

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ТЕОРИИ И НА ПРАКТИКЕ НА ПРИМЕРЕ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

Д.А. ГУРА, Г.Г. ШЕВЧЕНКО, А.М. КАРСЛЯН, Д.В. ПЕТРЕНКОВ

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

Воздушное лазерное сканирование (ВЛС) в настоящее время является одним из самых эффективных методов выполнения топографических работ. При выполнении аэросъемочных работ имеется возможность провести сбор геоинформации с запасом относительно границ объекта изысканий, что позволит, при необходимости, изменять местоположение прохождения проектируемой трассы. После обработки данных, по полученным ортофотопланам, цифровому рельефу местности и дополнительной информации, содержащейся в наборе полученных геопространственных данных, имеется возможность выполнять камеральное размещение линейных и площадных инженерных сооружений, без создания окончательных топографических планов, а необходимые для проектирования топографические материалы предоставить на окончательный вариант размещения объекта. Это позволяет сэкономить материальные и трудовые ресурсы. В данной статье приведены особенности методики выполнения воздушного лазерного сканирования, результатом которого является массив 3D точек лазерного отражения, для создания топографических планов линейных объектов и решения других задач пространственного и объемного анализа, описаны приборы, с помощью которых выполняется ВЛС, а также приведен алгоритм выполненных работ на практике.

Ключевые слова: воздушное лазерное сканирование (ВЛС), GPS, GNSS, сеть базовых станций, инерциальная система (IMU), точки лазерного отражения (ТЛО), параметры Offseter.

В настоящее время в области методов получения топографических материалов высокой детальности для линейных объектов используются высокоточное аэрофотосъемочное оборудование, включающее в себя сканирующую систему и камеру высокого разрешения, с помощью которого можно решать практически любые задачи. Причислим некоторые из них:

- построение цифровых моделей рельефа для использования при производстве топографических карт и планов, а также в ряде смежных приложений, таких как прогнозирование зон затопления, оценка объема карьеров и отвалов;

- съемка береговой линии с целью ее картирования или мониторинга процессов эрозии;

- оценка объема снежной массы для прогнозирования лавинной опасности;
- паспортизация линий электропередач [1].

Лазерное сканирование (локация) является разновидностью активной съемки. Установленный на авиационном носителе (самолете, вертолете, БПЛА) полупроводниковый лазер, который работает в импульсном режиме и проводит дискретное сканирование поверхности Земли в т. ч. линейных объектов, расположенных на ней, регистрируя направление отраженного лазерного луча и время его прохождения.

Текущее положение лазерного сканера определяется с помощью высокоточного приемника ГНСС, работающего в дифференциальном режиме совместно с инерциальной системой (IMU).

Зная углы разворота и относительные смещения между компонентами этой системы можно однозначно определить абсолютные координаты каждой точки лазерного отражения (ТЛЮ) в пространстве.

Современный лазерный сканер передает сотни тысяч импульсов в секунду, перемещая луч из стороны в сторону и смещаясь вместе с носителем [2,3]. Информация, получаемая в результате совместной обработки дальномерных измерений, данных инерциальной системы и приемников ГНСС, расположенный вдоль линейного объекта, представляет собой массив нерегулярно расположенных точек, для которых известно пространственные координаты, интенсивность отраженного сигнала, номер отражения (первое отражение – от самого высокого объекта, в который попал луч, последние – от земли или промежуточно) [7,8].

Одновременно с ВЛС ведется цифровое фотографирование рельефа и линейных объектов с использованием камеры, регистрирующая излучение видимым, ближним, или средним инфракрасным, ультрафиолетовым и тепловым диапазонах излучения электромагнитных волн [4].

Основными достоинствами сканирующей системы являются:

- эффективность в использования системы, для сканирования линейных объектов на дальние расстояния

- компактность и универсальность;

- высокоточность;

- устойчивость к механическим воздействиям

Практическое применение ВЛС, при съёмке линейных объектов. На сегодняшний день невозможно представить съёмку протяженных участков линейных объектов без воздушного лазерного сканирования.

Методика проведения ВЛС состоит из следующих этапов:

1 Подготовительный этап работ включает в себя сбор, анализ и систематизацию накопленных материалов, в результате которого создаётся подробный полетный план запроектированных маршрутов;

2 Подготовка и установка аэрофотосъёмочного оборудования на воздушный носитель, измерение параметров Offseter;

3 Создание сети базовых станций вдоль линейного объекта. Закрепление опознаков на местности;

4 Проведение воздушного лазерного сканирования линейного объекта;

5 Предобработка полученных «сырых» данных, и их камеральная обработка (рисунок 1) [5,6].

