

А. Е. Васанов^{1}, М. М. Шляхова¹*

Метод воздушного лазерного сканирования

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
*e-mail: sasha_vasanov2012@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены дистанционные методы зондирования земли с применением воздушных летательных аппаратов как беспилотных, так и пилотируемых. Проанализирована рациональность использования данных методов для решения конкретных задач. Перечислены как при помощи данных лазерного сканирования возможно получать информацию об объектах, находящихся за слоями поверхности. Суть и преимущества технологии, такие как сокращение времени камеральных и полевых работ, снижение стоимости выполнения исследования. Приведены примеры современного съемочного оборудования. Также рассмотрены отличительные особенности методов при создании моделей высокой точности и сделаны выводы о развитии данной области. Обосновывается широкий спектр выполняемых работ данным оборудованием, снижением трудозатратности и стоимости работ, а также высокой производительностью выполняемых работ.

Ключевые слова: воздушное лазерное сканирование, беспилотный летательный аппарат, LIDAR

*А. Е. Vasanov^{*1}, М. М. Shlyahova¹*

Aerial scanning method

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: sasha_vasanov2012@mail.ru

Abstract. The article considers remote methods of earth sensing using aerial vehicles, both unmanned and manned. The rationality of using these methods for solving specific problems is analyzed. It is listed how, with the help of laser scanning data, it is possible to obtain information about objects located behind the surface layers. The essence and advantages of the technology, such as reducing the time of cameral and field work, reducing the cost of research. Examples of modern filming equipment are given. Also, the distinctive features of the methods for creating high-precision models are considered and conclusions are drawn about the development of this area. A wide range of work performed by this equipment is substantiated by a decrease in labor costs and the cost of work, as well as high productivity of the work performed.

Keywords: Aerial laser scanning, Unmanned aerial vehicle, LIDAR

Введение

Воздушное лазерное сканирование (ВЛС) считается одним из самых результативных методов получения геопространственных данных [1, 2]. Поскольку при лазерном сканировании измерения берутся с довольно большой плотностью, то при помощи данного метода возможно получать информацию об объектах, находящихся за слоями поверхности, такими как: древесно-кустарниковая раститель-

ность и другими подобными слоями, с целью обнаружения визуально скрытых объектов и расчёта их физических размеров. Суть данной технологии довольно проста: прибор с высокой частотой излучает импульс и фиксирует отраженные сигналы.

Преимущества технологии

Зачастую перед инженерами в областях, связанных с геодезией, возникает задача проведения топографо-геодезических изысканий на крупных объектах по своей площади, изыскания на которых традиционными методами займет большое количество времени, либо объектах, находящихся в труднодоступных местах. Для решения этих задач наиболее рациональным является метод воздушного лазерного сканирования с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [3, 9].

Данный метод позволяет сократить значительную часть времени при выполнении полевых и камеральных работ, а также снизить стоимость выполнения исследований заданных объектов. Такие достоинства метода возникают в следствии того, что получение сырых данных занимает гораздо меньше времени, а также объем получаемых данных меньше по сравнению с «традиционным» ВЛС с использованием пилотируемых летательных аппаратов, которое применимо для изысканий на участках местности, имеющих значительную площадь [10].

Актуальность темы

Актуальность данной темы обусловлена значительным снижением трудозатратности выполняемых изысканий, быстрой окупаемостью оборудования, низкой стоимостью работ по сравнению с тем же методом изысканий, но при использовании пилотируемых летательных аппаратов, а также возможностью работать на труднодоступных участках.

Используемые системы

При воздушном лазерном сканировании, не зависимо от типа летательного аппарата с которого выполняется съемка, используются такие устройства как: инерциальная навигационная система, лазерный сканер, системы управления съемкой и регистрации данных, цифровые камеры, базовые станции GPS или сети таких станций.

Возможности LIDAR

В отличии от наземного лазерного сканирования, где для съемки используются 3D сканеры, при ВЛС используется система LIDAR, которая конечно не позволяет достичь точности наземных лазерных сканеров меньше 1 см, но позволяет получать измерения в диапазоне от 0,5 – 1,2 метра в зависимости от высоты фотографирования.

Точность измерения при использовании метода ВЛС с БПЛА находится в интервале от 30 см до 40 см. Данная точность становится достижимой при выполнении съемочных работ при благоприятных погодных условиях и достойным качеством съемочного обоснования данной местности [5, 12]. Перед выполне-

нием съемки с использованием ВЛС, необходимо выполнить угловую калибровку воздушного лазерного сканера. Калибровку выполняют с целью настройки аппаратуры, направленной на определение углов ориентации (выставки) системы координат лазерной сканирующей системы относительно системы координат инерциального измерительного устройства, а также некоторых параметров лидара в соответствии с требованиями [4]. Важное условие для проверки соответствия полученных данных требуемой точности, это при использовании значений параметров калибровки лидара, остаточные расхождения на опорных точках по высоте не должны превышать допустимую СКП съемки рельефа для данного масштаба карты (плана), высоты сечения рельефа и типа местности.

Выполнять съемку небольших объектов с большим количеством деталей данная точность конечно не позволит, но применение данной технологии возможно во многих других областях. Главным достоинством метода ВЛС с БПЛА по сравнению с наземным лазерным сканированием является неограниченная возможность перемещения сенсора. Это позволяет выполнять в кратчайшие сроки съемку длинных участков ЛЭП, автомобильных дорог и других линейно протяженных и больших площадных объектов.

