание центра не базируется на ориентировании на центр окружности (марка 2). Изменение геометрии противоположных секторов, так же не влияет на распознавание центра (марка 3). При первичном наведении на отдалённые от центра участки, распознавание проходит без погрешностей (марка 4).

Из работы [9], можно сделать вывод о зависимости процесса распознавания центра марки от длин волн, путем нахождения максимумов отраженных сигналов в центре марки, в связи с этим было выполнено исследование марки 5, центр которой отсутствовал, но прибор все равно определил её центр (Рис. 2).

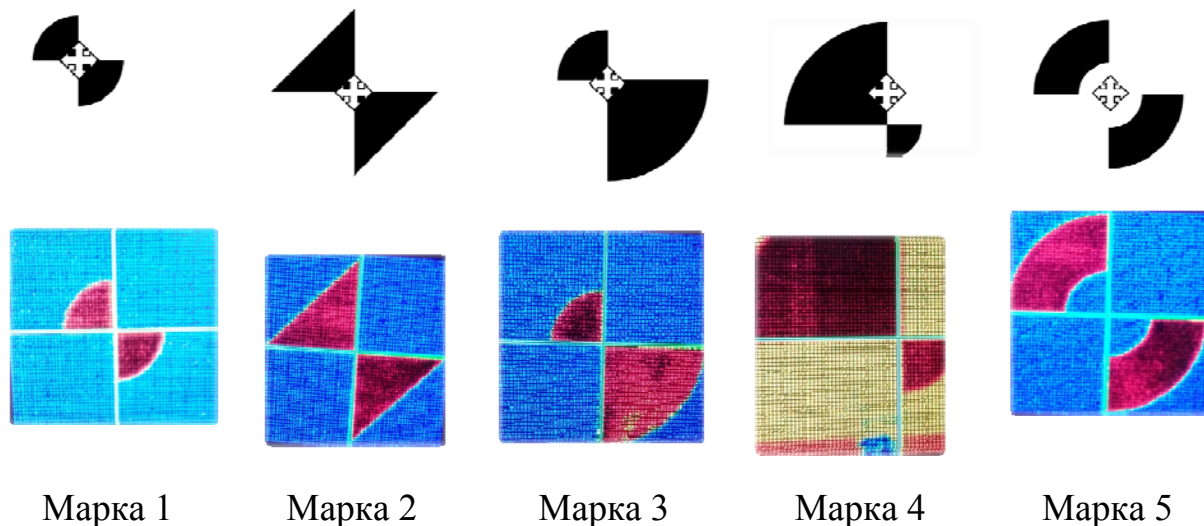


Рисунок 2 – Результат экспериментов с марками

Таким образом, можно сделать вывод о том, что распознавание центра марки, во многом зависит не только от геометрии марки, но и от цвета противоположных секторов марки.

Для полноты изучения данного вопроса полезно выполнить дополнительные исследования на других видах марок с секторами различных оптических спектров, для дальнейшего определения зависимостей распознавания центра марки во время полевой съемки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грибкова И.С., Дьякова Н.А., Царькова Ю.А. // Применение ГИС для управления единым недвижимым комплексом на примере нефтегазовой отрасли // В сборнике: Молодежная наука. Сборник лучших научных работ молодых ученых. Краснодар, 2020. С. 33-35.

2. Шишкина В.А., Грибкова И.С. // Создание ГИС для управления предприятием на основе данных, полученных в результате лазерного наземного и воздушного сканирования // В сборнике: Студенческие научные работы землеустроительного факультета. сборник статей по материалам Международной студенческой научно-практической конференции. Ответственный за выпуск И.В. Соколова. 2019. С. 173-176.

3. Гура Д.А., Дубенко Ю.В., Марковский И.Г. // Мониторинг объектов транспортной инфраструктуры с применением сканирующих технологий // Технологии техносферной безопасности. 2020. № 2 (88). С. 74-86.

4. D.Акса // Procs. 6th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques. // Full automatic registration of laser scanning point clouds [Электронный ресурс] – Zurich, Switzerland. – September 22-25, 2003. – pp. 330-337.

5. Комиссаров А.В. // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук // Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий 2015 С. 40

6. Выстрчил М.Г. // Обоснование способов внешнего ориентирования цифровых моделей горных выработок, получаемых по результатам съемок лазерно-сканирующими системами // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук с. 34-45

7. Середович В.А., Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А. // Наземное лазерное сканирование: монография // Новосибирск: СГГА, 2009. – 261 с.