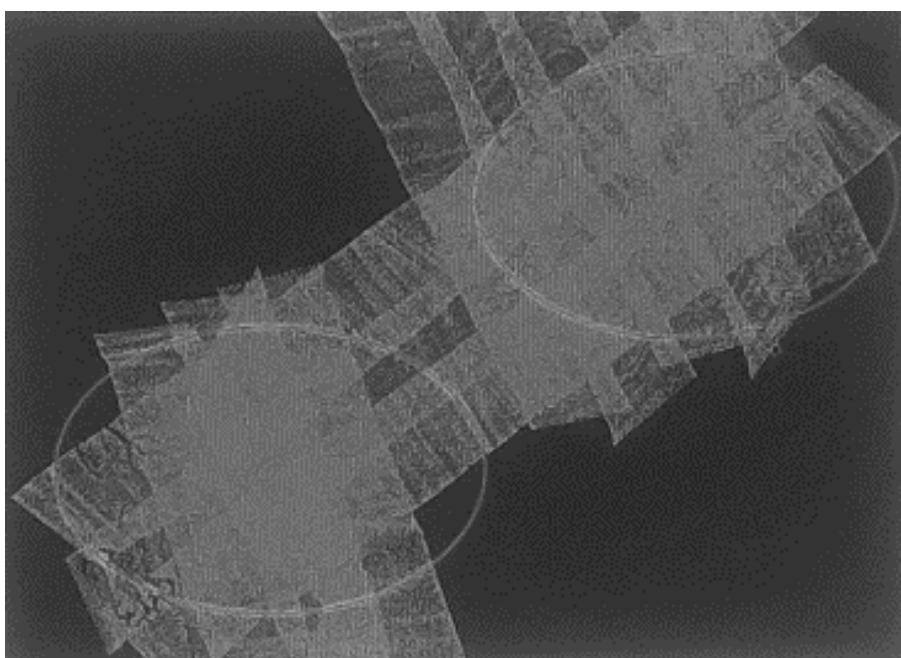


Рисунок 1 – Предобработка сырых данных ТЛЮ по проходам

Результатом воздушного лазерного сканирования является 3D массив точек лазерных отражений, классифицированный по признаку «земля/не земля» плотностью до нескольких десятков точек на 1 кв. м и точностью определения их координат менее 10 см в плане и по высоте (рисунок 2). Фактически это цифровая модель истинного рельефа высокой плотности и точности, основа для ортофотопланов, цифровых топографических планов масштабов 1:500 и мельче, трехмерных моделей рельефа и объектов (рисунок 3, рисунок 4).