Преимущества и недостатки воздушного лазерного сканирования

При сравнении фотограмметрического метода съемки [13] с воздушным лазерным сканированием [8], можно выделить преимущества фотограмметрии с точки зрения ее доступности и экономичности. В свою очередь преимущества лазерного сканирования в более высокой точности получаемых измерений, возможности работы как днем, так и ночью и в условиях плохой видимости. К выше сказанному можно добавить, что импульсы LIDAR способны проникать сквозь густую растительность и получать данные о состоянии рельефа, скрытого кустарником или кронами деревьев [9]. Также путем установки нескольких наземных контрольных точек, можно добиться точности до 1 см при построении моделей местности. Еще один немаловажный факт, что при создании моделей высокой точности методом фотограмметрии, требуется обеспечить перекрытие между снимками в интервале от 60 до 90 процентов, что в свою очередь ведет к значительному увеличению сроков обработки данных и существенно повышает требования аппаратному и программному обеспечению. Необходимое перекрытие при создании моделей высокой точности методом LIDAR находится в диапазоне от 20 до 30 процентов, что нивелирует недостатки фотограмметрического метода.

Пример современного оборудования для воздушно лазерной съемки

Если рассматривать современное оборудование для воздушного лазерного сканирования с БПЛА, то можно выделить LIDAR CHCNAV «AlphaAir 450» [1], изображение данного прибора представлено на (рис. 1).



Рис. 1. Аэросъемочный сканер AlphaAir 450

В данном приборе используется лазерный сканер Livox Avia, профессиональная калиброванная 24х мегапиксельная фотокамера Sony [6] и ГНСС-приемник геодезического класса точности [7]. Данное сочетание позволяет получать на выходе облака точек хорошего качества. Абсолютная точность данного прибора без использования контрольных точек – до 5 см в плане и до 5 см по высоте. AlphaAir 450 один из самых легких приборов в своем классе его масса составляет 970 грамм. Так же нельзя не отметить высокий уровень защиты (IP64) и производительность при рабочих температурах (от минус 20 и до плюс 50 °С) в любых полевых условиях, эти характеристики дают возможность работать данным прибором круглогодично. Скорость сканирования составляет, 720 000 точек в секунду. Максимальная дальность сканирования 450 метров.

Вывод

Таким образом, в настоящее время можно говорить о том, что технологии в области воздушного лазерного сканирования с БПЛА не стоят на месте, а быстро развиваются, становятся доступнее для пользователей, обеспечивают высокую точность получаемых измерений и упрощают обработку «сырых» измерений, полученных в результате съемки. Быстрый темп развития объясняется широким спектром выполняемых работ данным оборудованием, снижением трудозатратности и стоимости работ, а также высокой производительностью выполняемых работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аверус. Сканер лазерный аэросъемочный Alphaair 450 [Электронный ресурс]: официальный сайт. – Электрон. дан. – Россия, 2013. – Режим доступа: <https://nsk.averus-ribor.ru/products/skaner-lazernyyu-aerosemochnyu-alphaair-450/specifics/>. – Загл. с экрана.
2. Бойко, Е. С. Лазерное сканирование: быстро, удобно, точно / Е. С. Бойко // Инженерные изыскания. – 2008. – № 2. – С. 86–89.

3. Возможности использования подвижных навигационно-геодезических комплексов при дистанционном мониторинге земель / И. А. Халин, Л. Т. Кретов, О. А. Подколзин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1680.
4. ГОСТ Р 59328-2021. Аэрофотосъемка топографическая : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 февраля 2021 г. № 85-ст : дата введения 2021.06.01. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 21 с. – Текст : непосредственный.
5. Джалилов, С. Б. О влиянии гигроскопического роста аэрозоля на точность лидарно-фотометрических измерений / С. Б. Джалилов // В мире научных открытий. – 2011. – № 1(13). – С. 58–64.
6. Дедкова, В. В. Исследование точности формирования снимка камерами со шторно-щелевым затвором при съемке с беспилотных воздушных судов / В. В. Дедкова // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – Т. 27, № 4. – С. 54–60.
7. Добрынин, П. П. Наземное обеспечение аэросъемочных работ для проведения инженерно-геодезических изысканий при реконструкции железной дороги / П. П. Добрынин, А. С. Маленко, Н. Б. Хахулина // Студент и наука. – 2019. – № 4(11). – С. 60–65.
8. Емельянов А.И., Абрамов И.В., Абрамов А.И. Сравнительный анализ измерительных систем с применением однофакторных экспериментов. – Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. – № 3. – С. 84–89.
9. Марковский И.Г., Гура Д.А. Использование квадрокоптеров в цифровых изысканиях. – Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Том II. 2019. – С. 176–180.
10. Рыльский, И. А. Перспективы использования комплексов воздушного лазерного сканирования для картографирования лесов / И. А. Рыльский, В. С. Тикунов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2016. – Т. 15. – С. 104–113.
11. Ткачева А.А. Использование данных дистанционного зондирования земли при трехмерном моделировании естественных ландшафтных сцен. – Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2014. № 5 (57). С. 136–144.
12. Тихомиров, А. А. Технические средства лазерного зондирования аэрозольной атмосферы и подстилающей поверхности: специальность 05.12.20 : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Тихомиров Александр Алексеевич. – Томск, 2000. – 39 с.
13. Чибуничев А. Г. О возможностях применения цифровых методов фотограмметрии для решения инженерных задач. – Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 1990. – № 6. – С. 76–82.

© А. Е. Васанов, М. М. Шляхова, 2023