8. Воронова К.В., Акопян Г.Т., Шевченко Г.Г. // Опыт применения функции Cloud Constraint в Cyclone для увеличения связей между сканами при их взаимном ориентировании по контрольным маркам // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2019. № 7. С. 1-8.

9. Гусев В.Н., Алексенко А.Г., Волохов Е.М., Голованов В.А., Зверевич В.В., Киселев В.А., Правдина Е.А. // Маркшейдерское дело [Электронный ресурс] Учебник // Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2016.

REFERENCES

1. Gribkova I.S., Dyakova N.A., Tsarkova Yu.A. // *Primenenie GIS dlya upravleniya edinyim nedvizhimym kompleksom na primere neftegazovoy otrasli* // V sbornike: Molodezhnaya nauka. Sbornik luchshikh nauchnykh rabot molodykh uchenykh. Krasnodar, 2020. S. 33-35.

2. Shishkina V.A., Gribkova I.S. // *Sozdanie GIS dlya upravleniya predpriyatiem na osnove dannykh, poluchennykh v rezultate lazernogo nazemnogo i vozdushnogo skanirovaniya* // V sbornike: *Studencheskie nauchnye raboty zemleustroitel'nogo fakulteta. sbornik statey po materialam Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Otvetstvennyy za vypusk I.V. Sokolova.* 2019. S. 173-176.

3. Gura D.A., Dubenko Yu.V., Markovskiy I.G. // *Monitoring obektov transportnoy infrastruktury s primeneniem skaniruyushchikh tekhnologiy* // *Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti.* 2020. № 2 (88). S. 74-86.

4. D.Akca // *Procs. 6th Conference on Optical 3-D Measurement Techniques.* // *Full automatic registration of laser scanning point clouds [Elektronnyy resurs] – Zurich, Switzerland. – September 22-25, 2003. – pp. 330-337.*

5. Komissarov A.V. // *Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk* // *Teoriya i tekhnologiya lazernogo skanirovaniya dlya prostranstvennogo modelirovaniya teritoriy* 2015 S. 40

6. Vystrchil M.G. // *Obosnovanie sposobov vneshnego orientirovaniya tsifrovyykh modeley gornyykh vyrabotok, poluchaemykh po rezultatam semok*

lazerno-skaniruyushchimi sistemami // Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk s. 34-45

7. Seredovich V.A., Komissarov A.V., Komissarov D.V., Shirokova T.A.. // Nazemnoe lazernoe skanirovanie: monografiya // Novosibirsk: SGGA, 2009. – 261 s.

8. Voronova K.V., Akopyan G.T., Shevchenko G.G. // Opyt primeneniya funktsii Cloud Constraint v Cyclone dlya uvelicheniya svyazey mezhdou skanami pri ikh vzaimnom orientirovanii po kontrolnym markam // Elektronnyy setevoy politematicheskij zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU". 2019. № 7. S. 1-8.

9. Gusev V.N., Aleksenko A.G., Volokhov E.M., Golovanov V.A., Zverevich V.V., Kiselev V.A., Pravdina E.A. // Marksheyderskoe delo [Elektronnyy resurs] Uchebnik // Sankt- Peterburgskiy gornyy universitet. SPb, 2016.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE GEOMETRY OF THE BLACK-WHITE MARK ON THE IDENTIFICATION OF ITS CENTER IN THE FIELD CONDITIONS

N.A. DYAKOVA, G.G. SHEVCHENKO, D.A. GURA

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: nellidya@mail.ru, grettel@yandex.ru, gda-kuban@mail.ru*

Terrestrial laser scanning is gaining in popularity every day and is becoming an indispensable component of many aspects of human activity. Terrestrial laser scanners have sophisticated software that can measure the 3D coordinates of a huge number of points in a short period. To determine the spatial position and coverage of the area of interest on one scan, special marks are placed around the scanner. This article discusses the process of recognition of the center of black-and-white marks by the Leica ScanStation C10 ground laser scanner during field work. An experiment was carried out during which black-and-white stamps were prepared that did not have a standard appearance and size. According to the results of the experiment, some dependences of the recognition of the center of a black-and-white mark by the ground laser scanner Leica ScanStation C10 on its characteristics were revealed.

Key words: ground laser scanning, special brands, point clouds, scanning, scanner, Leica ScanStation C10.