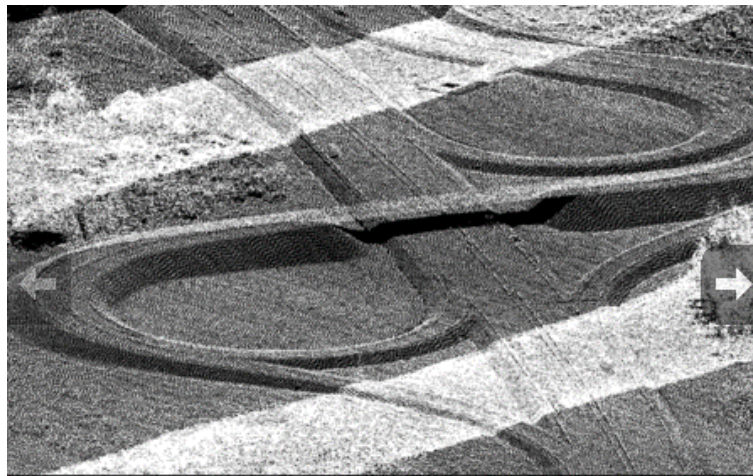


Рисунок 2 – Облако точек, полученных в результате ВЛС

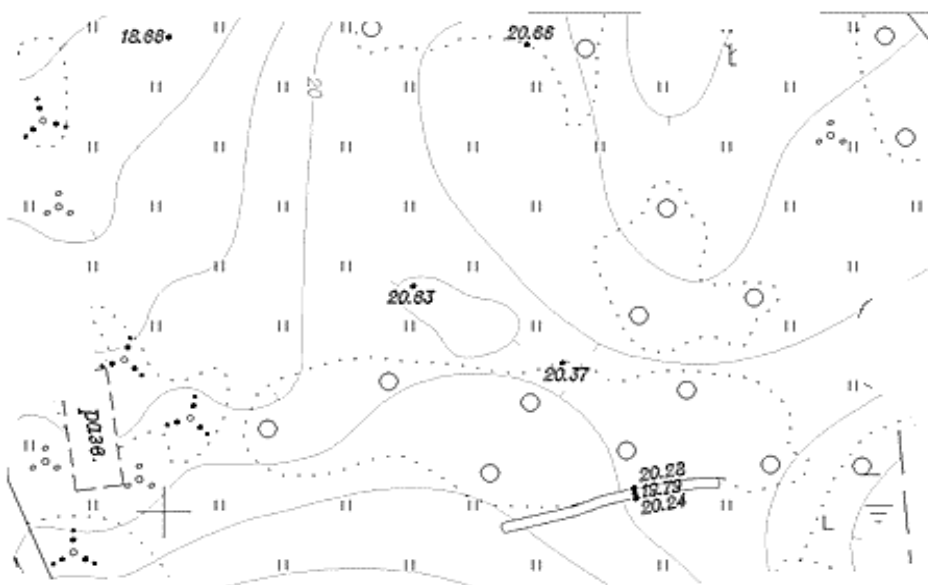


Рисунок 3 – Пример участка топографического плана по результатам ВЛС

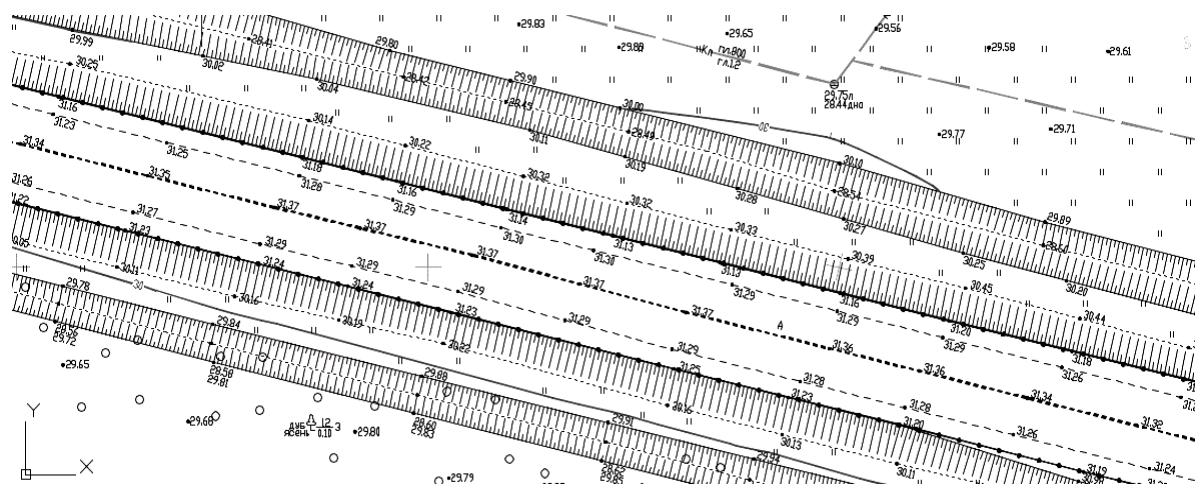


Рисунок 4 – Пример участка топографического плана М1:500 по участкам переграссировки линейного объекта «Южный берег» р-н Таманского полуострова (система высот условная)

Суть воздушного лазерного сканирования заключается в комплексной программе развития 3D моделирования в режиме реального времени, технологическую концепцию которой определяют, с одной стороны, привлечением современных лазерно-локационных и цифровых аэрофотографических методов сбора данных, а с другой – всемерное развитие собственных программных и методических разработок [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Тикунов В.С., Пелина А.Н., Кузякина М.В., Погорелов А.В. Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение // материалы международной конференции интеркарто / интергис-21. Изд-во: Кубанский государственный университет (Краснодар).- 2015, С. 652.

2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ. Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник) научный журнал, «Издательский Дом – Юг» г. Краснодар, №4, 2013, С. 64-67.

3. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ «Геопрофи», №6, 2012, С 23-24.

4. Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Олейникова Л.А. / Учебная геодезическая практика / Справочное пособие по

организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», ООО «Издательский Дом – Юг», 2014, С. 104.

5. Ключин Е.Б., Михелев Д.Ш. Геодезия / учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненному направлению подготовки "Геодезия и землеустройство. - Москва, Сер. Учебник 2012. (11-е изд., перераб.), 2012, С 58-59.

6. Погорелов А.В., Липилин Д.А. О дешифрировании объектов землепользования по космическим снимкам на территории Краснодарского края. Научно-методический электронный журнал Концепт. 2013. Т. 4. С. 2971-2975.

7. Рудик Е.А., Гура Д.А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров. В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2012. С. 118-120.

8. Куприянов А.О. Глобальные спутниковые системы для задач землеустройства, кадастра и мониторинга / Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2011. № 4 (76). С. 54-62.

9. Gura D.A., Zheltko CH. N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by means of electronic tacheometers. MEASUREMENT TECHNIQUES Издательство: Springer New York Consultants Bureau, 2014, том 57 №3, P. 277-279.

REFERENCES

1. Tikunov V.S., Pelina A.N., Kuzyakina M.V., Pogorelov A.V. Ustoychivoe razvitie territoriy: kartografo-geoinformatsionnoe obespechenie // materialy mezhdunarodnoy konferentsii interkarto / intergis-21. Izd-vo: Kubanskiy gosudarstvennyy universitet (Krasnodar).- 2015, S. 652.

2. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Opyt ispolzovaniya tekhnologiy i oborudovaniya Leica Geosystems v uchebno-obrazovatelnom protsesse KubGTU. Vypolnenie khozdogovornykh rabot. Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (Politekhnicheskiy vestnik) nauchnyy zhurnal, «Izdatelskiy Dom – Yug» g. Krasnodar, №4, 2013, S. 64-67.

3. Gura D.A., Shevchenko G.G. Sovremennyye izmeritelnyye tekhnologii na kafedre kadastra i geoinzhenerii v KubGTU «Geoprofi», №6, 2012, S 23-24.

4. Gura D.A., Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Oleynikova L.A. / Uchebnaya geodezicheskaya praktika / Spravochnoe posobie po organizatsii i kontrolyu uchebnoy praktiki dlya studentov vseh form obucheniya napravleniy: 120700 – Zemleustroystvo i kadastry, 270800 – Stroitelstvo, 130500 – Neftegazovoe delo, 271101 – Stroitelstvo unikalnykh zdaniy sooruzheniy. FGBOU VPO «KubGTU», ООО «Izdatelskiy Dom – Yug», 2014, S. 104.

5. Klyushin E.B., Mikhelev D.Sh. Geodeziya / uchebnik dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po ukрупnennomu napravleniyu podgotovki "Geodeziya i zemleustroystvo. - Moskva, Ser. Uchebnik 2012. (11-e izd., pererab.), 2012, S 58-59.

6. Pogorelov A.V., Lipilin D.A. O deshifirovaniy obektov zemlepolzovaniya po kosmicheskim snimkam na territorii krasnodarskogo kraya. Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal Kontsept. 2013. T. 4. S. 2971-2975.

7. Rudik E.A., Gura D.A. Provedenie topograficheskoy semki s primeneniem sputnikovykh sistem i elektronnykh takheometrov. V sbornike: Nauki o zemle na sovremennom etape. Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2012. S. 118-120.

8. Kupriyanov A.O. Globalnyye sputnikovyye sistemy dlya zadach zemleustroystva, kadastra i monitoringa / Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel. 2011. № 4 (76). S. 54-62.

9. Gura D.A., Zheltko CH. N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G. Experimental investigations of the errors of measurements of horizontal angles by

means of electronic tacheometers. MEASUREMENT TECHNIQUES Izdatelstvo: Springer New York Consultants Bureau, 2014, tom 57 №3, P. 277-279.

*FEATURES AIRBORNE LASER SCANNING IN THEORY AND IN PRACTICE THE
EXAMPLE OF LINEAR OBJECTS*

D. A. GURA, G. G. SHEVCHENKO, A.M. KARSLYAN, D. V. PETRENKOV

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

Airborne laser scanning (VLS) is currently one of the most effective ways of performing the survey works. When performing aerial mapping has the ability to collect geo-information with a margin relative to the boundaries of the object of research, which will, if necessary, to change the location of the passage of the projected track. After processing the data according to the obtained orthophotos, digital terrain and additional information contained in the received set of geospatial data has the ability to perform offsite placement of linear and areal engineering structures, without the creation of a final topographic maps, and necessary for designing topographic material to provide the final version of the embed object. This saves material and labor resources. This article features methods of aerial laser scanning, the result of which is an array of 3D laser points of reflection, to create topographic maps of linear features and other tasks of spatial and volumetric analysis, describes the instruments used to perform VLS, as well as an algorithm executed works in practice

Key words: airborne laser scanning (VLS), GPS, GNSS, network base stations, inertial system (IMU), the laser reflection point (TLO), the parameters Offseter